



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Ana Cristina Azevedo Martins

**Desenvolvimento da inteligência na infância:
A emergência da diferenciação cognitiva e o
seu impacto no percurso escolar**

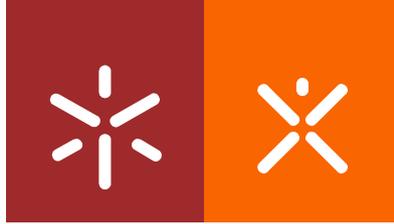
Ana Cristina Azevedo Martins **Desenvolvimento da inteligência na infância: A emergência da diferenciação cognitiva e o seu impacto no percurso escolar**

UMinho | 2017

FCT
Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA



agosto de 2017



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Ana Cristina Azevedo Martins

**Desenvolvimento da inteligência na infância:
A emergência da diferenciação cognitiva e o
seu impacto no percurso escolar**

Tese de Doutoramento em Estudos da Criança
Especialidade em Psicologia do Desenvolvimento e da Educação

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Leandro da Silva Almeida

agosto de 2017

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração da presente dissertação. Confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri à prática de plágio ou a qualquer forma de falsificação de resultados.

Mais declaro que tomei conhecimento integral do Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Universidade do Minho, 04 de agosto de 2017

Nome completo: Ana Cristina Azevedo Martins

Assinatura: Ana Cristina Azevedo Martins

Para a Maria Francisca.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Leandro Almeida, meu orientador, por tudo: pela oportunidade, pela confiança, pelo incentivo, pela paciência, pela exigência, pelo rigor, pela dedicação, pela generosidade, por ter despertado em mim o gosto por fazer investigação e pela referência que se tornou na minha vida.

Ao Professor Doutor Cristiano Mauro Assis Gomes, pelo tempo disponibilizado, pelos ensinamentos e contributos técnico-científicos para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os alunos e docentes que tornaram esta investigação possível.

À Doutora Lurdes Brito, pela ajuda preciosa no início deste projeto de Doutoramento.

À Doutora Gina Lemos, pelos simpósios partilhados, pelo aliciamento dos congressos e por ser uma companheira ao longo deste percurso.

Aos colegas do GICAD: Amanda Franco, Diana Soares, Sílvia Monteiro, Joana Casanova, José Airton, Alexandra Araújo, Alexandra Costa, pelos encontros, pelo apoio e pela partilha.

Aos meus colegas de Moçambique: Argentil e Farissai, pelos momentos juntos, pela amizade e pelo ampliar de perspetivas sobre a vida.

Aos meus colegas do 1º ano de Doutoramento, particularmente, ao Luís, Pedro, Eduardo, Miguel, Ângela, Elisa, Emília, Antónia e Daniela pelas horas de conversa e gargalhadas partilhadas nas nossas “*conferências gastronómicas*”, quando tudo parecia tão complicado e inalcançável.

Às amigas de uma vida e para toda a vida: Margarida, Cristiana e Daniela.

À minha família, em especial à minha tia Margarida e ao Tiago, pelo apoio e por toda a ajuda.

À Ana Filipa Alves, uma das pessoas mais importantes nesta caminhada. Foi mais do que uma colega, foi companheira, confidente.... Foi mais do que uma amiga, foi família... Sem ti não sei como teria sido possível. Ficarei para sempre grata.

Ao Pedro, por todos estes anos, por tudo aquilo que partilhamos e pelo que juntos construímos. É com muito gosto que caminho ao teu lado.

E finalmente, aos meus pais, a quem devo tudo e mais alguma coisa. A quem nunca vou conseguir retribuir o que já fizeram por mim. A vida foi muito generosa comigo por vos colocar no meu caminho. Esta tese também é para vocês. Com muito amor, um obrigada sem fim.

Este projeto de investigação foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) através de Bolsa de Doutoramento com referência SFRH/BD/84153/2012 (Programa QREN – POPH – Tipologia 4.1 – Formação Avançada).



Desenvolvimento da inteligência na infância:

A emergência da diferenciação cognitiva e o seu impacto no percurso escolar

RESUMO: A definição de inteligência, a sua avaliação e a sua diferenciação ao longo do ciclo de vida dos indivíduos têm dominado a história da investigação psicológica na área, tornando-se numa das dimensões mais estudadas e, ao mesmo tempo, uma das mais polémicas. Uma das questões mais antigas que permanece sem resposta linear é se a inteligência pode ser melhor definida como um fator geral ou como conjunto de habilidades cognitivas diferenciadas, podendo estas serem entendidas como autónomas ou, então, correlacionadas e interdependentes segundo níveis hierárquicos de maior ou menor generalização. Aceitando a relevância das habilidades cognitivas na explicação dos níveis de aprendizagem e de (in)sucesso escolar dos alunos, importa clarificar os padrões do seu desenvolvimento de forma a melhor orientar as práticas no contexto educativo. Assim, com esta tese, redigida na base da compilação de artigos, procurou-se descrever o perfil das habilidades cognitivas num grupo de crianças com 5, 7 e 9 anos (N=470). Os resultados obtidos na *Escala de Competências Cognitivas para Crianças dos 4 aos 10 anos* (ECCOs 4/10) demonstram que, nesta faixa etária, o fator geral da inteligência ainda assume um papel preponderante na explicação da estrutura cognitiva havendo, no entanto, espaço para alguma diferenciação encontrada, fundamentalmente em função do conteúdo verbal e não-verbal das tarefas. A organização das habilidades cognitivas pareceu melhor representada por um modelo hierárquico, definindo-se um fator de 2.^a ordem com base nas elevadas correlações verificadas entre os fatores primários. Por sua vez, a hipótese da diferenciação cognitiva progressiva com a idade não foi confirmada neste estudo tendo em conta a invariância observada da estrutura cognitiva ao longo dos três grupos etários, podendo esta especialização das habilidades cognitivas ser remetida para idades mais avançadas em função de experiências e de interesses mais diferenciados a partir da adolescência. Por último, os nossos resultados mostraram que o impacto de variáveis não cognitivas foi muito reduzido na explicação do desempenho cognitivo das crianças, com a exceção do tamanho da fratria que assumiu alguma relevância. De uma forma geral, este estudo possibilitou uma leitura renovada acerca da organização das habilidades cognitivas na infância, sugerindo novos cuidados na forma de avaliar a inteligência por parte dos psicólogos.

Intelligence development in childhood:

The emergence of cognitive differentiation and its impact on school trajectories

ABSTRACT: The definition of intelligence, its evaluation and its differentiation throughout individuals' life span have dominated the history of psychological investigation in this area, becoming one of the most studied dimensions and, at the same time, one of the most controversial. One of the oldest questions that remain without a linear response is whether intelligence can be better defined as a general factor or as a set of differentiated cognitive abilities that can be understood as autonomous or correlated and interdependent according to hierarchical levels of greater or lesser generalization. Accepting the relevance of the cognitive abilities in the explanation of the levels of learning and students' academic success or failure, it is important to clarify the patterns of their development in order to better guide the practice in the educational context. Thus, with this thesis, elaborated from the compilation of published papers, we tried to describe the profile of cognitive abilities in a group of children with ages of 5, 7 and 9 (N = 470). The main results, obtained in the Cognitive Competencies Scale for Children from 4 to 10 years (ECCOs 4/10) show that, in this age group, the general intelligence factor still assumes a preponderant role in the explanation of the cognitive structure. However, there is space for some differentiation found through the verbal and non-verbal content of the tasks. The organization of cognitive abilities seemed better defined by a hierarchical model, defining a second-order factor based on the high correlations between primary factors. On the other hand, the cognitive age differentiation hypothesis was not confirmed in this study considering the observed invariance of the cognitive structure throughout the three age groups. It is possible that this specialization of the cognitive abilities occur in more advanced ages in function of learning experiences, interests and motivations more differentiated from the adolescence. Finally, our results showed that the impact of non-cognitive variables on the explanation of children's cognitive performance was small, with the exception of the sibship size that assumed some relevance. In general, this study contributes to a renewed reading about the organization of the cognitive abilities in childhood, suggesting new concerns in the assessment of intelligence by psychologists.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	vii
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO.....	17
ARTIGO 1. Martins, A. A. (2015). A abordagem psicométrica da inteligência: Conceptualização da diferenciação cognitiva. <i>Psicologia, Educação e Cultura</i> , 19(2), 155-169.	41
ARTIGO 2. Martins, A. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2015). A estrutura da inteligência na infância: Desenvolvimento e diferenciação cognitiva. <i>International Journal of Developmental and Educational Psychology</i> , 1(1), 57-66.....	59
ARTIGO 3. Martins, A. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2016). The factorial structure of cognitive abilities in childhood. <i>European Journal of Education and Psychology</i> , 9(1), 38-45.	71
ARTIGO 4. Martins, A. A., Gomes, C. M. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2017). The structure of intelligence in childhood: Age and socio-familial impact on cognitive differentiation. <i>Psychological Reports</i> , 0(0), 1-14.	81
ARTIGO 5. Martins, A. A., Soares, D. L., Brito, L., Lemos, G. C., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2017). A diferenciação cognitiva na infância: Um estudo de perfis cognitivos. <i>Estudos de Psicologia</i> , 34(1), 87-95.....	97
CONCLUSÃO.....	109

INTRODUÇÃO

Ao longo de século e meio de pesquisa, o conceito de inteligência permanece ambíguo e pouco consensual, não se encontrando na literatura uma definição que englobe as múltiplas perspectivas teóricas desenvolvidas sobre o constructo. O seu estudo científico remonta então ao final do século XIX e início do século XX, com os trabalhos pioneiros de Francis Galton, Mckeen Cattell e de Alfred Binet quando a investigação sobre as diferenças individuais e a procura dos mais capazes para as diferentes funções e responsabilidades na vida em sociedade, ganhou relevância (Anastasi & Urbina, 2000). Desde então, a definição de inteligência, a sua avaliação, o seu desenvolvimento e as razões da sua diferenciação em termos de habilidades cognitivas gerais ou mais específicas têm dominado a história da investigação psicológica, tornando-se numa das dimensões mais estudadas e, ao mesmo tempo, uma das mais polémicas em diferentes áreas do conhecimento.

Na história da inteligência, desenvolveu-se uma série de modelos teóricos que procuram dar resposta a três questões fundamentais: a primeira diz respeito à sua estrutura e natureza uni ou multidimensional; a segunda está relacionada com a forma da sua avaliação; e a terceira consiste no seu estudo como fonte de diferenças individuais (Almeida, Guisande, & Ferreira, 2009). A abordagem psicométrica, também denominada fatorial ou diferencial, é a mais clássica no estudo de inteligência e tem-se centrado na análise dos fatores mentais subjacentes e explicativos da realização intelectual dos indivíduos. Esta abordagem toma como principal foco a avaliação das diferenças individuais em função das habilidades intelectuais ou fatores internos (perfis psicológicos de habilidades). Como tal, o conceito de inteligência encontra-se vinculado aos testes psicométricos e à análise fatorial dos seus resultados. Para esta abordagem teórica, inteligência significa habilidade ou aptidão intelectual podendo manifestar-se num potencial heterogéneo mas coerente de funções mentais (QI ou Quociente de Inteligência), numa habilidade geral para apreender significados e estabelecer e aplicar relações nas mais diversas situações de desempenho ou numa diversidade de habilidades ou funções cognitivas diferenciadas, podendo estas serem entendidas como autónomas entre si ou, então, correlacionadas e interdependentes segundo níveis hierárquicos de maior ou menor generalização.

No seio da abordagem psicométrica, duas linhas orientadoras poderão ser consideradas: as teorias compósitas da inteligência e as teorias fatoriais (Almeida et al., 2009). As teorias compósitas, muito associadas à aprendizagem e às tarefas diárias, entendem a inteligência como uma miscelânea de habilidades cognitivas que influem na adaptação e resolução de

problemas por parte do sujeito. As teorias fatoriais percebem a inteligência como um traço ou habilidade simples ou então formada por diversos fatores ou habilidades mentais. Tomando as teorias compósitas, Binet (1905) descreveu a inteligência como uma capacidade global superior, produto de diversas habilidades cognitivas, que estariam implicadas na capacidade de compreensão, de avaliação e de resolução de problemas, com vista a uma melhor adaptação do indivíduo ao meio. Assim, para este autor as diferenças intelectuais decorrem de processos mentais superiores. Com a intenção de objetivar a sua avaliação desenvolve a *Escala de Inteligência Binet-Simon* (1905) e introduz o conceito de *Idade Mental* e de *Quociente de Inteligência* (QI). Na mesma linha Wechsler (1939), define a inteligência como uma habilidade geral resultante de um agregado de aptidões que mesmo não perfeitamente independentes, se apresentam qualitativamente diferenciáveis. No quadro desta perspectiva teórica, as escalas de inteligência construídas com o seu referencial avaliam diversas funções cognitivas mas o seu conjunto permite a obtenção de um índice global de inteligência, mormente uma idade mental ou um quociente de inteligência.

As concepções fatoriais assumem tanto a defesa de um fator único ou geral capaz de descrever toda e qualquer atividade cognitiva, como a posição contrária que considera a estrutura intelectual constituída por diversas habilidades distintas e independentes entre si (Anastasi & Urbina, 2000). Spearman (1927) defende a primeira posição e descreve a inteligência como uma habilidade geral (fator *g*) ou como o potencial cognitivo do indivíduo para apreender o significado das coisas e para estabelecer e aplicar relações (indução e dedução de relações ou raciocínio). Este fator geral estaria subjacente a todo o tipo de atividade intelectual e, juntamente com o pequeno contributo de fatores específicos (fator *s*), explicaria a variância dos resultados nos diferentes testes de inteligência (Almeida, 1994; Simões, 2000). Thurstone (1938) e Guilford (1967) são os dois nomes mais mencionados na defesa da perspectiva mais diferencialista. Em alternativa a uma abordagem unitária do funcionamento intelectual, estes autores apontaram a possibilidade de a inteligência ser melhor descrita através de múltiplas habilidades diferenciadas e autónomas entre si, assegurando a elaboração de perfis psicológicos individuais na base de desempenhos diferenciados num conjunto de testes avaliando as aptidões intelectuais.

Uma posição integradora do debate suscitado entre os autores defensores de um fator geral e aqueles que abonam a favor dos fatores de grupo, foi defendida pelas visões hierárquicas da organização das habilidades cognitivas (Almeida et al., 2009). Estas concepções hierárquicas

postulam a existência de um fator geral, próximo do fator *g* de Spearman, mas consideram também a existência de um conjunto de fatores cognitivos de ordem inferior que operam em diferentes níveis de generalidade, isto é, uns mais gerais ou comuns a várias tarefas, outros mais específicos a uma determinada tarefa. Burt (1949) e Vernon (1961) foram os percursores desta visão hierárquica das habilidades intelectuais, destacando-se este último autor pelo desenvolvimento conceptual que prestou, nomeadamente, com a formulação dos dois fatores de grande grupo, o fator verbal-educativo (v:ed) que traduz o efeito da educação e o fator perceptivo-mecânico (k:m) integrador das capacidades não influenciadas pela escolarização, como a dicotomia básica da estrutura intelectual.

Cattell (1971) continuou a aprofundar o conceito de fator *g* e subdividiu-o em dois fatores secundários, desenvolvendo a conhecida teoria da inteligência fluida (*Gf*) e da inteligência cristalizada (*Gc*). Enquanto a inteligência fluida estaria associada ao raciocínio e à capacidade de adaptação a situações novas sem a interferência das experiências passadas, a inteligência cristalizada seria formada pelas habilidades cognitivas resultantes de aprendizagens anteriores e determinada pelos contextos socioculturais, currículos escolares e motivações ou interesses vocacionais. Um dos modelos hierárquicos mais reconhecido é representado pela teoria dos três estratos de Carroll (1993), que assume uma representação moderna da teoria *Gf-Gc* iniciada por Cattell (1941, 1971) e refinada por Horn (1991). Tal como o nome indica, esta teoria concebe a inteligência organizada em três níveis ou graus de generalidade. Assim, no nível mais elevado da hierarquia (estrato III) situa-se o fator *g*, o segundo nível (estrato II) integra cerca de oito habilidades cognitivas ou aptidões mais gerais, aparecendo na base da hierarquia (estrato I) algumas dezenas de fatores específicos fortemente associados aos processos cognitivos básicos, aos conteúdos das tarefas ou outras atividades mentais que dependem da aprendizagem e do contexto cultural.

Com vista à integração dos trabalhos de Cattell, Horn e Carroll, as investigações mais recentes têm vindo progressivamente a assumir uma organização das habilidades intelectuais por referência a três estratos, naquilo que vem sendo definido por teoria Cattell-Horn-Carroll (CHC) das habilidades cognitivas (McGrew & Flanagan, 1998). Para a teoria CHC, os fatores de segunda ordem merecem maior destaque por parte dos investigadores. Estes fatores, menos gerais que o fator *g* e resultantes das intercorrelações entre os fatores mais específicos (de primeira ordem), explicam o desempenho cognitivo num conjunto suficientemente alargado de tarefas ou testes de inteligência (Almeida et al., 2009). Este modelo apresenta-se, neste

momento, como a concepção teórica com melhores evidências psicométricas para descrever e compreender a estrutura das habilidades cognitivas encontradas em amostras alargadas de sujeitos (Tusing & Ford, 2004).

A abordagem psicométrica aponta assim, um conjunto de fatores ou de habilidades na explicação da realização cognitiva e das diferenças nos desempenhos individuais, concebendo a inteligência numa vertente quantitativa e avaliando-a a partir de testes psicométricos. Como fomos descrevendo estes testes podem agrupar-se em três tipos de medidas (QI, fator *g* e habilidades), bastante utilizadas na prática psicológica. A principal dificuldade desta abordagem é que assegura pouca informação sobre a forma como tais habilidades convergem e como certos processos cognitivos que definem tais habilidades entram na resolução de problemas. Esta dificuldade está sobretudo patente quando comparamos a abordagem psicométrica com outras abordagens no estudo da inteligência. Por exemplo, e em sentido contrário à psicometria, a abordagem desenvolvimentalista não se preocupa nem com a definição da estrutura da inteligência, nem com a avaliação das habilidades que a constituem, considerando a inteligência mais em termos qualitativos, nomeadamente descrevendo os esquemas funcionais que diferenciam os diversos estádios de desenvolvimento da inteligência. Assim, esta corrente preocupa-se em compreender o desenvolvimento cognitivo e explicar, sobretudo, as mudanças no funcionamento cognitivo ao longo da infância e adolescência. Nesta linha orientadora destaca-se a teoria de Piaget (1943), ainda hoje considerada, pelo menos ao nível da infância, uma das mais importantes teorias do desenvolvimento cognitivo (Lourenço, 2000).

Piaget (1973) descreveu o desenvolvimento cognitivo como ocorrendo numa série de estádios qualitativamente diferentes. Em cada estádio, o sujeito desenvolve uma nova forma de se adaptar, isto é, de pensar e responder ao ambiente. O crescimento cognitivo em todos os estádios de desenvolvimento ocorre através de dois processos interativos entre o sujeito e o meio: a assimilação e a acomodação. Enquanto a assimilação envolve a aquisição de nova informação e a sua incorporação em estruturas cognitivas já existentes, a acomodação implica uma mudança nas estruturas cognitivas prévias para incluir novo conhecimento (Piaget, 1973). Assim, à medida que o sujeito vai efetuando a sua adaptação ao meio, através da aquisição de nova informação, os seus esquemas ou os padrões organizados de comportamentos tornam-se mais complexos, logo, mais estáveis e generalizáveis. Assim, com o intuito de explicar a inteligência como um constructo em desenvolvimento, Piaget considera a contribuição de quatro fatores (Piaget & Inhelder, 1979): (i) a maturação do sistema nervoso; (ii) a experiência com o

mundo exterior; (iii) a interação com o mundo social; e, por fim, (iv) os mecanismos internos de equilíbrio. Este último fator pode ser entendido como um mecanismo interno de autorregulação do indivíduo e serve a função geral de coordenar o desenvolvimento cognitivo, gerindo e confrontando as estruturas prévias com nova informação. Intimamente ligado ao próprio sujeito, contribui para a sua concepção como participante ativo no seu próprio desenvolvimento, nomeadamente na construção da sua própria inteligência, mesmo que outras abordagens pós-piagetianas possam enfatizar mais este papel ativo da criança. O desenvolvimento cognitivo segundo Piaget ocorre fundamentalmente do nascimento até ao final da adolescência e processa-se através de uma sequência universal e invariante de quatro estádios de crescente complexificação estrutural: (i) o estádio sensório-motor (dos 0 aos 18/24 meses), (ii) o estádio pré-operatório (dos 18/24 meses aos 7/8 anos), (iii) o estádio operatório concreto (dos 7/8 aos 11/12 anos) e (iv) o estádio operatório formal (entre os 11/12 anos e os 15 anos). Apesar de muito contestada, a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget (1973) é um marco incontornável na análise qualitativa das habilidades cognitivas, acarretando contribuições importantes para a área do ensino e da aprendizagem escolar, por exemplo orientando os objetivos curriculares em função da idade ou da fase esperada de desenvolvimento cognitivo da criança.

Para a abordagem cognitivista, o estudo da inteligência não se prende nem com a avaliação dos seus traços estruturantes (abordagem psicométrica), nem com a interpretação dos estádios e esquemas que suportam o seu desenvolvimento (abordagem desenvolvimentalista), mas antes com o modo como os indivíduos processam a informação e com as funções cognitivas mobilizadas na aprendizagem e na realização das tarefas. A procura por uma compreensão mais global deste fenómeno leva R. Sternberg e H. Gardner a desenvolver duas teorias que propõem a existência de múltiplas formas de inteligência respeitando, por um lado, as habilidades internas da mente e, por outro, os contextos de realização.

