

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA
MESTRADO EM COGNIÇÃO HUMANA

JANICE DA ROSA PUREZA

**FUNÇÕES EXECUTIVAS NA SEGUNDA INFÂNCIA: COMPARAÇÃO QUANTO À
IDADE E CORRELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MEDIDAS**

Prof^ª. Dr^ª. Rochele Paz Fonseca
Orientadora

Porto Alegre

2011

JANICE DA ROSA PUREZA

**FUNÇÕES EXECUTIVAS NA SEGUNDA INFÂNCIA: COMPARAÇÃO QUANTO À
IDADE E CORRELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MEDIDAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Psicologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) como requisito parcial obrigatório para obtenção do grau de mestre.

Prof^ª. Dr^ª. Rochele Paz Fonseca
Orientadora

Porto Alegre

2011

Janice da Rosa Pureza

**FUNÇÕES EXECUTIVAS NA SEGUNDA INFÂNCIA: COMPARAÇÃO QUANTO À
IDADE E CORRELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MEDIDAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Psicologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) como requisito parcial obrigatório para obtenção do grau de mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Rochele Paz Fonseca
Presidente

Prof^ª. Dr^ª Clarissa M. Trentini
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Maximiliano A. Wilson
Universidade de Montreal

Porto Alegre

2011

Dedico esta dissertação à minha família.
Ao Julio, meu marido e a Daniela e Juliana,
Minhas filhas,
Por serem a força e o incentivo
Para que eu sempre siga em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha orientadora Prof^a. Dra. Rochele Paz Fonseca pelo incentivo, pelo carinho e por sempre transmitir aquele “brilho nos olhos” ao enfrentar desafios e metas nesta área tão encantadora que é a Neuropsicologia.

Agradeço a todos os membros do Grupo Neuropsicologia Clínica e Experimental (GNCE) pela acolhida e pelo carinho que sempre me dispensaram nessa trajetória, como a doutoranda Gigiane Gindri e os mestrados Fabíola Casarin, Silvio Paiva, Camila Oliveira e demais doutorandos, mestrados e estudantes do grupo.

Agradeço, em especial, à subequipe de avaliação neuropsicológica infantil, com quem tive o prazer de conviver e trabalhar nesses últimos dois anos. A vocês, meninas, um carinho muito especial. Foi um privilégio partilhar conhecimento, trabalho, dúvidas, desafios e, porque não, alegrias também, com a mestranda Mirella Prando, as estudantes Hosana Gonçalves, Rafaela Frizzo, Geise Jacobsen e as colaboradoras Larissa Siqueira e Fernanda Busnello. Hosana e Geise, muito obrigada pelo apoio e disponibilidade de vocês.

De modo muito especial, agradeço ao Julio pela compreensão, companheirismo, incentivo e por aquela frase especial dita sempre nos momentos mais críticos e atarefados: “tu ainda vais sentir falta disso tudo”. O teu apoio foi fundamental nessa caminhada.

A Daniela não poderia deixar de fazer um agradecimento especial pelo seu carinho, incentivo e exemplo de vida: filha amorosa e profissional que vive e ama aquilo que faz.

A Juliana, uma dedicação especial: filha amiga, companheira e, agora, colega de profissão. Tu és a grande responsável por eu chegar até aqui.

Por fim, não poderia deixar de mencionar as instituições de ensino público que abriram suas portas para que este estudo pudesse se realizar. E por último, porém mais importante, um agradecimento especial a todas as crianças que se disponibilizaram a participar desta pesquisa. É por elas que todo e qualquer trabalho vale a pena.

“Se queres o resultado em cinco anos, planta uma laranjeira. Se queres o resultado em cinquenta anos, planta uma araucária. Se queres o resultado em mil anos, educa uma criança.”

Provérbio Chinês

RESUMO

As funções executivas (FE) vem sendo objeto de grande interesse na literatura devido a sua importância e complexidade para a cognição e o comportamento humanos. São operações mentais envolvidas no controle consciente de pensamentos e ações, incluindo uma gama de componentes em relação com outros processos cognitivos. Apesar dos diversos estudos realizados sobre o desenvolvimento das FE, o conhecimento desta temática é incipiente, principalmente no que se refere à população infantil. Neste contexto, objetivou-se investigar o desenvolvimento típico de FE na segunda infância, a partir de dois estudos empíricos. O primeiro verificou o papel da idade no desempenho de 90 crianças, de escolas públicas, em tarefas que avaliam componentes executivos. Comparou-se o desempenho de três grupos etários (6-7, 8-10 e 11-12 anos de idade) em fluência verbal, geração aleatória de números, Teste de Cancelamento dos Sinos, Teste Hayling e N-Back. O segundo estudo buscou identificar possíveis correlações entre as diferentes medidas de FE examinadas. A amostra foi composta por 59 crianças de 8 a 12 anos, de escolas públicas, com os mesmos instrumentos e procedimentos do primeiro estudo. Dentre os principais resultados, no Estudo 1, observou-se que a idade influenciou em todas as variáveis mensuradas, com diferenças mais frequentes entre as crianças de 6 e 7 e de 11 e 12 anos. No Estudo 2, encontrou-se correlação entre componentes de inibição e flexibilidade cognitiva. Assim, resultados iniciais sugerem um desenvolvimento progressivo dos componentes executivos na segunda infância, assim como uma relação mais próxima entre alguns componentes e paradigmas de avaliação das FE.

Palavras-chave: avaliação neuropsicológica infantil; desenvolvimento; idade; funções executivas.

ABSTRACT

Executive functions (EF) have been focused in the literature due to its importance and complexity for human cognition and behavior. It refers to mental processes involved in conscious control of thoughts and actions, including a range of components with relation to other cognitive processes. Although several studies contemplate the development of EF, knowledge on this field, particularly focusing on children, is still incipient. Therefore, this research aims to investigate the typical EF development in second infancy from two empirical studies. The first study verified the role played by age in the development of 90 children from public schools, in tasks assessing executive components. Three different age groups (6-7, 8-10 and 11-12 aged) were compared for performance in verbal fluency, random number generation, Bells Test, Hayling Test and N-Back tasks. The second study identified possible correlations between the different EF measures assessed. The sample was comprised of 59 children, from 8 to 12 years old, studying at public schools, with the same instruments and procedures from the first study. Among the main results, Study 1 showed that age was an influential factor in all measured variables, with more frequent performance differences between 6-7 and 11-12 aged children. In Study 2, there were main correlations between inhibition and cognitive flexibility. Therefore, initial results suggest a progressive development of executive components in second childhood, as well as a closer relationship between some components and paradigms of EF assessment.

Keywords: children neuropsychological assessment; development; age; executive functions.

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AGRADECIMENTOS..... | 05 |
| RESUMO..... | 07 |
| ABSTRACT..... | 08 |
| SUMÁRIO..... | 09 |
| LISTA DE TABELAS..... | 10 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 11 |
| APRESENTAÇÃO..... | 12 |
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 13 |
| REFERÊNCIAS..... | 27 |
| ESTUDO EMPÍRICO I: Funções executivas na segunda infância: o papel do fator idade idade..... | 34 |
| REFERÊNCIAS..... | 57 |
| ESTUDO EMPÍRICO II: Relação entre medidas de avaliação de Funções Executivas na segunda infância..... | 64 |
| REFERÊNCIAS..... | 79 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 84 |
| ANEXOS..... | 86 |
| ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido..... | 86 |
| ANEXO B - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa..... | 88 |

LISTA DE TABELAS

Estudo Empírico I

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Caracterização sociodemográfica dos grupos comparativos..... | 42 |
| Tabela 2 - Médias(M), desvios-padrão(DP) e análise de variância nos grupos etários nas tarefas de geração aleatória de números, fluência verbal, Hayling e Sinos..... | 47 |
| Tabela 3 - Médias (M), desvios-padrão(DP) e comparação entre os grupos etários nas tarefas N-Back visual e auditivo..... | 48 |

Estudo Empírico II

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Dados descritivos do desempenho da amostra nos testes de funções executivas..... | 69 |
| Tabela 2 – Correlações entre acurácia e tempo de tarefas executivas..... | 71 |
| Tabela 3 – Correlações entre N-Back e Teste Hayling – Total de span, erros e tempo..... | 72 |

LISTA DE FIGURAS

Estudo Empírico I

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Percentual do processamento de inferências no Discurso Narrativo por grupo etário..... | 49 |
| Figura 2 – Estratégias de busca no teste SINOS por grupo etário..... | 50 |

Apresentação

A presente Dissertação de Mestrado aborda o tema avaliação neuropsicológica infantil, com ênfase em componentes das funções executivas (FE), sob a luz da neuropsicologia clínica, neuropsicologia do desenvolvimento e neuropsicologia cognitiva. Em face da relevância desse tema, a dissertação intitulada “Funções executivas na segunda infância: comparação quanto à idade e correlação entre diferentes medidas” tem por objetivos investigar o desenvolvimento de componentes executivos em crianças de 6 a 12 anos provenientes de escolas públicas e averiguar possíveis correlações entre as diversas medidas de desempenho executivo mensuradas nesta faixa etária.

Dessa forma, a presente dissertação está estruturada em quatro capítulos: (1) Introdução geral, (2) Estudo 1: Estudo comparativo entre crianças de 6-7, 8-10 e 11-12 anos em tarefas de funções executivas, (3) Estudo 2: Correlação entre medidas de avaliação de funções executivas na segunda infância e (4) Considerações finais. No primeiro capítulo, abordam-se fundamentos teóricos que embasaram os estudos da dissertação em uma breve revisão não sistemática. No segundo capítulo, apresenta-se um estudo empírico de comparação quanto à idade em tarefas neuropsicológicas que examinam componentes das funções executivas. No terceiro capítulo, é relatado um estudo empírico sobre as possíveis correlações entre as medidas de componentes de FE utilizadas nesta pesquisa. Estes dois estudos empíricos encontram-se em formato de artigos científicos a serem submetidos após arguição. A quarta e última parte desta dissertação corresponde a um capítulo breve de considerações finais, com idéias de reflexão e fechamento sobre os estudos conduzidos.

Introdução Geral

Os principais pressupostos teóricos que norteiam esta dissertação são o construto funções executivas (FE), o fator idade no desenvolvimento dessas funções cognitivas e a relação entre diferentes componentes do processamento executivo. Em um âmbito mais amplo, destaca-se a avaliação neuropsicológica infantil. Assim, esta introdução aborda aspectos teóricos destes quatro temas, conectados pela compreensão das FE.

As FE vem sendo cada vez mais estudadas pelas neurociências clínica e experimental por serem essenciais para a cognição humana, por sua interface com todas as demais funções cognitivas, sua multidimensionalidade e complexidade. FE é um termo guarda-chuva utilizado na tentativa de definir uma gama de processos cognitivos e comportamentais que são essenciais para o gerenciamento e a organização de metas e tarefas, como executivo central da memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, entre outros (Chan, Shum, Touloupoulou, & Chen, 2008; Muller, Zelazo, Luryie, & Liebermann, 2008). São consideradas as funções mais complexas da cognição humana, envolvendo seleção e integração de informações planejamento e manutenção de estratégias (Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 2002; Lezak, Howieson, & Loring, 2004).

Na presente dissertação, algumas FE serão estudadas em crianças de 6 a 12 anos de idade. Alterações nesses processos durante a infância são encontradas em inúmeros quadros neurológicos e psiquiátricos. Dentre os neurológicos, destaca-se a síndrome disexecutiva associada a doenças cerebrovasculares (Erkinjuntti, 2008). Quanto a transtornos psiquiátricos, o mais relacionado à disfunção executiva é o Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade – TDAH (Capovilla, Assef, & Cozza, 2007; Johnstone, Barry, Markovska, Dimoska, & Clarck, 2009; Martin-Gonzalez et al., 2008; Rizzutti, 2008). Nota-se, então, que a busca constante por um melhor entendimento do processamento de componentes das FE ao longo da infância é de suma relevância. Torna-se necessário investigar sobre o

desenvolvimento das FE na infância e quais os fatores que influenciam nesse processo, procurando-se entender o limite entre o desenvolvimento típico e atípico.

Apesar de haver cada vez mais investigações acerca do desenvolvimento atípico das FE na infância, parece ainda existir uma literatura insuficiente sobre o desenvolvimento típico na segunda infância (Brocki & Bohlin, 2004; Huizinga, Dolan, & Van Der Molan, 2006; Marcovitch & Zelazo, 2009). No que se relaciona à investigação em crianças saudáveis, os maiores achados encontram-se nos âmbitos da neuropsicologia do desenvolvimento e da neuropsicologia escolar (Meltzer, 2007).

Avaliação neuropsicológica infantil

Nos últimos anos a neuropsicologia, enquanto ciência, vem apresentando um constante crescimento. Segundo Cunha (1993), o principal enfoque da neuropsicologia é o desenvolvimento de uma ciência do comportamento humano baseada no funcionamento cerebral, o que torna possível, além de conhecer e compreender como se processa e se desenvolve a cognição, identificar alterações nessa evolução. Essa ciência entende a participação do cérebro como um todo, composto por estruturas interdependentes e inter-relacionadas, que fazem parte de um sistema funcional (Cunha, 1993). Nesse sentido, a avaliação neuropsicológica favorece o estabelecimento de relações entre as funções cognitivas (memória, linguagem, atenção, entre outras) e a aprendizagem (leitura, escrita, formação de conceitos). O funcionamento neuropsicológico reflete o desenvolvimento cognitivo, psicossocial e comportamental dos indivíduos. A compreensão dessa relação é de extrema importância para o diagnóstico e tratamento de diversos transtornos comportamentais que podem ocorrer na infância (Ellison & Semrud-Clickiman, 2007; Lezak et al, 2004).

Mais especificamente, em relação à avaliação neuropsicológica infantil, constata-se que esta possui características específicas na interpretação do desempenho cognitivo, pois depende do desenvolvimento e da maturação neurológica da criança, assim como das

condições ambientais de estimulação cognitiva em que esta se insere, tais como idade, escolaridade, qualidade de ensino, tipo de escola, aspectos socioeconômicos e culturais, entre outros (Andrade, 2002; Bowler, Smith, Schwarzer, Perez-Arce, & Kreutzerl, 2002). Para isso, são necessários instrumentos específicos e métodos de investigação sensíveis para o exame das funções cognitivas (Andrade, 2002; Rosselli & Ardila, 2003).

Além da observação e entrevistas clínicas e de uso de tarefas ecológicas, a complementação com ferramentas de avaliação cognitiva padronizadas é um dos recursos de exame neuropsicológico cada vez mais valorizados (Lezak et al, 2004; Spreen & Strauss, 2006). Observa-se um aumento importante de instrumentos para avaliação neuropsicológica na infância em nível internacional. Há baterias gerais de avaliação neuropsicológica com tarefas de exame de diferentes funções cognitivas como a Bateria Luria-Nebraska, a Bateria Halstead-Reitan (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006) e a Escala *Wechsler* de Inteligência para Crianças – WISC-IV (Wechsler, 2003), sendo que esta última vem sendo cada vez mais utilizada no contexto neuropsicológico.

Além das baterias gerais, é possível encontrar testes e tarefas para avaliação de componentes cognitivos específicos, como a *World Fluence* (FAS) e o *Teste Token for Children*, com o objetivo de avaliar a função de linguagem (Lezak et al., 2004; Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). Para exame do componente de atenção, entre os instrumentos utilizados encontram-se o Teste de Atenção Concentrada - D2 (Brickenkamp, 2000) e o Brief Test of Attention (BTA) planejado por Schretlen e cols. em 1996 (Lezak et al., 2004). Existem, ainda, as tarefas de avaliação dos diversos sistemas de memória, como da memória visual - Figuras Complexas de Rey e da memória verbal - o Teste de Aprendizagem Auditivo-verbal de Rey – RAVLT (Lezak et al., 2004; Spreen & Strauss, 2006), entre outras.

Na América Latina, um número maior de ferramentas vem sendo desenvolvido para o exame cognitivo de crianças, tais como a Bateria de Avaliação Neuropsicológica Infantil - ENI (Rosselli et al., 2004) e a Bateria de Testes Neuropsicológicos – NEUROPSI,

desenvolvida para população de língua espanhola (Ostróskis-Sólis et. al., 2008). Entretanto, no Brasil, ainda há poucos instrumentos de avaliação neuropsicológica infantil. Entre as baterias mais utilizadas para essa finalidade encontra-se a Escala Wechsler de Inteligência para Crianças - WISC-III (Figueiredo, 2002), que apesar de ser um instrumento de avaliação da inteligência, é utilizado como medida de funcionamento neuropsicológico a partir de interpretações específicas da relação entre subtestes e índices fatoriais (Rabelo et al., 2010). É um instrumento que proporciona informações de grande utilidade, através de uma interpretação neuropsicológica, na tentativa de suprir a ausência de instrumentos específicos para este tipo de avaliação (Costa, Azambuja, Português, & Costa, 2004; Andrade, Santos, & Bueno, 2004; Simões, 2002).

Nesse contexto de ferramentas de avaliação neuropsicológica infantil, alguns instrumentos de avaliação tem sido objetos de estudo no Brasil, entre estes, tarefas de avaliação da linguagem, como a Lista de Avaliação do Vocabulário Expressivo (Capovilla & Capovilla, 1998), já adaptada, validada e normatizada para a população paulista, o Teste Infantil de Nomeação, o Teste de Repetição de Palavras e Pseudopalavras (Capovilla, 2007), assim como versões de tarefas para avaliação da função de atenção, como o Teste de Atenção por Cancelamento (Montiel & Capovilla, 2006a), e o Teste das Trilhas – Partes A e B (Montiel & Capovilla, 2006b).

Existe ainda, a Bateria NEPSY, recentemente adaptada no Brasil, que é uma bateria de avaliação neuropsicológica, desenvolvida para crianças de 3 a 12 anos, que tem se destacado em nível internacional por sua ampla e flexível abordagem para avaliação neuropsicológica, possibilitando o exame de áreas como atenção, FE, linguagem, processamento visuoespacial, função sensoriomotora, aprendizagem e memória. Estudos demonstram sua grande utilidade na identificação de distúrbios do desenvolvimento primário e secundário (originados por lesões cerebrais), além de delinear o perfil neuropsicológico de crianças sem patologia do

neurodesenvolvimento (Korkman, Kirk, & Kemp, 2001). No Brasil, vem sendo adaptada e normatizada por Argolo e cols. (2009).

Percebe-se, porém, ainda haver uma quantidade insuficiente de testes e instrumentos para compor uma bateria neuropsicológica infantil completa a ser utilizada no processo de avaliação neuropsicológica no Brasil. Assim, evidencia-se a necessidade de mais estudos sobre perfil do desenvolvimento neuropsicológico infantil e técnicas de avaliação específicas para a população brasileira. De um modo geral, em nível internacional e nacional, há uma importante lacuna a ser preenchida de desenvolvimento de instrumentos neuropsicológicos específicos para o exame das FE na segunda infância.

Avaliação das FE na segunda infância

Atualmente, as FE tem sido objeto de grande interesse na literatura, na tentativa de conhecer e compreender como se desenvolvem os processos cognitivos na infância e quais os fatores que influenciam este desenvolvimento (Ardila, 1996; Garcia-Molina, Ensenat-Cantalops, Tirapu-Ustárroz, & Roig-Rovira, 2009; Kerr & Zelazo, 2004; Marcovitch & Zelazo, 2009; Rosselli & Ardila, 2003). No entanto, ainda não há uma definição precisa em relação a estas funções e sua divisão em subcomponentes, que são descritas como um importante construto relacionado, de modo geral, a processos psicológicos que envolvem o controle consciente de pensamentos e de ações (Kerr & Zelazo, 2004).

Segundo Liebermann, Giesbrecht e Muller (2007), Marcovitch e Zelazo (2009) e Matute, Chamorro, Inozemtseva, Rosselli e Ardilla (2008), estas funções desempenham um importante papel no processo de tomada de decisões, controle das emoções e comportamento social, pois são responsáveis pelo comportamento dirigido a objetivos, estabelecimento de metas e resolução de problemas. Entre estas habilidades, estão incluídas capacidade para inibição de respostas impulsivas, capacidade de planejamento estratégico, organização do

comportamento, memória operacional, flexibilidade cognitiva e a capacidade de autoregulação.

A avaliação neuropsicológica das FE engloba vários aspectos a serem considerados, tais como, a multiplicidade de processos envolvidos nas diferentes etapas na execução de uma mesma tarefa; a validade ecológica dos testes e tarefas de avaliação de componentes executivos, sendo que a maioria dos instrumentos utilizados nessa mensuração não foi desenvolvida para essa finalidade (Hughes & Graham, 2008; Kristensen, 2006). Várias são as técnicas utilizadas para avaliação destas funções. Podem ser categorizadas em ferramentas específicas com normas para uma ampla faixa etária do ciclo vital, inclusive crianças, ou, ainda, em instrumentos desenvolvidos especialmente para crianças e em subtestes de baterias neuropsicológicas gerais.

Dentre as mais conhecidas ferramentas específicas com normas para uma grande gama do ciclo vital encontram-se o Teste Wisconsin de Classificação de Cartas (Trentini, Argimon, Oliveira, Werlang, & Prieb, 2005), que se situa entre os mais utilizados para a avaliação neuropsicológica de FE, permitindo avaliar o raciocínio abstrato e a capacidade do indivíduo em gerar estratégias para solução de problemas, respondendo as alterações de estimulação ambiental, sendo considerado uma medida de flexibilidade cognitiva. Ainda que sua especificidade venha sendo criticada, demonstra alterações em diversas patologias, embora não seja possível dissociar os componentes executivos medidos neste instrumento (Capovilla et. al., 2007; Trentini et al., 2006).

Existem, ainda, instrumentos de avaliação neuropsicológica como o Teste de Stroop, que é utilizado como exame da atenção seletiva e flexibilidade cognitiva, além do componente de inibição (Strauss et al., 2006), o Teste da Trilhas (Lezak et al., 2004; Strauss et al., 2006), o Teste Hayling (Burguess & Shallice, 1997) que tem por objetivo avaliar as capacidades de iniciativa e inibição verbal e as medidas de fluência verbal. Além disso,

encontram-se as tarefas tipo go-no-go e execução de tarefas cotidianas, paradigma mais ecológico (cenários ou objetivos da vida real).

Porém, a maioria dos testes e tarefas são, na realidade, medidas de seus componentes específicos e não representativas do construto geral com seus múltiplos componentes (Abusamra, Miranda, & Fererres, 2007; Kristensen, 2006, Strauss et. al., 2006). Esta lacuna contribui para a limitação do conhecimento sobre a evolução das FE no desenvolvimento infantil.

Avaliação das FE em crianças brasileiras

Em âmbito nacional, poucos dos instrumentos mencionados na seção anterior de avaliação das FE na infância encontram-se disponíveis no Brasil em versões adaptadas para a realidade cultural, social e linguística deste país. Além dos instrumentos de avaliação citados, como WISC-III e Wisconsin, existem alguns estudos com versões de testes e/ou tarefas de avaliação neuropsicológica das FE, como o teste de Stroop (Capovilla, Montiel, Macedo, & Charin, 2005), testes de geração semântica, por Assef & Capovilla, em submissão (Capovilla, 2007) e Teste de Trilhas (Montiel & Capovilla, no prelo). Além desses instrumentos, estão sendo utilizadas versões do teste de fluência verbal (FAS) e os testes de memória de trabalho auditiva e visual (Primi, 2002, Wood, Carvalho, Neves, & Haase, 2001).

A Escala Wechsler de Inteligência para Crianças – WISC III (Figueiredo, 2002) vem sendo um dos instrumentos de avaliação mais utilizados no Brasil, pois além de ser, ainda, a única bateria de avaliação das funções cognitivas disponível para a população infantil brasileira, permite uma interpretação, dentro de parâmetros neuropsicológicos na análise dos seus índices fatoriais, de componentes específicos como velocidade de processamento e memória de trabalho (Figueiredo & Nascimento, 2002; Simões, 2002).

Esse panorama retrata a necessidade de um maior conhecimento sobre o desenvolvimento das FE na população brasileira e mais pesquisas com testes e tarefas

neuropsicológicas de avaliação de FE, buscando novos estudos com dados normativos para a população infantil brasileira. Na obtenção desses parâmetros de desempenho, é essencial considerar os possíveis efeitos de variáveis biológicas, como sexo e idade, e sociodemográficas, como escolaridade, tipo de escola, nível socioeconômico, entre outros, auxiliando o neuropsicólogo em sua prática clínica e de pesquisa (Capovilla et al., 2007).

O papel da idade no desenvolvimento neuropsicológico das Funções Executivas

No contexto da neuropsicologia do desenvolvimento, a literatura sobre a relação entre a idade e o funcionamento de diferentes processos cognitivos vem crescendo consideravelmente. No que tange às FE, existem pesquisas sobre o papel do fator idade no desenvolvimento de seus componentes na infância, porém o conhecimento acerca desta temática ainda é escasso, insuficientemente explorado e controverso. Hipotetiza-se que essa dificuldade de compreender o desenvolvimento das FE na infância ocorre, principalmente, devido à complexidade deste construto teórico, o que gera uma falta de consenso na definição de FE, e uma dificuldade relacionada de se mensurar, através de instrumentos específicos, cada um dos componentes dessas funções, justamente pela relação entre definição constitutiva e operacional de cada componente, ainda em consolidação.

Nesse sentido, observam-se três vertentes de pesquisas que trazem achados sobre o desenvolvimento das FE: (1) neurobiológica, (2) cognitiva/neuropsicológica e (3) mista. Na linha neurobiológica, é enfatizado o papel da evolução do lobo pré-frontal e sua intensa conexão com outras regiões do encéfalo no desenvolvimento das FE, principalmente no período relacionado à segunda infância (Diamond, 2006; Garcia-Molina et al., 2009). Diamond (2006) sugere haver importantes mudanças funcionais e estruturais na rede neural recrutada para o controle cognitivo e FE nessa faixa etária. A neuropsicologia, enquanto ciência, vem ampliando o número de estudos sobre a relação entre o córtex pré-frontal e as FE, pois esta região cerebral anterior mantém conexões com regiões de associação do córtex

parietal, temporal e occipital (Garcia-Molina et al., 2009), assim como com estruturas subcorticais, especialmente com o tálamo e núcleos da base e com o cerebelo (Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 2002). Além disso, possui representações corticais de informações oriundas do sistema límbico. Esta importante condição de grande relação com outras áreas tem contribuído para o córtex pré-frontal ser considerado uma região de integração entre diferentes processos cognitivos e como uma interface entre a cognição e a emoção (Gazzaniga et al., 2002). Nesta perspectiva de entendimento do desenvolvimento neurobiológico, o estudo de diversas patologias neurológicas e/ou psiquiátricas e suas consequências no comportamento humano tem sido importantes aliados para a compreensão desta complexa interrelação.

No que se refere ao desenvolvimento neurológico infantil, estudos com técnicas de neuroimagem sugerem uma contínua evolução da região cortical e de estruturas subcorticais, desde a infância até a idade adulta. Porém, poucos são os trabalhos que investigaram a relação direta entre o desenvolvimento das FE e o processo de maturação das estruturas corticais (Tamnes et. al, 2010).

Um estudo longitudinal realizado por Giedd et al. (1999), examinando participantes de 4 a 22 anos através de técnicas de neuroimagem, mostrou uma evolução diferenciada para as diversas estruturas encefálicas. Os autores enfatizam, nesse estudo, que o volume da substância branca apresenta um desenvolvimento linear conforme a idade, sendo que esse aumento parece ser menor nas meninas que nos meninos. Em contrapartida, o desenvolvimento da substância cinzenta nas áreas corticais tende a apresentar uma evolução não linear, sendo que nos lobos frontal e parietal demonstra um pico máximo na sua evolução em torno de 11 a 12 anos para meninos e 10 a 11 anos para meninas. O lobo temporal apresenta uma evolução semelhante, com um ápice em torno de 16 anos para ambos os sexos. Já o lobo occipital parece desenvolver-se de modo linear durante essa faixa etária, sem evidências significativas de picos ou alterações nesse processo maturativo. O córtex pré-

frontal é a última estrutura a completar seu processo maturativo, que inclui o importante processo de mielinização dos circuitos neurais e um incremento na densidade sináptica de suas estruturas (Matute et al, 2008).

Uma tendência de consenso na literatura é de que o desenvolvimento progressivo das FE tem sido atribuído ao amadurecimento progressivo do córtex pré-frontal (Matute et al., 2008; Tamnes et al., 2010). Alguns estudos com neuroimagem demonstram diferenças em ativações de redes neurais em crianças e adultos. Esses trabalhos mostram ativações nas mesmas regiões em ambas as faixas etárias; porém, em crianças, essas ativações tendem a ser mais difusas, generalizadas e com uma potência mais baixa (Casey, Davidson, & Rosen, 2002). Outros estudos sugerem um padrão de ativação diferente em crianças e adultos, com envolvimento maior de regiões subcorticais e posteriores do encéfalo na infância. Entretanto, essas diferenças na atividade neuronal entre crianças e adultos podem depender da complexidade e do tipo de tarefa testada no momento da avaliação (Ciesielski, Lesnik, Savoy, Grant, & Ahlfors, 2006).

De acordo com uma vertente teórica cognitivista, as explicações sobre a relação entre idade e FE são estruturadas nos modelos de desenvolvimento cognitivo, como as teorias de processamento da informação, sistema atencional, modelos de processamento da memória, habilidades de raciocínio e resolução de problemas, ou seja, as diferentes operações mentais necessárias para a execução de determinadas tarefas (Capovilla, 2007; Gazzaniga et al., 2002; Sternberg, 2008).

Na tentativa de conhecer o desenvolvimento das FE, alguns trabalhos indicam que estas competências têm seu início na infância, com um marco inicial entre 3 e 5 anos, onde a criança começa a apresentar uma melhor compreensão social e de si própria, porém estas funções se desenvolvem progressivamente até a idade adulta (Marcovitch & Zelazo, 2009). A infância se caracteriza por um acelerado amadurecimento das FE, sendo que, na adolescência, o seu desenvolvimento torna-se mais lento, o que sugere uma maior estabilidade destas

funções conforme aumenta a idade (Hughes & Graham, 2008; Matute, et al., 2008). Essas mudanças são importantes, pois permitem um rápido e flexível ajuste do comportamento às novas exigências ambientais (Huizinga, Dolan, & Van Der Molen, 2006).

Segundo Garcia-Molina e colaboradores (2009) durante os primeiros anos já podem ser observados, em crianças, comportamentos que sugerem que algumas das habilidades cognitivas que integram o processo de FE iniciaram seu desenvolvimento, ainda que nesta etapa o controle executivo seja muito frágil e precário. Conforme Martin-Gonzalez e cols. (2008), entre os 5 e 8 anos de idade, há um desenvolvimento significativo nas habilidades de memória de reconhecimento, atenção seletiva e capacidade de planejamento simples. Diamond (2006) sugere que em torno dos cinco anos de idade os componentes de memória operacional, inibição e flexibilidade cognitiva apresentam um desenvolvimento parcial e que, apesar de serem diferenciados entre si, são dependentes um do outro; porém, apresentando um desenvolvimento desigual. De acordo com Martin-Gonzalez e cols. (2008), entre os 10 e 12 anos de idade o desenvolvimento dos componentes de memória operacional, flexibilidade cognitiva e capacidade de inibição alcança níveis equivalentes aos adultos.

Brocki e Bohlin (2004) identificaram três etapas na maturação das FE: a primeira ocorre em torno de 6 a 8 anos; a segunda de 9 a 12 anos e a terceira segue pela adolescência. A idade de 12 anos é considerada o período no qual ocorrem mudanças significativas na evolução destas funções.

Por fim, uma idéia mais abrangente pretende explicar as FE através de uma visão integrada, procurando compreender o comportamento humano por um raciocínio de *onde* e *como* se processa o desenvolvimento desse complexo sistema cognitivo, com uma lógica estrutural e funcional (Stuss & Anderson, 2004). Exemplos dessa vertente são os diversos estudos que investigam as funções cognitivas através de exames de neuroimagem funcionais, na busca de um maior entendimento sobre as bases neurais dos processos cognitivos, contribuindo para uma melhor compreensão dessa evolução de modo geral e das alterações e

transtornos neurológicos e/ou psiquiátricos que interferem na evolução dos processos cognitivos, entre eles, as FE (Abott, Waites, Lilywhite, & Jackson, 2010; Houdé, Rossi, Lubin, & Joliot, 2010). Inseridos nessa visão geral de compreensão do funcionamento cognitivo, encontram-se as técnicas e instrumentos de avaliação neuropsicológica de FE, como importantes aliados para o entendimento sobre o papel dos diversos componentes executivos no desenvolvimento infantil e no estabelecimento do diagnóstico e de prognósticos de alterações e/ou distúrbios neurológicos e/ou psiquiátricos (Lezak et al., 2004; Strauss et al., 2006).

Estudos sobre avaliação neuropsicológica de FE utilizando tarefas clássicas para avaliação dessas funções têm demonstrado que esse desenvolvimento pode apresentar diferentes trajetórias relacionadas ao fator idade (Zelazo & Muller, 2002). De acordo com Huizinga e cols. (2006) e Matute e cols. (2008), parece não existir uma uniformidade na evolução dos diversos componentes de funções executivas ao longo do tempo. Isto pode estar relacionado a vários aspectos, entre os quais, o fato de diferentes tarefas serem utilizadas para medir um mesmo componente. É importante, também, verificar se crianças em idades diferentes usam as mesmas estratégias, ou seja, se o mesmo construto está sendo medido através da idade. Por último, uma avaliação confiável do desenvolvimento desses componentes exige a utilização de grupos etários homogêneos e a abordagem de outras variáveis que possam estar influenciando esse desenvolvimento, de modo a examinar o que esses componentes realmente têm em comum nesse processo de desenvolvimento (Huizinga et al., 2006).

Conforme Lezak e cols. (2004), o comportamento pode ser compreendido como três sistemas funcionais. O primeiro desses sistemas relaciona-se às funções cognitivas, englobando aspectos do comportamento relacionados ao processamento da informação. Dividem-se em funções receptivas, memória, pensamento e funções expressivas. O segundo sistema engloba os aspectos emocionais, como personalidade e emoção. O terceiro sistema

está relacionado às FE, ou seja, a capacidade do indivíduo de executar um comportamento independente, proposital e autoregulado, o que reforça a importância de se compreender esses processos cognitivos na infância e na adolescência.

Relação entre componentes de Funções Executivas

Em função do desafio de se melhor compreender as associações e dissociações entre os múltiplos componentes das FE, estudos vêm sendo realizados com o intuito de investigar a relação entre os diversos componentes executivos (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006; Garcia-Molina et al., 2009). Entre estes componentes, destaca-se a capacidade de planejamento e organização, que está associada ao estabelecimento de objetivos e aos passos necessários para alcançá-los, envolvendo a antecipação de eventos, suas conseqüências e o monitoramento das múltiplas ações envolvidas nessa trajetória (Capovilla et al., 2007). Nesse contexto, enquadra-se a capacidade de elaborar estratégias cognitivas para resolução de problemas e mudanças que possam ocorrer nas mais diversas situações. Esses processos elaborados demandam a participação de um componente específico, o executivo central da memória de trabalho, com a função de gerenciar informações transitórias em duplas ou múltiplas tarefas, que poderão, mais adiante, serem acessadas por outros circuitos neuronais.. Este processo está intimamente relacionado ao componente atencional (Vakil, Blachstein, Sheinman, & Greesten, 2010). Além desses componentes, é fundamental nesse processo a capacidade de mudar ou alternar os objetivos para adaptação a situações novas ou imprevistas. Essa habilidade é conhecida como flexibilidade cognitiva (Capovilla et.al, 2007). Segundo Baddeley (2009), a memória de trabalho utiliza-se de componentes do processamento executivo, pois o componente executivo central é um controlador atencional ativado concomitantemente aos outros subcomponentes mnemônicos e participa dos processos executivos. O componente de inibição é responsável pela capacidade de inibir respostas e/ou informações quando a situação assim o exige (Abusamra et. al, 2007) e a

flexibilidade cognitiva refere-se à habilidade para alternar de forma flexível entre diferentes esquemas ou operações mentais (Diamond, 2006). Para Davidson e cols. (2006), a maturidade cognitiva é caracterizada pelo desenvolvimento de várias habilidades, sendo os componentes de memória de trabalho, inibição e flexibilidade cognitiva fundamentais para o desenvolvimento do controle cognitivo e das FE.

Em função da grande complexidade desse conjunto de processos cognitivos, Matute e colaboradores (2008) referem um modelo de estudo do desenvolvimento das FE, composto por quatro componentes: (1) *controle atencional*, que inclui atenção seletiva, auto-regulação, supervisão e inibição; (2) *processamento de informação*, englobando componentes de eficiência, fluidez e velocidade de pensamento; (3) *flexibilidade cognitiva*, contendo atenção dividida, memória operacional, transferência conceitual e retroalimentação; e (4) *estabelecimento de metas*, que envolve as habilidades de iniciativa, conceitualização, planificação e organização de estratégias. Entretanto, embora haja algumas propostas de modelo de funcionamento executivo, não podem ser encontrados modelos teóricos consensuais e autosuficientes que abarquem toda a complexidade das FE (Chan, Shum, Touloupoulou, & Chen, 2008).