Na teoria triárquica da inteligência de Sternberg (1985, 1999), a inteligência é definida como um processo de adaptação intencional dos indivíduos ao meio ambiente e a sua análise faz-se através de uma tríade de elementos: (i) o mundo interno do indivíduo ou os mecanismos mentais que estão subjacentes ao comportamento inteligente; (ii) a experiência, ou o grau de novidade e automatização envolvido na aplicação dos processos cognitivos na realização das tarefas; e (iii) o mundo exterior ao indivíduo ou o contexto sociocultural, que dá sentido aos seus comportamentos inteligentes. Partindo da relação entre inteligência e mundo-indivíduo-

experiência, emergem três subteorias: a teoria componencial, a teoria experiencial e a teoria contextual. Para cada uma delas, o autor define componentes caracterizando-os como mecanismos internos de processamento de informação, capazes de traduzir um *input* sensorial numa representação mental e esta numa outra representação mental ou num *output* motor (Sternberg, 1986). A subteoria componencial relaciona a inteligência com o mundo interno do indivíduo, especificando os mecanismos mentais que conduzem a um desempenho inteligente. Nesta subcategoria são três os elementos básicos de análise, que funcionam como uma ajuda para o processamento de informações: (i) os metacomponentes ou processos executivos de “ordem superior”, utilizados no planeamento, monitorização e avaliação da realização intelectual; (ii) os componentes de realização ou desempenho, ou seja, processos de “ordem inferior” que executam as instruções de acordo com a planificação implícita dos metacomponentes; e (iii) os componentes de conhecimento-aquisição ou processos não executivos, controlados pelos metacomponentes e utilizados na aquisição de informação nova ou na recordação de informação adquirida anteriormente e na transferência dessa informação para novos contextos (Sternberg, 1994). Para a subteoria experiencial, o comportamento inteligente envolve tanto a adaptação ao novo, como a automatização dos processos cognitivos em tarefas aprendidas (Sternberg, 1994). Assim, na avaliação da inteligência deve-se ter em conta, por um lado, a capacidade dos indivíduos para responderem de forma adequada a situações novas e, por outro lado, a capacidade do indivíduo para criar rotinas automatizadas (mudança do consciente para o subconsciente dos comportamentos realizados) para realizar de forma rápida e com exatidão as atividades usuais (Sternberg, 1985). A subteoria contextual relaciona a inteligência com o enquadramento sociocultural do sujeito, especificando três tipos de ações que caracterizam o comportamento inteligente na vida diária: (i) a adaptação ambiental, (ii) a seleção de alternativas mais adequadas à sua adaptação e (iii) a configuração ou modelação do ambiente para uma melhor adaptação do indivíduo. Ainda segundo Sternberg (2005) o sucesso é conseguido através do equilíbrio entre três tipos de inteligências que se encontram relacionadas entre si: (i) a inteligência analítica, (ii) a inteligência criativa, e (iii) a inteligência prática. Estas três formas de inteligência possuem os mesmos componentes de processamento de informação mas diferem entre si no tipo de experiência e no contexto em que se aplicam esses componentes, assim como nas suas formas de representação mental.

Gardner (1983) desenvolve a teoria das inteligências múltiplas e considera que os indivíduos dispõem de um repertório de habilidades cognitivas independentes que permitem a

resolução de problemas ou a criação de produtos valorizados culturalmente. Assim, apesar das inteligências terem origem num potencial biológico, o seu desenvolvimento resulta de uma interação constante entre os fatores ambientais e hereditários. Numa fase inicial, Gardner (1983) identificou sete inteligências: (i) inteligência musical, (ii) inteligência corporal-quinestésica, (iii) inteligência lógico-matemática, (iv) inteligência linguística, (v) inteligência espacial, (vi) inteligência interpessoal, e (vii) inteligência intrapessoal. No entanto, em produções mais recentes o autor propôs a existência de mais três inteligências: inteligência naturalista, inteligência existencial e inteligência espiritual (Gardner, 2003), sempre mantendo uma certa identidade de cada inteligência com um determinado conteúdo ou domínio de execução. Todos os indivíduos possuem competências nas diferentes inteligências, que mudam e se desenvolvem quando o indivíduo responde às experiências do seu meio ambiente. Num esforço de síntese das principais contribuições da teoria das inteligências múltiplas, salientam-se a contextualização dos problemas e das soluções que podem surgir mediante a cultura de pertença do indivíduo e, por outro lado, o facto de a maioria dos papéis culturais requererem mais do que um tipo de inteligência (Walters & Gardner, 1986).

Centrando-nos na compreensão das habilidades cognitivas, o foco deste projeto de investigação recai sobre a abordagem psicométrica, e organiza-se em torno das respostas a duas questões fundamentais: (i) os padrões do seu desenvolvimento; e (ii) as alterações que ocorrem na sua estrutura e organização durante a infância. Neste sentido, foi escolhida uma escala reunindo diversas provas cognitivas diferenciadas em termos de processos e de conteúdos das tarefas propostas à resolução das crianças, tomando os seus desempenhos como informação sobre as habilidades expressas por cada criança.

A teoria das aptidões mentais primárias de Thurstone (1938) e as investigações implementadas por Horn (1968) e Cattell (1971) sobre a inteligência fluida (*Gf*) e a inteligência cristalizada (*Gc*) têm aparecido na literatura como as que mais contribuíram para o estudo sobre o desenvolvimento das habilidades cognitivas. Thurstone (1938) avança com uma leitura pluralista da realização cognitiva, invocando um conjunto de sete habilidades diferenciadas e independentes entre si: a compreensão verbal (*V*), a fluência verbal (*W*), a aptidão numérica (*N*), a aptidão espacial (*S*), as habilidades de memória (*M*), a velocidade percetiva (*P*), e o raciocínio (*R*). No quadro desta teoria emergiu a bateria de *Aptidões Mentais Primárias* (PMA), cujos resultados obtidos a partir da sua aferição permitiram a Thurstone construir curvas de desenvolvimento para cada uma das aptidões primárias identificadas e verificar que o ritmo de

desenvolvimento era diferente para cada uma delas. Mais especificamente, o nível de desempenho próximo da realização do adulto era alcançado por volta dos doze anos para a velocidade perceptiva, aos catorze para os fatores espacial e raciocínio, aos dezasseis para a aptidão numérica, aos dezoito para a aptidão verbal e aos vinte anos para o fator de fluência verbal.

Horn e Cattell (1966) quando investigaram os padrões de desenvolvimento da inteligência fluida (*Gf*) e cristalizada (*Gc*) perceberam que ambas as inteligências se desenvolviam de forma igualmente rápida nos primeiros anos de vida, no entanto, à medida que os efeitos da aprendizagem e da aculturação se tornavam evidentes, os coeficientes de correlação entre as duas tendiam a diminuir. De um modo geral, estes autores sustentaram as diferenças observadas com base no efeito diferencial dos fatores biológicos e de aprendizagem nos dois tipos de inteligências. Enquanto a inteligência fluida seria determinada sobretudo por fatores biológicos, a inteligência cristalizada estaria mais associada às experiências de aprendizagem e aculturação. Em termos gerais, a maturação biológica atingida durante a adolescência explicaria o pico de realização das provas de inteligência fluida nessa faixa etária, começando a mostrar os primeiros sinais de declínio a partir do estado de jovem adulto, sendo que este declínio se tornaria mais evidente a partir dos 40 anos, gradual até aos 60 anos e desde então, cada vez mais pronunciado. Por seu lado, o crescimento da inteligência cristalizada continuaria a aumentar para além dessa idade devido ao impacto do nível educacional e das experiências pessoais e socioculturais dos sujeitos ao longo da vida. Assim, os padrões de desenvolvimento das habilidades cognitivas estariam dependentes das experiências de vida dos indivíduos e seriam influenciados, entre outros, por fatores de natureza sociocultural (Ribeiro, 1998).

A diferenciação cognitiva progressiva pretende, por seu turno, testar a hipótese de que, o número, a natureza e as intercorrelações das habilidades cognitivas não permanecem estáveis ao longo da vida, ocorrendo com a idade, alterações na sua estrutura ou organização (Almeida, 1988). A hipótese da diferenciação foi inicialmente proposta por Garrett (1946) quando observou que a magnitude dos coeficientes de correlação entre os testes de inteligência diminuía com a idade, logo, à medida que a idade aumenta a inteligência simbólica ou abstrata muda a sua organização de uma habilidade geral para um grupo organizado de habilidades ou fatores. Na verdade, a diminuição do peso do fator *g* em função do aumento da idade foi inicialmente identificada por Spearman (1927) e, anos mais tarde, Burt (1954) veio a demonstrá-la ao

constatar que, à medida que se avança da infância para a adolescência, existe um declínio da importância do fator *g* e um conseqüente crescimento gradual dos fatores de grupo.

A diferenciação progressiva das habilidades cognitivas foi também explicada por Cattell (1971) no quadro da teoria do investimento. Na infância haveria um predomínio da inteligência fluida, cujo crescimento até ao final da adolescência seria acompanhado pelo seu investimento progressivo em áreas mais ou menos delimitadas do conhecimento ou da realização. O desenvolvimento diferencial das habilidades cognitivas (inteligência cristalizada) resultava do nível de inteligência fluida, de aspetos motivacionais e do investimento pessoal que cada indivíduo fazia em diferentes domínios específicos. Ferguson (1956) atribuiu uma grande importância ao impacto que as variáveis socioculturais têm na aquisição de aprendizagens específicas e no subsequente desenvolvimento das habilidades cognitivas. Para este autor, depois de se desenvolverem durante a infância, as habilidades cognitivas encontrariam uma certa estabilidade no jovem adulto e aquelas habilidades mais valorizadas numa cultura seriam as que tenderiam a mostrar maiores incrementos com a idade, nomeadamente se apoiadas no seu treino ou investidas pelos próprios indivíduos em termos das suas motivações escolares ou interesses profissionais.

De uma forma geral, a hipótese da diferenciação cognitiva progressiva defende que com o avançar da idade seria expectável uma maior autonomização das habilidades cognitivas e uma alteração no contributo do fator geral e dos fatores de grupo na explicação da variância observada. Assim, até ao final da adolescência verificar-se-ia uma diminuição do coeficiente de correlação entre os testes, numa lógica de gradual diferenciação das habilidades e com a entrada na terceira idade, a tendência ocorreria no sentido oposto, isto é, numa lógica da sua integração. No entanto, os dados das investigações não se mostram inteiramente consensuais, tanto para a hipótese da diferenciação das habilidades cognitivas em crianças e adolescentes, como para a hipótese da sua integração no adulto idoso. Por exemplo, Carroll (1993) tem vindo a propor a hipótese da estabilidade da estrutura cognitiva, ou seja, ao longo da vida e durante o desenvolvimento cognitivo, o número de fatores e a variância explicada pelo fator geral ou pelo grupo de habilidades não sofrem qualquer alteração. São várias as explicações que têm surgido com vista a justificar estes resultados contraditórios, atribuindo-se particular destaque às experiências de vida, às aprendizagens e escolarização, ao investimento pessoal e ao nível intelectual dos indivíduos (Cattell, 1971; Detterman & Daniel, 1989; Horn, 1968). No que se refere a este último, ganha particular destaque a *Spearman's law of diminishing returns*

(Spearman, 1927). Esta teoria sustenta a ideia de que o fator geral de habilidade cognitiva contribui em menor grau para explicar as diferenças individuais de desempenho intelectual em grupos de alta habilidade. Por outras palavras, os indivíduos com QI elevado apresentam perfis cognitivos mais diferenciados do que os indivíduos com QI baixo, uma vez que, a correlação média entre os testes cognitivos e o peso de *g* desses testes diminui à medida que aumenta o nível de habilidade. Assim, as habilidades cognitivas tornam-se mais independentes e, portanto, menos saturadas de *g* à medida que o nível de desempenho intelectual aumenta.

O desenvolvimento das habilidades cognitivas traduz, para além das características intrapessoais do indivíduo, a influência das variáveis socioculturais e dos contextos sociais de pertença. À luz da abordagem ecológica do desenvolvimento humano (Bronfenbrenner, 1979), a família como contexto social primário, exerce um papel preponderante no desenvolvimento geral da criança e, naturalmente, reveste-se de franco significado no seu desenvolvimento cognitivo. No entanto, outras variáveis como a classe social ou o grupo étnico de pertença e o meio urbano ou rural da comunidade, entre outras, também assumem a sua importância. Neste projeto de investigação ganharam especial destaque na explicação do desenvolvimento cognitivo, as seguintes variáveis: o nível socioeconómico do agregado familiar (NSE), as habilitações académicas dos pais, o meio de pertença urbano ou rural e o tamanho da fratria.

Quando se consideram as diferenças nas habilidades cognitivas em função do NSE, a investigação na área tem anunciado resultados superiores nas provas cognitivas e em testes de inteligência por parte dos indivíduos com nível social e cultural mais favorecido (Simões, 1994, 2000). De uma forma geral, as crianças expostas a melhores condições económicas e culturais podem otimizar o seu desenvolvimento cognitivo e a realização escolar pelo acesso a um maior número de oportunidades intelectualmente estimulantes (Vygotsky, 1978). No entanto, as crianças provenientes de NSE baixos muitas vezes estão perante ambientes familiares pouco estruturados, que limitam não só o seu desenvolvimento cognitivo mas também o rendimento escolar (Burger, 2010; Strenze, 2007). No que se refere às habilitações académicas dos pais, diversos estudos têm enfatizado a sua relevância enquanto variável a considerar na compreensão do desenvolvimento cognitivo. Este efeito justifica-se pelo facto de as habilitações escolares parentais diferenciarem as estratégias educativas e as formas de interação pais-filhos (Oxford & Lee, 2011). De facto, pais com níveis mais elevados de escolaridade tendem a criar ambientes familiares mais estimulantes, com uma maior variedade de recursos educativos, favorecendo o desenvolvimento cognitivo e os resultados académicos (Cheadle, 2009; Veiga,

Galvão, Festas, & Taveira, 2012). Relativamente ao contexto urbano ou rural de pertença, a investigação aponta para um nível de desempenho cognitivo superior por parte das crianças do meio urbano pela maior diversidade e disponibilidade de recursos socioculturais (Ribeiro, 1998; Simões, 2000) De facto, nos testes de inteligência, as crianças do meio urbano têm apresentado resultados superiores às crianças oriundas do meio rural, principalmente em provas verbais (Lemos & Almeida, 2007; Wechsler, 2003). Nas provas não-verbais, consideradas independentes da cultura, as diferenças não são tão evidentes (Lemos & Almeida, 2007; Simões, 2000). Finalmente, o tamanho da fratria é outra variável com impacto direto e indireto no desenvolvimento das habilidades cognitivas das crianças. Vários estudos têm evidenciado um efeito negativo entre o tamanho da fratria e o desenvolvimento cognitivo geral, alegando que à medida que o número de elementos do agregado familiar aumenta, maior é o potencial de distração, afetando o número e a qualidade das interações pais-criança. Além disso, quanto maior o número de crianças presentes no seio familiar, menos estimulante se torna o ambiente intelectual pois a alocação de tempo e atenção para cada criança encontra-se prejudicada (Jæger, 2009; Lawson & Mace, 2009; Zajonc, 1983). De uma forma geral, a diluição de recursos parentais (económico, social, emocional, interpessoal) nas famílias grandes é a razão pela qual as crianças com muitos irmãos obtêm um menor desempenho cognitivo (Downey, 2001; Steelman, Powell, Werum, & Carter, 2002).

Esta breve incursão dá o mote à nossa escolha por uma investigação em torno da diferenciação das habilidades cognitivas na infância, sendo certo que a sua definição, desenvolvimento e avaliação ocupam uma posição central no quadro das teorias da inteligência e tem congregado o interesse de vários autores, independentemente do referencial teórico que assumem (psicométrico, desenvolvimentista, cognitivista). De uma forma geral, pretende-se contribuir para uma melhor compreensão sobre a relação entre as habilidades cognitivas e o (in)sucesso escolar dos alunos. Esta informação acaba por ser relevante na intervenção psicológica em contexto escolar e, particularmente, neste grupo etário de crianças (dos 5 aos 9 anos), pautado por grande maleabilidade em termos de aprendizagens e de mudanças cognitivas (Almeida, 1994). A obtenção de informação acerca do perfil das habilidades cognitivas na infância contribui para a compreensão das dificuldades de aprendizagem e subsequentemente para a diferenciação de práticas educativas adequadas às necessidades de cada aluno. Ainda no sentido de aprofundar a investigação sobre as habilidades cognitivas na

infância, o presente estudo incluiu a análise das diferenças nos resultados das provas considerando uma série de variáveis socioculturais, como o nível socioeconómico, o meio urbano/rural de pertença dos alunos, as habilitações académicas parentais e o tamanho da fratria, descritas anteriormente. Da mesma forma, pretendeu-se verificar como, em termos de perfis intelectuais diferenciados, se organizam os resultados nas várias provas e em função do nível intelectual das crianças.

A operacionalização destes objetivos foi possível através do tratamento de dados obtidos a partir da *Escala de Competências Cognitivas para Crianças dos 4 aos 10 anos – ECCOs 4/10* (Brito & Almeida, 2009). A ECCOs 4/10 é uma bateria de avaliação cognitiva e de aplicação individual, enquadrada nas provas compósitas de inteligência. Esta escala avalia seis habilidades cognitivas através de tarefas de conteúdo verbal e não-verbal: percepção, memória, compreensão, raciocínio, resolução de problemas e pensamento divergente. A prova perceptiva (Comparação de Figuras), presente unicamente no conteúdo não-verbal, avalia a capacidade para diferenciar pormenores e imagens muito semelhantes entre si, num tempo limitado de realização. As duas provas de memória procuram avaliar competências de memória a curto prazo e apelam de forma significativa para as capacidades de atenção e codificação de informação. A prova verbal (Elementos em Frase) exige a retenção de nomes contextualizados em frases e a prova não-verbal (Elementos em Árvore) implica a retenção da localização de pormenores em imagens, que serão evocados logo após a sua apresentação. As provas de compreensão avaliam a capacidade de extração de significado da informação recebida, através de absurdos integrados em frases na prova verbal (Frases Absurdas), ou em imagens na prova não-verbal (Desenhos Absurdos). As duas provas de raciocínio avaliam a capacidade de apreender e aplicar relações. As tarefas estão no formato de analogias, aplicadas a conteúdos verbais (Frases Incompletas) e figurativos (Figuras Incompletas), combinando-se, em cada item, diferentes tipos e número de transformações. As provas de resolução de problemas avaliam o pensamento sequencial e organizado, tendo em vista a resolução satisfatória de um determinado problema. As questões problemáticas na ECCOs 4/10 são de natureza quantitativa na prova verbal (Situações Quantitativas), e de construção de padrões face a modelos na prova não-verbal (Composição de Padrões). As duas provas de pensamento divergente avaliam a competência de produzir ideias flexíveis e originais. São apresentadas à criança, tarefas que a levarão a criar figuras partindo de seis barras de madeira na prova não-verbal (Construção de Figuras) e a finalizar uma breve história que se interrompeu no seu ponto mais alto na prova verbal (Construção de Histórias). As

tarefas usadas na avaliação aproximam-se do quotidiano das crianças, recorrendo a material lúdico e colorido. Estudos realizados conduziram à criação de normas que tornam possível a comparação de cada criança com o seu grupo de referência. A análise dos resultados obtidos com esta versão da escala aponta para índices de consistência interna elevados, compreendidos entre .87 e .97, e os coeficientes de estabilidade oscilaram entre .90 e .49. A análise fatorial dos resultados ora aponta para apenas um fator geral de habilidade cognitiva ora diferencia as provas de pensamento divergente das restantes nove provas, originando dois fatores (Brito, Almeida, Ferreira, & Guisande, 2011).

Cobrindo esta diversidade de objetivos, o presente projeto de investigação, redigido na base da compilação de um conjunto de artigos, de acordo com o Decreto-Lei n.º 230/2009, de 14 de setembro, que altera o Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, referente a graus e diplomas de Ensino Superior, e em conformidade com a regulamentação específica aprovada pelo Conselho Científico do Instituto de Educação da Universidade do Minho, apresenta cinco artigos publicados em revistas de divulgação científica. Salvaguarda-se, no entanto que, na presente dissertação, e para efeitos de uma apresentação devidamente enquadrada e coerente dos artigos, a sequência não segue a data de publicação dos trabalhos, pois, a sua edição e publicação não se constituiu um processo linear. Os trabalhos científicos são expostos, adiante, com a seguinte sequência:

Artigo 1 - Martins, A. A. (2015). A abordagem psicométrica da inteligência: Conceptualização da diferenciação cognitiva. *Psicologia, Educação e Cultura*, 19(2), 155-169.

Neste manuscrito, enquadra-se teoricamente o tema e os objetivos deste projeto de investigação. Tomando uma perspetiva histórica, começa-se com uma exposição geral da abordagem psicométrica da inteligência e descreve-se os seus principais modelos teóricos constituintes. Parte-se de uma conceção unitária da inteligência, representada por uma habilidade geral, capaz de apreender significados, estabelecer ou aplicar relações (fator *g*), para os defensores de uma inteligência múltipla ou constituída por várias habilidades autónomas e diferenciadas entre si, terminando com os modelos mais recentes que defendem uma organização hierárquica das habilidades cognitivas, assumindo quer fatores mais específicos de 1.ª ordem, quer fatores mais gerais (de 2.ª ordem e 3.ª ordem) comuns a diferentes tipos de testes ou tarefas cognitivas. No decorrer do texto, debate-se a configuração da estrutura das habilidades cognitivas ao longo do percurso desenvolvimental dos indivíduos e explana-se a sua relevância incontornável na

explicação dos desempenhos individuais e nas diferenças interindividuais, Neste contexto, introduz-se o conceito de diferenciação cognitiva à luz de duas teorias importantes: *the age differentiation hypothesis* e *the Spearman's law of diminishing returns*.