Nesse panorama, de multiplicidade e complexidade entre seus componentes, cada vez mais parece aumentar, na literatura, o interesse pela compreensão de como esses processos se interrelacionam (Cutting, Materek, Kole, Levine, & Mahone, 2009; Mazzoco & Kover, 2007). Assim, percebe-se não existir ainda, um consenso na literatura sobre esta interação, sendo a investigação da inter-relação de componentes executivos em diversas tarefas neuropsicológicas um campo bastante promissor para a busca conhecimento desse complexo construto cognitivo.

Referencias

- Abott, D. F., Waites, A. B., Lilywhite, L. M., & Jackson, G. D. (2010). fMRI assessment of language lateralization: An objective approach. *NeuroImage*, *50*, 1446–1455.
- Abusamra, V., Miranda, M. A., & Ferreres, A. (2007). Evaluación de la Iniciación e Inhibición Verbal en Español. Adaptación y Normas del Test de Hayling. *Revista Argentina de Neuropsicología*, Buenos Aires, *9*, 19-32.
- Andrade, V. M. (2002). Das bases históricas da neuropsicologia à avaliação neuropsicológica. In: R. M. Cruz, J. C. Alchieri, & J. J. Sardá Jr. (Orgs.). *Avaliação e Medidas Psicológicas: Produção do Conhecimento e da Intervenção Profissional*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Andrade, V. M., & Santos, H. F. (2004). Neuropsicologia Hoje. In: Andrade, V. M.; Santos, H. F. & Bueno, O. F. A. (Orgs.) *Neuropsicologia Hoje*. São Paulo: Artes Médicas.
- Argollo, N., Bueno, O. F. A., Shayer, B., Godinho, K., Abreu, K., Duran, P. et al. (2009). Adaptação transcultural da Bateria NEPSY - avaliação neuropsicológica do desenvolvimento: estudo-piloto. *Avaliação Psicológica*, *8* (1), 69-75.
- Baddeley, A., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2009). *Memory*. New York. Psychology Press.
- Bowler, R. M., Smith, M. W., Schwarzer, R., Perez-Arce, P., & Kreutzer, R. A. (2002). Neuropsychological and Academic characteristics of Mexican-American Children: A longitudinal field study. *Internacional Association for Applied Psychology*, *51* (3), 458-478.
- Brickenkamp, R. (2000). *Teste d2 – atenção concentrada. Manual: instruções, avaliação, interpretação* (2ª edição). São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia.
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, *26*, 571-593.

- Burgess, P. W. & Shallice, T. (1997). *The Hayling and Brixton Tests*. Thurston, Suffolk: Thames Valley Test Company.
- Capovilla, F. C., & Capovilla, A. G. S. (1998). O desenvolvimento dos vocabulários receptivo e expressivo em crianças brasileiras. *Interamerican Journal of Psychology*, 32 (2), 33-49.
- Capovilla, A. G. S. (2007). Contribuições da neuropsicologia cognitiva e da avaliação neuropsicológica à compreensão do funcionamento cognitivo humano. *Cadernos de Psicopedagogia*, 6 (11), 00-00.
- Capovilla, A. G. S., Montiel, J. M., Macedo, F. C., & Capovilla, F. C. (2005). *Teste de Stroop Computadorizado*. Programa de computador. Itatiba: Universidade São Francisco.
- Capovilla, A. G. S., Assef, E. C. S., & Cozza, H. F. P. (2007). Avaliação neuropsicológica das funções executivas e relação com desatenção e hiperatividade. *Avaliação Psicológica*, 6 (1), 51-60.
- Casey, B. J., Davidson, M., & Rosen, B. (2002). Functional magnetic resonance imaging: basic principles of and application to developmental science. *Developmental Science*, 5(3), 301–309.
- Chan, R. C. K., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23; 201-216.
- Ciesielski, K. T., Lesnik, P. G., Savoy, R. L., Grant, E. P., & Ahlfors, S. (2006). Developmental neural networks in children performing a Categorical N-Back Task. *NeuroImage*, 33 (3), 980-90.
- Costa, D., Azambuja, L., & Portuguese, M., Costa, J. (2004). Avaliação neuropsicológica da criança. *Jornal de Pediatria*, 80 (2), 111-116.
- Cunha, J. A. (Org.). (1993). *Psicodiagnóstico* (4ª ed). Porto Alegre: Artes Médicas.

- Cunha, J. A., Trentini, C. M., Argimon, I. I. L., Oliveira, M. S., Werlang, B. S. G., & Prieb, R. G. (2005). *Teste Wisconsin de Classificação de Cartas. Adaptação e Padronização brasileira*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 329 p.
- Cutting, L. E., Materek, A., Carolyn A., Kole S., Levine, T. M., & Mahone E. M. (2009) Effects of fluency, oral language, and executive function on reading comprehension performance. *Annals of Dyslexia*, 59 (1), 34–54.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions form 4 to 13 years: Evidence form manipulations of memory, inhibition and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. In: E. Bialystok, & F. Craik (Org). *Lifespan cognition: mechanisms of change*. New York: Oxford University Press, 70-95.
- Ellison, P. A. T., & Semrud-Clickiman, M. (2007). *Child Neuropsychology: Assessement and Interventions for Neurodevelopmental Disorders*. New York: Springer Science + Bussiness Media
- Erkinjuntti, T, (2008). Cerebrovascular disease, vascular cognitive impairment and demência. *Psychiatry*, 7 (1), 15-19.
- Figueiredo, V. L. M. (2002). *WISC III – Escala de Inteligência Wechsler Para Crianças: Manual David Wechsler - Adaptação e Padronização de uma Amostra Brasileira* (3a ed.). São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Garcia-Molina, A. Enseñat-Catallops, A., Tirapu-Ustárroz, J., & Roig-Rovira, T. 2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Revista de Neurología*. 48 (8) 435-440.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2002) *Cognitive neuroscience – The biology of the mind*. New York: Norton & Company.

- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A. C., & Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2, 861-863.
- Houdé, O., Rossi, S., Lubin, A., & Joliot, M. (2010). Mapping numerical processing, reading, and executive functions in the developing brain: an fMRI meta-analysis of 52 studies including 842 children. *Developmental Science* 13:6, pp 876–885.
- Hughes, C. & Graham, A. (2008). Executive functions and development. In: J. Reed, & J. Warner-Rogers. *Child Neuropsychology*. Wiley-Blackell Ed., cap. 12, 264-283.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & Van Der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Development trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2017-2036.
- Johnstone, S. J., Barry, R. J., Markovska, V., Dimoska, A., & Clarke, A. R. (2009). Response inhibition and interference control in children with AD/HD: A visual ERP investigation. *International Journal of Psychophysiology*, 72, 145-153.
- Kerr, A., & Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The children’s gambling task. *Brain and Cognition*, 55, 148-157.
- Korkman, M., Kemp, S. L., & Kirk, U. (2001). Effects of age on neurocognitive measures of children ages 5 to 12: A cross-sectional study of 800 children from United-States. *Developmental Neuropsychology*, 20, 331–354.
- Kristensen, C. H. (2006). Funções executivas e envelhecimento. In: M. A. M. P., Parente. *Cognição e envelhecimento*. Porto Alegre. Artmed.
- Liebermann, D., Giesbrecht, G. F., & Müller, U. (2007). Cognitive and emotional aspects of self-regulations in preschoolers. *Cognitive Development*, 22, 511- 529.
- Marcovitch, S., & Zelazo, P. D. (2009). A hierarchical competing systems model of the emergence and early development of executive function. *Development Science*, 12 (1), 1-25.

- Martin-González, R., Gonzalez-Pérez, P. A., Izquierdo-Hernandez, M., Hernández-Exposito, S., Alonso-Rodriguez, M. A., Quintero-Fuentes, I., & Rubio-Morell, B. (2008). Evaluación neuropsicológica de la memoria en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: papel de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 47 (5), 225-230.
- Matute, E., Chamorro, Y., Inozemtseva, O., Barrios, O., Rosselli, M., & Ardila, A. (2008). Efecto de la edad en una tarea de planificación y organización ('pirâmide de México') en escolares. *Revista de Neurologia*, 47 (2), 61-70.
- Mazzocco, M. M. M., & Kover, S. T. (2007). A longitudinal assessment of executive function skills and their association with math performance. *Child Neuropsychology*, 13, 18-45
- Meltzer, L. (2007). *Executive function in education: from theory to practice*. New York: London: The Guilford Press.
- Montiel, A. G. S., & Capovilla, F. C. (2006a). Teste de Atenção por Cancelamento. In A. G. S. Capovilla, *Teoria e pesquisa em avaliação neuropsicológica*. São Paulo: Memnon, 141- 146.
- Montiel, A. G. S. & Capovilla, F. C. (2006b). Teste de Trilhas – Partes A e B. In A. G. S. Capovilla, *Teoria e pesquisa em avaliação neuropsicológica*. São Paulo: Memnon, 109 – 114.
- Nascimento, E. & Figueiredo, V. L. M. (2002). A terceira edição das Escalas Wechsler de Inteligência. In: R.Primi,(Org). *Temas em Avaliação Psicológica*. Campinas: IBAP - Instituto Brasileiro de Avaliação Psicológica.
- Primi, R. (2002). *Temas em Avaliação Psicológica*. Campinas: IBAP - Instituto Brasileiro de Avaliação Psicológica.
- Ostroski-Solís, F., Gomez-Pérez, E., Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Pineda, D. (2007). Neuropsi Attention and Memory: A Neuropsychological Test Battery. In

Spanish with Norms by Age and Educational Level. *Applied Neuropsychology*, 14 (3), 156-170.

- Rabelo, I. S. A., Pacanaro, S. V., Rossetti, M. O., Leme, I. F. A. Castro, N. R. C., Güntert, C. M., Miotto, E. C., & Lucial, M. C. S. (2010) Color Trails Test: a Brazilian normative sample. *Psychology & Neuroscience*, 3 (1), 93-99.
- Rizzutti, S. (2008). Clinical and neuropsychological profile in a sample of children with attention deficit hyperactivity disorders. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 66 (4), 821-827.
- Rosselli, M.; Ardila, A.(2003). The impact of culture and education on non-verbal neuropsychological measurements: A critical review. *Brain and Cognition*, 52, 326-333.
- Rosseli, M. C.; Matute, E. V.; Ardila, A. A; Gómez, V. E.; Salazar, G. A. T.; Pulido, S. E. E.;Giraldo, C. A.; Quintero, M. M.; Méndez, L. C.; Hurtado, P. C. V., & Agudelo, P. O. (2004). Evaluación neurpsicológica infantil (ENI): una batería para la evaluación de niños entre 5 y 16 años de edad. Estudio normativo colombiano. *Revista de Neurologia*, 38 (8); 720-731.
- Simões, M. R. (2002) Utilizações da WISC-III na avaliação neuropsicológica de crianças e adolescentes. *Paidéia*, 12 (23), 113-132.
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006) *Compendium Of Neuropsychological Tests: Administration, Norms, And Commentary*. New York: Oxford University Press.
- Sternberg, R. J. (2008). *Psicologia cognitiva*. São Paulo: Artmed.
- Stuss, D. T. & Anderson, V. (2004) The frontal lobes and theory of mind: Developmental concepts from adult focal lesion research. *Brain and Cognition*, 55, 69–83.
- Tamnes, C. K., Ostbya, Y., Walhovda, K. B., Westlyea, L. T., Due-Tønnessenb, P., & Fjell. A. M. (2010) Neuroanatomical correlates of executive functions in children and adolescents: A magnetic resonance imaging (MRI) study of cortical thickness. *Neuropsychologia*, 48, 2496–2508.

- Trentini, C. M., Argimon, I. I. L., Oliveira, M. S., & Werlang, B. G. (2006) O desenvolvimento de normas para o teste wisconsin de classificação de cartas – pesquisa em andamento. *Avaliação Psicológica*, 5 (2), 247-250.
- Vakil, E., Blachsteina, H., Sheinmana, M., & Greensteinb, Y. (2009). Developmental Changes in Attention Tests Norms: Implications for the Structure of Attention. *Child Neuropsychology*., 15 (1), 21-39.
- Wood, G. M. O., Carvalho, M. R. S., Rothe-Neves, R. & Haase, V. G. (2001). Validação da Bateria de Avaliação da Memória de Trabalho (BAMT-UFMG). *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 14, 325-341.
- Zelazo, P. D., Muller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68 (3), 274.

Estudo Empírico 1

Funções executivas na segunda infância: o papel do fator idade

Executive functions in late childhood: the impact of age

Resumo

As funções executivas vem sendo foco de grande interesse na literatura neuropsicológica, devido a sua multidimensionalidade, complexidade e interface com outros processos na cognição humana. No entanto, poucos são os estudos sobre o desenvolvimento desses processos cognitivos em população infantil saudável. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi investigar se há diferenças entre crianças de 6 a 7, 8 a 10 e 11 a 12 anos de idade quanto ao seu desempenho em uma bateria de exame de funções executivas. Participaram 90 crianças em três grupos etários, sendo avaliadas com tarefas de fluência verbal e discurso narrativo da Bateria Montreal de Avaliação da Comunicação - MAC, geração aleatória de números, Teste dos Sinos, Teste Hayling e tarefas N-Back. Os escores médios foram comparados entre grupos com *one-way* ANOVA. Foram encontradas diferenças quanto à idade em todos os escores de desempenho executivo, principalmente entre os grupos extremos. O fator biológico e demográfico idade parece ser muito importante para o desenvolvimento das funções executivas, destacando-se os componentes executivo central da memória de trabalho e inibição, que demonstraram diferenças entre os grupos de 6-7 e 8-10 anos e habilidades como planejamento e velocidade de processamento, que parecem apresentar um pico significativo por volta dos 11 e 12 anos. As diferentes trajetórias por paradigma e conjunto de componentes examinados devem, entretanto, ser mais bem exploradas.

Palavras-chave: avaliação neuropsicológica infantil; desenvolvimento; idade; funções executivas.

Introdução

O presente artigo busca investigar o papel do fator biológico e demográfico idade no desenvolvimento das funções executivas (FE) na infância. FE podem ser consideradas como um complexo conjunto de processos cognitivos de controle e integração destinados à execução de comportamentos dirigidos a objetivos. Demandam a participação de diversos componentes, tais como, atenção, planejamento, iniciação e inibição de processos e informações, flexibilidade cognitiva, monitoramento de múltiplas tarefas e ações, processos estes dirigidos para a resolução de problemas e diretamente relacionados ao gerenciamento de pensamentos e comportamentos (Chan, Shum, Touloupoulou, & Chen, 2008). Pela complexidade, multidimensionalidade e alto grau de interface com outras funções cognitivas, o construto guarda-chuva FE tem sido alvo de interesse entre pesquisadores em neuropsicologia (Cunningham & Zelazo, 2007; Houdé, Rossi, Lubin, & Joliot, 2010; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005).

No que tange ao conhecimento do desenvolvimento neuropsicológico infantil, apesar de estar sendo cada vez mais investigado em estudos com populações clínicas com diversos quadros neurológicos, como lesões cerebrovasculares (Anderson et al., 2010; Guimarães, Ciasca, & Moura Ribeiro, 2002), epilepsias (Guimarães et al., 2002; Kernstock, Prater, Seliger, & Feucht, 2009), traumatismo cranioencefálico (Catroppa & Anderson, 2006) e doenças psiquiátricas, como autismo (Bishop & Norbury, 2005; Griffith, Peninton, Wehner, & Rogers, 1999; Russo et. al., 2007), transtorno de déficit de atenção e hiperatividade – TDAH (Capovilla, Assef, & Cozza, 2007; Johnstone, Barry, Dimoska, & Clark, 2009; Rizzutti, 2008), surpreendentemente as FE ainda são pouco examinadas em crianças saudáveis. Este tema pode ser considerado ainda mais insuficientemente explorado em comparação à grande gama de estudos com populações clínicas infantis e com adultos.

Em complementaridade, nas pesquisas existentes com crianças saudáveis, em que o papel do fator idade no desenvolvimento das FE na infância é investigado, os achados ainda

são controversos sobre em que fase há picos de incremento no processamento de componentes executivos. A maioria dos estudos examina alguns componentes específicos (Anderson et al., 2010; Kerr & Zelazo, 2004; Martin-Gonzalez et al., 2008; Matute, Chamorro, Inozemtseva, Rosselli, & Ardilla, 2008; Thibaut, French, & Vezneva, 2010), mas dificilmente investigam vários componentes na mesma pesquisa (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006; Martin-Gonzalez et al., 2008; Matute, et al., 2008). Isso pode ser explicado, em parte, pela alta complexidade deste construto teórico, ocasionando dificuldades para a definição de FE, para o adequado entendimento das dissociações entre componentes e, conseqüentemente, para a sua mensuração (Hughes & Graham, 2008; Huizinga, Dolan, & Van Der Molen, 2006; Kristensen, 2006).

Nestes estudos sobre fator idade e desenvolvimento de FE, observam-se três vertentes de pesquisas. A primeira, considerada uma vertente neurobiológica, enfatiza o papel da evolução do lobo pré-frontal e da sua intensa conexão com outras regiões do encéfalo, principalmente no período relacionado à segunda infância (Diamond, 2006; Garcia-Molina, Enseñat-Catallops, Tirapu-Ustárroz, & Roig-Rovira, 2009). Achados desta vertente sugerem que o amadurecimento das regiões frontais, principalmente o córtex pré-frontal, está diretamente relacionado ao processo evolutivo das FE. Essa evolução transcorre durante a infância e adolescência, associada aos processos de surgimento e mielinização dos circuitos neurais e incremento das densidades sinápticas nessas estruturas. Suas conexões com outras regiões do cérebro, como córtex parietal, occipital, temporal e áreas subcorticais, como o tálamo, são responsáveis pela integração da informação, regulação das emoções, do pensamento e das ações (Matute et al., 2008). Déficits em componentes executivos, como fluência verbal, controle inibitório e habilidades de organização e planejamento, entre outros (Levin, Song, Cobs, Chapman, & Mendelsohn, 2001; Matute et al., 2008), podem estar relacionados a alterações e/ou lesões nas regiões frontais.

Além desta vertente neurobiológica, observa-se uma vertente cognitiva, que procura investigar o desenvolvimento das FE com base em teorias de processamento da informação, da psicologia e neuropsicologia cognitiva (Capovilla, 2007; Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 2002; Sternberg, 2008), sugerindo que durante os primeiros cinco anos, é possível observar o desenvolvimento parcial de componentes importantes para o funcionamento executivo, como executivo central da memória de trabalho, inibição e flexibilidade cognitiva (Davidson et al., 2006; Garcia-Molina et al., 2009).

Entretanto essa evolução parece ser progressiva e não acontecer de forma simétrica. Enquanto alguns componentes cognitivos desenvolvem-se até o final da segunda infância, como executivo central da memória de trabalho e inibição, as habilidades de planejamento e organização, tendem a apresentar um amadurecimento mais tardio. Estudos prévios sobre o desenvolvimento destas habilidades sugerem que o fator idade exerce um papel importante nessa evolução (Matute et al., 2008), e reforçam que as FE não completam totalmente seu desenvolvimento até a idade adulta (Diamond, 2006; Hughes & Graham, 2008; Huiziga, Dolan, & Van Der Molen, 2006; Klenberg, Korkman, & Nuutila, 2001; Marcovich e Zelazo, 2009).

Por último, identifica-se uma vertente mista ou neuropsicológica *per se*, que busca compreender o comportamento humano por meio de um raciocínio de *onde e como* se processa o desenvolvimento desse complexo sistema cognitivo, baseando-se em uma lógica estrutural e funcional, em busca de uma interface entre as duas primeiras vertentes (Elisson & Semrud-Clickman, 2007; Lezak, Howieson, & Loring, 2004; Stuss & Anderson, 2004). Inseridos nesta tendência neuropsicológica propriamente dita, estudos de FE utilizando técnicas de neuroimagem, principalmente funcional, vem tentando compreender melhor a relação desenvolvimento neurobiológico *versus* cognitivo. Desta forma, a observação de ativações em áreas específicas em neuroimagem demonstra a participação de estruturas como córtex parietal, occipital e temporal, além da região frontal, conforme a tarefa realizada. Essas

ativações não se processam, necessariamente, da mesma forma como as observadas em adultos. Alguns estudos demonstram ativações em áreas diferenciadas, dependendo do período de desenvolvimento da criança (Capovilla, 2007; García-Molina et al., 2009; Soltész, Goswami, White, & Szücs, 2010; Tannes, et al., 2010). Em torno dos 6 e 7 anos de idade, a criança apresenta um incremento na evolução de áreas associativas específicas e interhemisféricas do córtex motor e sensorial. Aos 10 anos, aproximadamente, há o desenvolvimento de regiões mais anteriores, como a região pré-frontal. Devido a essa evolução, em torno de 10 anos pode-se observar um predomínio das funções simbólicas sobre as funções motoras. Esse período está relacionado ao desenvolvimento do pensamento abstrato. O incremento desse desenvolvimento parece ser mais precoce nas meninas que nos meninos e, por volta dos 14 anos, aproximadamente, constata-se uma maior associação entre regiões frontais e áreas límbicas (Miranda & Mustak, 2004).

Esta etapa do desenvolvimento infantil é de suma importância para a caracterização das FE, pois a evolução das diversas regiões cerebrais parece estar relacionada ao desenvolvimento dos diversos componentes executivos, que, segundo Gazzaniga e cols. (2002), não dependem somente da maturação de regiões frontais, mas também, de sua intercomunicação com outra áreas corticais e com estruturas como hipocampo, cerebelo e gânglios de base, cada qual relacionada a aspectos específicos das FE.

Nota-se, então, que o desenvolvimento infantil das FE parece ser dissociado por componente, sem ainda uma posição consensual de marcos de desenvolvimento na literatura neuropsicológica. Além da quantidade limitada de estudos com crianças saudáveis em busca de um entendimento mais específico do desenvolvimento das FE, seus métodos são heterogêneos. Alguns fatores que podem contribuir para a escassez de estudos comparáveis entre si são a restrita disponibilidade de testes de FE para crianças, acompanhada por uma grande variabilidade das ferramentas de avaliação utilizadas, e a dificuldade de uma

compreensão e de consenso, na literatura, sobre como se processam os diferentes componentes executivos.

Nesse contexto, em busca de contribuir com dados sobre o papel da variável idade no processamento de componentes das FE, este estudo investigou se há diferenças significativas no desempenho de crianças na segunda infância em tarefas de FE, divididas em três grupos: 6 a 7, 8 a 10 e 11 a 12 anos de idade. A principal hipótese foi de que o fator idade diferenciaria os grupos em todas as medidas de avaliação, sendo que as diferenças mais importantes ocorreriam entre os grupos extremos. Assim, as crianças de 11-12 anos apresentariam escores mais elevados em relação às de 6-7 anos, envolvendo principalmente os componentes executivo central da memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e inibição.

Método

Participantes

A amostra inicial foi composta por 112 crianças, sendo que 22 foram excluídas por não cumprirem critérios de inclusão. Assim, participaram deste estudo 90 crianças de escola pública, em desenvolvimento típico, sendo 53 meninas e 37 meninos, distribuídas em três grupos conforme o fator idade: (1) grupo 1, 31 crianças com 6 (n=15) e 7 (n=16) anos; (2) grupo 2, 32 crianças com 8 (n=12), 9 (n=10) e 10 (n=10) anos, e, (3) grupo 3, 27 crianças com 11 (n=15) e 12 (n=12) anos. Os grupos etários foram assim classificados com o intuito de investigar o desenvolvimento de componentes executivos no início e final da segunda infância, averiguando, ainda, a performance de crianças em idade intermediária, conforme grupos tipicamente formados em estudos internacionais (Nietto et. al., 2008; Siegel & Ryan, 1989). Na Tabela 1 podem ser consultados dados das características sociodemográficas dos grupos comparativos.

Tabela 1

Caracterização sociodemográfica dos grupos comparativos

| | Grupos etários | | | <i>F</i> | <i>gl</i> | <i>p</i> | <i>Post- hoc</i> |
|---------------|----------------|---------------|---------------|----------|-----------|----------|------------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | | | | |
| | <i>M (DP)</i> | <i>M (DP)</i> | <i>M (DP)</i> | | | | |
| Idade (meses) | 7,08(0,46) | 9,57 (0,92) | 12,02 (0,53) | 379,36 | 2,87 | 0,001 | 1 < 2 < 3 |
| Escolaridade | 0,52(0,50) | 2,81 (0,93) | 5,22 (0,57) | 321,43 | 2,87 | <0,001 | 1 < 2 < 3 |

Nota: M=média; DP=desvio-padrão

Quanto à distribuição por sexo, não houve diferenças entre grupos ($\chi^2(2)=0,698$, $p=0,705$). Foram incluídos no estudo somente participantes que cumpriram os seguintes critérios de inclusão: apresentar idade entre 6 e 12 anos, escolaridade do primeiro ao sexto ano em andamento, ter capacidade de autorelato, ausência de histórico de repetência escolar, de queixas generalizadas de aprendizagem e de linguagem oral (trocas na fala, atraso na linguagem, entre outros), ausência de dificuldades sensoriais (visuais ou auditivas não corrigidas), de histórico atual ou prévio de doenças neurológicas ou psiquiátricas.

Além de um questionário sociodemográfico, cultural e de aspectos de saúde para a verificação destes critérios por autorelato dos responsáveis, para a avaliação de sinais sugestivos de dificuldades intelectuais foi aplicado o Teste Matrizes Progressivas Coloridas de RAVEN (Angelini, Alves, Custódio, Duarte, & Duarte, 1999), utilizando como ponte de corte a classificação grau III (nível médio – percentil 26). Para sinais sugestivos de TDAH, foi utilizado o Questionário Abreviado de CONNERS – versão para professores (Barbosa & Gouveia, 1993), sendo considerado os pontos de corte estipulados para cada faixa etária tabulados por Brito e Pinto (1991), para crianças brasileiras. As crianças cujos questionários indicaram presença de algum dos critérios especificados para exclusão no questionário sociocultural e/ou que apresentaram escores inferiores aos pontos de corte do Teste RAVEN e superiores aos do Questionário CONNERS foram excluídas do estudo ($n=1$: RAVEN, $n=7$:

CONNERS, n=2: repetência escolar, n=4: acompanhamento psicológico, n=4: transtornos neurológicos, n=3: dificuldades de linguagem, n=1: dificuldades sensoriais não corrigidas). A amostragem foi de conveniência.

Procedimentos e Instrumentos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (nº.09/04864). A participação dos indivíduos na pesquisa foi voluntária e anônima, a partir da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis. As crianças foram avaliadas individualmente na própria escola, em local silencioso, iluminado e ventilado, durante duas sessões com duração aproximada de uma hora. Na primeira, foram triadas para caracterização da amostra e verificação de critérios de inclusão. Na segunda, a amostra atual foi examinada com uma bateria de testes neuropsicológicos, antecedida por um breve *rapport*, administrados em 50 % em uma ordem 50 % em outra ordem alternativa, ambas selecionadas a priori para controlar o efeito de ordem e a possível interferência entre subtestes semelhantes.

1) Subtestes de fluência verbal livre, ortográfica e semântica da da Bateria Montreal de Avaliação da Comunicação – Bateria MAC (Fonseca, Parente, Côté, Ska & Joannette, 2008), versão para crianças. Os componentes cognitivos examinados são planejamento, iniciação e inibição verbais, memória lexical, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva. Na modalidade livre, a criança é solicitada a evocar todas as palavras que lembrar, não valendo nomes próprios nem números, por dois minutos e meio. Na fluência ortográfica, devem evocar palavras que começam com a letra ‘p’, em dois minutos; na semântica, palavras que sejam roupas/vestimentas, em dois minutos. Calculou-se o escore total de acertos (total de palavras corretas evocadas, desconsiderando perseverações, palavras inválidas – fora do critério estabelecido e neologismos) para cada modalidade.

2) Geração Aleatória de Números (versão adaptada da tarefa original de Towse & Neil, 1998). Consiste na produção de números ao acaso, dentro de um determinado intervalo de tempo. A criança é solicitada a verbalizar números entre 1 e 10 cada vez que ouvir um estímulo sonoro pré-registrado em equipamento de áudio com menômetro. É enfatizado que ela não deve dizer seqüências consecutivas de números e não deve repetir os números um perto do outro, sendo consideradas perseverações os números repetidos até três intervalos de estímulos. Primeiramente realiza a tarefa em velocidade de 2 segundos; posteriormente, de 1 segundo, tendo cada etapa duração de 90 segundos. Calculou-se o número total de acertos por velocidade (scores máximos de 45 para 2 segundos e 90 para 1 segundo). Avalia componentes executivos de inibição, flexibilidade cognitiva, automonitoramento (Towse & Mclachlan, 1999).

3) Teste de Cancelamento dos Sinos (versão adaptada para crianças dos originais de Gauthier, Dehaut, & Joannette, 1989 e Vanier, Chevignard, Pradat-Diehl, Abada, & Agostini, 2006). Esta tarefa se caracteriza pelo cancelamento de alvos (sinos com alça e badalo) dentre distratores (sinos só com alça ou só com badalo e outros objetos), avaliando as funções de atenção concentrada e seletiva visual, assim como percepção visual e velocidade de processamento. É solicitado à criança que cancele todos os sinos que visualizar, o mais rápido possível, havendo um registro do tempo de execução da tarefa. Esse teste permite identificar a estratégia de busca dos sinos, na qual o examinador deverá monitorar o sequenciamento de busca visual realizada pela criança. Para o presente estudo, consideraram-se o tempo de realização e a distribuição dos grupos pelas estratégias de busca visual.

4) Subteste Discurso narrativo – processamento de inferências adaptado para crianças da Bateria Montreal de Avaliação da Comunicação – Bateria MAC (Fonseca et al, 2008). Este subteste engloba três etapas: a) reconto parcial de uma história, b) reconto integral da mesma; c) avaliação da compreensão do texto, através de um título dado para a história e 12 questões de compreensão. Ao longo destas etapas, o examinador deve observar se o participante fez a

inferência da moral da narrativa. Para este estudo, como o objetivo era examinar componentes executivos, analisou-se somente a ocorrência ou não do processamento de inferências.

5) N-Back. Trata-se de uma tarefa de exame do executivo central da memória de trabalho, adaptada de Dobbs e Rule (1989) para o Português Brasileiro por Nardi, Vieira, Prando, Stein, Fonseca e Grassi-Oliveira (no prelo). Neste estudo, foram utilizadas as versões N-Back visual e N-Back auditivo. Na versão N-Back visual, a criança vê uma seqüência de fotos de animais e deve verbalizar o nome do animal apresentado. Em seguida, ela repete o nome do animal apresentado anteriormente ao último animal ($n=1$), e assim, sucessivamente até verbalizar o nome de dois ($n=2$) ou três animais anteriores ao animal apresentado ($n=3$). No N-Back auditivo, a criança ouve uma seqüência de números, sendo apresentado um número a cada segundo. É solicitada a repetir cada número verbalizado. Em seguida, ela deve repetir o número apresentado anteriormente ao último número verbalizado e, assim sucessivamente, até repetir três números anteriores ao verbalizado (condições $n=1$, $n=2$ e $n=3$). Neste estudo, calculou-se o escore de span (número de respostas corretas até o primeiro erro) da seqüência de 10 dígitos para cada nível de complexidade.

6) Teste Hayling (Burgess & Shallice, 1997; versão brasileira de Fonseca, Oliveira, Gindri, Zimmermann, & Rappold, 2010). Trata-se de um teste de completar 30 frases, em duas partes, com 15 em cada. Na etapa A, a criança é solicitada a completar uma frase com uma palavra que respeite as exigências sintático-semânticas impostas pelo contexto, o mais rápido que conseguir. Na etapa B, ela deve completar a frase com uma palavra que seja incoerente com o contexto geral da mesma, o mais rápido possível. Esta tarefa examina componentes de iniciação e inibição de uma resposta verbal. As variáveis mensuradas são o tempo de reação total, escore de erros (/15, parte A e sobre /45, parte B, sendo cada erro pontuado entre 1 e 3). Há um escore complementar de relação entre o tempo das partes A e B ($B-A$), que mensura a diferença de velocidade de processamento para inibir (parte B) e para iniciar (parte A).

Análise de dados

Utilizou-se o *software* estatístico SPSS for Windows versão 15.0. No teste One-sample Kolmogorov-Smirnov, verificou-se que os dados se comportaram de modo paramétrico. Os escores das tarefas de FE foram, então, comparados entre grupos pelo teste One-way ANOVA (fator grupo etário), com procedimento *post-hoc* Scheffe. Para a comparação entre grupos etários quanto à distribuição de variáveis categóricas, como sexo, processamento de inferências e estratégia utilizada no Teste de Cancelamento dos Sinos, utilizou-se o teste Qui-quadrado. O nível de significância mínimo foi de $p < 0,05$.

Resultados

Os dados descritivos (médias e desvios-padrão), assim como os inferenciais de comparação entre grupos pelo fator idade (F, gl e p) para todas as variáveis de acurácia e velocidade de processamento das tarefas de FE são apresentados nas Tabelas 2 e 3. As comparações entre grupos etários, a partir da análise *post-hoc*, quando houve diferença significativa, também se encontram na última coluna.

Tabela 2

Médias(M), desvios-padrão(DP) e análise de variância nos grupos etários nas tarefas de geração aleatória de números, fluência verbal, Hayling e Sinos

| | | Grupos etários | | | F | gl | p | Post hoc |
|-----|-------|----------------|---------------|---------------|-------|------|--------|---------------------------------------|
| | | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | | | | |
| | | M (DP) | M (DP) | M (DP) | | | | |
| GAN | 2 seg | 29,90 (7,29) | 35,94 (5,16) | 38,77 (4,47) | 17,55 | 2,86 | <0,001 | 1 < 2, 1 < 3 ^a |
| | 1 seg | 43,58 (16,05) | 52,59 (12,67) | 60,73 (11,80) | 11,11 | 2,86 | <0,001 | 1 < 2 ^c 1 < 3 ^a |
| FV | Livre | 24,68 (14,63) | 34,56 (15,84) | 56,30 (21,59) | 24,62 | 2,87 | <0,001 | 1 < 3, 2 < 3 ^a |

| | | | | | | | | |
|---------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|-------|------|--------|-------------------------------------------------|
| | | | | | | | | 46 |
| | | | | | | | | 1 < 2 ^c 1 < 3 ^a |
| | Ortográfica | 8,87 (4,73) | 12,50 (4,98) | 16,70 (6,45) | 15,24 | 2,87 | <0,001 | 2 < 3 ^b |
| | Semântica | 10,59 (3,38) | 15,16 (3,64) | 19,74 (5,13) | 35,12 | 2,85 | <0,001 | 1 < 2 1 < 3 2 < 3 ^a |
| | Tempo A | 40,94 (18,44) | 41,01 (28,22) | 25,13 (19,55) | 4,45 | 2,81 | 0,015 | 1 > 3, 2 > 3 ^c |
| | Erros A | 2,37 (1,30) | 1,06 (0,94) | 0,22 (0,42) | 34,23 | 2,83 | <0,001 | 1 > 2, 1 > 3 ^a 2 > 3 ^b |
| Hayling | Tempo B | 69,57 (22,66) | 72,75 (32,27) | 45,18 (25,07) | 7,37 | 2,83 | <0,001 | 1 > 3, 2 > 3 ^c |
| | Erros/15 B | 6,44 (4,08) | 8,31 (3,40) | 4,78 (2,77) | 7,68 | 2,83 | <0,001 | 2 > 3 ^a |
| | Erros/45 – B | 16,30 (11,54) | 20,44 (9,71) | 11,89 (7,62) | 5,62 | 2,83 | 0,005 | 2 > 3 ^b |
| Sinos | Tempo | 161,57 (73,23) | 125,31 (36,64) | 99,09 (31,06) | 10,7 | 2,86 | <0,001 | 1 > 2 ^c 1 > 3 ^a |

Nota: a= p<0,001; b=p<0,01; c=p<0,05; GAN= geração aleatória de números; FV= fluência verbal

Percebe-se, pelos dados expostos na Tabela 2, que todos os escores mensurados se diferenciaram quanto à idade. Em geral, houve diferenças entre todos os grupos etários na tarefa de fluência verbal ortográfica e semântica e no teste Hayling, na variável escore total de erros da parte A, sendo que nas demais tarefas, encontraram-se diferenças entre dois grupos apenas. Observou-se que os grupos mais velhos apresentaram um melhor desempenho na tarefa geração aleatória de números e no tempo de execução do teste SINOS. O grupo de 11 e 12 anos também demonstrou melhor desempenho que os demais grupos na fluência verbal livre e nos escores de tempo dos Testes Hayling e dos Sinos. Adicionalmente, na Tabela 3, é possível observar os desempenhos dos grupos em relação à variável span das tarefas N-Back visual e auditivo.