Artigo 2 - Martins, A. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2015). A estrutura da inteligência na infância: Desenvolvimento e diferenciação cognitiva. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 57-66.

Neste manuscrito, tecem-se algumas considerações sobre a estrutura da inteligência na infância e a pertinência da sua avaliação, examinando-se a importância reconhecida formalmente às habilidades cognitivas na explicação do (in)sucesso escolar. Com este propósito, tomou-se em conta uma amostra de 360 crianças com 5, 7 e 9 anos, a frequentar a Educação Pré-escolar e o 1.º Ciclo do Ensino Básico e considerou-se o seu desempenho intelectual nas diversas funções cognitivas avaliadas pela *Escala de Competências Cognitivas para Crianças (ECCOs 4/10)*. Os resultados obtidos a partir de uma análise fatorial exploratória apontam para a predominância de um fator geral de inteligência nesta faixa etária, indo ao encontro da posição de alguns autores que associam a diferenciação das habilidades cognitivas com o início da adolescência, fruto de experiências académicas e interesses mais específicos.

Artigo 3 - Martins, A. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2016). The factorial structure of cognitive abilities in childhood. *European Journal of Education and Psychology*, 9(1), 38-45.

Neste manuscrito, alude-se à controvérsia existente entre a postura unitária e as concepções multidimensionais da estrutura da inteligência na infância, através da validação fatorial de três modelos suportados pela abordagem psicométrica da inteligência. São apresentados os dados de 472 crianças, com 5, 7 e 9 anos, recolhidos a partir da ECCOs 4/10, WPPSI-R e WISC-III. De acordo com os resultados obtidos através das análises fatoriais confirmatórias, o modelo com três fatores (Compreensão Verbal, Compreensão Espacial, Processos Básicos) é aquele que apresenta melhores índices de ajustamento, parecendo confirmar a possibilidade de uma diferenciação das habilidades cognitivas tomando esta amostra de crianças. No entanto, uma análise de invariância do modelo de medida mostra que a sua estrutura fatorial não é estável ao longo das três faixas etárias, indicando que a emergência das habilidades cognitivas pode estar condicionada pelas aprendizagens escolares e pelas experiências do quotidiano das crianças.

Artigo 4 - Martins, A. A., Gomes, C. M. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2017). The structure of intelligence in childhood: Age and socio-familiar impact on cognitive differentiation. *Psychological Reports, 0*(0), 1-14.

Neste artigo, aprofunda-se a natureza e o desenvolvimento das habilidades cognitivas na infância, reconhecendo a importância que as variáveis sociofamiliares desempenham no desenvolvimento da estrutura intelectual. Para este fim, tomou-se em consideração os dados recolhidos a partir da ECCOs 4/10, numa amostra de 470 alunos, com 5, 7 e 9 anos, e testou-se a validade fatorial de dois modelos subjacentes às teorias psicométricas da inteligência, por intermédio de análises fatoriais confirmatórias. A partir da comparação dos dois modelos verificou-se que o modelo multifatorial apresenta uma solução mais ajustada que o modelo de um único fator. Contudo, dada a estabilidade observada desta estrutura fatorial aos 5, 7 e 9 anos, a hipótese da diferenciação progressiva das habilidades cognitivas com a idade não foi confirmada. Adicionalmente, do estudo do efeito das variáveis sociofamiliares sobre esta estrutura fatorial, através de uma *path analysis* confirmatória, destaca-se o impacto significativo que o número de irmãos tem no desempenho cognitivo das crianças.

Artigo 5 - Martins, A. A., Soares, D. L., Brito, L., Lemos, G. C., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2017). A diferenciação cognitiva na infância: Um estudo de perfis cognitivos. *Estudos de Psicologia, 34*(1), 87-95.

Neste texto, com base na literatura e nos dados obtidos, examina-se a necessidade de conhecer as peculiaridades do desenvolvimento cognitivo para se promoverem medidas educativas que o favoreçam. Mediante a avaliação cognitiva de 231 alunos de 5, 7 e 9 anos distribuídos em função de três grupos de desempenho intelectual (QI alto, QI médio, QI baixo), os resultados obtidos na ECCOs 4/10 e a partir de uma análise hierárquica de *clusters*, indicam a ausência de uma diferenciação das habilidades cognitivas nesta faixa etária, segundo os critérios de diferenciação estabelecidos para este estudo. No entanto, uma análise mais cuidada dos perfis cognitivos que emergem aos 5, 7 e 9 anos suporta a ideia de uma maior especialização intelectual dos alunos com nível de desempenho mais elevado. Tendo em conta, o debate tão atual sobre uma educação inclusiva e de qualidade para todos, deste artigo derivam considerações importantes acerca do impacto dos currículos educativos no desenvolvimento da estrutura da inteligência na infância.

NOTA: Listados os artigos coletados tendo em vista responder às orientações do Conselho Científico do Instituto de Educação da Universidade do Minho para efeitos de apresentação da tese de doutoramento no formato de compilação de artigos, apresentamos de seguida algumas outras publicações em coautoria versando assuntos próximos do tema deste tese.

Artigos:

Alves, A. F. Martins, A. A., & Almeida, L. S. (2015). Desempenho cognitivo: Diferenças entre crianças do pré-escolar e início do ensino básico. *Psicologia, Educação e Cultura*, 19(1), 32-43.

Alves, A.F., Gomes, C. M., Martins, A. A. & Almeida, L. S. (2016). Social and cultural contexts change but intelligence persists as incisive to explain children´s academic achievement. *International Scientific Researches Journal*, 72(9), 70-89.

Alves, A.F., Martins, A. A. & Almeida, L. S. (2016). Interactions between sex, socioeconomic level and children´s cognitive performance. *Psychological Reports*, 118(2), 471–486.

Alves, A.F., Gomes, C. M., Martins, A. A. & Almeida, L. S. (2017). Cognitive performance and academic achievement: How family and school converge? *Manuscrito submetido para publicação*.

Alves, A.F., Lemos, G. C., Brito, L., Martins, A. A. & Almeida, L. S. (2017). Desempenho cognitivo na infância: A mãe e o meio urbano fazem a diferença. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 32(3), 1-9.

Martins, A. A., Gomes, C. M. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2017). Spearman´s law of diminishing returns: A study with Portuguese children. *Manuscrito submetido para publicação*.

Textos em Atas:

Alves, A. F. Martins, A. A., & Almeida, L. S. (2015, janeiro). Desempenho cognitivo na infância: Transição da pré-escola para o ensino básico. In *Atas do III Seminário Internacional “Cognição, Aprendizagem e Desempenho”*. Braga: Universidade do Minho. ISBN: 978-989-8525-40-6.

Alves, A. F. Martins, A. A., Lemos, G. C., & Almeida, L. S. (2014, julho). Pais e comunidade: quem se destaca no desenvolvimento cognitivo da criança?. In *Actas do II Seminário Internacional “Cognição, Aprendizagem e Desempenho”*. Braga: Universidade do Minho.

- Alves, A. F., Martins, A. A., Brito, L. D., & Almeida, L. S. (2014, fevereiro). Impacto das variáveis sociofamiliares no desenvolvimento cognitivo da criança. In *Actas do I Seminário Internacional "Cognição, Aprendizagem e Rendimento"*. Braga: Universidade do Minho.
- Martins, A. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2015, janeiro). O fator g de Spearman e a indiferenciação das habilidades cognitivas na infância. In *Atas do III Seminário Internacional "Cognição, Aprendizagem e Desempenho"*. Braga: Universidade do Minho.
- Martins, A. A., Alves, A. F., Brito, L. D., & Almeida, L. S. (2014, julho). A especialização cognitiva na infância: A hipótese da diferenciação. In *Actas do II Seminário Internacional "Cognição, Aprendizagem e Desempenho"*. Braga: Universidade do Minho.
- Martins, A. A., Alves, A. F., Brito, L. D., & Almeida, L. S. (2014, fevereiro). A controvérsia da avaliação psicológica e o estudo da diferenciação cognitiva na infância. In *Actas do I Seminário Internacional "Cognição, Aprendizagem e Rendimento"*. Braga: Universidade do Minho.

Referências:

- Almeida, L. S. (1988). O impacto das experiências cognitivas na diferenciação cognitiva dos alunos: Análise dos resultados em provas de raciocínio. *Revista Portuguesa de Psicologia*, 24, 131–157.
- Almeida, L. S. (1994). *Inteligência: definição e medida*. Aveiro: CIDInE.
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., & Ferreira, A. I. (2009). *Inteligência: Perspectivas teóricas*. Coimbra: Edições Almedina.
- Anastasi, A., & Urbina, S. (2000). *Testagem Psicológica* (7ª ed.). Porto Alegre: Artmed Editora.
- Binet, A. (1905). New methods for the diagnosis of the intellectual level of subnormals. *L'Annee Psychologique*, 12, 191–244.
- Binet, A., & Simon, T. (1905). Methodes nouvelles pour le diagnostic du niveau intellectuel des anormaux. *L'Annee Psychologique*, 11, 191–244.
- Brito, L., & Almeida, L. S. (2009). *Escala de Competências Cognitivas para Crianças - ECCOs 4/10: Manual*. Porto: Edição dos autores.
- Brito, L., Almeida, L. S., Ferreira, A., & Guisande, M. (2011). Contribución de los procesos y

- contenidos a la diferenciación cognitiva en la infancia: Un estudio con escolares portugueses. *Infancia Y Aprendizaje*, 34(3), 323–336. <http://doi.org/10.1174/021037011797238540>
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge: Harvard University Press.
- Burger, K. (2010). How does early childhood care and education affect cognitive development? An international review of the effects of early interventions for children from different social backgrounds. *Early Childhood Research Quarterly*, 25(2), 140–165. <http://doi.org/10.1016/j.ecresq.2009.11.001>
- Burt, C. (1949). The structure of mind: A review of the results of factor analysis. *British Journal of Educational Psychology*, 19, 100–111, 176–199. <http://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1949.tb01621.x>
- Burt, C. (1954). The differentiation of intellectual ability. *British Journal of Educational Psychology*, 24(2), 76–90. <http://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1954.tb02882.x>
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cattell, R. B. (1941). Some theoretical issues in adult intelligence testing. *Psychological Bulletin*, 38, 592.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Cheadle, J. E. (2009). Parent educational investment and children's general knowledge development. *Social Science Research*, 38(2), 477–491. <http://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2008.12.002>
- Decreto-Lei n.º 230/2009 de 14 de setembro do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. Diário da República: I série, N.º 178 (2009). Acedido a 1 maio 2015. Disponível em www.dre.pt.
- Detterman, D. K., & Daniel, M. H. (1989). Correlations of mental tests with each other and with cognitive variables are highest for low IQ groups. *Intelligence*, 13, 349–359.
- Downey, D. B. (2001). Number of siblings and intellectual development: The resource dilution explanation. *American Psychologist*, 56(6–7), 497–504. <http://doi.org/10.1037/0003-066x.56.6-7.497>
- Ferguson, G. A. (1956). On transfer and the abilities of man. *Canadian Journal of Psychology*, 10(3), 121–131. <http://doi.org/10.1037/h0083676>

- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiples intelligence*. New York: Basic.
- Gardner, H. (2003). *La inteligencia reformulada. Las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. Barcelona: Paidós.
- Garrett, H. E. (1946). A developmental theory of intelligence. *The American Psychologist*, 1(9), 372–378. <http://doi.org/10.1037/h0056380>
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Horn, J. (1968). Organization of abilities and the development of human intelligence. *Psychological Review*, 75(3), 242–259. <http://doi.org/10.1037/h0025662>
- Horn, J. H. (1991). Measurement of intellectual capabilities: A review of theory. In K. S. McGrew, J. K. Werder, & R. W. Wood (Eds.), *Woodcock WJ-R Technical Manual* (pp. 197–245). Allen, TX: DLM.
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized general intelligences. *Journal of Educational Psychology*, 57(5), 253–270. <http://doi.org/10.1037/h0023816>
- Jæger, M. M. (2009). Sibship size and educational attainment. A joint test of the confluence model and the resource dilution hypothesis. *Research in Social Stratification and Mobility*, 27(1), 1–12. <http://doi.org/10.1016/j.rssm.2009.01.002>
- Lawson, D. W., & Mace, R. (2009). Trade-offs in modern parenting: A longitudinal study of sibling competition for parental care. *Evolution and Human Behavior*, 30(3), 170–183. <http://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2008.12.001>
- Lemos, G. C., & Almeida, L. S. (2007). Impacto de variáveis socioculturais no desempenho em testes de raciocínio. In A. A. Candeias & L. S. Almeida (Eds.), *Inteligência humana: Investigação e aplicações, Vol. 1* (pp. 199–208). Coimbra: Quarteto.
- Lourenço, O. (2000). Conceptual development: A plea for grand theories. *Contemporary Psychology: APA Reviews of Books*, 45, 662–664.
- McGrew, K. S., & Flanagan, D. P. (1998). *The intelligence test desk reference (ITDR): Gf-Gc Cross-Battery Assessment*. Boston: Allyn & Bacon.
- Oxford, M. L., & Lee, J. O. (2011). The effect of family processes on school achievement as moderated by socioeconomic context. *Journal of School Psychology*, 49(5), 597–612. <http://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.06.001>
- Piaget, J. (1943). *La psychologie de l'intelligence*. Paris: Collin.
- Piaget, J. (1973). *Seis estudos de psicologia*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

- Piaget, J., & Inhelder, B. (1979). *A psicologia da criança: Do nascimento à adolescência*. Lisboa: Moraes Editores.
- Ribeiro, I. (1998). *Mudanças no desempenho e na estrutura das aptidões: Contributos para o estudo da diferenciação cognitiva em jovens*. Braga: Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia.
- Simões, M. R. (1994). *Investigações no âmbito da aferição nacional do teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (M.P.C.R.)*. Dissertação de Doutoramento. Coimbra.
- Simões, M. R. (2000). *Investigações no âmbito da aferição nacional do teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (M.P.C.R) (1ª ed.)*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian/Fundação para a Ciência e a Tecnologia.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York: MacMillan.
- Steelman, L. C., Powell, B., Werum, R., & Carter, S. (2002). Reconsidering the effects of sibling configuration: Recent Advances and Challenges. *Annual Review of Sociology*, 28(1), 243–269. <http://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.111301.093304>
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: a triarchic theory of human intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (1986). The future of intelligence testing and training. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 5, 19–22. <http://doi.org/10.1111/j.1745-3992.1986.tb00482.x>
- Sternberg, R. J. (1994). Human intelligence: Its nature, use and interaction with context. In D. K. Detterman (Ed.), *Current topics in human intelligence, Vol. 4* (pp. 361–407). Norwood, NJ: Ablex.
- Sternberg, R. J. (1999). A triarchic approach to the understanding and assessment of intelligence in multicultural populations. *Journal of School Psychology*, 37(2), 145–159. [http://doi.org/10.1016/S0022-4405\(98\)00029-6](http://doi.org/10.1016/S0022-4405(98)00029-6)
- Sternberg, R. J. (2000). Successful intelligence: A unified view of giftedness. In V. Lieshout, F. M. Cornelis, & P. G. Heymans (Eds.), *Developing talent across the lifespan* (pp. 43–65). New York: Psychology Press.
- Sternberg, R. J. (2005). The theory of successful intelligence. *Interamerican Journal of Psychology*, 39(2), 189–202. <http://doi.org/10.1177/1069072703011002002>
- Strenze, T. (2007). Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence*, 35(5), 401–426. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2006.09.004>

- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tusing, M. E., & Ford, L. (2004). Examining preschool cognitive abilities using a CHC framework. *International Journal of Testing*, 4(2), 91–114.
http://doi.org/10.1207/s15327574ijt0402_1
- Veiga, F., Galvão, D., Festas, I., & Taveira, C. (2012). Envolvimento dos alunos na escola: relações com variáveis contextuais e pessoais - Uma revisão da literatura. *Psicologia, Educação E Cultura*, 16(2), 36–50.
- Vernon, P. E. (1961). *The structure of human abilities* (2nd ed.). London: Methuen.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.
- Walters, J. M., & Gardner, H. (1986). The theory of multiple intelligences: Some issues and answers. In R. J. Sternberg & R. K. Wagner (Eds.), *Practical intelligence: Nature and origins of competence in the everyday world*. (pp. 163–182). Cambridge: Cambridge University Press.
- Wechsler, D. (1939). *The measurement of adult intelligence*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Wechsler, D. (2003). *Escala de Inteligência de Wechsler para a Idade Pré-escolar e Primária – Edição Revista (WPPSI-R): Manual - [Adaptação Portuguesa]*. Lisboa: Cegoc.
- Zajonc, R. B. (1983). Validating the confluence model. *Psychological Bulletin*, 93(3), 457–480.
<http://doi.org/10.1037/0033-2909.93.3.457>

ARTIGO 1.

A Abordagem Psicométrica da Inteligência: Conceptualização da Diferenciação Cognitiva

Ana Azevedo Martins²²

Resumo

Associadas à problemática da definição da inteligência surgem as dificuldades com a caracterização da sua estrutura. O conceito de inteligência tem evoluído na história da psicologia, assistindo-se gradualmente à passagem de uma abordagem mais simples e geral, para teorizações mais recentes e complexas caracterizadas por um conjunto de habilidades específicas e refletindo os contextos de aprendizagem e de realização. Neste quadro, a análise fatorial tem sido insuficiente para responder ao número, natureza e organização das habilidades intelectuais, oscilando os resultados das investigações consoante as provas e amostras utilizadas. Neste artigo, tomando um enfoque histórico, apresentam-se as teorias psicométricas mais relevantes na definição e descrição operacional da inteligência ao nível das habilidades cognitivas e dos seus contributos para a avaliação psicológica.

Palavras-chave: inteligência, abordagem psicométrica, diferenciação cognitiva, habilidades, análise fatorial

No quadro da Psicometria, a investigação da inteligência tem-se centrado na sua estrutura e avaliação, bem como nas diferenças individuais de desempenho obtidas nos testes (Almeida, Guisande, & Ferreira, 2009; Sternberg, 2005). Se, por um lado, os avanços nos procedimentos estatísticos, mais precisamente na análise fatorial, permitiram explicar a variabilidade interindividual na realização intelectual através da identificação dos fatores ou dimensões constituintes da estrutura da inteligência, por outro, também possibilitaram a emergência de diversos modelos teóricos e de testes para a sua conceptualização e avaliação, respetivamente. A este respeito, e tendo em conta a controvérsia gerada, vários estudos

²² Ana Azevedo Martins, estudante de doutoramento, Centro de Investigação em Educação (CIE), Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal.

Endereço do autor para correspondência:

Ana Azevedo Martins, Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal. Tel.: +351 912984727. E-mail address: anaazevedo.martins@gmail.com (A. A. Martins)

Este trabalho é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, IP (FCT) e pelo POPH/FSE, no âmbito do projeto SFRH/BD/84153/2012.

tentaram responder a duas questões fundamentais: (1) se a estrutura da inteligência é melhor definida por uma habilidade geral (fator *g*, QI) ou por múltiplas habilidades diferenciadas, e (2) de que modo a estrutura das habilidades cognitivas se configura ao longo do percurso desenvolvimental dos indivíduos (Abad, Colom, Juan-Espinosa, & García, 2003; Bowman, Markham, & Roberts, 2002; Reynolds & Keith, 2007; Tideman & Gustafsson, 2004).

Neste artigo, considerando um enfoque teórico abordam-se dois tópicos essenciais. Um primeiro descreve a controvérsia em torno de uma visão singular ou plural da inteligência, nomeadamente o número e organização de dimensões na sua descrição operacional. O segundo apresenta a hipótese da diferenciação cognitiva consoante os níveis de desempenho intelectual ou conforme o desenvolvimento ao longo da idade dos sujeitos.

Visão Singular ou Plural da Inteligência

A abordagem psicométrica da inteligência prolongou ao longo de um século uma discussão quanto ao número e organização das suas habilidades constituintes (Almeida, 1994; Almeida et al., 2009). Para alguns autores a inteligência pode ser entendida numa perspetiva singular, seja como uma capacidade intelectual ou quociente de inteligência (Wechsler, 1989), seja como habilidade geral ou fator comum a todo o tipo de desempenho cognitivo (Spearman, 1927). Esta habilidade, definida por inteligência geral ou fator *g*, foi assumida por Spearman (1904, 1927) como a principal fonte explicativa das diferenças individuais nos desempenhos atingidos em qualquer teste ou situação académica, social e profissional envolvendo a habilidade cognitiva. Para além do fator *g*, o autor considerou que a resolução dos testes de inteligência seria também influenciada pela existência de fatores específicos, fatores *s*, com menor importância e inerentes à especificidade de cada tarefa intelectual (Almeida, Guisande, Primi, & Lemos, 2008). O fator geral (*g*) entendia-se como energia mental inata, de base neurológica, subjacente a toda e qualquer atividade intelectual, enquanto os fatores específicos (*s*), próprios de cada tarefa em particular, dependiam da aprendizagem e seriam ativados pelo fator geral (Deary, Penke, & Johnson, 2010; Jensen, 2002).

Analisando os processos cognitivos implícitos na generalidade dos testes de inteligência, Spearman (1927) operacionalizou o fator *g* em função de três componentes básicos da cognição: a apreensão de significados, a educação de relações e a educação de correlatos. Para o autor, o fator *g* seria então a capacidade dos indivíduos para apreender e assimilar situações, formular

relações entre as informações presentes e estabelecer conclusões a partir da aplicação das relações anteriormente inferidas. Por conseguinte, os testes de fator *g* enfatizam um conteúdo figurativo-abstrato dos itens, menos influenciado pela linguagem ou pelas aprendizagens anteriores, estando também mais centrados nos processos de raciocínio associados ao estabelecimento de relações e implicações em tarefas pautadas pela novidade (Almeida & Araújo, 2014; Jensen, 2002; Primi, 2002; Simões, 2000).