Tabela 3

Médias (M), desvios-padrão(DP) e comparação entre os grupos etários nas tarefas N-Back visual e auditivo

| | | Grupos etários | | | <i>F</i> | <i>gl</i> | <i>p</i> | <i>Post hoc</i> |
|--------------------|---------|----------------|---------------|---------------|----------|-----------|----------|--------------------------------------------------------------|
| | | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | | | | |
| | | <i>M (DP)</i> | <i>M (DP)</i> | <i>M (DP)</i> | | | | |
| N-Back Visual | 1- Span | 5,17 (3,10) | 8,38 (2,64) | 9,41 (1,55) | 21,88 | 2,86 | <0,001 | 1 < 2, 1 < 3 ^a |
| | 2- Span | 1,37 (2,07) | 3,13 (2,48) | 5,96 (3,19) | 22,46 | 2,86 | <0,001 | 1 < 2 ^c , 1 < 3, 2 < 3 ^a |
| | 3- Span | 0,10 (0,54) | 1,53 (2,71) | 4,00 (3,34) | 17,93 | 2,86 | <0,001 | 1 < 3, 2 < 3 ^a |
| N-Back Auditivo | 1- Span | 5,00 (3,06) | 8,22 (8,79) | 8,74 (2,03) | 16,74 | 2,86 | <0,001 | 1 < 2, 1 < 3 ^a |
| | 2- Span | 1,13 (2,14) | 3,00 (2,15) | 5,30 (2,89) | 21,40 | 2,86 | <0,001 | 1 < 2 ^c , 1 < 3 ^a , 2 < 3 ^b |
| Auditivo | 3- Span | 0,37 (1,18) | 1,31 (2,30) | 3,96 (3,00) | 19,07 | 2,86 | <0,001 | 1 < 3, 2 < 3 ^a |

Nota: a= $p < 0.001$; b= $p < 0.01$; c= $p < 0.05$.

Todas as medidas do componente executivo central da memória de trabalho demonstraram influência da idade, conforme dados apresentados na Tabela 3, com resultados convergentes nas tarefas de N-Back visual e auditivo, sendo que somente no N-Back 2 houve diferença entre os três grupos etários. O panorama apresentado na Tabela 3 demonstra a crescente complexidade da tarefa, que é constatada, principalmente, no N-Back 3, no qual o grupo de crianças com 11 e 12 anos apresentou um escore de desempenho bem superior aos demais grupos.

No que concerne às análises qualitativo-quantitativas deste estudo, na Figura 1, pode-se observar a distribuição dos três grupos etários quanto à realização de processamento inferencial no Discurso narrativo.

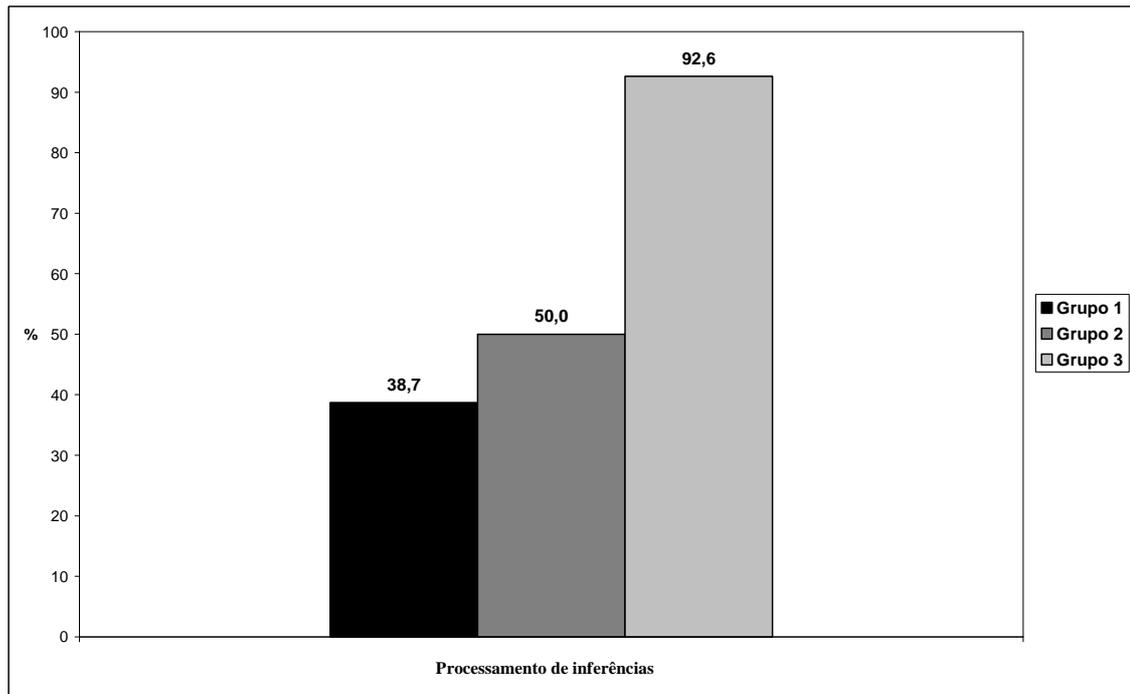


Figura 1- Percentual de ocorrência do processamento de inferências no Discurso Narrativo por grupo etário

Pelos dados observados na Figura 1, pode-se verificar a evolução do desempenho dos grupos etários examinados em relação à variável de processamento inferencial no Discurso narrativo. Os grupos diferenciaram-se significativamente quanto à sua distribuição ($\chi^2(2)=18,927$, $p<0,001$). Nota-se que o grupo de 11 e 12 anos apresentou um alto percentual na capacidade de processamento inferencial, sendo que apenas 40% aproximadamente do grupo de 6 e 7 anos conseguiu desencadear este complexo processamento.

Quanto ao desempenho no Teste de Cancelamento dos Sinos, a Figura 2 apresenta a distribuição por grupo quanto à estratégia de cancelamento utilizada.

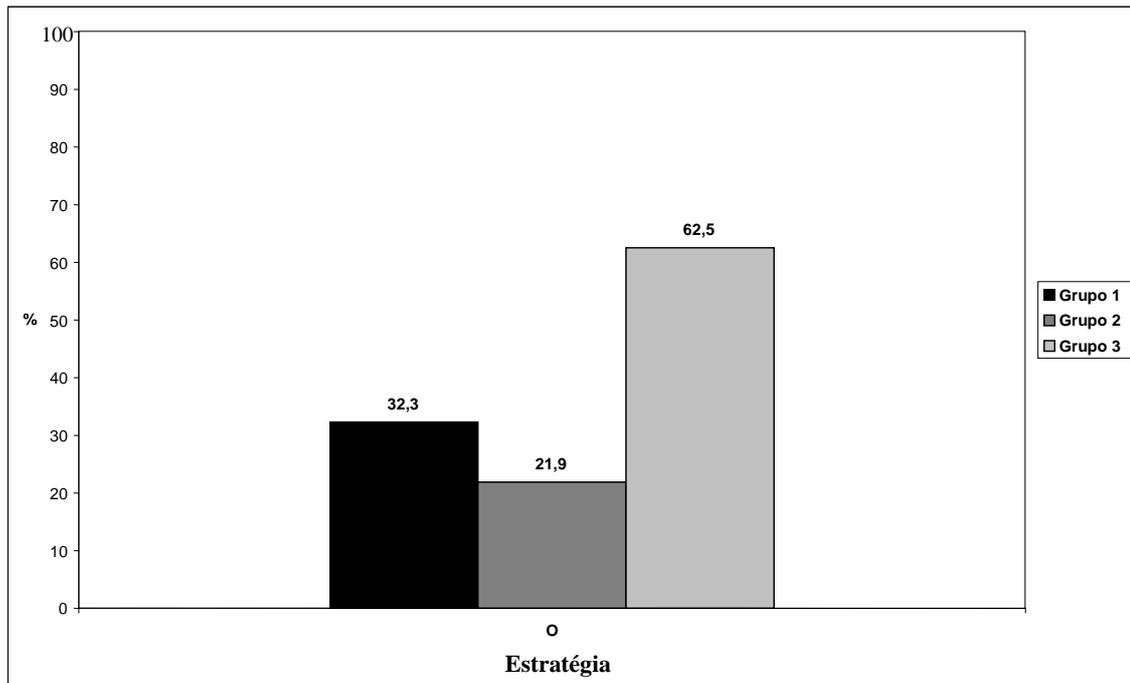


Figura 2 – Estratégia de busca no teste SINOS por grupo etário (*O*= *organizada*).

Pode-se constatar, pela observação das estratégias utilizadas nos grupos etários, que quanto menor a idade da criança, mais ela tende a utilizar uma estratégia desorganizada de busca dos estímulos alvo no paradigma de cancelamento visual examinado. Agrupando-se as estratégias organizadas em comparação com a desorganizada, houve diferença na distribuição entre grupos ($\chi^2(2)= 10,158, p=0,006$).

Discussão

O propósito do presente estudo foi verificar a relação entre o fator idade e o desempenho de crianças na segunda infância em tarefas de avaliação de componentes de FE. O fator idade mostrou-se muito importante nesta amostra, diferenciando os três grupos etários em todas as tarefas neuropsicológicas administradas, achado em concordância com a literatura que ressalta a influência deste fator biológico e demográfico no desempenho executivo (Brock & Bohlin, 2004, Davidson et al, 2006; Matute, et al., 2008). Entretanto, observa-se, na

literatura, que o conhecimento do papel do fator idade no desenvolvimento das FE ainda é escasso e controverso em crianças saudáveis, principalmente no que tange a um consenso sobre em qual idade ou faixa etária ocorrem picos de desenvolvimento de componentes executivos.

Neste sentido, estudos como os de Davidson e cols. (2006), Garcia-Molina e cols. (2009), Huiziga e cols. (2006) e Marcovich e Zelazo (2009) demonstram trajetórias diferentes no desenvolvimento de alguns componentes de FE conforme a idade, destacando-se maior interesse pelo executivo central da memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e inibição. De um modo geral, os dados desses estudos embasam a hipótese de que as maiores diferenças de processamento executivo estão entre o início e o final da segunda infância.

Nesta pesquisa, examinando-se os desempenhos nas tarefas específicas, constata-se que na prova de geração aleatória de números houve diferenças de desempenho entre o grupo mais jovem e os outros dois grupos. Isso parece sugerir que as crianças de 8 anos avaliadas nesta pesquisa já apresentam um certo desenvolvimento na capacidade de automonitoramento e inibição, que não mudou até 12 anos de idade. Observa-se, também, este padrão de diferenças no desempenho dos grupos etários nas duas modalidades de tempo, sendo que na seqüência de 1 segundo, com intervalo de tempo menor entre os estímulos, as crianças devem ser mais rápidas nas estratégias de resposta, o que torna a tarefa bem mais difícil (Towse & Maclachlan, 1999).

A hipótese de que as diferenças de desempenho entre os grupos examinados nessa tarefa podem ser explicadas pelo incremento da idade no desenvolvimento infantil foi investigada por Towse e Maclachlan (1999), em um estudo correlacional no qual participaram 42 crianças em idade escolar (8 a 11 anos). Examinaram a relação entre desenvolvimento (fator idade) e tempo de execução e acurácia no desempenho em geral dos números aleatoriamente. Os autores encontraram correlações com a idade nas variáveis examinadas, principalmente, no tempo de execução. Esses achados são congruentes com os resultados

observados no presente estudo, sugerindo que crianças menores (em torno de 6 anos) parecem apresentar mais dificuldades nesse tipo de tarefa, pois a demanda do executivo central da memória de trabalho é maior, sendo, talvez, mais difícil compreender a tarefa, inibir e gerar as respostas.

Mais evidências do papel da idade no desenvolvimento de componentes executivos podem ser observadas nas tarefas de fluência verbal. Houve diferenças entre os grupos extremos na modalidade livre, sendo que, na fluência verbal ortográfica e semântica, houve diferenças que distinguiram todos os grupos etários. Uma hipótese explicativa para estes achados é que estas modalidades podem ser mais discriminativas em termos de idade do que a livre, havendo picos de desenvolvimento ao longo da segunda infância, provavelmente por apresentarem critérios de busca lexical, demandando ainda mais controle inibitório. Além disso, a fluência verbal semântica vem sendo cada vez mais associada ao funcionamento executivo na literatura (Klenberg, Korkman, & Lahti-Nuutila, 2010; Nieto, Galtier, Barroso, & Espinosa, 2008), especialmente no que se relaciona à flexibilidade cognitiva e às estratégias de busca na produção das palavras, em que a utilização de clusters como estratégias e organização nessa produção tende a ser mais bem sucedida conforme evolui a idade da criança, contribuindo para a geração de um maior número de palavras (Klenberg et al 2010; Nieto et al, 2008).

Em convergência com as observações na fluência verbal ortográfica, baseada em um critério de busca fonológico-ortográfico, estudos sugerem que o desenvolvimento fonológico tem um início precoce e as crianças, nos estágios iniciais da leitura, são mais sensíveis às informações fonéticas das palavras, formando conexões iniciais entre a escrita e a pronúncia (Laing & Hulme, 1999). Assim, quanto mais nova for criança, mais incipientes tendem a ser as relações entre linguagem oral e escrita, necessárias para estratégias de busca léxico-fonológica e léxico-semântica.

Esse incremento com o avançar da idade na evocação de palavras tem sido relacionado ao amadurecimento das regiões frontais, muito significativo na infância e adolescência. A associação entre o desenvolvimento da fluência verbal e o processo de amadurecimento do lobo frontal e suas conexões vem sendo reforçada por estudos utilizando técnicas de neuroimagem e tarefas de evocação de palavras, evidenciando a ativação de regiões como córtex parietal inferior e superior, além das conexões com córtex temporal e occipital, com estruturas subcorticais, como o tálamo, e as representações corticais provenientes do sistema límbico (Abbott, Waites, Lilywhite, & Jackson, 2010; García-Molina, et al., 2009; Nieto et al., 2008). Assim sendo, com base nestes correlatos neurobiológicos, era esperado que tais tarefas diferenciassem todos os grupos etários.

Outra diferença observada no desempenho dos grupos etários foi em relação à variável tempo no teste Hayling, partes A e B. O grupo de 11 e 12 anos diferenciou-se dos dois mais novos, o que sugere uma evolução mais tardia do componente velocidade de processamento verbal na infância. Essa hipótese pode ser corroborada por um estudo realizado por McAuley e White (2010), em que foi investigada a relação entre velocidade de processamento e os componentes de inibição e memória de trabalho com o fator idade. Estes autores observaram uma tendência de incremento da velocidade de processamento conforme a evolução da idade.

Já no que se refere ao escore de erros do teste Hayling, partes A e B, pode-se observar diferenças apenas entre os grupos de maior idade. A parte B demanda a utilização do componente de inibição, evitando as respostas semanticamente relacionadas às frases. Esse resultado demonstra um pico na evolução do componente de inibição verbal em torno dos 11 e 12 anos. Os grupos extremos não apresentaram diferenças no desempenho da parte B.

Uma hipótese para este resultado é que crianças de 6 e 7 anos tendem a apresentar mais facilidade para encontrar respostas que não se relacionem semanticamente com a frase devido à possibilidade de haver uma menor interferência do conhecimento sintático-

semântico, que se encontra ainda em desenvolvimento inicial nessa faixa etária, quando comparadas às crianças com componentes linguísticos e inibitórios mais desenvolvidos. Desse modo, as crianças mais novas parecem evocar mais facilmente respostas aleatórias para completar as frases justamente por ser mais difícil considerar a relação com a frase na busca das palavras, utilizando como estratégia uma atenção mais difusa. Acabam, portanto, obtendo escores de erros não tão representativos de uma real capacidade inibitória verbal não bem desenvolvida ainda.

Outra observação do fator idade no desempenho dos três grupos etários foi relacionada à variável tempo de execução do Teste dos Sinos, no qual se constataram diferenças entre os grupos extremos. Tal observação sugere que a velocidade de processamento para estímulos visuais já pode apresentar um pico de desenvolvimento em torno de 8 anos. Essa hipótese é reforçada por estudos que analisam o tempo de execução em tarefas neuropsicológicas que demandam uma resposta motora manual, mais rápida com o avanço da idade (Barral, Debû, & Rival, 2006; Matute et al, 2008).

Na variável qualitativa estratégia de busca do Teste dos Sinos, foi possível perceber que as crianças menores tendem a desenvolver uma estratégia de busca dos estímulos alvo mais desorganizada. Tal achado pode estar relacionado ao fato de habilidades de planejamento e organização apresentarem um pico de desenvolvimento em torno de 11 e 12 anos. Esta hipótese é corroborada por estudos que indicam uma evolução mais tardia na segunda infância de capacidades de organização e planejamento, com desenvolvimento progressivo até a idade adulta, fato relacionado ao processo de mielinização dos circuitos neurais e incremento na densidade sináptica das regiões pré-frontais (Matute et al, 2008). Assim, justifica-se que os dois grupos de 6 a 7 e de 8 a 10 anos idade tenham índices mais baixos de uso de estratégias organizadas para cancelar sinos-alvo. Essa hipótese é reforçada, ainda, pelo baixo percentual de estratégias de busca dos estímulos alvo observado no grupo de 11 e 12 anos, sugerindo que a capacidade de estratégia cognitiva também apresenta um

desenvolvimento progressivo, com importante incremento no final de segunda infância, porém atingindo níveis mais elevados no decorrer da adolescência (Brocki, & Bohlin, 2004; Matute et al., 2008).

Outra constatação neste estudo foi uma trajetória interessante no desempenho das crianças no N-Back visual e auditivo. Na tarefa N-Back 1 pode-se perceber diferenças altamente significativas entre o grupo mais jovem e os grupos de 8 a 10 anos e de 11 e 12 anos. Os grupos de idade intermediária e maior, porém, não apresentaram diferenças entre si, o que corrobora estudos sugerindo que a demanda de sobrecarga do executivo central da memória de trabalho com uma manipulação mais facilitada desenvolve-se mais cedo na segunda infância (Diamond, 2006). Na tarefa N-Back 2, todos os grupos etários se diferenciaram, mostrando que com o aumento dessa demanda, o desenvolvimento parece ser mais gradativo. Já no N-Back 3, observa-se que o grupo de crianças de 11 e 12 anos se diferenciou significativamente dos demais grupos, que, por sua vez, não apresentaram diferenças de desempenho entre si neste nível de complexidade da tarefa. Os dados obtidos sugerem que uma maior demanda do executivo central da memória de trabalho parece se desenvolver mais tarde, o que é exemplificado pelo fato da tarefa ter sido muito difícil para as crianças menores, apresentando 28 crianças de 6 e 7 anos e 22 de 8 a 10 anos escore 0 no span do N-Back 3.