A visão plural da inteligência assume que, mais do que um fator geral, o desempenho cognitivo dos indivíduos traduz uma diversidade de habilidades cognitivas relativamente autónomas entre si. Um primeiro modelo teórico dentro desta perspetiva foi desenvolvido por Thurstone (1938) e organiza a inteligência em sete habilidades mentais primárias: compreensão verbal (*V*), fluência verbal (*W*), aptidão numérica (*N*), aptidão espacial (*S*), memória (*M*), velocidade percetiva (*P*) e raciocínio (*R*). Embora, a administração de uma série de provas cognitivas a um grupo de crianças intelectualmente heterogéneo, apontar a necessidade de um fator geral de segunda ordem, Thurstone manteve a primazia dos fatores primários na explicação dos desempenhos cognitivos (Thurstone & Thurstone, 1941).

Ainda nesta linha multifatorial da inteligência, Guilford (1967) propõe o modelo tridimensional da estrutura da inteligência (SOI) formado por mais de uma centena de habilidades intelectuais definidas na combinação simultânea de três dimensões: operações, conteúdos e produtos. Mais especificamente, o autor distinguiu cinco operações que estariam envolvidas no processamento de informação: cognição memória, produção convergente, avaliação e produção divergente. Cada uma destas operações poderia ser aplicada a quatro conteúdos ou tipos de informação: simbólico, semântico, figurativo e comportamental. A aplicação de uma operação mental em particular a um conteúdo específico resultaria num destes seis produtos ou formas finais que a informação poderia assumir: unidades, classes, relações, sistemas, transformações e implicações. Apesar de representar uma alteração bastante significativa face aos modelos anteriores, partindo de um quadro teórico prévio e não de uma exploração fatorial de dados, este modelo apresentou muitas dificuldades na sua verificação empírica pela sua evidente complexidade, suscitando críticas dirigidas às amostras utilizadas, aos testes selecionados e ao método usado na rotação de fatores (Almeida et al., 2009; Kaufman, 2009).

Mais recentemente, Gardner (1983) assume também uma perspetiva plural da inteligência. Para este autor, a convergência de resultados da investigação nas neurociências,

psicologia cognitiva, psicologia do desenvolvimento e, inclusive, na psicometria possibilita a identificação de várias inteligências relativamente autónomas entre si. A sua teoria, conhecida por múltiplas inteligências, reconheceu inicialmente sete inteligências: musical, linguística, visuo-espacial, corporal-cinestésica, lógico-matemática, intrapessoal e interpessoal; mais tarde, acrescenta três novas inteligências: naturalista, existencial e espiritual (Gardner, 1999).

Esta controvérsia entre a postura unitária e multifatorial da inteligência foi-se superando satisfatoriamente com o aparecimento dos modelos que defendem uma organização hierárquica das habilidades cognitivas (Almeida & Araújo, 2014; Almeida et al., 2009; Primi, 2002). Vernon (1961) estruturou as habilidades cognitivas em quatro níveis sequenciais. O nível superior da hierarquia era composto pelo fator *g* que se subdivide em dois fatores de grande grupo: o fator verbal-educativo (V:ed), influenciado pela aprendizagem, e o fator perceptivo-mecânico (K:m), de conteúdo mais prático ou espacial. Estes dois fatores, por sua vez, subdividem-se dando origem a fatores cada vez mais específicos e mais diretamente associados com as especificidades de conteúdo e de processos cognitivos inerentes às tarefas e situações de realização. Cattell (1963) e Horn (1985) desenvolveram um dos mais conhecidos modelos hierárquicos da inteligência, organizando as habilidades por níveis de generalização do seu impacto na realização cognitiva, assumindo a centralidade de uma inteligência mais neuropsicológica (*Gf* ou inteligência fluida) e uma inteligência mais associada às aprendizagens e linguagem (*Gc* ou inteligência cristalizada). Esta centralidade decorre das intercorrelações observadas entre fatores mais específicos progressivamente identificados por estes autores nas suas investigações.

Assim, com base nas correlações entre vários testes de inteligência, Hakstian e Cattell (1978) identificaram 19 fatores de primeira ordem apresentados de seguida: compreensão verbal (*V*), aptidão numérica (*N*), fator espacial (*S*), velocidade perceptiva (*P*), velocidade de encerramento (*Cs*), raciocínio indutivo (*I*), memória associativa (*Ma*), aptidão mecânica (*Mk*), flexibilidade de encerramento (*Cf*), amplitude de memória (*Ms*), ortografia (*So*), avaliação estética (*E*), memória significativa (*Mm*), originalidade I (*O1*), fluência ideacional (*Fi*), fluência de palavras (*W*), originalidade II (*O2*), precisão (*A*) e representação gráfica (*Rd*). Já anteriormente, Horn e Cattell (1967) assumiam alguns fatores gerais complementares da inteligência fluida (*Gf*) e da inteligência cristalizada (*Gc*), nomeadamente a capacidade de visualização (*Pv*), velocidade de realização (*Gs*) e capacidade de evocação e de fluência (*Gr*). Mesmo assim, o desenvolvimento e a aquisição destas habilidades dependeriam não só dos processos de

aculturação mais próximos de *Gc* como também do grau de *Gf* de cada sujeito (de Abreu, Conway, & Gathercole, 2010; Cattell, 1971; Kan, Kievit, Dolan, & van der Maas, 2011).

Mais recentemente, partindo de uma meta-análise de algumas centenas de estudos psicométricos no campo da inteligência, Carroll (1993, 2003) desenvolveu a teoria dos três estratos da inteligência, classificando as diferentes habilidades cognitivas em três níveis consoante o grau de generalização do seu impacto no desempenho cognitivo. No nível mais elevado da hierarquia (Estrato III), Carroll assumiu a existência do fator geral da inteligência, muito semelhante ao fator *g* de Spearman. Num segundo nível (Estrato II) distinguiu oito habilidades cognitivas, nomeadamente: inteligência fluida (*Gf*), inteligência cristalizada (*Gc*), memória-aprendizagem (*Gsm*), percepção visual (*Gv*), percepção auditiva (*Ga*), produção de ideias (*Glr*), velocidade de processamento cognitivo (*Gs*) e velocidade de decisão (*Gt*). Por último, na base da hierarquia (Estrato I) encontrou seis dezenas de fatores específicos ou primários associados aos processos básicos de raciocínio e a outras atividades mentais refletindo os efeitos da aprendizagem, da experiência e do enquadramento cultural.

Tomando a proximidade entre a teoria *Gf-Gc* e a teoria dos três estratos, McGrew e Flanagan (1998) desenvolveram o modelo Cattell-Horn-Carroll (teoria CHC) das habilidades cognitivas, constituindo referência inevitável na definição e avaliação da inteligência na atualidade (Tusing & Ford, 2004). O modelo apresenta uma estrutura hierárquica das habilidades cognitivas em três estratos de crescente generalidade (Flanagan, Ortiz, & Alfonso, 2007; McGrew, 2005; McGrew & Woodcock, 2001). No primeiro estrato, encontram-se aproximadamente setenta habilidades que correspondem aos fatores de primeira ordem; no segundo estrato surgem dez habilidades mais gerais, nomeadamente: inteligência fluida (*Gf*), conhecimento quantitativo (*Gq*), inteligência cristalizada (*Gc*), leitura e escrita (*Grw*), memória e aprendizagem (*Gsm*), processamento visual (*Gv*), processamento auditivo (*Ga*), armazenamento e recuperação da memória a longo prazo (*Glr*), velocidade cognitiva geral (*Gs*) e velocidade de processamento (*Gt*). Finalmente, num terceiro estrato, o fator *g* ou inteligência geral é particularmente relevante na explicação das diferenças individuais de desempenho.

As semelhanças entre o modelo de Carroll e o proposto por Cattell e Horn são evidentes, no entanto, interessa apontar algumas divergências (Willis, Dumont, & Kaufman, 2011). Primeiro, Carroll inclui no Estrato III o fator de inteligência geral (*g*) porque acreditava que a sua evidência e o seu elevado nível de generalização nos desempenhos cognitivos eram incontestáveis. Segundo, enquanto Cattell e Horn diferenciavam o conhecimento quantitativo

como um fator separado de *Gf-Gc*, Carroll acreditava que a habilidade quantitativa seria melhor classificada como uma habilidade específica de *Gf*. Finalmente, enquanto Cattell e Horn incluíam as medidas de leitura e escrita combinadas num fator separado (*Grw*), Carroll acreditava que estas duas habilidades estariam melhor subordinadas ao fator *Gc*. De acrescentar que subsiste alguma indefinição entre *Gf* e o fator *g*, uma vez que os resultados de vários estudos sugerem uma forte associação entre *Gf* e o fator *g* de Spearman (Danthiir, Wilhelm, Schulze, & Roberts, 2005; Primi, 2002). Apesar destas divergências, o modelo CHC é, neste momento, a conceção teórica com melhores evidências psicométricas para descrever as diversas habilidades cognitivas, encontrando-se hoje progressivamente associado à estrutura dos fatores ou dimensões cognitivas avaliados pelos diferentes testes de inteligência (Flanagan & Kaufman, 2009; Flanagan et al., 2007; Kaufman & Kaufman, 2004; Woodcock, McGrew, & Mather, 2001).

Apesar da maior aceitação dos modelos hierárquicos decorrentes da diferenciação e complementaridade entre inteligência fluida e inteligência cristalizada, importa uma referência ao modelo hierárquico proposto na última década por Johnson e Bouchard (2005), mais associado à teoria hierárquica de Vernon (1961). Na base da hierarquia encontra-se um primeiro estrato, constituído por fatores primários avaliados através de testes de habilidade cognitiva muito específicos. O segundo estrato é composto por habilidades ligeiramente mais amplas que o estrato anterior, mas ainda com bastante especificidade, na linha dos fatores primários de Thurstone (1938). O terceiro estrato é a principal contribuição deste modelo, e contém três fatores: um verbal e outro perceptivo muito semelhantes aos fatores de grande grupo de Vernon, e um terceiro, também de habilidade perceptiva, mas associado à rotação e movimentação de figuras. Neste terceiro nível, os fatores encontravam-se correlacionados entre si, indicando a necessidade de um quarto estrato composto apenas por um fator que identificaram como a inteligência geral (fator *g*). Este modelo não apresenta uma estrutura rígida, uma vez que os testes específicos podem aparecer associados a mais do que um fator do segundo estrato e este, por sua vez, pode saturar em mais do que um fator no terceiro estrato. Tendo em conta os acrónimos dos nomes dos fatores do terceiro e quarto estratos, este modelo passou a ser referido como *g-VPR* (Johnson & Bouchard, 2005; Johnson, Nijenhuis, & Bouchard, 2008).

Diferenciação das Habilidades Cognitivas

De uma forma geral, a hipótese da diferenciação cognitiva tem sido sistematizada de acordo com duas questões distintas. A primeira diz respeito à diferenciação proveniente do

desenvolvimento psicológico e das aprendizagens escolares, visível tomando a evolução cognitiva ao longo da idade dos sujeitos. A segunda refere-se à diferenciação nas habilidades cognitivas que pode ser observada em diferentes níveis de capacidade mas na mesma faixa etária. Mais especificamente, a primeira questão diz respeito à hipótese da diferenciação cognitiva com a idade (*age differentiation hypothesis*) e foi proposta inicialmente por Garrett (1946) que, considerando a estrutura da inteligência mutável, defendeu que durante o processo de desenvolvimento, a habilidade cognitiva geral daria progressivamente lugar a um conjunto de habilidades bastante específicas e diferenciadas entre si. Na mesma linha, a teoria do investimento de Cattell (1971) propõe que o indivíduo começa por apresentar uma única habilidade geral (inteligência fluída, *Gf*), fortemente associada ao exercício dos processos cognitivos básicos de percepção, memória e raciocínio que, a partir da escolarização, experiências e motivações, é investida no desenvolvimento de habilidades diferenciadas (inteligência cristalizada, *Gc*). Assim, com o avançar da idade assiste-se a uma progressiva diminuição da importância de *Gf* face à acentuada emergência de *Gc*, fruto da aculturação e das aprendizagens. Vários autores têm associado a progressiva diferenciação cognitiva com a idade à crescente importância que os fatores não cognitivos ou ambientais desempenham ao longo do desenvolvimento, nomeadamente, traços de personalidade, interesses, motivações, escolhas vocacionais, nível socioeconómico, experiências académicas ou crenças de autoeficácia (McArdle, Hamagami, Meredith, & Bradway, 2000; O'Connor & Paunonen, 2007). Estudos recentes têm apresentado resultados contraditórios a propósito da hipótese da diferenciação cognitiva com a idade. Se os resultados empíricos de alguns estudos não sustentam esta hipótese (Juan-Espinosa, Cuevas, Escorial, & García, 2006; Molenaar, Dolan, Wicherts, & van der Maas, 2010; Rietveld, Dolan, van Baal, & Boomsma, 2003), outros confirmam a hipótese da diferenciação (Kane & Brand, 2006; Li et al., 2004; Tideman & Gustafsson, 2004; Tusing & Ford, 2004), justificando-se maior investigação na área.

A segunda questão associada à hipótese da diferenciação cognitiva diz respeito à *law of diminishing returns* (SLDR) proposta por Spearman (1927), quando demonstrou que em níveis mais elevados de inteligência a estrutura cognitiva é mais diferenciada e o fator *g* terá um contributo menor para o desempenho cognitivo. Apesar de alguns estudos não encontrarem suporte para a SLDR (Arden & Plomin, 2007; Coyle, Snyder, Pillow, & Kochunov, 2011; Hartmann & Reuter, 2006; Hartmann & Teasdale, 2005; Murray, Dixon, & Johnson, 2013; Saklofske, Yang, Zhu, & Austin, 2008), a sua presença nos testes de inteligência é geralmente suportada, quer em

amostras com crianças quer com adultos (Abad et al., 2003; Coyle & Rindermann, 2013; Facon, 2006; Kane, Oakland, & Brand, 2006; Reynolds, Keith, & Beretvas, 2010).

Várias hipóteses têm surgido com vista a explicar este padrão mais diferenciado junto dos indivíduos com melhores desempenhos cognitivos. Detterman (2002) atribuiu a razão desta relação inversa a um défice nos processos cognitivos centrais, que limitaria a eficiência de todo o sistema de processamento de informação. Os indivíduos com QI baixo apresentariam processos centrais ineficientes e um nível global de funcionamento reduzido, logo desempenhos cognitivos bastante semelhantes entre si. Por outro lado, como os processos centrais dos indivíduos com QI elevado se encontram intactos, as diferenças individuais nas habilidades cognitivas emergiam principalmente dos processos cognitivos periféricos e, como tal, apresentariam desempenhos cognitivos mais variáveis. Outra possível explicação foi sugerida por Tucker-Drob (2009) segundo a qual, os componentes cognitivos de ordem superior e o conhecimento estão hierarquicamente estruturados, logo o diversificado leque de comportamentos complexos é produto de uma gama mais estreita de comportamentos ou habilidades simples. Dado que os comportamentos mais complexos podem ser expressos apenas por aqueles com capacidade para comportamentos de componentes mais simples, aqueles que operam em níveis mais elevados de funcionamento podem-se especializar num subconjunto de uma ampla gama de comportamentos e os perfis destes indivíduos de alto funcionamento seria mais heterogéneo. Abad e colaboradores (2003) defendem a escolaridade como a principal causa da diferenciação das habilidades cognitivas. Se a inteligência é um bom preditor do rendimento académico, as atividades escolares em si mesmas fazem aumentar o desempenho em testes de QI através da aquisição de conhecimento declarativo e processual. Desta forma, a escolaridade do indivíduo contribuiria para reduzir a complexidade dos itens das escalas de inteligência e, por essa razão, o peso de *g*. As correlações entre os subtestes deveriam diminuir com o aumento da idade e do QI porque como os indivíduos mais capazes tendem a ir mais longe na escolaridade e assimilam conhecimento mais rapidamente, as suas habilidades cognitivas seriam mais diferenciadas. Finalmente, Anderson, 2001 concebeu a teoria do mecanismo de processamento básico (BPM), segundo a qual, a diferenciação ocorria em níveis mais elevados de inteligência porque uma maior velocidade de processamento aumentava a capacidade para algoritmos complexos dando origem a desempenhos cognitivos mais dependentes do poder intrínseco dos processadores específicos, isto é, mais diferentes entre si. Por outro lado, nos níveis mais baixos de inteligência, a diminuição da velocidade do mecanismo

de processamento básico restringia a produção dos processadores específicos tornando os desempenhos cognitivos mais semelhantes entre si.

Discussão e Conclusão

A relevância da inteligência na investigação e intervenção psicológica, em resposta a necessidades da própria sociedade, justifica um esforço contínuo dos investigadores na área em termos da sua definição e avaliação. Ao longo da história da psicologia, a ausência de uma definição consensual de inteligência suscitou grande discussão na forma da sua avaliação (Almeida, 1994; Kaufman, 2009). Por outro lado, a operacionalização de uma definição permitirá uma maior convergência de esforços em torno do desenvolvimento das habilidades cognitivas na infância e adolescência, assim como na compreensão do impacto da inteligência no rendimento académico e no processo de tomada de decisão vocacional dos alunos (Almeida, Guisande, & Simões, 2007; Primi, Ferrão, & Almeida, 2010; Seabra-Santos, 2000; Strenze, 2007). Na realidade, e mesmo reconhecendo que outras variáveis pessoais e contextuais interferem no desenvolvimento e desempenho cognitivo, nas aprendizagens e no rendimento escolar (Araújo & Almeida, 2014; McArdle et al., 2000; O'Connor & Paunonen, 2007), as habilidades cognitivas assumem uma importância incontornável na explicação dos desempenhos individuais e nas diferenças interindividuais justificando o esforço dos investigadores na melhor compreensão da sua estrutura e na forma como essa estrutura se expressa ao longo do desenvolvimento dos indivíduos.

Uma questão central dessa investigação passa necessariamente pela identificação das habilidades que melhor descrevem os níveis de desempenho dos indivíduos nas situações do seu quotidiano. Neste tópico, o debate tem-se centrado em torno do número de habilidades cognitivas em que a inteligência se organiza e no grau de independência que estas estabelecem entre si. Gradualmente, a investigação tem permitido a passagem de uma abordagem mais simples e geral, que dominou a primeira metade do século 20, para teorizações mais recentes e complexas caracterizadas por um conjunto de habilidades específicas decorrentes das propriedades neurológicas do sistema nervoso central (SNC) e das aprendizagens ou experiências dos indivíduos. Assim, parece existir algum entendimento em torno de uma conceção plural de inteligência propondo uma certa independência das suas habilidades cognitivas.

Um ponto ainda envolto em controvérsia prende-se com a organização dessas diversas habilidades. A sua autonomia ou independência aparece hoje defendida na teoria das inteligências múltiplas (Gardner, 1983), enquanto modelos hierárquicos propõem a sua interdependência. Neste sentido, a teoria CHC das habilidades cognitivas oferece na atualidade, uma das melhores descrições da estrutura da inteligência (Flanagan & Kaufman, 2009; Flanagan et al., 2007; Kaufman & Kaufman, 2004; Keith & Reynolds, 2010; Tusing & Ford, 2004; Woodcock et al., 2001). Esta visão hierárquica das habilidades cognitivas tem também beneficiado, na sua consolidação, do uso de metodologias mais evoluídas de análise dos resultados. Os modelos de equações estruturais têm contribuído para um aumento na precisão e validade da investigação psicométrica no campo da inteligência (Molenaar et al., 2010; Murray et al., 2013), em particular no que diz respeito ao estudo da diferenciação cognitiva. Por outro lado, estando os resultados das investigações fortemente associados às provas e amostra utilizadas (Almeida et al., 2008; Sternberg & Kaufman, 1996), antecipa-se que estes modelos de análise, assentes em variáveis latentes, proporcionem uma maior convergência e generalização dos resultados dos estudos.

Referências

- Abad, F. J., Colom, R., Juan-Espinosa, M., & García, L. F. (2003). Intelligence differentiation in adult samples. *Intelligence, 31*, 157–166.
- Almeida, L. S. (1994). *Inteligência: definição e medida*. Aveiro: CIDInE.
- Almeida, L. S., & Araújo, A. M. (2014). Inteligência e aprendizagem: Confluência no desenvolvimento cognitivo e no sucesso académico. In L. S. Almeida & A. M. Araújo (Eds.), *Aprendizagem e sucesso escolar: Variáveis pessoais dos alunos* (1ª ed., pp. 47–89). Braga: ADIPSIEDUC.
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., & Ferreira, A. I. (2009). *Inteligência: Perspectivas teóricas*. Coimbra: Edições Almedina.
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., Primi, R., & Lemos, G. C. (2008). Contribuciones del factor general y de los factores específicos en la relación entre inteligencia y rendimiento escolar. *European Journal of Education and Psychology, 1*(3), 5–16.
- Almeida, L. S., Guisande, M., & Simões, M. (2007). Validade preditiva dos testes de inteligência: Estudos com a Bateria de Provas de Raciocínio. *Psychologica, 45*, 71–85.
- Anderson, M. (2001). Annotation: Conceptions of intelligence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 42*, 287–298.
- Araújo, A. M., & Almeida, L. S. (2014). Variáveis pessoais no sucesso escolar dos alunos. In Almeida L.S. & A.M. Araújo (Eds.), *Aprendizagem e sucesso escolar: Variáveis pessoais dos alunos* (1ª ed., pp. 249–271). Braga: ADIPSIEDUC.

- Arden, R., & Plomin, R. (2007). Scant evidence for Spearman's law of diminishing returns in middle childhood. *Personality and Individual Differences, 42*, 743–753.
- Bowman, D. B., Markham, P. M., & Roberts, R. D. (2002). Expanding the frontier of human cognitive abilities: So much more than (plain) g! *Learning and Individual Differences, 13*, 127–158.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Carroll, J. B. (2003). The higher-stratum structure of cognitive abilities: Current evidence support g and about ten broad factors. In H. Nyborg (Ed.), *The scientific study of general intelligence: Tribute to Arthur R. Jensen* (pp. 5–21). Amsterdam: Pergamon Press.
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology, 54*, 1–22.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Coyle, T. R., & Rindermann, H. (2013). Spearman's law of diminishing returns and national ability. *Personality and Individual Differences, 55*, 406–410.
- Coyle, T., Snyder, A., Pillow, D., & Kochunov, P. (2011). SAT predicts GPA better for high ability subjects: Implications for Spearman's law of diminishing returns. *Personality and Individual Differences, 50*, 470–474.
- Danthiir, V., Wilhelm, O., Schulze, R., & Roberts, R. D. (2005). Factor structure and validity of paper-and-pencil measures of mental speed: Evidence for a higher-order model? *Intelligence, 33*, 491–514.
- De Abreu, P. M. J. E., Conway, A. R. A., & Gathercole, S. E. (2010). Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence, 38*, 552–561.
- Deary, I. J., Penke, L., & Johnson, W. (2010). The neuroscience of human intelligence differences. *Nature Reviews Neuroscience, 11*, 201–211.
- Detterman, D. K. (2002). General intelligence: Cognitive and biological explanations. In R. J. Sternberg & E. L. Grigorenko (Eds.), *The general factor of intelligence. How general is it?* (p. 223–243). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Facon, B. (2006). Does age moderate the effect of IQ on the differentiation of cognitive abilities during childhood? *Intelligence, 34*, 375–386.
- Flanagan, D. P., & Kaufman, A. S. (2009). *Essentials of WISC-IV assessment* (2nd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Flanagan, D. P., Ortiz, S. O., & Alfonso, V. (2007). *Essentials of Cross-Battery Assessment* (2nd ed.). Hoboken: Wiley.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiples intelligence*. New York: Basic.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed*. New York: Basic Books.
- Garrett, H. E. (1946). A developmental theory of intelligence. *The American Psychologist, 1*, 372–378.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hakstian, A. R., & Cattell, R. B. (1978). Higher-stratum ability structures on a basis of twenty primary abilities. *Journal of Educational Psychology, 70*, 657–669.

- Hartmann, P., & Reuter, M. (2006). Spearman's "law of diminishing returns" tested with two methods. *Intelligence, 34*, 47–62.
- Hartmann, P., & Teasdale, T. W. (2005). Spearman's "law of diminishing returns" and the role of test reliability investigated in a large sample of Danish military draftees. *Personality and Individual Differences, 39*, 1193–1203.
- Horn, J. L. (1985). Remodeling old models of intelligence. In B. B. Wolman (Ed.), *Handbook of intelligence: Theories, measurements, and applications* (pp. 267–300). New York, NY: Wiley.
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1967). Age differences in fluid and crystallized intelligence. *Acta Psychologica, 26*(2), 107–129.
- Jensen, A. R. (2002). Psychometric g: Definition and substantiation. In R. J. Sternberg & E. L. Grigorenko (Eds.), *The general factor of intelligence: How general is it?* (pp. 39–54). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Johnson, W., & Bouchard, T. J. (2005). The structure of human intelligence: It is verbal, perceptual, and image rotation (VPR), not fluid and crystallized. *Intelligence, 33*, 393–416.
- Johnson, W., Nijenhuis, J. T., & Bouchard, T. J. (2008). Still just 1 g: Consistent results from five test batteries. *Intelligence, 36*, 81–95.
- Juan-Espinosa, M., Cuevas, L., Escorial, S., & García, L. F. (2006). Testing the indifferentiation hypothesis during childhood, adolescence, and adulthood. *The Journal of Genetic Psychology, 167*(1), 5–15.
- Kan, K. J., Kievit, R. A., Dolan, C. V., & van der Maas, H. L. J. (2011). On the interpretation of the CHC factor Gc. *Intelligence, 39*, 292–302.
- Kane, H. D., & Brand, C. R. (2006). The variable importance of general intelligence (g) in the cognitive abilities of children and adolescents. *Educational Psychology, 26*, 751–767.
- Kane, H. D., Oakland, T. D., & Brand, C. R. (2006). Differentiation at higher levels of cognitive ability: Evidence from the United States. *The Journal of Genetic Psychology, 167*(3), 327–341.
- Kaufman, A. S. (2009). *IQ testing 101*. New York: Springer Publishing.
- Kaufman, A. S., & Kaufman, N. L. (2004). *The Kaufman Assessment Battery for Children* (2nd ed.). Circle Pines, MN: American Guidance Services.
- Keith, T. Z., & Reynolds, M. R. (2010). Cattell-Horn-Carroll abilities and cognitive tests: What we've learned from 20 years of research. *Psychology in the Schools, 47*(7), 635–650.
- Li, S.-C., Lindenberger, U., Hommel, B., Aschersleben, G., Prinz, W., & Baltes, P. B. (2004). Transformations in the couplings among intellectual abilities and constituent cognitive processes across the life span. *Psychological Science, 15*(3), 155–163.
- McArdle, J. J., Hamagami, F., Meredith, W., & Bradway, K. P. (2000). Modeling the dynamic hypotheses of Gf–Gc theory using longitudinal life-span data. *Learning and Individual Differences, 12*, 53–79.
- McGrew, K. S. (2005). The Cattell-Horn-Carroll theory of cognitive abilities: Past, present, and future. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (2nd ed., pp. 136–181). New York: Guilford.
- McGrew, K. S., & Flanagan, D. P. (1998). *The intelligence test desk reference (ITDR): Gf-Gc Cross-Battery Assessment*. Boston: Allyn & Bacon.

- McGrew, K. S., & Woodcock, R. W. (2001). *Technical manual. Woodcock-Johnson III*. Itasca: Riverside Publishing.
- Molenaar, D., Dolan, C. V., Wicherts, J. M., & van der Maas, H. L. J. (2010). Modeling differentiation of cognitive abilities within the higher-order factor model using moderated factor analysis. *Intelligence, 38*, 611–624.
- Murray, A. L., Dixon, H., & Johnson, W. (2013). Spearman's law of diminishing returns: A statistical artifact? *Intelligence, 41*, 439–451.
- O'Connor, M. C., & Paunonen, S. V. (2007). Big Five personality predictors of post-secondary academic performance. *Personality and Individual Differences, 43*, 971–990.
- Primi, R. (2002). Inteligência fluida: Definição fatorial, cognitiva e neuropsicológica. *Paidéia, 12*(23), 57–75.
- Primi, R., Ferrão, M. E., & Almeida, L. S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences, 20*, 446–451.
- Reynolds, M. R., & Keith, T. Z. (2007). Spearman's law of diminishing returns in hierarchical models of intelligence for children and adolescents. *Intelligence, 35*, 267–281.
- Reynolds, M. R., Keith, T. Z., & Beretvas, S. N. (2010). Use of factor mixture modeling to capture Spearman's law of diminishing returns. *Intelligence, 38*, 231–241.
- Rietveld, M. J. H., Dolan, C. V., van Baal, G. C. M., & Boomsma, D. I. (2003). A twin study of differentiation of cognitive abilities in childhood. *Behavior Genetics, 33*(4), 367–381.
- Saklofske, D. H., Yang, Z., Zhu, J., & Austin, E. J. (2008). Spearman's law of diminishing returns in normative samples for the WISC-IV and WAIS-III. *Journal of Individual Differences, 29*, 57–69.
- Seabra-Santos, M. J. (2000). Avaliação psicológica em idade pré-escolar: O caso da avaliação da inteligência. *Psychologica, 25*, 143–162.
- Simões, M. R. (2000). *Investigações no âmbito da aferição nacional do teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (M.P.C.R) (1ª ed.)*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian/Fundação para a Ciência e a Tecnologia.
- Spearman, C. (1904). General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology, 15*, 201–293.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York: MacMillan.
- Sternberg, R. J. (2005). The theory of successful intelligence. *Interamerican Journal of Psychology, 39*, 189–202.
- Sternberg, R. J., & Kaufman, J. C. (1996). Innovation and intelligence testing: The curious case of the dog that didn't bark. *European Journal of Psychological Assessment, 12*(3), 175–182.
- Strenze, T. (2007). Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence, 35*, 401–426.
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Thurstone, L. L., & Thurstone, T. G. (1941). *Factor studies of intelligence*. Chicago: University of Chicago Press.

- Tideman, E., & Gustafsson, J.-E. (2004). Age-related differentiation of cognitive abilities in ages 3-7. *Personality and Individual Differences, 36*, 1965–1974.
- Tucker-Drob, E. M. (2009). Differentiation of cognitive abilities across the lifespan. *Developmental Psychology, 45*, 1097–1118.
- Tusing, M. E., & Ford, L. (2004). Examining preschool cognitive abilities using a CHC framework. *International Journal of Testing, 4*(2), 91–114.
- Vernon, P. E. (1961). *The structure of human abilities* (2nd ed.). London: Methuen.
- Wechsler, D. (1989). *The Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence - Revised*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Willis, J. O., Dumont, R., & Kaufman, A. S. (2011). Factor-analytic models of intelligence. In R. J. Sternberg & S. B. Kaufman (Eds.), *The Cambridge handbook of intelligence* (pp. 39–57). New York: Cambridge University Press.
- Woodcock, R. W., McGrew, K. S., & Mather, N. (2001). *Woodcock-Johnson III*. Itasca, IL: Riverside Publishing.

THE PSYCHOMETRIC APPROACH OF INTELLIGENCE: CONCEPTUALIZATION OF THE COGNITIVE DIFFERENTIATION

Abstract

Associated with the problematic of intelligence definition, the difficulties with the characterization of its structure emerge. The concept of intelligence has evolved in the history of psychology, from a simpler and general approach to recent and complex theories, characterized by a set of specific abilities and reflecting the learning and achievement contexts. In this context, the factor analysis has been insufficient to find the number, nature and organization of intellectual abilities, ranging the investigation results according with the tests and samples used. In this article, taking a historical approach, we present the most relevant psychometric theories in the definition and operational description of intelligence in terms of cognitive abilities and their contributions to the psychological evaluation.

Key-words: intelligence, psychometric approach, cognitive differentiation, abilities, factor analysis.

ARTIGO 2.

A ESTRUTURA DA INTELIGÊNCIA NA INFÂNCIA: DESENVOLVIMENTO E DIFERENCIAÇÃO COGNITIVA

Ana Azevedo Martins

Ana Filipa Alves

Leandro S. Almeida

Instituto de Educação, Universidade do Minho

Email: anaazevedo.martins@gmail.com

Fecha de Recepción: 25 Febrero 2015

Fecha de Admisión: 30 Marzo 2015

RESUMO

Apesar da controvérsia, a inteligência é considerada um dos melhores preditores da aprendizagem e do (in)sucesso académico. Alguns autores têm considerado a inteligência resultante de um único fator geral subjacente a todas as realizações cognitivas e considerado a principal fonte explicativa das diferenças individuais. Contudo, a literatura atual tem vindo a propor uma diferenciação da estrutura intelectual, considerando-a composta por uma inteligência fluida e por habilidades cognitivas desenvolvidas a partir do processo de socialização e associadas aos interesses e experiências. Com este estudo pretendemos averiguar a presença do fator *g* numa bateria de testes que avaliam várias funções cognitivas. Aplicou-se a *Escala de Competências Cognitivas para Crianças* (ECCOs 4/10) a uma amostra de 360 crianças portuguesas, com 5, 7 e 9 anos, a frequentar a educação Pré-escolar e o 1.º Ciclo do Ensino Básico. Os resultados apontam para a presença predominante de um fator geral, no entanto, outros fatores parecem tomar parte na explicação da variância, ganhando alguma especificidade cognitiva nesta faixa etária. Algumas considerações acerca da indifferenciação das habilidades cognitivas e sobre a relevância da avaliação da inteligência na aprendizagem são discutidas neste estudo.

Palavras-chave: inteligência, desenvolvimento cognitivo, fator *g*, aprendizagem, infância.

ABSTRACT

The structure of intelligence in children: Development and cognitive differentiation

Despite the controversy, intelligence is considered to be one of the most important learning and academic achievement predictors. Some authors consider that intelligence is better represented by a single general factor that is underlying to all cognitive achievements and it's considered the main explanatory source of individual differences. However, recent literature has proposed a differentia-

tion of intellectual structure, formed by a fluid intelligence and also by cognitive skills developed through the process of socialization and associated with interests and experiences. This study analyses the presence of the *g* factor in a battery of tests that assess a set of cognitive functions. A sample of 360 Portuguese children aged 5, 7 and 9 years old, attending pre-school education and the 1st cycle of basic education, completed the *Cognitive Competencies Scale for Children* (ECCOs 4/10). Results showed the predominance of a general factor. However, other factors seem to take part in explaining the variance and have gained some cognitive specificity in this age group. Some considerations about the differentiation of cognitive abilities and the relevance of the assessment of intelligence for learning are discussed in this study.

Keywords: intelligence, cognitive development, *g* factor, learning, childhood.

INTRODUÇÃO

Um dos conceitos relevantes da psicologia na análise da aprendizagem e do rendimento escolar tem a ver com a inteligência ou habilidades cognitivas dos alunos. Mais à frente descrevemos a razão de ser da importância desta variável psicológica, mas em primeiro lugar importa a sua caracterização pois é um constructo teórico pouco consensual, mesmo entre os especialistas na área (Almeida, Guisande, & Ferreira, 2009).

Associadas à problemática da definição de inteligência surgem as dificuldades com a caracterização da sua estrutura. No início do século XX, Spearman (1927) formulou a primeira teoria da inteligência baseada na correlação encontrada nos resultados em situações de realização cognitiva, assumindo um fator geral de inteligência ou fator *g* e progressivamente identificado como a principal fonte explicativa das diferenças individuais nos desempenhos em qualquer teste ou situação académica, social e profissional envolvendo a habilidade cognitiva (Colom & Flores-Mendoza, 2001; Lubinski, 2004; Mackintosh, 2011; Tucker-Drob, 2009; Willis, Dumont, & Kaufman, 2011). A inteligência resultaria assim, de um único fator geral subjacente a todas as realizações cognitivas e partilhado por todos os indivíduos em menor ou maior quantidade. A sua definição operativa inclui a apreensão de experiências ou codificação da informação, o estabelecimento de relações entre unidades de informação e a aplicação dessas relações a novos contextos, aspetos igualmente importantes na aprendizagem escolar (Almeida & Buela-Casal, 1997; Jensen, 2002; Sternberg, 1992).

O conceito de inteligência geral evolui na psicologia, assistindo-se desde meados do século passado à sua diferenciação numa inteligência fluida (*gf*) e uma inteligência cristalizada (*gc*), sendo a primeira mais estrutural e neurologicamente influenciada, e a segunda marcada pelo processo de socialização e associada às motivações, interesses e experiências (Cattell, 1971). Mais recentemente, este modelo deu origem a uma conceção hierárquica e estratificada das habilidades intelectuais (Carroll, 2003; Horn & Noll, 1997), conciliando habilidades mais gerais e mais específicas na explicação do desempenho cognitivo e dos perfis individuais de inteligência (Almeida et al., 2009).

Apesar da controvérsia em torno da definição e estrutura da inteligência, esta assume relevância na explicação da aprendizagem, nomeadamente na compreensão das suas dificuldades e do (in)sucesso académico (Almeida, Guisande, & Simões, 2007; Kane & Brand, 2006; Seabra-Santos, 2000; Spinath, Spinath, Harlaar, & Plomin, 2006; Sternberg, 2012). A investigação sugere correlações positivas entre as habilidades cognitivas e o rendimento académico (Deary, Strand, Smith, & Fernandes, 2007; Gottfredson, 2002; Lemos, Almeida, Guisande, & Primi, 2008; Primi, Ferrão, & Almeida, 2010; Strenze, 2007). Contudo, verifica-se que esta relação não se mantém estável ao longo do tempo, observando-se uma diminuição gradual dos coeficientes de correlação à medida que se avança na escolaridade, sugerindo a importância crescente de outras variáveis, nomeadamente sociofamiliares, na determinação do rendimento escolar (Colom & Flores-Mendoza, 2007; Freitas, Simões, Alves, & Santana, 2012; Lemos et al., 2008; Nisbett et al., 2012).

Sendo importante não descurar a interpretação das correlações entre inteligência e resultados académicos do próprio conceito que avaliamos com os diferentes testes de inteligência, no presente estudo avaliamos a estrutura fatorial dos resultados numa bateria de provas cognitivas por crianças com 5, 7 e 9 anos de idade.

MÉTODO

Participantes

Participaram neste estudo 360 crianças de ambos os sexos (Masculino = 48.9%; Feminino = 51.1%), com 5, 7 e 9 anos ($M=7.36$; $DP=1.44$), residentes em zonas rurais (44.8%) e urbanas (55.3%) dos distritos de Braga, Porto, Viana do Castelo e Guarda (Norte de Portugal), a frequentar a Educação Pré-escolar (18.3%) e o 1º Ciclo do Ensino Básico (81.7%), em instituições públicas (60.8%) e privadas (39.2%) de ensino. Crianças sinalizadas com necessidades educativas especiais não foram consideradas neste estudo.

Instrumento

A *Escala de Competências Cognitivas para Crianças dos 4 aos 10 anos – ECCOs 4/10* (Brito & Almeida, 2009) é uma bateria de avaliação cognitiva, de aplicação individual, criada para a população portuguesa. Enquadra-se nas provas compósitas de avaliação da inteligência, abordando uma diversidade de funções cognitivas que se combinam em índices globais de aptidão intelectual (Almeida, 1994). A escala é composta por 11 provas, que avaliam seis processos cognitivos (perceção, memória, compreensão, raciocínio, resolução de problemas e pensamento divergente), através de tarefas recorrendo a dois tipos de conteúdos (verbal ou linguístico e figurativo ou manipulativo). As tarefas usadas na avaliação aproximam-se do quotidiano das crianças, recorrendo a material lúdico e colorido. Estudos anteriores apontam para índices de consistência interna elevados, compreendidos entre .87 e .97, e a existência de um único fator (Brito & Almeida, 2009).

Procedimentos

Procurou-se jardins-de-infância e escolas de 1º ciclo, localizados em meios urbanos e rurais, aos quais se dirigiram pedidos escritos. Este pedido foi acompanhado de explicitação da natureza e objetivos do trabalho, bem como das condições de realização do mesmo. Complementarmente, foi submetido um pedido de autorização para aplicação de inquéritos/realização de estudos de investigação em meio escolar à Direção Geral da Educação (DGE). As crianças foram selecionadas tendo em conta as variáveis consideradas na definição da amostra, recebendo os seus encarregados de educação também um pedido por escrito de autorização para a aplicação da ECCOs 4/10, explicitando objetivos e condições do estudo. As crianças foram igualmente informadas dos objetivos e da natureza das tarefas a realizar, e da confidencialidade dos seus resultados. A bateria foi aplicada individualmente e tomou o tempo letivo necessário cedido pelos professores, que rondou aproximadamente os 60 a 90 minutos.

Os dados recolhidos foram analisados através do programa estatístico IBM SPSS Statistics, versão 22.0. Foram calculadas notas *standard* convertendo-se os resultados obtidos em cada teste numa escala de 1 a 20 pontos, em que a média é 10 pontos e o desvio-padrão 3, por forma a padronizar as pontuações das crianças tomando em consideração a sua idade.

RESULTADOS

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados obtidos nas 11 provas da ECCOs 4/10. A par dos valores mínimo e máximo, descrevem-se a média e desvio-padrão, assim como os coeficientes de assi-

A ESTRUTURA DA INTELIGÊNCIA NA INFÂNCIA: DESENVOLVIMENTO E DIFERENCIAÇÃO COGNITIVA

metria e de curtose de distribuição dos resultados. Uma primeira análise destes dados revela que os resultados apresentam uma dispersão satisfatória. Os valores de mínimo e máximo encontrados para cada uma das provas correspondem ao leque previsto de classificações (entre 1 a 20 pontos). Relativamente ao conjunto das médias obtidas, verifica-se que as mesmas se distribuem em torno do valor central da distribuição, no entanto, na prova de memória de contudo verbal (Elementos em Frase), a média apresenta tendência para valores mais baixos de pontuação. Os valores de assimetria e de curtose aproximam-se de zero, como desejável numa distribuição gaussiana de resultados (apenas a prova Composição de Padrões apresenta valores superiores à unidade na curtose).

Tabela 1
Resultados nas Provas da ECCOs 4/10

	n	Min	Max	M	DP	Ass	Curt
Comparação de Figuras	360	1.00	15.00	9.72	2.29	-0.37	0.72
Elementos em Árvores	360	4.00	19.00	10.92	2.77	0.40	0.63
Desenhos Absurdos	360	1.00	19.00	9.70	3.05	-0.09	0.14
Imagens Incompletas	360	1.00	17.00	9.42	2.58	-0.10	0.06
Composição Padrões	360	1.00	19.00	9.27	2.82	0.53	2.15
Construção de Figuras	360	2.00	19.00	10.41	2.91	0.47	0.40
Elementos em Frases	360	1.00	19.00	9.11	2.82	-0.01	0.16
Frases Absurdas	360	1.00	18.00	7.86	3.80	0.07	-0.42
Frases Incompletas	360	1.00	19.00	8.85	3.82	-0.01	0.01
Situações Quantitativas	360	2.00	17.00	9.26	2.83	0.11	-0.18
Construção de Histórias	360	1.00	18.00	8.54	2.89	0.41	0.47

A Tabela 2 apresenta os coeficientes de correlação entre os resultados obtidos nas diferentes provas da ECCOs 4/10. Todas as correlações obtidas são estatisticamente significativas, exceto com as provas de pensamento divergente (Construção de Figuras e Construção de Histórias). A prova de Construção de Figuras (conteúdo não-verbal) apresenta também correlações estatisticamente significativas com a maioria das provas mas com valores de correlação inferiores. A prova de Construção de Histórias (conteúdo verbal) não se correlaciona significativamente com nenhuma outra prova, a não ser com a prova de Frases Absurdas (compreensão de informação).