Essa hipótese para o desempenho no N-Back é reforçada por Vuonttonela et al. (2003) em um estudo com crianças em desenvolvimento típico, em que crianças de 9 e 10 anos apresentaram um desempenho superior ao de crianças de 6 e 8 anos no que se refere a acurácia nas respostas da tarefa de N-Back. Esses achados reforçam a hipótese de que o componente executivo central da memória de trabalho e o componente de inibição parecem iniciar seu desenvolvimento já antes da segunda infância e que sua trajetória evolui progressivamente até atingir um pico maior, em torno de 11 e 12 anos.

Quanto à variável ocorrência de processamento de inferências examinada na tarefa de discurso narrativo, pode-se notar uma evolução gradativa na capacidade inferencial das crianças, sendo que o grupo de 11 e 12 anos já demonstra essa habilidade em quase sua totalidade. Observando o desempenho dos grupos etários neste estudo, percebeu-se que para as crianças pequenas pareceu ser mais difícil inferir conseqüências da narrativa apresentada, pois para realizar tal processamento é preciso utilizar habilidades de planejamento, organização e estratégias cognitivas que tendem a evoluir com a idade.

Essas observações são corroboradas pela literatura, na medida em que as capacidades processamento de inferências e de compreensão de textos tem sido relacionadas ao desenvolvimento das FE na infância. Cutting, Matterek, Cole, Levine e Mahone (2009), em um estudo para investigar a relação de componente de memória verbal com habilidade de planejamento e organização para a compreensão de textos em crianças de 9 a 14 anos, reforçam a idéia de que habilidades executivas são importantes para o desempenho infantil em tarefas de compreensão verbal, envolvendo componentes como memória de trabalho, planejamento, organização e monitoramento de informações. Esses achados corroboram a hipótese da evolução progressiva dessas capacidades executivas associadas ao desenvolvimento da idade.

No presente estudo, é possível observar que o fator idade influenciou em todas as variáveis mensuradas, concordando com a literatura que demonstra que as crianças de 6 e 7 anos e as crianças de 11 e 12 anos são as que mais se diferenciam. Esses dados reforçam a idéia da evolução progressiva do processamento executivo na segunda infância. No entanto, é possível observar que há diferentes trajetórias no desenvolvimento dessas habilidades. Os componentes executivo central da memória de trabalho e inibição, apesar de apresentarem uma evolução progressiva, demonstram algumas diferenciações nessa maturação, como pode-se perceber pelas diferenças de desempenho dos três grupos etários. As habilidades de planejamento flexibilidade cognitiva e velocidade de processamento parecem apresentar um

pico significativo no seu desenvolvimento por volta dos 11 e 12 anos. Constata-se, portanto, a necessidade de mais estudos com dados normativos para testes de FE em crianças, com intuito de investigar melhor o papel de fator biológico e demográfico idade e de se delinear parâmetros de desempenho de referência para diagnósticos clínicos, tanto para crianças de escola pública como de privada de todas as idades.

É importante ressaltar, no entanto, que alguns estudos que investigam FE na infância (Davidson et al, 2006; Huizinga et al, 2006) tem se baseado em análises de correlação ou de regressão como delineamento, examinando o fator idade como uma variável contínua. Uma importante limitação de um delineamento como o que foi usado neste estudo é transformar em categórica uma variável que naturalmente é quantitativa contínua como a idade. No entanto, nesta investigação, pelos limites do tamanho da amostra e pelo interesse em se obter um panorama de desenvolvimento a partir de faixas etárias, optou-se pelo delineamento comparativo. Sugere-se, então, que os achados preliminares desta investigação sejam confirmados por estudos futuros com amostras maiores e análises com a idade tratada também como variável contínua, assim como por delineamentos longitudinais.

Além disso, pesquisas que investiguem o desenvolvimento de componentes das FE desde a fase pré-escolar até o final da segunda infância e pré-adolescência são essenciais para um entendimento mais global e cronológico da evolução destes complexos processos cognitivos. Uma análise pormenorizada da relação entre diferentes componentes executivos no desenvolvimento infantil também se mostra necessária tanto para a neuropsicologia do desenvolvimento quanto para a clínica.

Referências

- Abott, D. F., Waites, A. B., Lilywhite, L. M., & Jackson, G. D. (2010). FMRI assessment of language lateralization: An objective approach. *NeuroImage*, *50*, 1446–1455.
- Anderson, V., Spencer-Smith, M., Coleman, L., Anderson, P., Williams, J., Greenham, M., Leventer, R., & Jacobs, R. (2010). Children's executive functions: are they poorer after very earlier brain insult. (2010). *Neuropsychologia*. *48*: 2041-2050.
- Angelini, A. L., Alves, I. C. B., Custódio, E. M., Duarte, W. F., & Duarte, J. L. M. (1999). *Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial. Manual*. São Paulo: CETEPP.
- Barbosa, G. A., & Gouveia, V. V. (1993). O fator hiperatividade do Questionário de Conners: validação conceptual e normas diagnósticas. *Temas: Teoria e Prática do Psiquiatra*, *23*(46), 188-202.
- Barral J, Debû B., & Rival C. (2006) Developmental changes in unimanual and bimanual aiming movements. *Developmental Neuropsychology*, *29*: 415.-429.
- Bishop, D. V. M., & C. F. Norbury (2005). Executive functions in children with communication impairments, in relation to autistic symptomatology 2: Response inhibition. *Autism*, *9* (1), 29-43.
- Brito, G. N. O., & Pinto, R. C. A. (1991). A composite teacher rating scale: analysis in a sample of Brazilian children. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *13*, 417-418.
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, *26*, 571-593.
- Burgess, P. W., & Shallice, T. (1997). *The Hayling and Brixton Tests*. Thurston, Suffolk: Thames Valley Test Company.

- Capovilla, A. G. S. (2007). Contribuições da neuropsicologia cognitiva e da avaliação neuropsicológica à compreensão do funcionamento cognitivo humano. *Cadernos de Psicopedagogia*, 6 (11), 00-00.
- Capovilla, A. G. S., Assef, E. C. S., & Cozza, H. F. P. (2007). Avaliação neuropsicológica das funções executivas e relação com desatenção e hiperatividade. *Avaliação Psicológica*, 6(1), 51-60.
- Catroppa, C., & Anderson V. (2006). Planning, problem-solving and organizational abilities in children following traumatic brain injury: intervention techniques. *Pediatric Rehabilitation*, 9 (2), 89-97.
- Chan, R. C. K., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: review of unstruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23; 201-216.
- Cunningham, W., & Zelazo, P. D. (2007). Attitudes and evaluation: A social cognitive neuroscience perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 97-104.
- Cutting, L. E., Materek, A., Carolyn A., Kole S., Levine, T. M., & Mahone E. M. (2009) Effects of fluency, oral language, and executive function on reading comprehension performance. *Ann Dyslexia*, 59 (1), 34–54.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions form 4 to 13 years: Evidence form manipulations of memory, inhibition and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.
- De Nardi, T, Vieira, B., Prando, M., Stein, L., Fonseca, R., & Grassi-Oliveira, R. (submetido). Comparação do Desempenho de Grupos Etários na Versão Adaptada da Tarefa N-Back Auditiva. *Revista Psicologia: Reflexão e Crítica*.

- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. In: Bialystok E. & Craik, F. (Org). *Lifespan cognition: mechanisms of change*. New York: Oxford University Press, 70-95.
- Dobbs, A. R., & Rule, B. G. (1989). Adult age differences in working memory. *Psychology and Aging*, 4, 500-503.
- Ellison, P. A. T., & Semrud-Clickiman, M. (2007). *Child Neuropsychology: Assessment and Interventions for Neurodevelopmental Disorders*. New York: Springer Science + Business Media.
- Fonseca, R. P., Parente, M. A. M. P., Côté, H., Ska, B., & Joannette, Y. (2008). Bateria Montreal de Avaliação da Comunicação – Bateria MAC. *Pró-Fono*. São Paulo
- Fonseca, R. P., Oliveira, C., Gindri, G., Zimmermann, N., & Reppold, C. (2010). Teste Hayling: um instrumento de avaliação de componentes das funções executivas. In C. Hutz (Org.). *Avaliação Psicológica e Neuropsicológica de crianças e adolescentes*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Garcia-Molina, A. Enseñat-Catallops, A., Tirapu-Ustárriz, J., & Roig-Rovira, T. (2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Revista de Neurología*. 48(8) 435-440.
- Gauthier, L., Dehaut, F., & Joannette, Y. (1989) The Bells Test: a quantitative and qualitative test for visual neglect. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, 11, 49-54.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2002) *Cognitive neuroscience – The biology of the mind*. New York: Norton & Company.
- Griffith, E. M., Pennington, B. F., Wehner, E. A., & Rogers, S. J. (1999). Executive functions in young children with autism. *Child Development*, 70, 817-832.
- Guimarães, I. E., Ciasca, S. M., & Moura-Ribeiro, M. V. (2002) Neuropsychological evaluation of children after ischemic cerebrovascular disease. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 60 (2), 386-389.

- Houdé, O., Rossi, S., Lubin, A., & Joliot, M. (2010). Mapping numerical processing, reading, and executive functions in the developing brain: an fMRI meta-analysis of 52 studies including 842 children. *Developmental Science, 13*(6), 876–885.
- Hughes, C., & Graham, A. (2008). Executive functions and development. In: Reed, J. & Warner-Rogers, J. *Child Neuropsychology: Concepts, Theory, and Practice*. (pp 264-283), USA: Oxford: Wiley-Blackell.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & Van Der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Development trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia, 44*, 2017-2036.
- Johnstone, S. J., Barry, R. J., Markovska, V., Dimoska, A., & Clarke, A. R. (2009). Response inhibition and interference control in children with AD/HD: A visual ERP investigation. *International Journal of Psychophysiology, 72*, 145-153.
- Kernstock, S., Prater, S., Seliger, E., & Feucht, M. (2009). Speech and school performance in children with benign partial epilepsy with centro-temporal spikes (BCECTS). *Seizure, Available online, 26*.
- Kerr, A., & Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The children’s gambling task. *Brain and Cognition, 55*, 148-157.
- Klenberg, L., Korkman, M., & Lahti-Nuutila, P. (2010). Differential Development of Attention and Executive Functions in 3 to 12 Year-Old Finnish Children. *Developmental Neuropsychology, 20*(1), 407-428.
- Kristensen, C. H. (2006). Funções executivas e envelhecimento. In: Parente, M. A. M. P. *Cognição e envelhecimento*. Porto Alegre. Artmed.
- Laing, E., & Hulme, C. (1999). Phonological and semantic process influence beginning readers ability to learn to read words. *Journal of Experimental Child Psychology, 73*, 183-207.

- Levin, H. S., Song, J., Cobbs, L. E., Chapman, S. B., & Mendelsohn, D. (2001) Word fluency in relation to severity of closed head injury, associated frontal lesions, and age at injury in children, *Neuropsychologia*, *39*, 122-131.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
- Marcovitch, S., & Zelazo, P. D. (2009). A hierarchical competing systems model of the emergence and early development of executive function. *Development Science*, *12* (1), 1-25.
- Martin-González, R., Gonzalez-Pérez, P. A., Izquierdo-Hernandez, M., Hernández-Exposito, S., Alonso-Rodriguez, M. A., Quintero-Fuentes, I., & Rubio-Morell, B. (2008). Evaluación neuropsicológica de la memoria en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: papel de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, *47* (5), 225-230.
- Matute, E., Chamorro, Y., Inozemtseva, O., Barrios, O., Rosselli, M., & Ardila, A. (2008). Efecto de la edad en una tarea de planificación y organización ('pirámide de México') en escolares. *Revista de Neurología*, *47* (2), 61-70.
- McAuley, T., & White, D. A. (2010). A latent variables examination of processing speed, response inhibition, and working memory during typical. Development. *Journal of Experimental Child Psychology*, Oct. 1.
- Miranda, M. C., & Muszkat, M. (2004). Neuropsicología do Desenvolvimento. In V. M. Andrade, F. H. Santos & O. F. A. Bueno (Org.). *Neuropsicologia Hoje*. São Paulo.
- Nieto, A., Galtier, I., Barroso, J., & Espinosa, G. (2008). Verbal fluency in school-aged Spanish children: normative data and analysis of clustering and switching strategies. *Revista de Neurología*, *46* (1), 1-15.
- Rizzutti, S. (2008). Clinical and neuropsychological profile in a sample of children with attention deficit hyperactivity disorders. *Arq. Neuro-Psiquiatr.* *66* (4), 821-827.

- Russo, N., Flanagan, T., Iarocci, G., Berringer, D., Zelazo, P. D., & Burack, D. A. (2007). Deconstructing executive deficits among persons with autism: Implications for cognitive neuroscience. *Brain and Cognition*, *65*, 77–86.
- Siegel, Linda S., & Ryan, Ellen B. (1989) The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child and Development*, *60* (4), 973-980.
- Soltész F, Goswami U, White S., & Szűcs D, (2010). Executive function effects on numerical development in children: Behavioural and ERP evidence from a numerical Stroop paradigm. *Learning and Individual Differences*. In Press.
- Sternberg, R. J. (2008). *Psicologia cognitiva*. São Paulo: Artmed.
- Stuss, D. T., & Anderson, V. (2004) The frontal lobes and theory of mind: Developmental concepts from adult focal lesion research. *Brain and Cognition*, *55*, 69–83.
- Tamnes, C. K., Ostbya, Y., Walhovda, K. B., Westlyea, L. T., Due-Tønnessenb, P., & Fjell. A. M. (2010) Neuroanatomical correlates of executive functions in children and adolescents: A magnetic resonance imaging (MRI) study of cortical thickness. *Neuropsychologia*, *48*, 2496–2508.
- Thibaut, J. P., French, R. M., & Vezneva, M. (2010). Cognitive load and semantic analogies: searching the semantic space. *Psychonomic Bulletin & Review*, *17*(4), 569-574.
- Towse, J. N., & Neil, D. (1998). "Analyzing human random generation behavior: A review of methods used and a computer program for describing performance." *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, *30*(4) , 583-591.
- Towse, J. N., & McLachlan, A. (1999). An exploration of random generation among children. *British Journal of Developmental Psychology*, *17*, 363–380.
- Vannier, A. L., Chevignard, M., Pradat, M., Abada, G., & Agostini, M. (2006). Assessemnet of unilateral spatial neglect in children using the Teddy Bear Cancellation Test. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *48*: 120–125

- Vuontonela, V., Steenari, M., Carlson, S., Koivisto, J., Ilberg, & M., Aronen, E. T. (2003). Audiospatial and Visuospatial Working Memory in 6–13 Year Old School Children. *Learning & Memory, 10*, 74–81.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S., & Pennington, B. (2005). Validity of execution theory of attention-deficit/hyperactivity disorder. A meta-analytic review. *Biological Psychiatry, 57*: 1336-1346.

Estudo Empírico 2

Relação entre medidas de avaliação de funções executivas na segunda infância

Relation between executive functions tasks in the late childhood

Resumo

Funções executivas (FE) são consideradas processos cognitivos destinados a organizar e adequar a conduta do ser humano em situações que demandam planejamento e tomada de decisão, resolução de problemas, iniciação e inibição de ações, ou seja, adaptar-se a mudanças. Dentre os principais componentes dos processos executivos, encontram-se a capacidade de inibição e a flexibilidade cognitiva. Compreender a relação dos diversos componentes de FE em adultos e crianças tem sido foco de interesse na literatura, porém, a complexidade e a multiplicidade desses processos faz com que essa investigação não seja tão simples e frequente. Este estudo visou verificar se existe correlação entre o desempenho medido por diferentes ferramentas de avaliação das FE em crianças em idade escolar. A amostra foi composta por 59 crianças de 8 a 12 anos de idade, provenientes de escolas públicas. Os participantes foram avaliados por tarefas de fluência verbal e discurso narrativo da Bateria Montreal de Avaliação da Comunicação – MAC, geração aleatória de números, Teste Hayling, Teste dos Sinos e tarefas N-Back. As análises de correlações foram realizadas pelo coeficiente de correlação de Pearson. Os resultados sugerem uma relação mais próxima entre alguns componentes de avaliação das FE, principalmente entre tarefas de inibição e de flexibilidade cognitiva.

Palavras-chave: funções executivas, inibição, flexibilidade cognitiva, memória de trabalho

Introdução

O termo funções executivas (FE) refere-se a um complexo conjunto de processos neurocognitivos que envolvem o controle consciente de pensamentos e de ações (Kerr & Zelazo, 2004), destinados a organizar e adequar a conduta aos objetivos do indivíduo em situações que demandam planejamento e tomada de decisão, resolução de problemas, iniciação e inibição de ações, respostas a situações novas e/ou mais difíceis (Hughes & Graham, 2008). Contam com a participação de componentes como executivo central da memória de trabalho, inibição, flexibilidade cognitiva, automonitoramento, entre outros (Chan, Shum, Touloupoulou, & Chen, 2008; Marcovitch & Zelazo (2009).

Apesar das FE serem foco de interesse em estudos e pesquisas na tentativa de conhecer e compreender como se relacionam esses componentes executivos em crianças (Huizinga, Dolan, & Van Der Molen, 2006; Kerr & Zelazo, 2004), esse conhecimento ainda é controverso e insuficientemente explorado (Rosselli & Ardila, 2003).

Existem, atualmente, cada vez mais instrumentos padronizados para a avaliação de componentes de FE (Lezak, Howieson, & Loring, 2004, Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). No entanto, ainda não está claro na literatura o que cada teste e/ou tarefa avalia com exatidão e quais são os componentes que fazem parte de um modelo de processamento executivo consensual. De modo geral, os instrumentos neuropsicológicos para avaliação de FE tendem a ser complexos e avaliam uma gama de componentes cognitivos, tornando-se difícil diferenciar os diversos processos inseridos no desempenho de uma mesma tarefa (Abusamra, Miranda, & Fererres, 2007; Strauss, Sherman, & Spreen, 2006).

Na tentativa de melhor compreender essa relação entre componentes executivos e/ou paradigmas clínicos desenvolvidos para os avaliarem, estudos exploratórios de correlação tornam-se uma alternativa importante para reflexões iniciais acerca da interface entre os diversos subprocessos executivos envolvidos nas diferentes etapas para a execução de uma

tarefa neuropsicológica (Ciesielski, Lesnik, Savoy, Davidson et. al., 2006; Hughes & Graham, 2008; Kray, Kipp, & Karbach, 2009; Kristensen, 2006; Matute et. al, 2008; Mazzocco & Klover, 2007; McAuley & White, 2010; Vuonttonela et. al, 2003).