Tabela 2
Intercorrelações dos Resultados nas Provas da ECCOs 4/10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ComFi	-									
2. EleArv	.31***	-								
3. DesAb	.35***	.27***	-							
4. FigInc	.35***	.23***	.33***	-						
5. CoPad	.45***	.26***	.33***	.32***	-					
6. CoFig	.11*	.02	.22***	.14**	.15**	-				
7. EleFra	.34***	.26***	.25***	.33***	.24***	.12*	-			
8. FraAb	.35***	.22***	.31***	.34***	.32***	.11*	.40***	-		
9. Frasin	.36***	.17**	.37***	.33***	.28***	.07	.39***	.52***	-	
10. SitQuan	.36***	.26***	.32***	.40***	.33***	.12*	.37***	.47***	.46***	-
11. ConstHist	-.09	.07	-.04	-.06	-.07	.04	-.07	-.11*	.06	-.05

Nota. ComFi = Comparação de Figuras, EleAr = Elementos em Árvores, DesAb =

Desenhos Absurdos, FigInc = Figuras Incompletas, CoPad = Composição de Padrões,

CoFig = Construção de Figuras, EleFra = Elementos em Frase, FraAb = Frases

Absurdas, Frasin = Frases Incompletas, SitQuan = Situações Quantitativas,

ConstHist = Construção de Histórias.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

De seguida foi realizada uma análise fatorial exploratória que se iniciou com a verificação dos valores de Kaiser-Meyer-Olkin ($KMO = .859$) e do Bartlett's Test ($\chi^2 = 821.177$; $gl = 55$; $p < .001$), ambos favoráveis à fatorização dos resultados. Na Tabela 3 são apresentados os valores de saturação fatorial que apresentam pesos iguais ou superiores a .30. Tendo em conta a análise fatorial realizada (ver Tabela 3) verificou-se a extração de três componentes com valor-próprio superior à unidade (princípio de Kaiser) para a explicação das intercorrelações dos resultados nas provas para o total da amostra.

A ESTRUTURA DA INTELIGÊNCIA NA INFÂNCIA: DESENVOLVIMENTO E DIFERENCIAÇÃO COGNITIVA

Tabela 3
Análise Fatorial dos Resultados nas Provas da ECCOs 4/10

Provas	Idade 4-10 anos (n=360)		
	Componentes		
	1	2	3
Comparação de Figuras	.63		
Elementos em Árvores	.49		.33
Desenhos Absurdos	.49	.48	
Imagens Incompletas	.58		
Composição Padrões	.52	.37	
Construção de Figuras		.89	
Elementos em Frases	.65		
Frases Absurdas	.72		
Frases Incompletas	.72		
Situações Quantitativas	.71		
Construção de Histórias			.95
Valor próprio	3.73	1.07	1.03
% de variância explicada	33.92	9.75	9.33

Mais especificamente, na faixa etária dos 5 aos 9 anos, o primeiro fator explica 33.92% da variância e satura todas as provas com peso superior a .45, exceto as relativas ao pensamento divergente de ambos os conteúdos não-verbal e verbal (Construção de Figuras e Construção de Histórias), sugerindo que o primeiro fator representará funções cognitivas predominantemente associadas ao raciocínio e ao pensamento lógico. O segundo fator explica 9.75% da variância e satura três provas de natureza não-verbal com peso superior a .35, nomeadamente a prova de compreensão (Desenhos Absurdos), de resolução de problemas (Composição de Padrões) e de pensamento divergente (Construção de Figuras). Este fator associa-se aos conteúdos mais figurativos e espaciais. O terceiro fator explica 9.33% da variância e satura, com peso superior a .30, duas provas, uma delas de conteúdo não-verbal associada à memória (Elementos em Árvore) e a outra associada ao pensamento divergente de natureza verbal (Construção de Histórias). Este terceiro fator satura provas que mais implicam, na sua realização, os processos cognitivos básicos de retenção e evocação de informação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas temos assistido a algumas mudanças na concepção teórica da inteligência, na avaliação das competências cognitivas e na interpretação dos resultados dessa avaliação (Woodcock, 2002). No quadro da Psicometria, diversos modelos teóricos têm fornecido concepções compreensivas acerca das habilidades intelectuais, no entanto várias são as questões que perma-

necem em aberto, oscilando os resultados das investigações consoante as provas usadas ou a idade e a origem social dos indivíduos das amostras. Mesmo assim, estas dificuldades não retiram a relevância prática dos testes na avaliação psicológica da inteligência (Almeida, 1994, Almeida et al. 2009). A avaliação cognitiva em idades precoces ganha relevância no contexto da Psicologia da Educação, pois permite identificar possíveis atrasos no desenvolvimento intelectual e estabelecer diferentes perfis tomando em conta o desempenho das crianças nas diversas funções cognitivas (Gauy & Guimarães, 2006), permitindo pensar numa diferenciação dos métodos de ensino atendendo às capacidades da criança (Brito & Almeida, 2009).

Dada a relevância das habilidades intelectuais na aprendizagem e no rendimento escolar (Freberg, 2008; Naglieri & Bornstein, 2003; Sternberg, Grigorenko, & Bundy, 2001), com este estudo pretendeu-se avaliar a estrutura fatorial de uma bateria de inteligência usada em Portugal. Os resultados apontam para a predominância de um fator geral de inteligência, que explica aproximadamente 30% da variância dos resultados nas 11 provas, como já havia acontecido em estudos preliminares com a ECCOs 4/10 (Brito & Almeida, 2000, 2009). Contudo, outros fatores parecem tomar alguma parte na percentagem de variância explicada, ganhando alguma relevância e especificidade cognitiva nesta faixa etária dos 5 aos 9 anos. Alguns autores têm defendido que com o avançar da idade, as aptidões cognitivas tornar-se-iam menos correlacionadas entre si, o que se refletiria nas estruturas fatoriais obtidas nos diversos testes de aptidões (Abad, Colom, Juan-Espinosa, & García, 2003; Tideman & Gustafsson, 2004; Tusing & Ford, 2004). Neste sentido, apesar de nesta faixa etária não ser evidente uma especialização da estrutura cognitiva, é possível que, com o início da adolescência, fruto de experiências académicas mais diferenciadas, se assista a uma mudança progressiva de uma habilidade intelectual genérica (*g* ou *Gf*) para habilidades cognitivas mais diferenciadas (Carlstedt, 2001; Kan, Kievit, Dolan, & van der Maas, 2011; Kvist & Gustafsson, 2008).

Por último, algumas limitações podem ser apontadas a este estudo, designadamente no que diz respeito à dimensão da amostra. Nessa altura, seria interessante averiguar se a estrutura fatorial nos três grupos etários (5, 7 e 9 anos) se mantém invariável quando analisados separadamente. Outra fragilidade diz respeito à tipologia do estudo, que neste caso é transversal. Um estudo longitudinal que permitisse avaliar a estrutura fatorial numa amostra de crianças ao longo do tempo, seria muito interessante. Ainda neste estudo não foi possível considerar as classificações escolares das crianças da amostra para se apreciar quanto os resultados na bateria explicam o seu rendimento académico.

Nota: Este trabalho é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, IP (FCT) e pelo POPH/FSE, no âmbito do projeto SFRH/BD/84153/2012.

REFERÊNCIAS

- Abad, F. J., Colom, R., Juan-Espinosa, M., & García, L. F. (2003). Intelligence differentiation in adult samples. *Intelligence*, *31*, 157–166.
- Almeida, L. S. (1994). *Inteligência: definição e medida*. Aveiro: CIDInE.
- Almeida, L. S., & Buela-Casal, G. (1997). Evaluación de la inteligencia general. In G. Buela-Casal & J. Sierra (Eds.), *Manual de evaluación psicológica: Fundamentos, técnicas y aplicaciones*. Madrid: Siglo XXI de España Editores, S.A.
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., & Ferreira, A. I. (2009). *Inteligência: Perspectivas teóricas*. Coimbra: Edições Almedina.
- Almeida, L. S., Guisande, M., & Simões, M. (2007). Validade preditiva dos testes de inteligência: Estudos com a Bateria de Provas de Raciocínio. *Psychologica*, *45*, 71-85.
- Brito, L., & Almeida, L. S. (2000). *Escala de Competências Cognitivas para Crianças (ECCOs 4/7): Manual*. Porto: Edição dos autores.

A ESTRUTURA DA INTELIGÊNCIA NA INFÂNCIA: DESENVOLVIMENTO E DIFERENCIAÇÃO COGNITIVA

- Brito, L., & Almeida, L. S. (2009). *Escala de Competências Cognitivas para Crianças - ECCOs 4/10: Manual*. Porto: Edição dos autores.
- Carlstedt, B. (2001). Differentiation of cognitive abilities as a function of level of general intelligence: A latent variable approach. *Multivariate Behavioral Research*, 36(4), 589–609.
- Carroll, J. B. (2003). The higher-stratum structure of cognitive abilities: Current evidence support g and about ten broad factors. In H. Nyborg (Ed.), *The scientific study of general intelligence: Tribute to Arthur R. Jensen* (pp. 5–21). Amsterdam.: Pergamon Press.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Colom, R., & Flores-Mendoza, C. (2001). Inteligencia y memoria de trabajo: La relación entre factor g, complejidad cognitiva y capacidad de procesamiento. *Psicología: Teoría e Pesquisa*, 17(1), 37–47.
- Colom, R., & Flores-Mendoza, C. (2007). Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence*, 35, 243–251.
- Deary, I., Strand, S., Smith, P., & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35, 13–21.
- Freitas, S., Simões, M. R., Alves, L., & Santana, I. (2012). Montreal cognitive assessment: Influence of sociodemographic and health variables. *Archives of Neuropsychology*, 27, 165–175.
- Freberg, M. (2008). Significant factor score variability and the validity of the WISC-III full scale IQ in predicting later academic achievement. *Applied Neuropsychology* 15(2), 131–139.
- Gauy, F., & Guimarães, S. (2006). Triagem em saúde mental infantil. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 22(1), 5–16.
- Gottfredson, L. S. (2002). G: Highly general and highly practical. In R. J. Sternberg & E.L. Grigorenko (Eds.), *The general factor of intelligence: How general is it?* (pp. 331–380). New Jersey: LEA.
- Horn, J. L., & Noll, J. (1997). Human cognitive capabilities: Gf-Gc Theory. In D. Flanagan, J. L. Genshaft, & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theory, tests and issues* (pp. 49–91). New York: The Guilford Press.
- Jensen, A. R. (2002). Psychometric g: Definition and substantiation. In R. J. Sternberg & E. L. Grigorenko (Eds.), *The general factor of intelligence: How general is it?* (pp. 39–54). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kan, K. J., Kievit, R. A., Dolan, C. V., & van der Maas, H. L. J. (2011). On the interpretation of the CHC factor Gc. *Intelligence*, 39, 292–302.
- Kane, H. D., & Brand, C. R. (2006). The variable importance of general intelligence (g) in the cognitive ability of children and adolescents. *Educational Psychology*, 26, 751–767.
- Kvist, A., & Gustafsson, J.-E. (2008). The relation between fluid intelligence and the general factor as a function of cultural background: A test of Cattell's Investment theory. *Intelligence*, 36, 422–436.
- Lemos, G. C., Almeida, L. S., Guisande, M. A., & Primi, R. (2008). Inteligência e rendimento escolar: Análise da sua relação ao longo da escolaridade. *Revista Portuguesa de Educação*, 21, 83–99.
- Lubinski, D. (2004). Introduction to the special section on cognitive abilities: 100 years after Spearman's (1904) general intelligence, objectively determined and measured. *Journal of Personality and Social Psychology*, 86(1), 96–111.
- Mackintosh, N. J. (2011). History of theories and measurement of intelligence. In R. J. Sternberg & S. B. Kaufman (Eds.), *The Cambridge Handbook of Intelligence* (pp. 3–19). New York: Cambridge University Press.
- Naglieri, J. A., & Bornstein, B. T. (2003). Intelligence and achievement: Just how correlated are they? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 21, 244–260.

- Nisbett, R. E., Aronson, J., Blair, C., Dickens, W., Flynn, J., Halpern, D. F., & Turkheimer, E. (2012). Intelligence: New findings and theoretical developments. *American Psychologist*, *67*, 130-159.
- Primi, R., Ferrão, M. E., & Almeida, L. S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, *20*(5), 446–451.
- Seabra-Santos, M. J. (2000). Avaliação psicológica em idade pré-escolar: O caso da avaliação da inteligência. *Psychologica*, *25*, 143-162.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York: MacMillan.
- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N., & Plomin, R. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability and intrinsic value. *Intelligence*, *34*, 363-374.
- Sternberg, R. J. (1992). *As capacidades intelectuais humanas: Uma abordagem em processamento de informações*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Sternberg, R. J. (2012). Intelligence. *Wiley Interdisciplinary Reviews-cognitive Science*, *3*, 501-511.
- Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L., & Bundy, D. A. (2001). The predictive value of IQ. *Merrill-Palmer Quarterly*, *47*, 1-41.
- Strenze, T. (2007). Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence*, *35*, 401-426.
- Tideman, E., & Gustafsson, J.-E. (2004). Age-related differentiation of cognitive abilities in ages 3-7. *Personality and Individual Differences*, *36*, 1965–1974.
- Tucker-Drob, E. M. (2009). Differentiation of cognitive abilities across the lifespan. *Developmental Psychology*, *45*(4), 1097–1118.
- Tusing, M. E., & Ford, L. (2004). Examining preschool cognitive abilities using a CHC framework. *International Journal of Testing*, *4*(2), 91–114.
- Willis, J. O., Dumont, R., & Kaufman, A. S. (2011). Factor-analytic models of intelligence. In R. J. Sternberg & S. B. Kaufman (Eds.), *The Cambridge Handbook of Intelligence* (pp. 39–57). New York: Cambridge University Press.
- Woodcock, R. (2002). New looks in the assessment of cognitive ability. *Peabody Journal of Education*, *77*(2), 6-22.

ARTIGO 3.



European Journal of Education and Psychology

www.elsevier.es/ejep



The factorial structure of cognitive abilities in childhood



Ana Azevedo Martins*, Ana Filipa Alves, Leandro S. Almeida

Universidade do Minho, Portugal

Received 19 January 2015; accepted 28 July 2015

Available online 10 December 2015

KEYWORDS

Structure of
intelligence;
G factor;
Cognitive
differentiation;
Childhood

Abstract Recent studies have shown contradictory evidence regarding cognitive abilities differentiation and organization in childhood. Cattell's investment theory postulated that during the early stages of life, the individual begins with a single and general ability (fluid intelligence), in which the relevance tends to decrease during adolescence, due to the appearance of differentiated abilities developed through the process of socialization and associated with the motivations, interests and experiences. This study analyses whether the factorial structure of the results in a battery of tests supports the existence of a general factor or, instead, a structure formed by different specific factors. A sample of 472 Portuguese children, aged between 4 and 10 years old, completed the Cognitive Competencies Scale for Children (ECCOs 4/10), and four subtests of the Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition (WISC-III) and Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence – Revised (WPPSI-R). The adjustment of some models that reflect different psychometric theories of intelligence was tested by several confirmatory factor analyses (CFA). The implications of the tested models in the organization of cognitive abilities for cognitive development and school learning in childhood are also discussed. © 2015 European Journal of Education and Psychology. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

PALABRAS CLAVE

Estructura de la
inteligencia;
Factor g;
Diferenciación
cognitiva;
Infancia

La estructura factorial de las habilidades cognitivas en la infancia

Resumen Estudios recientes señalan evidencias contradictorias con respecto a la diferenciación y organización de las habilidades cognitivas en la infancia. La teoría de la inversión de Cattell sostiene que durante las primeras etapas de la vida, el individuo comienza con una habilidad general (inteligencia fluida), cuya relevancia tiende a disminuir debido a la aparición durante la adolescencia de habilidades diferenciadas desarrolladas a través del proceso de socialización y que están asociadas a las motivaciones, intereses y experiencias. Con este

* Corresponding author.

E-mail address: anaazevedo.martins@gmail.com (A.A. Martins).

estudio se pretende investigar si la estructura factorial de los resultados en una batería de pruebas apoya la existencia de un factor general o, en cambio, una estructura formada por diferentes factores específicos. Una muestra de 472 escolares portugueses, con edades entre los 4 y 10 años, llevó a cabo la *Escala de Competências Cognitivas para Crianças* (ECCOs 4/10) y cuatro sub-pruebas del *Wechsler Intelligence Scale for Children – Third Edition* (WISC-III) y *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence – Revised* (WPPSI-R). El ajuste de algunos modelos que reflejan diferentes teorías psicométricas de la inteligencia se puso a prueba mediante varios análisis factoriales confirmatorios (AFC). Se analizaron además las implicaciones de los modelos probados en la organización de las habilidades cognitivas para el desarrollo cognitivo y para el aprendizaje escolar en la infancia.

© 2015 European Journal of Education and Psychology. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

The controversy surrounding the cognitive differentiation or, in other words, a general intelligence versus different intellectual abilities, has been debated since the 20th century, continuing currently unclear whether intelligence is less complex in young children or if is simply more difficult to assess (Almeida, Guisande, Primi, & Lemos, 2008; Carroll, 1993; Keith & Reynolds, 2010). The differentiation hypothesis has been linked to two different phenomena: the first one refers to the differentiation that can be observed at different levels of ability, but in the same age groups (Abad, Colom, Juan-Espinosa, & García, 2003; Coyle & Rindermann, 2013; Facon, 2006; Jensen, 2003; Kane, Oakland, & Brand, 2006; Reynolds & Keith, 2007; Reynolds, Keith, & Beretvas, 2010); the second one, over which this study concerns, relates to the differentiation that comes from development and learning, which is visible in different age groups. Garrett (1946) was the first to propose the age differentiation hypothesis arguing that the child's development would be accompanied by a change in terms of its intelligence structure, once its general ability would gradually give rise to a different set of specific abilities. Operationally, this would mean that the correlations between cognitive abilities measures would decrease during the child's development.

Cattell's investment theory (Cattell, 1971) proposes that during the early stages of life, the individuals begin with a single general ability (fluid intelligence, *Gf*) whose relevance tends to decrease due to the emergence and development of specific abilities (crystallized intelligence, *Gc*), seen as the result of life experiences, learning, interests and motivations (Horn & Noll, 1997; McArdle, Hamagami, Meredith, & Bradway, 2000). However, recent studies show contradictory evidence regarding the differentiation of cognitive abilities with age. Some studies have been unable to support this hypothesis (Juan-Espinosa et al., 2002; Juan-Espinosa, Cuevas, Escorial, & García, 2006; Molenaar, Dolan, Wicherts, & van der Maas, 2010; Rietveld, Dolan, Baal, & Boomsma, 2003), although there is a considerable amount of studies that support the progressive differentiation of intellectual abilities. Li et al. (2004), after dividing a sample of 291 individuals into six age groups ranging from 6 to 89 years old, found that the correlations between *Gf*

and *Gc* in the adolescents and adults had a lower magnitude than the correlations in young children and older adult groups, and that the same trend was present in the percentage of variance in cognitive and intellectual measures explained by the first factor in a factorial analysis. Tideman and Gustafsson (2004) applying a multi-group confirmatory modeling approach, tested different factor structures using data ($N = 1,047$, 3–7 years of age) from *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence – Revised* (WPPSI-R) and demonstrated that the correlation between the two factors model (verbal and performance factors) diminishes as function of age, from .78 for the youngest age-group (3 and 4 years) to .53 to .58 for older age-groups (5 and 6 years). Kane and Brand (2006), from the results obtained in the *Woodcock-Johnson-Revised Tests of Cognitive Ability* (WJ-R) found support for the belief that the cognitive abilities effectively differentiate as a function of development, in that *g* accounted for substantially less variability among adolescents (13–22 years) than among children (6–12 years), regardless the level of ability. More specifically, for low-ability group, Spearman's *g* (1927) was associated with 53% (children) and 21% (adolescents) of the variability in performance, while in the high-ability group the Spearman's *g* accounted respectively 62% (children) and 26% (adolescents) of the variance. To conclude, note that some of these studies support the emergence of different cognitive factors in childhood. For example, Tusing and Ford (2004) used tests and subtests from the *Differential Ability Scales: Upper Pre-school Level* (DAS) and the WJ-R with a sample of 158 children between 4 and 5 years of age in a series of joint factor analyses and five broad ability factors were reliably identified: crystallized intelligence (*Gc*), long-term memory (*Gl_r*), short-term memory (*Gsm*), auditory processing (*Ga*), and a fifth factor referred to as nonverbal ability.

Given the controversy described, we intend to verify the possibility of a cognitive differentiation in childhood. Thus, through confirmatory factor analyses of results in a set of subtests from two intelligence batteries, it is intended: firstly, describe the structure of the cognitive abilities of children through the validation of some psychometric theories of intelligence; and, secondly, determine if these structures remain unchanged when analyzing the results divided into three age groups.

Method

Participants

A total of 472 Portuguese children equally distributed by gender (boys = 48.3%; girls = 51.7%), aged between 4 and 10 years old ($M = 7.08$, $SD = 1.50$), living in rural (50%) and urban (50%) areas in the northern of the country, attending pre-school education (18%) and 1st cycle of basic education (82%) in public (62.3%) and private (37.7%) institutions participated in this study.

Three age groups were created: Group 1 ($N = 159$, 33.7%), with children aged between 4 years and 10 months to 6 years and 10 months; Group 2 ($N = 152$, 32.2%), with children aged between 6 years and 11 months to 8 years and 6 months; and finally, the Group 3 ($N = 161$, 34.1%), with children aged between 8 years and 9 months to 10 years and 3 months. Regarding the grade, students are distributed as follows: 85 children in pre-school (18.0%), 107 at 1st grade (22.7%), 113 at 2th grade (23.9%), 77 at 3th grade (16.3%) and 90 at 4th grade (19.1%). Children identified with special educational needs were not considered.

Measures

The *Cognitive Competencies Scale for Children from 4 to 10 years-ECCOs 4/10* (Brito & Almeida, 2009) is a cognitive assessment battery of individual application, created for the Portuguese population. Following the ECCOs 4/7 (Brito & Almeida, 2000), this battery consists of 11 subtests, which assess six cognitive processes (perception, memory, understanding, reasoning, problem solving and divergent thinking), through tasks using two types of content (verbal or linguistic and figurative or manipulative). More specifically, it consists of six nonverbal subtests: Comparison of Figures (perception), Elements on Trees (memory), Absurd Drawings (understanding), Analogy of Figures (reasoning), Patterns Composition (problem solving) and Construction of Figures (divergent thinking); and five subtests of verbal content: Elements in Phrases (memory), Absurd Phrases (understanding), Verbal Analogies (reasoning), Quantitative Tasks (problem solving) and Construction of Stories (divergent thinking). The results obtained in this version of the scale shows high internal consistency indices between .87 and .97 (Brito & Almeida, 2009).

Four subtests of Portuguese versions of the WPPSI-R (D. Wechsler, 2003a) and *Wechsler Intelligence Scale for Children – Third Edition* (WISC-III, Wechsler, 2003b) were also applied. More specifically, we used two subtests of verbal content: Similarities (evaluates logical reasoning and verbal concept formation) and Comprehension (appeals to world knowledge and understanding of relations); and two subtests of figurative content: Picture Completion (related to visual memory and attention to detail) and Block Design (examines the solving of nonverbal problems capability and the visual-spatial processing). The WPPSI-R and the WISC-III have a parallel structure either in the differentiation of the subtests on the basis of verbal and nonverbal contents or in the subtests that constitute each of the batteries. The Portuguese versions of the scales have an adequate reliability and validity indices, between .70–.97 in WPPSI-R

(Seabra-Santos et al., 2006) and .66–.93 in WISC-III (Simões et al., 2006).

Procedure

Before administrating the batteries, it was submitted an authorization request to the Ministry of Education and to the ethics committee of the University of Minho. Next, the school principals, parents and students were made aware of the study's purposes, data confidentiality, and relevance of participation in a research project of this nature. Formal voluntary consent was given by all of those involved. The batteries of subtests were applied individually with approximate a duration of 90 min. There were not difficulties in its application or understanding by participants.

Statistical procedure

Standard scores obtained in ECCOs 4/10, WPPSI-R and WISC-III were calculated according to the age of the children, on a scale of 1–20 points (mean of 10 points). Through IBM SPSS Statistics software (version 22.0), the descriptive statistics and the correlation coefficients of the results obtained in the subtests were calculated in order to assess the absence of any effect of multicollinearity between the variables under study.

The fit of the results to three theoretical models were compared: Model 1 reflects Spearman's (1927) g-factor theory where any cognitive test performance can be accounted by a general intelligence ability, and as such, the subtests from the three batteries were forced to load on a single factor; Model 2 reflects the Vernon's (1961) hierarchical theory of intelligence that differentiates verbal and educational abilities from spatial and mechanical abilities, and thus, the subtests of the batteries were forced to load on two factors (verbal and nonverbal); and finally, Model 3 reflects the differentiation of cognitive abilities in children on three factors: verbal comprehension, spatial organization and basic processes (attention, perception and memory). Such model can be approached to some factorial solutions obtained with the subtests of the WISC-III and WISC-IV (Roid, Prifitera, & Weiss, 1993; Wechsler, 2005).

Using the AMOS software (v.22, IBM SPSS Statistics), the factorial validity of these three models was evaluated through a series of confirmatory factor analyses (CFAs). The composite reliability (CR) and average variance extracted (AVE) for each factor was calculated as described in Fornell and Larcker (1981). The existence of outliers was assessed by the squared Mahalanobis distance (D^2) and the normality of the variables was evaluated by the coefficients of skewness (Sk) and kurtosis (Ku) uni- and multivariate.

It was used the maximum likelihood (ML) estimation method. Overall model fit was assessed using the following indices: chi square (χ^2), ratio chi square statistics/degrees of freedom (χ^2/df), comparative fit index (CFI), goodness of fit index (GFI), root mean square error of approximation (RMSEA), $P[\text{rmsea} \leq .05]$ and modified expected cross-validation index (MECVI). The quality of the local fit was assessed by factor weights and the individual reliability of the items. The model fit was performed from the

Table 1 Descriptive Statistics from Results in ECCOs 4/10, WISC-III and WPPSI-R.

	Min	Max	Mean	SD	Sk	Ku
CpF	1.00	16.00	9.85	2.25	-.29	.81
EA	3.00	19.00	10.90	2.76	.34	.49
DA	1.00	19.00	9.75	2.96	-.09	.26
Fil	1.00	17.00	9.42	2.59	-.10	.09
CP	1.00	19.00	9.24	2.71	.50	2.19
CtF	2.00	19.00	10.51	2.92	.43	.33
EF	1.00	19.00	9.10	2.84	-.09	.36
FA	1.00	18.00	7.71	3.76	.09	-.44
Frl	1.00	19.00	8.81	3.70	-.07	.09
SQ	2.00	17.00	9.30	2.94	.07	-.32
CH	1.00	18.00	8.31	2.84	.36	.49
WG	0.00	19.00	9.76	2.91	.03	.38
WS	0.00	19.00	11.84	2.95	.10	.29
WCQ	2.00	19.00	10.39	2.59	.13	.31
WC	3.00	24.00	10.48	2.70	.41	.81

Note. CpF = Comparison of Figures, EA = Elements on Trees, DA = Absurd Drawings, Fil = Analogy of Figures, CP = Patterns Composition, CtF = Construction of Figures, EF = Elements in Phrases, FA = Absurd Phrases, Frl = Verbal Analogies, SQ = Quantitative Tasks, CH = Construction of Stories, WG = Picture Completion, WS = Similarities, WCQ = Block Design, WC = Comprehension.

modification indices (over 11, $p < .001$) produced by AMOS and based on theoretical considerations.

After we identified the cognitive ability model with the best fit indices, we intended to test its invariance, that is, demonstrate that the factorial weights and the covariance between factors of that model do not differ significantly among the three age groups. For that, an invariance analysis of the measure model was conducted. The invariance of the measure model was assessed in the three groups by comparing the unconstrained model (all free parameters) with a constrained model (fixed factorial weights). The statistical significance of the difference of the two models was made with the chi-square test as described in [Marôco \(2014\)](#).

Results

The descriptive statistics of the results obtained in the subtests of ECCOs 4/10, WISC-III and WPPSI-R is shown in [Table 1](#). A first analysis of these data shows that the results presented a satisfactory dispersion. Minimum and maximum values for each of the subtests correspond to the extent provided for ratings, which could range from 1 to 20. Mean scores seem to be distributed around the central value of the distribution with the exception of the verbal content subtests of understanding (Absurd Phrases), reasoning (Verbal Analogies) and divergent thinking (Construction of Stories), which tend to lower values in the average range. The standard deviations scores range between 2.25 and 3.76. The skewness values are close to zero contributing to a normal distribution of results. The kurtosis coefficients should also approach zero to obtain a Gaussian curve. In this case, only the subtest of problem solving (Patterns Composition), of nonverbal content, has values above the unit.

The correlation matrix of the results obtained in the subtests of ECCOs 4/10, WISC-III and WPPSI-R is presented in [Table 2](#). Correlation coefficients range from $-.10$ ($p = .025$) and $.49$ ($p = .000$), respecting the assumption of the absence of multicollinearity necessary for pursuing subsequent analyses ([Kline, 2005](#)). All correlations are statistically significant, with the exception of the divergent thinking subtests (Construction of Figures and Construction of Stories). More specifically, the nonverbal subtest of Construction of Figures shows statistically significant correlations with most of the others subtests but presents a lower significance levels and lower correlation indices ($r = .13$ $r = .21$). The verbal subtest of Construction of Stories does not correlate significantly with any other subtest, except with the Comparison of Figures subtest of ECCOs 4/10 and with the following subtests of the WISC-III and WPPSI-R: Similarities, Block Design and Comprehension. These results highlight the cognitive specificity of these two subtests associated with divergent production which, also do not correlate with each other, pointing their pronounced specificity.

Subsequently, the CFAs were performed in order to compare the fit of the three models representing a progressive increase of cognitive factors. Results showed that any variable had Sk and Ku values indicators of severe violations of the normal distribution ($|Sk| < 3$ and $|Ku| < 10$), see [Kline, 2005](#)). The Sk values ranged between $-.29$ and $.50$, and Ku values ranged between $-.45$ and 2.15 , fulfilling the multivariate normality assumption. However, five observations presented D^2 values suggesting that these observations were multivariate outliers (p_1 and $p_2 \leq .001$). These five outliers observations were eliminated and were not considered in subsequent analyses. With regard to Model 1, which represents the g -factor theory, the CFA results revealed a good fit ($\chi^2/df = 2.36$; GFI = .94; CFI = .92; RMSEA = .05; $P[rmsea \leq .05] < .24$; MECVI = .59). The composite reliability for the factor was .69 and proved to be adequate. The average variance extracted (AVE), an indicator of factor convergent validity was .27, showing up low.

In Model 2, which distinguishes the nonverbal abilities of verbal abilities, the CFA results showed an improvement in the quality of fit indices ($\chi^2/df = 1.89$; GFI = .95; CFI = .95; RMSEA = .04; $P[rmsea \leq .05] < .85$; MECVI = .50). The composite reliability from two factors was adequate, respectively of .74 for the Nonverbal factor and .73 for the Verbal factor. The AVE was low for both factors (Nonverbal of .28 and Verbal of .31). The discriminant validity of factors was accessed by comparing the AVE to the correlation squared between factors. As the AVE of Nonverbal factor (.28) and the AVE of Verbal factor (.31) are lower than $r^2 = .71$, it can be said that the two factors have low discriminant validity.

In Model 3, which reflects the differentiation of cognitive abilities in three domains (Verbal Comprehension, Spatial Comprehension and Basic Processes), the CFA results also showed a slight improvement in the fit indices ($\chi^2/df = 1.86$; GFI = .96; CFI = .95; RMSEA = .04; $P[rmsea \leq .05] < .86$; MECVI = .55). The composite reliability values for Spatial Comprehension factor of .71 and for Verbal Comprehension factor of .69 showed adequate, however, the reliability value for the third factor Basic Processes of .43 was low. The AVE was low for the three factors, particularly, of .30, .31 and .20 to Spatial Comprehension, Verbal Comprehension and Basic Processes, respectively. The AVE of

Table 2 Correlation Coefficients from Subtests of ECCOs 4/10, WISC-III and WPPSI-R.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CpF	-													
EA	.30***	-												
DA	.31***	.28***	-											
Fil	.35***	.23***	.33***	-										
CP	.41***	.25***	.31***	.28***	-									
CtF	.13*	.07	.21***	.19***	.15**	-								
EF	.33***	.28***	.23***	.27***	.25***	.16**	-							
FA	.31***	.24***	.29***	.33***	.32***	.14**	.41***	-						
Frl	.32***	.20***	.33***	.31***	.29***	.12*	.37***	.49***	-					
SQ	.33***	.28***	.25***	.36***	.28***	.15**	.34***	.45***	.44***	-				
CH	-.10*	.07	-.03	-.02	-.59	.07	-.04	-.04	.07	-.03	-			
WG	.25***	.15**	.26***	.28***	.26***	.17***	.19***	.35***	.30***	.33***	.08	-		
WS	.29***	.16**	.27***	.30***	.26***	.05	.26***	.25***	.37***	.27***	.12*	.28***	-	
WCQ	.39***	.22***	.33***	.33***	.38***	.09	.28***	.29***	.32***	.32***	-.10*	.36***	.31***	-
WC	.20***	.19***	.27***	.23***	.21***	.15**	.26***	.35***	.35***	.30***	.11*	.30***	.36***	.23***

Note. CpF=Comparison of Figures, EA=Elements on Trees, DA=Absurd Drawings, Fil=Analogy of Figures, CP=Patterns Composition, CtF=Construction of Figures, EF=Elements in Phrases, FA=Absurd Phrases, Frl=Verbal Analogies, SQ=Quantitative Tasks, CH=Construction of Stories, WG=Picture Completion, WS=Similarities, WCQ=Block Design, WC=Comprehension.

* $p < .05$.

** $p < .01$.

*** $p < .001$.

Spatial Comprehension factor (.30) and Verbal Comprehension factor (.31) is lower than $r^2 = .64$ of this two factors, so it can be said that both factors have low discriminant validity. Similarly, the discriminant validity of the factors "Spatial Comprehension and Basic Processes" and "Verbal Comprehension and Basic Processes", whose correlations squared (respectively, $r^2 = 1.02$ and $r^2 = 1.10$) are greater than AVE values of each one of the factors (.30, .31 and .20 respectively), were also low.

For further analyses it will be considered the Model 3 with the three factors, since shows better model fit indices. The standardized values of factorial weights and the individual reliability of each of the subtests on final model are shown in Fig. 1.

The next step was to assess the plausibility of this measure model fit to the three age groups and evaluates their invariance in respect to the factorial weights and correlations among the three factors. First, it was assessed the configural invariance, that is, the same factorial structure in the three age groups simultaneously. According to the good fit indices obtained ($\chi^2/df = 1.36$; CFI = .94; PCFI = .78; TLI = .93; RMSEA = .03; I.C. 90% [.02; .04]), the factorial model proposed shows configural invariance. Next, we analyzed the measure invariance by establishing the constriction of selected model parameters in order to assess if the importance of each factor in the subtests was the same in the three age groups. The results obtained from the comparison of the unconstrained model with the constrained model ($\Delta\chi^2(24) = 65.313$; $p = .000$) show that the factorial weights differ significantly along the three age groups, and thus the measure model do not have metric invariance.

Discussion and conclusion

The differentiation of cognitive abilities has been widely debated in psychological research and it is an important

aspect when you want to advance in the construction and validation of intelligence tests (Woodcock, 2002). This is not merely a theoretical issue, since it also impacts the assessment and interpretation of individuals' cognitive performance. Cognitive abilities are relevant to explain the levels of learning and academic performance of students, so it is important to clarify which these cognitive abilities are in order to guide the psychological practice in schools (Campos, Almeida, Ferreira, Martinez, & Ramalho, 2013; Deary, Strand, Smith, & Fernandes, 2007; Primi, Ferrão, & Almeida, 2010; Soares, Lemos, Primi, & Almeida, 2015; Spinath, Spinath, Harlaar, & Plomin, 2006)

The controversy regarding whether the intelligence structure in childhood is best represented by a general ability (Bouchard, 2014; Johnson, Nijenhuis, & Bouchard, 2008) or, instead, by specific groups of abilities (Brito, Almeida, Ferreira, & Guisande, 2011; Johnson & Bouchard, 2005) justified this study. In general and after tested multiple factorial models, the results obtained from CFAs suggested the differentiation of cognitive abilities in children (ages between 5 and 10 years). It should be noted that the three models tested (general factor, two factors of verbal and non-verbal content, and three factors of verbal comprehension, spatial comprehension and basic processes) adjust to the results. However, higher fit indices were obtained in the model with three factors.

This solution of three factors leads us to the theory of fluid and crystallized intelligence, in particular to the new developments of integrated Cattell-Horn-Carroll theory (CHC) when it stipulates the second-order factors according to the cognitive processes and the tasks content (Cattell, 1971; Horn & Noll, 1997; McGrew, 2005; Tusing & Ford, 2004). Thus, our results point to a factor called Verbal Comprehension, related to verbal and academic content which approaches to the concept of G_c and includes cognitive abilities associated with school learning and acculturation

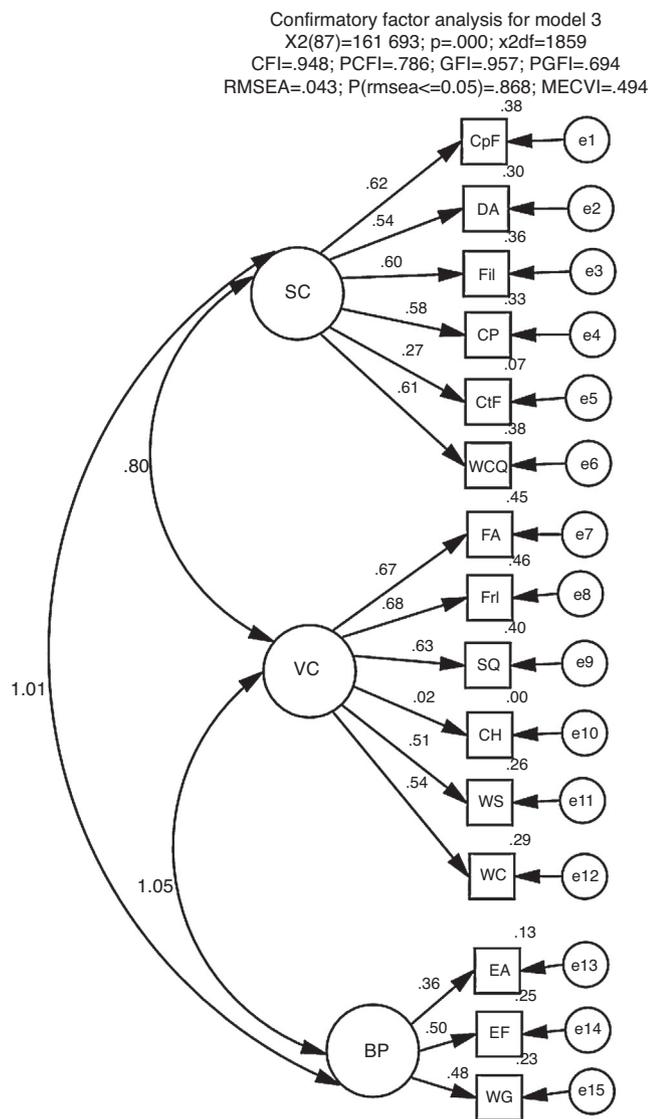


Figure 1 Model 3 fit to a sample of 472 children ($\chi^2/df = 1.86$; GFI = .96; CFI = .95; RMSEA = .04; $P[\text{rmsea} \leq .05] < .86$; MECVI = .55). SC = Spatial Comprehension, VC = Verbal Comprehension, BC = Basic Processes, CpF = Comparison of Figures, EA = Elements on Trees, DA = Absurd Drawings, Fil = Analogy of Figures, CP = Patterns Composition, CtF = Construction of Figures, EF = Elements in Phrases, FA = Absurd Phrases, Frl = Verbal Analogies, SQ = Quantitative Tasks, CH = Construction of Stories, WG = Picture Completion, WS = Similarities, WCQ = Block Design, WC = Comprehension.

process of individuals. A second factor gathers the subtests with nonverbal tasks (e.g. organization and sequencing of images or patterns construction) called Spatial Comprehension. This factor, due to its nonverbal content moves away from the concept of G_c and it's less influenced by school learning and more related to practical knowledge and spatial orientation. Also in support of these two factors, it should be referred the [Vernon's \(1961\)](#) hierarchical model of intelligence, which proposes two major factors of intelligence: verbal or educational versus spatial or practical. Finally, the study shows a third factor that gathers the subtests which preferentially assess the basic cognitive processes, that is,

attention, perception and memory. Given the obtained saturation indices, this third factor is related to the short-term memory (G_{sm}) of CHC theory, gathering cognitive abilities associated with the captation, retention, manipulation and recovery of information for short periods of time. These three factors approached others factorial solutions found to some composite scales of intelligence, including WPPSI-R, WISC-III and WISC-IV ([Chen & Zhu, 2012](#); [Keith, Fine, Taub, Reynolds, & Kranzler, 2006](#)).

Despite the theoretical evidences that support the three factors model, it should be noted that this factorial structure is not invariant among three age groups of children of this sample. This finding may suggest that children's cognitive abilities and their structure are unstable, thus their emergence could be conditioned by school learning and everyday experiences. The academic curriculum and extracurricular experiences can differ greatly among children, and certainly also according to age of belonging (for example, when we compare children of 5 or 6 years old and children of 9 or 10 years old). In fact, according to [Cattell's investment theory \(1971\)](#), fluid intelligence is recognized as a causal factor in learning, playing an important role in the acquisition of new cognitive abilities, particularly of second-order factors in the CHC model ([Kvist & Gustafsson, 2008](#); [Voelkle, Wittmann, & Ackerman, 2006](#); [Watkins, Lei, & Canivez, 2007](#)). In this sense, we understand the change of the factorial structure of the performances of children of different age groups ([Brito et al., 2011](#)).