Esse conhecimento vem a ser de suma importância para o âmbito da neuropsicologia clínica, na medida em que muitos quadros com distúrbios ou transtornos neurológicos e/ou psiquiátricos são acompanhados por déficits executivos, como transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), transtornos globais do desenvolvimento, esquizofrenias, entre outros (Rizzutti, 2008; Robinson, Goddard, Dritschel, Wisley, & Howlin, 2009; Wilson, Christensen, King, Li, & Zelazo, 2008). Entretanto, embora muitos quadros incluam em sua caracterização a síndrome disexecutiva, não há ainda uma especificidade de quais componentes executivos encontram-se prejudicados ou preservados em cada patologia. Nesse contexto, o presente estudo pretende investigar as possíveis relações entre componentes executivos medidos por diferentes ferramentas de avaliação das FE em crianças de 8 a 12 anos de idade.

Método

Participantes

A amostra inicial deste estudo foi composta por 72 crianças, sendo que 13 foram excluídas por não cumprirem critérios de inclusão. Assim, foram incluídas na amostra 59 crianças de 8 a 12 anos de idade ($M=10,69$, $DP=1,44$), cursando do segundo ao sexto ano do ensino fundamental em escolas públicas de Porto Alegre e região metropolitana, com escolaridade média de 3,92 anos ($DP=1,44$), 25 meninos e 34 meninas. Participaram da pesquisa somente as crianças que cumpriram os critérios de inclusão, como ter idade entre 8 e 12 anos, escolaridade do segundo ao sexto ano em andamento, condições de autorelato, ausência de histórico de repetência escolar, de queixas gerais de aprendizagem e de

linguagem oral, de dificuldades sensoriais não corrigidas e de histórico atual ou prévio de doenças neurológicas e/ou psiquiátricas. Após os pais ou responsáveis responderem um questionário sociodemográfico, cultural e de aspectos de saúde, foram aplicados o Teste Matrizes Progressivas Coloridas de RAVEN (Angelini, Alves, Custódio, Duarte, & Duarte, 1999), utilizando como ponte de corte a classificação grau III (nível médio – percentil 26) para verificação de sinais sugestivos de dificuldades intelectuais, e o Questionário Abreviado de CONNERS – versão para professores (Barbosa & Gouveia, 1993), considerando os pontos de corte por faixa etária, referidos por Brito e Pinto para crianças brasileiras (1991), com objetivo de verificar sinais sugestivos de TDAH.

As crianças cujos questionários indicavam presença de algum dos critérios especificados para exclusão no questionário e/ou que apresentaram escores inferiores aos pontos de corte estipulados no Teste RAVEN e/ou superiores aos do Questionário CONNERS foram excluídas deste estudo (n=1: RAVEN, =2: CONNERS, n=2: repetência escolar, n=3: acompanhamento psicológico, n=3: transtornos neurológicos, n=1: dificuldades de linguagem, n=1: dificuldades sensoriais não corrigidas). A amostragem foi de conveniência.

Procedimentos e instrumentos

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (n^o.09/04864). A participação das crianças na pesquisa foi voluntária e anônima, a partir da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis. As crianças foram avaliadas individualmente na própria escola, em local com condições adequadas para coleta, em uma sessão com duração aproximada de uma hora. Primeiramente, foi realizado um breve *rapport*. A seguir, as crianças foram avaliadas com uma bateria de testes neuropsicológicos, sendo administrados em duas ordens alternativas, com o objetivo de controlar o efeito de ordem e a possível interferência entre subtestes semelhantes.

1) Subtestes de fluência verbal livre, ortográfica e semântica da Bateria Montreal de Avaliação da Comunicação - MAC (Fonseca, Parente, Coté, Ska, & Joannette, 2008), versão para crianças. Nesta tarefa são avaliados os componentes de planejamento, iniciação e inibição verbais, memória lexical, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva. Na modalidade livre, a criança evoca todas as palavras que lembrar, por dois minutos e meio, não podendo dizer nomes próprios nem números. Nas fluências ortográfica e semântica, deve evocar palavras que iniciam pela letra 'p' e que sejam roupas/vestimentas, respectivamente, ambas em dois minutos. Foi calculado o escore total de acertos (palavras corretamente evocadas) para cada modalidade.

2) Geração Aleatória de Números (versão adaptada da tarefa original de Towse & Neil, 1998; Towse e Mclachlan, 1999). São avaliados os componentes executivos de inibição, flexibilidade cognitiva, automonitoramento. Esta tarefa caracteriza-se pela produção de números aleatoriamente, dentro de um breve intervalo de tempo. Solicita-se para a criança verbalizar números entre um e 10 toda vez que ouvir um estímulo sonoro pré-registrado em equipamento de áudio menometrado. Ela é orientada a não dizer seqüências consecutivas de números e não repeti-los com muita proximidade, sendo consideradas perseverações os números repetidos até três intervalos de estímulos. A tarefa é executada em duas partes: a primeira na velocidade de 2 segundos e, a segunda, de 1 segundo, cada etapa com duração de 90 segundos. Foi calculado o número total de acertos por velocidade (escores máximos de 45 para 2 segundos e 90 para 1 segundo).

3) Teste de Cancelamento dos Sinos (versão adaptada de Gauthier, Dehaut, & Joannette, 1989 e Vanier, Chevignard, Pradat-Diehl, Abada, & Agostini, 2006). Esta tarefa avalia principalmente atenção concentrada e velocidade de processamento, sendo caracterizada pelo cancelamento de alvos (sinos com alça e badalo) dentre distratores (sinos só com alça ou só com badalo e outros objetos). A criança é orientada a cancelar todos os sinos que visualizar, o

mais rápido possível. Neste estudo, foi considerado o tempo de realização da tarefa (velocidade de processamento).

4) N-Back. Esta tarefa de exame do componente executivo central da memória de trabalho foi adaptada de Dobbs e Rule (1989) para o Português Brasileiro por Nardi, Vieira, Prando, Stein, Fonseca e Grassi-Oliveira (no prelo). Neste estudo, foram utilizadas as versões N-Back visual e N-Back auditivo. No N-Back visual, é apresentada à criança uma seqüência de fotos de animais para ela nomeá-los. A seguir, a criança deve repetir o nome do animal apresentado anteriormente ao último animal ($n=1$), assim sendo sucessivamente até ela verbalizar o nome de dois e três ($n=2$, $n=3$) animais anteriores ao animal apresentado. No N-Back auditivo, a criança ouve uma seqüência de números, em que um número é apresentado a cada segundo. Após, a criança é orientada a repetir cada número verbalizado, repetindo, a seguir, o número apresentado antes do último dígito verbalizado e, assim, sucessivamente, até ela repetir três números anteriores ao número verbalizado ($n=1$, $n=2$ e $n=3$). Neste estudo, foi calculado o span da seqüência de 10 dígitos para cada nível de complexidade.

5) Teste Hayling (Burgess & Shallice, 1997; versão brasileira de Fonseca, Oliveira, Gindri, Zimmermann, & Rappold, 2010). São averiguados os componentes de iniciação e inibição de uma resposta verbal. É um teste de completar 30 frases, dividido em duas partes, A e B, com 15 frases cada uma. Na parte A, uma frase é completada com uma palavra que se enquadre às exigências sintático-semânticas geradas pelo contexto, o mais rápido que puder. Na parte B, ela tem que completar a frase com uma palavra que seja incoerente com o sentido geral da sentença, o mais rápido possível. Nesta tarefa, as variáveis mensuradas são o tempo de reação total, escore de erros (/15, parte A e sobre /45, parte B, sendo cada erro pontuado entre 1 e 3 na parte B), havendo um escore complementar de relação entre os tempos de execução das partes A e B (B-A).

Análise dos dados

Os dados foram analisados com o pacote estatístico SPSS, versão 15.0, com um nível de significância de $p \leq 0,05$. As correlações foram verificadas pelo Coeficiente de Correlação de Pearson, após averiguação de que os dados se comportaram de modo paramétrico através do One-sample Kolmogorov-Smirnov Test.

Resultados

Foram analisadas as possíveis correlações entre os escores de span, acertos, erros e tempo das tarefas de componentes executivos investigadas neste estudo. Na Tabela 1 é possível visualizar todas as variáveis de desempenho executivo examinadas com seus respectivos escores médios e desvios-padrão de desempenho das crianças avaliadas.

Tabela 1

Dados descritivos do desempenho da amostra nos testes de funções executivas fluência verbal, geração aleatória de números, Teste Hayling, N-back e teste dos Sinos.

| Escores de FE (escores máximos) | Média | (DP) |
|---------------------------------|--------|---------|
| FV livre - acertos | 44,51 | (21,51) |
| GAN 2 seg - acertos (/45) | 37,21 | (5,03) |
| GAN 1 seg - acertos (/90) | 56,24 | (12,85) |
| FV ortográfica - acertos | 14,42 | (6,03) |
| FV semântica - acertos | 17,25 | (4,92) |
| Sinos – tempo | 113,56 | (36,42) |
| N-back visual 1 - span (/10) | 8,85 | (2,26) |
| N-back visual 2 – span (/10) | 4,42 | (3,15) |
| N-back visual 3 – span (/10) | 2,66 | (3,24) |

| | | |
|--------------------------------|-------|---------|
| N-back auditivo 1 – span (/10) | 8,46 | (2,47) |
| N-back auditivo 2 – span (/10) | 4,05 | (2,75) |
| N-back auditivo 3 – span (/10) | 2,53 | (2,94) |
| HAYLING - Tempo A | 33,49 | (25,57) |
| HAYLING - erros A (/15) | 0,68 | (0,86) |
| HAYLING - Tempo B | 59,92 | (32,05) |
| HAYLING - erros (/45) | 16,53 | (9,75) |
| HAYLING - Tempo B - Tempo A | 25,86 | (34,80) |

Nota: M= média; DP=desvio-padrão; FE=funções executivas; FV=fluência verbal; GAN=geração aleatória de números

Em geral, pela observação do escore máximo de cada tarefa *versus* o escore médio da amostra em cada teste na Tabela 1, nota-se que as crianças tiveram uma performance de 30 a 70% de acertos. Os paradigmas mais difíceis parecem ter sido N-Back em seu nível 3 de complexidade e a parte B do Teste Hayling.

Na Tabela 2 podem-se observar os coeficientes de correlação e seus níveis de significância entre os escores de acertos das tarefas de geração aleatória de números, escore de tempo e erros do Teste Hayling, escore de tempo do Teste dos Sinos, escore de span das tarefas N-Back visual e auditivo e escore de acertos da fluência verbal.

Tabela 2

Correlações entre escores de acurácia e tempo das tarefas fluência verbal, Teste dos Sinos, geração aleatória de números, Hayling e N-back.

| | | FV | FV | FV | Sinos | GAN | GAN |
|-----|-------|-------|-------------|-----------|-------|-------|-------|
| | | Livre | Ortográfica | Semântica | Tempo | 2 seg | 1 seg |
| GAN | 2 seg | ,280* | | | | | |

| | | | | | | |
|----------|---------------|---------|---------|---------|-------|---------------|
| | 1 seg | | ,359** | | | - |
| | Tempo A | -,339** | -,265* | | | -,266* |
| | Erros/15 – A | | -,409** | -,257* | | |
| Hayling | Tempo B | -,549** | -,267* | -,418** | ,276* | |
| | Erros /45 – B | -,381** | | -,351** | | |
| | Tempo B – A | -,266* | | | | |
| N-back | 1 – Span | | | | | ,341** |
| visual | 2 - Span | | | ,266* | | ,356** |
| | 3 - Span | | | | | ,438** |
| N-back | 1 - Span | | | | | ,294* |
| Auditivo | 2 - Span | | ,303* | | | ,362** ,380** |
| | 3- Span | | | ,257* | | ,352** ,360** |

Nota: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; GAN=geração aleatória de números; FL=fluência verbal

Pode-se observar que, entre as correlações mais significativas ($p \leq 0,01$), os escores de acertos da tarefa geração aleatória de números correlacionaram-se positivamente com as variáveis números de acertos da fluência verbal ortográfica e com escores de span do N-Back visual e auditivo. No que se refere às medidas do Teste Hayling, observa-se que todas se correlacionaram negativamente com escore de acertos da tarefa fluência verbal, com exceção do escore de erros/15 da parte A. Este, por sua vez, apresentou uma correlação negativa com escore de acertos da fluência verbal ortográfica.

De modo geral, houve correlações de leves a moderadas entre algumas medidas de fluência verbal, geração aleatória de números, Teste Hayling e tempo de execução do Teste dos Sinos, evidenciando que a correlação entre os componentes executivos aqui associados, como inibição e flexibilidade cognitiva pode acontecer com diferentes níveis de intensidade. Os achados sugerem uma relação entre componente de flexibilidade cognitiva e inibição, assim como entre flexibilidade cognitiva e executivo central da memória de trabalho. Na

Tabela 3, em complementaridade, apresentam-se os dados de correlação entre os desempenhos nas tarefas de N-Back e no Teste Hayling.

Tabela 3

Correlações entre escores de acurácia e tempo dos testes N-back e Hayling

| | N-back visual 1 - span | N-back visual 2 - span | N-back visual 3 - span | N-back auditivo 1 - span | N-back auditivo 2 - span | N-back auditivo 3 - span |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Tempo A | -,302* | | | | | |
| Erros/15 – A | | | | | | |
| Hayling Tempo B | | -,312* | -,297* | | | -,357** |
| Erros /45 – B | | -,376** | -,320* | | -,301* | -,519** |
| Tempo B - A | | | | | | -,295* |

Nota: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$

Como se pode constatar pelos dados da Tabela 3, entre as correlações mais significativas ($p \leq 0,01$), os escores de desempenho no Teste Hayling - tempo B apresentam correlação negativa com o escore de span do N-Back visual 2 e N-Back auditivo 3. Percebe-se que a variável tempo das partes A e B do Teste Hayling apresenta correlação negativa, respectivamente, com escore de span do N-Back visual 1 e N-Back visual 2 e 3.

Há indícios, então, de associação de diferentes intensidades entre executivo central da memória de trabalho, velocidade de processamento e inibição verbal.

Discussão

O presente estudo buscou explorar a relação entre componentes de FE avaliados por diferentes paradigmas de exame executivo em crianças em idade escolar. Pelos resultados

observados, constatou-se correlações significativas, tanto positivas (acurácia de respostas corretas) como negativas (acurácia de respostas incorretas e tempo), entre diversos componentes examinados nessa amostra, principalmente entre componentes de inibição, flexibilidade cognitiva e executivo central da memória de trabalho.

Considerando-se que as tarefas de fluência verbal são definidas como medidas de flexibilidade cognitiva e estratégia de busca na produção de palavras (Nieto, Galtier, Barroso, & Espinosa, 2004), demandando processos executivos, linguísticos e mnemônicos, era esperado que houvesse correlações significativas frequentes com outros componentes examinados, como foi observado nesse estudo. A literatura corrobora essa hipótese, pois indica haver relação entre o desenvolvimento de processos de linguagem e de FE, como executivo central da memória de trabalho e flexibilidade cognitiva (Sesma, Mahone, Levine, & Cutting, 2009).

A tarefa de fluência verbal ortográfica correlacionou-se positivamente com o escore de acertos da geração aleatória de números – 1 segundo, indicando que quanto maior o número de palavras produzidas corretamente a partir de um critério linguístico restritivo, maior o número de acertos na tarefa de geração aleatória de números. Na medida em que a fluência verbal ortográfica vem sendo fortemente relacionada ao exame da iniciação e inibição verbal com grande ativação de regiões frontais e conexões frontais corticais e subcorticais (Abott, Waites, Lilywhite, & Jackson, 2010), e que a tarefa geração aleatória de números apresenta uma forte demanda de controle inibitório e automonitoramento (Towse & Maclachlan, 1999), a correlação evidenciada sugere grande relação entre o processamento inibitório linguístico, automonitoramento e *switching*. Há, assim, prováveis processos subjacentes comuns em ambas tarefas. Festman, Rodriguez-Fornells e Münte (2010) também relatam uma forte associação entre as habilidades de alternância em linguagem e componente inibitório, ambas demandadas pelas tarefas correlacionadas no presente estudo. Tal associação

também foi encontrada entre geração aleatória de números velocidade 2 segundos e fluência verbal livre.

Ambas correlações eram esperadas, pois para produzir as respostas aleatórias que a tarefa de geração de números exige, é necessário que as crianças consigam superar a tendência de produzir sequências automáticas. Ao encontro desta demanda, para a produção de palavras com critério ortográfico é necessário que a criança faça agrupamentos fonéticos ou ortográficos e quando essa categoria se esgota, ela possa fazer uso de uma nova categoria. Esse processo implica a possibilidade de inibir respostas não relacionadas ao contexto e flexibilidade cognitiva para utilizar novas estratégias (Nieto, Galtier, Barroso, & Espinosa, 2008; Ostrosky-Solis, Gutierrez, Flores, & Ardila, 2007), o que caracteriza a participação desses componentes em ambas as tarefas. No entanto, salienta-se que como a velocidade mais acelerada na geração aleatória de números, que demanda ainda mais controle inibitório e flexibilidade cognitiva, se correlacionou apenas com fluência verbal ortográfica, há indícios de que a presença de um critério de busca *a priori* na evocação de palavras tenha demandado maior inibição verbal nas crianças desta amostra.

As tarefas de fluência verbal livre e ortográfica apresentaram uma correlação negativa com o Teste Hayling, tempo parte A e B, o que indica a existência de uma relação entre o número de palavras evocadas nas duas modalidades da fluência verbal e o tempo que a criança necessita para verbalizar a palavra ao completar cada frase do Teste Hayling. Essa relação sugere uma demanda de atenção concentrada e velocidade de processamento implícita na tarefa de fluência verbal, pois a criança deve evocar as palavras o mais rápido possível.

Em relação às fluências com critérios *a priori* de evocação (ortográfica e semântica) constatou-se uma correlação negativa com o escore de erros do Teste Hayling, parte A, ou seja, quanto maior o número de palavras com critérios de evocação geradas pela criança, menor o número de erros no Hayling parte A (palavras relacionadas semanticamente com a frase). Esse resultado demonstra uma relação com componentes de atenção, iniciação e

inibição verbal e processamento lingüístico-semântico, pois, para realizar a tarefa, a criança necessita ter acesso a memória semântica (conhecimentos múltiplos, sistemas de informação lingüística e estruturas fonológicas, sintáticas e semânticas) associadas às competências executivas discutidas anteriormente.

Além da correlação com fluência verbal livre e ortográfica, o escore de tempo – parte B Teste Hayling apresentou uma correlação negativa com a acurácia da fluência verbal semântica. Este achado reforça a hipótese cada vez mais corroborada na literatura de que a modalidade semântica está ligada a componentes executivos com forte ativação frontal, além de regiões temporais (Houdé, Rosso, Lubin, & Jolio, 2010).

Outro dado interessante foi a correlação negativa entre a tarefa geração aleatória de números e o Teste Hayling – tempo A, significando que quanto maior o número de acertos na tarefa de geração, menor o tempo na evocação das palavras relacionadas semanticamente às frases. Esse resultado sugere o envolvimento de fatores atenção concentrada, inibição verbal e velocidade de processamento, além de automonitoramento.

Em relação à variável velocidade de processamento, medida pelo Teste de Cancelamento dos Sinos, foi encontrada uma correlação positiva com a tarefa Hayling – tempo B, sugerindo que o escore de tempo do Teste dos Sinos possa estar relacionado ao componente executivo velocidade de processamento (Gauthier et al., 1989). A velocidade de processamento é uma variável de desempenho ainda insuficientemente analisada nos estudos com paradigmas de cancelamento em crianças (Vannier et al., 2006). Por sua importância no desenvolvimento neurocognitivo infantil e forte relação com a acurácia, deve ser cada vez mais investigada.

Podem-se observar, ainda, correlações moderadas entre alguns componentes, como fluência verbal semântica e N-Back visual 2 e N-Back auditivo 3. Esse achado traz indícios da participação em associação da inibição e da flexibilidade cognitiva da tarefa de fluência

verbal semântica com o componente executivo central da memória de trabalho do N-Back (Ciesielski, et al., 2006; Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006, Nieto et al.,2008).

No que diz respeito às correlações entre tarefas N-Back e demais paradigmas de FE, encontraram-se, também, correlações positivas, mais fortes do que até então encontradas entre as demais tarefas, com o desempenho na geração aleatória de números, em todos os níveis de dificuldade e nas duas modalidades do N-Back. Mais especificamente, o teste geração aleatória de números – 1 segundo apresentou forte correlação com a modalidade N-Back auditivo 2 e 3. Esse resultado corrobora a hipótese da correlação do componente de inibição com o executivo central da memória de trabalho, pois, quanto maior o grau de complexidade, maior a demanda do componente inibitório e maior a capacidade de gerenciamento demandada pelo executivo central. Essa relação é reforçada por estudos indicando que a performance no N-Back é significativamente correlacionada ao desempenho em tarefas de avaliação de componentes inibitórios, como FAS (fluência verbal), Stroop e Wisconsin (Ciesielski et al., 2006; McMillan, Laird, Witt, & Meyerand, 2007). O input auditivo em comum entre as tarefas também deve ter contribuído para tais correlações.

Adicionalmente, observaram-se correlações negativas entre as tarefas N-Back e os escores de erros e tempo do Teste Hayling. Os N-Back visual e auditivo 2 e 3 apresentaram correlação significativa negativa com o escore de erros/45 da parte B do Hayling, considerado uma das medidas mais sensíveis na avaliação de componentes de iniciação e inibição verbais (Burgess & Shallice, 1997). Tal achado sugere que quanto maior o span nos N-Backs 2 e 3 da criança, menos erros ela cometeu na parte B do Hayling, ou seja, mais palavras não relacionadas ao contexto da frase ela conseguiu evocar inibindo respostas automáticas. Sugere-se, assim, que, nessas modalidades do N-Back e do Hayling, possa haver uma maior demanda de componentes de inibição.

De um modo geral, os achados do presente estudo podem contribuir para um entendimento incipiente sobre relações mais específicas entre diferentes paradigmas e

componentes de FE. No entanto, devem ser interpretados considerando-se as limitações do delineamento utilizado, que promove uma análise exploratória com uma amostra relativamente reduzida. Apesar disto, este estudo trouxe dados importantes para se refletir sobre componentes subjacentes de intersecção entre diferentes testes. Observaram-se indícios de que as tarefas de fluência verbal, geração aleatória de números, Hayling e N-Back apresentam componentes em comum, principalmente controle inibitório, flexibilidade cognitiva, velocidade de processamento e executivo central da memória de trabalho.

Para futuros estudos é essencial examinar amostras maiores e, em caso de correlações mais intensas, promover uma análise de regressão, que poderá confirmar os achados preliminares obtidos na presente análise exploratória. É ainda bastante relevante para a neuropsicologia clínica infantil que tais relações sejam investigadas em populações clínicas neurológicas e psiquiátricas em busca da identificação de dissociações entre diferentes componentes preservados e deficitários. Para tanto, a análise e a interpretação de desempenho intertestes é fundamental.

Referências

- Abott, D. F., Waites, A. B., Lilywhite, L. M., & Jackson, G. D. (2010). fMRI assessment of language lateralization: An objective approach. *NeuroImage*, *50*, 1446–1455.
- Abusamra, V., Miranda, M. A., & Ferreres, A. (2007). Evaluación de la Iniciación e Inhibición Verbal en Español. Adaptación y Normas del Test de Hayling. *Revista Argentina de Neuropsicología*, Buenos Aires, *9*, 19-32.
- Angelini, A. L., Alves, I. C. B., Custódio, E. M., Duarte, W. F., & Duarte, J. L. M. (1999). *Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial. Manual*. São Paulo: CETEPP.
- Barbosa, G. A., & Gouveia, V. V. (1993). O fator hiperatividade do Questionário de Connors: validação conceptual e normas diagnósticas. *Temas: Teoria e Prática do Psiquiatra*, *23*(46), 188-202.
- Brito, G.N.O., Alfradique, G.M.N., Pereira, C.C.S., Porto, C.M.B., & Santos, T. R. (1998). Developmental norms for eight instruments used in the neuropsychological assessment of children: studies in Brazil. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *31*, 399-412.
- Burgess, P. W., & Shallice, T. (1997). *The Hayling and Brixton Tests*. Thurston, Suffolk: Thames Valley Test Company.
- Chan, R. C. K., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *23*, 201-216.
- Ciesielski, K. T., Lesnik, P. G.; Savoy, R. L.; Grant, E. P., & Ahlfors. S. P. (2006). Developmental neural networks in children performing a Categorical N-Back Task. *NeuroImage*, *33*, 980–990.

- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.
- Dobbs, A. R., & Rule, B. G. (1989). Adult Age Differences in Working Memory. *Psychology and Aging*, 4(4), 500-503.
- Festman, J., Rodriguez-Fornells, A., & Münte, T. F. (2010). Individual differences in control of language interference in late bilinguals are mainly related to general executive abilities. *Behavioral and Brain Functions*, 6(5).
- Fonseca, R. P., Parente, M. A. M. P., Côté, H., Ska, B., & Joannette, Y. (2008). *Bateria Montreal de Avaliação da Comunicação – Bateria MAC*. São Paulo: Pró-Fono.
- Fonseca, R. P., Oliveira, C., Gindri, G., Zimmermann, N., & Reppold, C. (2010). Teste Hayling: um instrumento de avaliação de componentes das funções executivas. In C. Hutz (Org.). *Avaliação Psicológica e Neuropsicológica de crianças e adolescentes*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Gauthier, L., Dehaut, F., & Joannette, Y. (1989). The Bells Test: a quantitative and qualitative test for visual neglect. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, 11, 49–53.
- Houdé, O., Rossi, S., Lubin, A., & Joliot, M. (2010). Mapping numerical processing, reading, and executive functions in the developing brain: an fMRI meta-analysis of 52 studies including 842 children. *Developmental Science*, 13(6), 876–885.
- Hughes, C. & Graham, A. (2008). Executive functions and development. In: Reed, J. & Warner-Rogers, J. *Child Neuropsychology: Concepts, Theory, and Practice*. (pp 264-283), USA: Oxford: Wiley-Blackell.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & Van Der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Development trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2017-2036.

- Kerr, A., & Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The children’s gambling task. *Brain and Cognition*, *55*, 148-157.
- Kray, J., Kipp, K. H., & Karbach, J. (2009). The development of selective inhibitory control: the influence of verbal labeling. *Acta Psychologica*, *130*, 48–57.
- Kristensen, C. H. (2006). Funções executivas e envelhecimento. In: M. A. M. P Parente, *Cognição e envelhecimento*. Porto Alegre. Atmed.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Marcovitch, S., & Zelazo, P. D. (2009). A hierarquical competing systems model of the emergence and early development of executive function. *Development Science*, *12*(1), 1-25.
- Matute, E., Chamorro, Y., Inozemtseva, O., Barrios, O., Rosselli, M., & Ardila, A. (2008). Efecto de la edad en una tarea de planificación y organización (‘pirâmide de México’) en escolares. *Revista de Neurologia*, *47* (2), 61-70.
- Mazzocco, M. M. M., & Kover, S. T. (2007). 'A Longitudinal Assessment of Executive Function Skills and Their Association with Math Performance'. *Child Neuropsychology*, *13*(1), 18-45.
- McAuley, T., & White, D. A. (2010). A latent variables examination of processing speed, response inhibition, and working memory during typical development. *Journal of Experimental Child Psychology*.
- McMillan, K. M., Laird, A. R., Witt, S. T., & Meyerand, M. E. (2007). Self-paced working memory: validation of verbal variations of the n-back paradigm. *Brain Reseach*, *1139*, 133-142.
- Nieto, A., Galtier, I., Barroso, J., & Espinosa, G. (2008). Fluencia verbal en niños españoles en edad escolar: estudio normativo piloto y análisis de las estrategias organizativas. *Revista de Neurología*, *46*(1), 2-6.

- Ostrosky – Solis, F., Ardila, A. & Rosselli, M. (1999). Neuropsi: a brief neuropsychological test battery in Spanish with norms by age and educational level. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5, 413-433.
- Rizzutti, S. (2008). Clinical and neuropsychological profile in a sample of children with attention deficit hyperactivity disorders. *Archivos de Neuro-Psiquiatria*, 66(4), 821-827.
- Robinson, S., Goddard, L., Dritschel, B., Wisley, M., & Howlin, P. (2009). Executive functions in children with Autism Spectrum Disorders. *Brain and Cognition*, 71(3) 362-368.
- Rosselli, M., Ardila, A.(2003). The impact of culture and education on non-verbal neuropsychological measurements: A critical review. *Brain and Cognition*, 52, 326-333.
- Sesma, H. W., Mahone, E. M., Levine, T., Eason, S. H., & Cutting, L. E. (2009). 'The Contribution of Executive Skills to Reading Comprehension'. *Child Neuropsychology*, 15(3), 232 — 246.
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, Otfried. (2006). *Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms, And Commentary*. (3a ed.). New York: Oxford USA Trade.
- Towse, J. N., & McLachlan, A. (1999). An exploration of random generation among children. *British Journal of Developmental Psychology*, 17, 363–380.
- Towse, J. N., & Neil, D. (1998). "Analyzing human random generation behavior: A review of methods used and a computer program for describing performance." *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 30(4), 583-591.
- Wilson, C. M., Christensen, B. K., King, J. P., Li, Q., & Zelazo, P. D. (2008). Decomposing perseverative errors among undergraduates scoring high on the Schizotypal Personality Questionnaire. *Schizophrenia Research*, 106, 3-12.

Vannier, A. L., Chevignard, M., Pradat, M., Abada, G., & Agostini, M. (2006). Assessemnet of unilateral spatial neglect in children using the Teddy Bear Cancellation Test.

Developmental Medicine & Child Neurology, 48, 120–125.

Vuontonela, V., Steenari, M., Carlson, S., Koivisto, J., Ilberg, & M., Aronen, E. T. (2003).

Audiospatial and visuospatial working memory in 6–13 year old school Children.

Learning & Memory, 10, 74–81.

Considerações Finais

Os dois estudos que compõem esta dissertação tiveram por finalidade investigar o desenvolvimento de componentes do complexo construto denominado FE à luz da neuropsicologia clínica, neuropsicologia cognitiva e neuropsicologia do desenvolvimento. A faixa etária do ciclo vital de escolha foi a segunda infância ou idade escolar, de 6 a 12 anos. Embora sejam tentativas ainda incipientes, acredita-se que os dados dos estudos empíricos aqui reportados tenham trazido contribuições iniciais para reflexões e planejamentos de estudos futuros.

O Estudo 1 procurou explorar a relação do fator biológico e demográfico idade no desenvolvimento de componentes executivos na segunda infância. Constatou-se que o fator idade diferenciou os três grupos etários nas tarefas neuropsicológicas administradas. Na medida em que neste trabalho utilizou-se um delineamento comparativo por faixas etárias, seria muito interessante replicar este estudo com uma amostra maior e grupos de cada ano de idade. Além disso, análises robustas de regressão também poderiam trazer achados importantes em busca de uma melhor compreensão do desenvolvimento neurocognitivo infantil.

O Estudo 2 buscou investigar a relação entre componentes avaliados por diferentes paradigmas de exame de FE em crianças em idade escolar. Puderam-se observar correlações significativas (positivas e negativas) entre os diversos componentes examinados nessa amostra, especialmente, entre os componentes de inibição, flexibilidade cognitiva e executivo central da memória de trabalho. São necessários, ainda, muitos estudos para que se compreendam mais especificamente as dissociações e associações entre os diferentes componentes executivos.

Por fim, sugere-se que os resultados preliminares destes estudos sejam gatilho para próximas pesquisas com amostras saudáveis maiores e amostras clínicas com diferentes

análises em busca de respostas para as muitas questões remanescentes sobre funcionamento executivo infantil. O estudo da relação entre os diferentes componentes de FE será de grande contribuição para a neuropsicologia clínica e neuropsicologia do desenvolvimento.

ANEXOS

ANEXO A



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Autorização para participar de um projeto de pesquisa

Nome do estudo: “Avaliação Neuropsicológica Infantil: investigações com fins sociodemográficos, psicométricos e neuropsicológicos”

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS

Pesquisadores responsáveis: Rochele Paz Fonseca e colaboradores

Telefone para contato: (51)3320.3500, ramal 7742

Nome da criança: _____

1. Objetivo e benefícios do estudo

Objetivo: Investigar como crianças de diferentes faixas etárias e de diferentes faixas de escolaridade desempenham-se em tarefas que examinam as seguintes habilidades cognitivas (funções mentais de aprendizagem relacionadas ao funcionamento cerebral): orientação temporo-espacial, atenção, percepção, memória, linguagem, habilidades matemáticas, motricidade e funções executivas (inibição, alternância da atenção, etc). Com os resultados desse estudo serão obtidos padrões de como as crianças memorizam, escrevem, resolvem problemas matemáticos, etc. A partir destes padrões, será possível entender melhor como as funções mentais se desenvolvem ao longo da infância, como crianças com quadros neurológicos e psiquiátricos passam a realizar tarefas de memória, de atenção, etc, favorecendo indiretamente a melhora dos procedimentos de avaliação, diagnóstico e tratamento das habilidades cognitivas e comunicativas de crianças em desenvolvimento típico e atípico.

2. Explicação dos procedimentos

Você e seu(ua) filho(a) poderão responder a perguntas e a tarefas que fazem parte desse estudo: questionário sociocultural (questões sobre hábitos de leitura e escrita, condições gerais de saúde e nível socioeconômico); tarefas de lápis-e-papel muito semelhantes às da escola envolvendo palavras, frases, textos, números, figuras com perguntas e respostas. Estas tarefas avaliarão diferentes funções da cognição, tais como, atenção, memória, linguagem, matemática etc. Para a avaliação serão necessárias duas sessões, com duração estimada de noventa minutos cada. A criança poderá ser avaliada na própria escola, em horário de aula, em sua residência ou em local a combinar. Você poderá ser contatado para mais uma sessão de avaliação com seu filho(a), da qual ele(a) participará, se assim o desejar. A participação é voluntária. O participante só responderá a essas avaliações se concordar e no caso de menores, se a família e/ou responsável consentir mediante a assinatura deste termo.

3. Possíveis riscos e desconfortos

O possível desconforto do participante está relacionado ao tempo e ao possível cansaço na resolução das tarefas propostas. Em caso de observação de sinais de cansaço, a avaliação será interrompida e reagendada para sua continuação.

4. Direito de desistência

Você e/ou seu(ua) filho(a) poderão desistir de participar a qualquer momento sem quaisquer conseqüências e/ou prejuízos para si ou para seu(ua) filho(a).

5. Sigilo

Todas as informações obtidas neste estudo poderão ser publicadas com finalidade científica, preservando-se o completo anonimato dos participantes, os quais serão identificados apenas por um número. Assim, o sigilo da identidade dos pais (responsáveis) e da identidade do(a) filho(a) será mantido.

Os dados serão utilizados estritamente para fins de pesquisa, ficando armazenados em armário chaveado na sala 932 da Faculdade de Psicologia, sob a responsabilidade de Rochele Paz Fonseca, durante 5 anos.

6. Consentimento

Declaro ter lido – ou me foram lidas – as informações acima antes de assinar este termo. Foi-me dada oportunidade de fazer perguntas, esclarecendo totalmente as minhas dúvidas. Por este documento, tomo parte, voluntariamente, deste estudo.

Em caso de quaisquer dúvidas, contatar, além do pesquisador, a equipe do Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS, no telefone (51) 3320 3345.

Porto Alegre, _____ de _____ de 20____.

Nome dos pais/responsáveis

Assinatura dos pais/responsáveis

Nome da criança

Assinatura do pesquisador responsável: Rochele Paz Fonseca

ANEXO B

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Faculdade de Psicologia
Programa de Pós-Graduação em Psicologia

Ofício 017/2010 – SGL

Porto Alegre, 19 de abril de 2010.

Senhor(a) Pesquisador(a)

A Comissão Científica da Faculdade de Psicologia da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo intitulado **"FUNÇÕES EXECUTIVAS NA SEGUNDA INFÂNCIA: COMPARAÇÃO QUANTO A IDADE E CORRELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MEDIDAS"**.

Sua investigação está autorizada a partir da presente data, sem a necessidade de passar pelo Comitê de Ética, devido à aprovação do projeto maior **"AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA INFANTIL: ESTUDOS SOCIODEMOGRÁFICOS, PSICOMÉTRICOS E NEUROPSICOLÓGICOS"**, conforme ofício CEP nº 1656/09.

Atenciosamente,

Prof. Dra. Margareth da Silva Oliveira

Coordenadora da Comissão Científica da Faculdade de Psicologia

Ilmo(a) Sr(a)

Prof. Orientadora: Rochele Paz Fonseca

Pesquisador(a): Janice da Rosa Pureza

PUCRS

Campus Central

Av. Ipiranga, 6681 – P. 11– 9º andar – CEP 90619-900

Porto Alegre – RS – Brasil

Fone: (51) 3320-3500 – Fax (51) 3320 – 3633

E-mail: psicologia-pg@pucrs.br

www.pucrs.br/psipos