Finally, some limitations can be identified in this study, justifying future studies. The assessment of cognitive abilities only appealed to ECCOS 4/10 and four subtests of the Wechsler scales, with the possibility of not having included abilities that are differentiated in childhood. Furthermore, it is necessary to study the cognitive abilities assessed by the two subtests of divergent thinking. The factorial weights of those subtests linked them to the factors according to their verbal and nonverbal content however the saturations were very low. This finding could mean that the inclusion of divergent thinking tests in an intelligence battery does not make sense in light of the distinction between intelligence and creativity proposed by some authors ([Batey & Furnham, 2006](#); [Kim, Cramond, & VanTassel-Baska, 2010](#); [Runco, 2007](#); [Wechsler, 2009](#)) however, it's still strange that two subtests that supposedly assess the divergent thinking do not correlate with each other.

Conflict of interest

The authors of this article declare no conflict of interest.

Acknowledgments

This work is funded by the Fundação para a Ciência e a Tecnologia, IP (FCT) and the POPH/FSE under the SFRH/BD/84153/2012 project.

References

- Abad, F. J., Colom, R., Juan-Espinosa, M., & García, L. F. (2003). Intelligence differentiation in adult samples. *Intelligence*, 31(2), 157–166. [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(02\)00141-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(02)00141-1)

- Almeida, L. S., Guisande, M. A., Primi, R., & Lemos, G. C. (2008). Contribuciones del factor general y de los factores específicos en la relación entre inteligencia y rendimiento escolar. *European Journal of Education and Psychology*, 1(3), 5–16.
- Batey, M., & Furnham, A. (2006). Creativity, intelligence, and personality: A critical review of the scattered literature. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 132(4), 355–429. <http://dx.doi.org/10.3200/MONO.132.4.355-430>
- Bouchard, T. J. (2014). Genes, evolution and intelligence. *Behavior Genetics*, 44(6), 549–577. <http://dx.doi.org/10.1007/s10519-014-9646-x>
- Brito, L., & Almeida, L. S. (2000). *Escala de Competências Cognitivas para Crianças (ECCOs 4/7): Manual*. Porto: Edição dos autores.
- Brito, L., & Almeida, L. S. (2009). *Escala de Competências Cognitivas para Crianças-ECCOs 4/10: Manual*. Porto: Edição dos autores.
- Brito, L., Almeida, L. S., Ferreira, A., & Guisande, M. (2011). Contribución de los procesos y contenidos a la diferenciación cognitiva en la infancia: Un estudio con escolares portugueses. *Infancia Y Aprendizaje*, 34(3), 323–336. <http://dx.doi.org/10.1174/021037011797238540>
- Campos, I. S., Almeida, L. S., Ferreira, A. I., Martinez, L. F., & Ramalho, G. (2013). Cognitive processes and math performance: A study with children at third grade of basic education. *European Journal of Psychology of Education*, 28(2), 421–436. <http://dx.doi.org/10.1007/s10212-012-0121-x>
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Chen, H., & Zhu, J. (2012). Measurement invariance of WISC-IV across normative and clinical samples. *Personality and Individual Differences*, 52(2), 161–166. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2011.10.006>
- Coyle, T. R., & Rindermann, H. (2013). Spearman's law of diminishing returns and national ability. *Personality and Individual Differences*, 55(4), 406–410. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2013.03.023>
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P., & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35(1), 13–21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2006.02.001>
- Facon, B. (2006). Does age moderate the effect of IQ on the differentiation of cognitive abilities during childhood? *Intelligence*, 34(6), 375–386. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2005.12.003>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50. <http://dx.doi.org/10.2307/3151312>
- Garrett, H. E. (1946). A developmental theory of intelligence. *The American Psychologist*, 1(9), 372–378. <http://dx.doi.org/10.1037/h0056380>
- Horn, J. L., & Noll, J. (1997). Human cognitive capabilities: Gf-Gc theory. In D. Flanagan, J. L. Genshaft, & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theory, tests and issues* (pp. 49–91). New York: The Guilford Press.
- Jensen, A. R. (2003). Regularities in Spearman's law of diminishing returns. *Intelligence*, 31(2), 95–105. [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00094-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00094-0)
- Johnson, W., & Bouchard, T. J. (2005). The structure of human intelligence: It is verbal, perceptual, and image rotation (VPR), not fluid and crystallized. *Intelligence*, 33(4), 393–416. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2004.12.002>
- Johnson, W., Nijenhuis, J. T., & Bouchard, T. J. (2008). Still just 1 g: Consistent results from five test batteries. *Intelligence*, 36(1), 81–95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2007.06.001>
- Juan-Espinosa, M., Cuevas, L., Escorial, S., & García, L. F. (2006). Testing the indifference hypothesis during childhood, adolescence, and adulthood. *The Journal of Genetic Psychology*, 167(1), 5–15. <http://dx.doi.org/10.3200/GNTP.167.1.5-15>
- Juan-Espinosa, M., García, L. F., Escorial, S., Rebollo, I., Colom, R., & Abad, F. J. (2002). Age dedifferentiation hypothesis: Evidence from the WAIS III. *Intelligence*, 30(5), 395–408. [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(02\)00092-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(02)00092-2)
- Kane, H. D., & Brand, C. R. (2006). The variable importance of general intelligence (g) in the cognitive abilities of children and adolescents. *Educational Psychology*, 26(6), 751–767. <http://dx.doi.org/10.1080/01443410500390897>
- Kane, H. D., Oakland, T. D., & Brand, C. R. (2006). Differentiation at higher levels of cognitive ability: Evidence from the United States. *The Journal of Genetic Psychology*, 167(3), 327–341. <http://dx.doi.org/10.3200/GNTP.167.3.327-341>
- Keith, T. Z., Fine, J. G., Taub, G. E., Reynolds, M. R., & Kranzler, J. H. (2006). Higher order, multisample, confirmatory factor analysis of the Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition: What does it measure? *School Psychology Review*, 35(1), 108–127.
- Keith, T. Z., & Reynolds, M. R. (2010). Cattell–Horn–Carroll abilities and cognitive tests: What we've learned from 20 years of research. *Psychology in the Schools*, 47(7), 635–650. <http://dx.doi.org/10.1002/pits>
- Kim, K. H., Cramond, B., & VanTassel-Baska, J. (2010). The relationship between creativity and intelligence. In J. C. Kaufman, & R. J. Sternberg (Eds.), *The Cambridge handbook of creativity* (pp. 395–412). New York, NY: Cambridge University Press.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press.
- Kvist, A., & Gustafsson, J.-E. (2008). The relation between fluid intelligence and the general factor as a function of cultural background: A test of Cattell's Investment theory. *Intelligence*, 36(5), 422–436. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2007.08.004>
- Li, S.-C., Lindenberger, U., Hommel, B., Aschersleben, G., Prinz, W., & Baltes, P. B. (2004). Transformations in the couplings among intellectual abilities and constituent cognitive processes across the life span. *Psychological Science*, 15(3), 155–163. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.01503003.x>
- Marôco, J. (2014). *Análise de equações estruturais: Fundamentos teóricos, software e aplicações* (2ª ed.). Pêro Pinheiro: Report-Number.
- McArdle, J. J., Hamagami, F., Meredith, W., & Bradway, K. P. (2000). Modeling the dynamic hypotheses of Gf-Gc theory using longitudinal life-span data. *Learning and Individual Differences*, 12(1), 53–79. [http://dx.doi.org/10.1016/S1041-6080\(00\)00036-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1041-6080(00)00036-4)
- McGrew, K. S. (2005). The Cattell–Horn–Carroll theory of cognitive abilities: Past, present, and future. In D. P. Flanagan, & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (2nd ed., pp. 136–181). New York: Guilford.
- Molenaar, D., Dolan, C. V., Wicherts, J. M., & van der Maas, H. L. J. (2010). Modeling differentiation of cognitive abilities within the higher-order factor model using moderated factor analysis. *Intelligence*, 38(6), 611–624. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2010.09.002>
- Primi, R., Ferrão, M. E., & Almeida, L. S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 446–451. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.001>
- Reynolds, M. R., & Keith, T. Z. (2007). Spearman's law of diminishing returns in hierarchical models of intelligence for children and adolescents. *Intelligence*, 35(3), 267–281. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2006.08.002>
- Reynolds, M. R., Keith, T. Z., & Beretvas, S. N. (2010). Use of factor mixture modeling to capture Spearman's law of

- diminishing returns. *Intelligence*, 38(2), 231–241. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2010.01.002>
- Rietveld, M. J. H., Dolan, C. V., van Baal, G. C. M., & Boomsma, D. I. (2003). A twin study of differentiation of cognitive abilities in childhood. *Behavior Genetics*, 33(4), 367–381. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1025388908177>
- Roid, G. H., Prifitera, A., & Weiss, L. G. (1993). *Factor structure in an independent sample. Journal of Psychoeducational Assessment (WISC-III Monograph)*, 6–21.
- Runco, M. A. (2007). *Creativity*. San Diego, CA: Academic Press.
- Seabra-Santos, M. J., Simões, M. R., Albuquerque, C. P., Pereira, M. P., Almeida, L. S., & Lopes, A. F. (2006). *Escala de Inteligência de Wechsler para a Idade Pré-Escolar e Primária-Forma Revista (WPPSI-R)*. In M. M. Gonçalves, M. R. Simões, L. S. Almeida, & C. Machado (Eds.), *Avaliação psicológica: Instrumentos validados para a população portuguesa (2ª ed., pp. 177–197)*. Coimbra: Quarteto.
- Simões, M. R., Seabra-Santos, M. J., Albuquerque, C. P., Pereira, M., Almeida, L. S., Ferreira, C., Lopes, A. F., Gomes, A. A., Xavier, R. E., Rodrigues, F., Lança, C., SanJuan, L., & Oliveira, E. (2006). *Escala de Inteligência de Wechsler para Crianças – Terceira Edição (WISC-III)*. In M. M. Gonçalves, M. R. Simões, L. S. Almeida, & C. Machado (Eds.), *Avaliação psicológica: Instrumentos validados para a população portuguesa (2ª ed., pp. 199–232)*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Soares, D. L., Lemos, G. C., Primi, R., & Almeida, L. S. (2015). The relationship between intelligence and academic achievement throughout middle school: The role of students' prior academic performance. *Learning and Individual Differences*, 41(1), 73–78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2015.02.005>
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York: MacMillan.
- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N., & Plomin, R. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence*, 34(4), 363–374. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2005.11.004>
- Tideman, E., & Gustafsson, J.-E. (2004). Age-related differentiation of cognitive abilities in ages 3–7. *Personality and Individual Differences*, 36(8), 1965–1974. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2003.09.004>
- Tusing, M. E., & Ford, L. (2004). Examining preschool cognitive abilities using a CHC framework. *International Journal of Testing*, 4(2), 91–114. http://dx.doi.org/10.1207/s15327574ijt0402_1
- Vernon, P. E. (1961). *The structure of human abilities (2nd ed.)*. London: Methuen.
- Voelkle, M. C., Wittmann, W. W., & Ackerman, P. L. (2006). Abilities and skill acquisition: A latent growth curve approach. *Learning and Individual Differences*, 16(4), 303–319. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2006.01.001>
- Watkins, M. W., Lei, P. W., & Canivez, G. L. (2007). Psychometric intelligence and achievement: A cross-lagged panel analysis. *Intelligence*, 35(1), 59–68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2006.04.005>
- Wechsler, D. (2003a). *Escala de Inteligência de Wechsler para a Idade Pré-escolar e Primária-Edição Revista (WPPSI-R): Manual – [Adaptação Portuguesa]*. Lisboa: Cegoc.
- Wechsler, D. (2003b). *Escala de Inteligência de Wechsler para Crianças-Terceira Edição (WISC-III): Manual. – [Adaptação portuguesa]*. Lisboa: Cegoc.
- Wechsler, D. (2005). *WISC-IV: Escala de inteligencia de Wechsler para niños IV*. Madrid, Spain: TEA Ediciones.
- Wechsler, S. M. (2009). Age and gender impact on thinking and creating styles. *European Journal of Education and Psychology*, 2(1), 37–48.
- Woodcock, R. W. (2002). New looks in the assessment of cognitive ability. *Peabody Journal of Education*, 77(2), 6–22. <http://dx.doi.org/10.1207/S15327930PJE7702>

ARTIGO 4.

The Structure of Intelligence in Childhood: Age and Socio-Familiar Impact on Cognitive Differentiation

Psychological Reports
0(0) 1–14

© The Author(s) 2017

Reprints and permissions:

sagepub.com/journalsPermissions.nav

DOI: 10.1177/0033294117723019

journals.sagepub.com/home/prx



Ana Azevedo Martins

Research Centre in Education, University of Minho, Braga, Portugal

Cristiano Mauro Assis Gomes

Cognitive Architecture Mapping Laboratory (LAICO), Federal University of Minas Gerais, Brazil

**Ana Filipa Alves and
Leandro da Silva Almeida**

Research Centre in Education, University of Minho, Braga, Portugal

Abstract

The Cattell-Horn-Carroll theory is the principal model at present to define and assess intelligence. However, several authors have suggested that the structure of intelligence is not stable throughout life. For example, children tend to present a general ability, which is invested in the development of specific and differentiated abilities during adolescence, reflecting the effect of schooling, experiences, and interests. In this study, an intelligence nine subtests battery was applied to a sample of 470 5-, 7-, and 9-year-old Portuguese children, from public and private basic schools. Two structure models have been tested, one assuming a global general factor loading by the nine subtests, and a second one formed by two factors integrating the verbal and non-verbal subtests. The results provide evidence of better fit of the second model where intelligence performance is organized in traditional verbal and non-verbal factors. This structure model is confirmed taking 5-, 7-, and 9-year-old children subgroups. A posterior path analysis verifies the impact of socio-familial variables in both factors. More than parents' educational levels and professional status, the results suggest the sibship size appears as more relevant on explanation of children cognitive performance.

Corresponding Author:

Ana Azevedo Martins, Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal.

Email: anaazevedo.martins@gmail.com

Keywords

intelligence, cognitive development, cognitive differentiation, childhood, sibship size

The Cattell-Horn-Carroll theory (CHC) is assumed as an important reference in the definition and assessment of intelligence (Flanagan, Ortiz, & Alfonso, 2007; McGrew, 2009). McGrew and Flanagan (1998) integrate Cattell and Horn's theory of fluid and crystallized intelligence (*Gf-Gc* theory; Cattell, 1967; Horn & Cattell, 1966) with Carroll's three-stratum theory (Carroll, 1993) and developed the CHC model of intelligence. This model conceptualizes intelligence as a hierarchical and multifactorial structure, which includes a general overall measure of ability (the *g* factor) at the apex, a dozen of broad abilities in the middle level, and over 80 specific, narrow abilities at the lowest level of the hierarchy.

With an emphasis on the nature and growth of intellectual abilities in young children, there are several studies verifying the presence of different cognitive abilities at an early age (Kaufman & Kaufman, 2004; Potvin, Keith, Caemmerer, & Trundt, 2015; Roid, 2003). The Cattell's investment theory (1987) assumes that, in the first years of life, intelligence is better expressed through a fluid ability (*Gf*), which is invested in experience and transformed into knowledge, that is, crystallized intelligence (*Gc*), during the process of development and education. As personal, environmental, and cultural influences in the acquirement of knowledge accumulate with age, the relationship between the fluid and crystallized abilities tends to decrease throughout development and the cognitive abilities tend to become more independent of each other. However, recent studies have presented contradictory results regarding the age differentiation hypothesis. On one hand, evidence found in some studies was unable to support this hypothesis (Juan-Espinosa, Cuevas, Escorial, & García, 2006; Molenaar, Dolan, Wicherts, & van der Maas, 2010; Rietveld, Dolan, van Baal, & Boomsma, 2003); on the other hand, other studies have confirmed the progressive differentiation of intellectual abilities (Hülür, Wilhelm, & Robitzsch, 2011; Kane & Brand, 2006; Tideman & Gustafsson, 2004; Tusing & Ford, 2004).

This progressive cognitive differentiation with age has been associated by some authors with the growing importance that non-cognitive and socio-familial variables represent along the development (Freiberger, Steinmayr, & Spinath, 2012; Lemos, Abad, Almeida, & Colom, 2014; Soares, Lemos, Primi, & Almeida, 2015). For example, family socioeconomic status (SES) or parental school degrees are positive related to children's cognitive performance. Better nutritional and educational stimulation are possible explanations (Cianci, Orsini, Hulbert, & Pezzuti, 2013; Rindermann, Michou, & Thompson, 2011), which are also mentioned to explain differences in favor of children from urban compared to rural areas (O'Connor & McCartney, 2007; Strenze, 2007). Another familiar variable is sibship size, but there is also some controversy regarding its impact. A negative influence is presented in some studies as

being due to the increasing dilution of parents' educational resources (Downey, 2001; Lawson & Mace, 2009; Osman, Alahmadi, Bakhiet, & Lynn, 2016), but a positive correlation can be found if the presence of an older brother has a mediated influence on cognitive development of younger siblings (Prime, Plamondon, Pauker, Perlman, & Jenkins, 2016).

Considering these controversies, the purpose of this study was to analyze the structure of intelligence in childhood. First, our expectation is that cognitive differentiation increases with age, since learning experiences and interests become more specialized over the course of years and with school progression. Thus, it is expected that from 5 to 9 years old, the loading of the general factor will decrease, resulting in the emergence of specific factors, namely a verbal and a non-verbal factor, in explaining children's cognitive performance. More specifically, our initial hypothesis is that the cognitive structure will be unidimensional at the age of 5 and that in the extension of differentiation theory, at 7 or 9 years, it becomes bidimensional (verbal and non-verbal).

On the other hand, if we think that cognitive differentiation results from differences in experiences and learning, then socio-familial contexts will have some importance in the explanation of this differentiation at the level of verbal and non-verbal factors since, in the context of ecological approaches (Bronfenbrenner, 1979; Vygotsky, 1978), such contexts shape cognitive development. In Portugal, rural areas of residence are associated with lower parental education levels, lower SES, and having more children. Thus, as a second point, we intend to understand the effect of non-cognitive or socio-familial variables, like area of residence, parental education, SES, and sibship size, on each other and on the best fit structure model through a path analysis approach. For further specification of possible effects of the socio-family variables in analysis, we chose to consider in the SES definition only parental occupation, taking economic income and the social status inherent, isolating parental education, since in Portugal, this variable is more associated with the educational and cultural practices of the family. Despite the relative independence of these two variables in the model tested, we assume the impact of academic qualifications on the typology and levels of occupational activities, as well as the SES status associated with the occupations.

Method

Subjects

The study included 470 Portuguese students from public (65.7%) and private schools (34.3%), in pre-school (31.9%), and the first cycle of elementary school (69.1%). Students were distributed into three age groups: 5 years (N = 150, 31.9%), 7 years (N = 163, 34.7%), and 9 years old (N = 157, 33.4%). The sample showed equilibrium in terms of gender (boys = 49.6%, girls = 50.4%) and area of residence

(urban = 53.0%, rural = 47.0%). In terms of SES, we utilize three levels (high, medium, low) based on parental occupation. Most of the participants were from a low level (43.8%), with 38.3% of the sample at the intermediate level and only 17.9% in the high level. Regarding the parental school degrees, most have completed elementary school (fathers = 46.8%, mothers = 40.4%), with 33.4% and 36.6% with the higher education, and 19.8% and 23.0% with secondary education, respectively. Concerning sibship size, 57.7% of students have one sibling, 35.3% have no siblings, and 7.0% have two or more siblings. Children identified with special educational needs were not considered in this study.

Measures

The *Cognitive Competencies Scale for Children from 4 to 10 years*—ECCOs 4/10 (Brito & Almeida, 2009) is an intelligence subtests battery, framed in the composite tests of intelligence. As can be seen in Table 1, this battery assesses six cognitive abilities through tasks with verbal and manipulative contents: perception, memory, comprehension, reasoning, problem-solving, and divergent thinking. The divergent thinking tests were not used because of their high specificity and absence of correlations with the others tests in the battery (see Martins, Alves, & Almeida, 2016). The results obtained with this version of the battery showed high internal consistency indices (Kuder–Richardson coefficients between .87 and .97) and the stability coefficients ranged between .90 and .83

Table 1. The structure of the ECCOs 4/10.

Cognitive abilities	Tasks	Contents	
		Verbal	Non-Verbal
Perception	Codification and perceptual attention to details	–	Comparison of Figures
Short-term memory	Attention, retention, and codification of digits	Elements in Phrases	Elements on Trees
Understanding	Grasping elements and senses in a context	Absurd Phrases	Absurd Drawings
Reasoning	Apprehension and application of relations	Verbal Analogies	Analogy of Figures
Problem-solving	Performing tasks involving sequential and organized thought.	Quantitative Tasks	Patterns Composition
Divergent thinking	Production of ideas and originality and fluency	Construction of Stories	Construction of Figures

(Brito, Almeida, Ferreira, & Guisande, 2011). Validity studies show significant and positive correlations (from .48 to .65) between ECOOs and WPPSI or WISC scores (Alves, Martins, & Almeida, 2016).

A socio-demographic questionnaire was applied, allowing registration of each child in regard to their age, gender, parental occupation, parental academic performance (school degrees), area of residence, and sibship size. Regarding the SES, we calculate this variable only reflecting the salary and the social status associated with the occupational activity. The parents' academic qualifications were considered in this article as an independent variable, since those qualifications reflect the family's cultural conditions, although in the tested model, these qualifications represent the occupational activity exercised by the parents.

Procedure

The ECCOs 4/10 was applied after we got permission for the study from the Ministry of Education and from the ethics committee of the University. All schools and parents received written requests with the explanation of the nature and purposes of the study and assurance of data confidentiality. After the approval of all subjects and the parents' informed consent, the ECCOS 4/10 was applied individually, lasting approximately 90 minutes in duration. In young children, and whenever necessary, the battery application was performed at two different points in time, with a maximum interval of three to four days to avoid concentration problems and fatigue. The subtests have a stop criterion defined by a number of successive failures and, therefore, children did not have to perform the most difficult items. There were no problems in its application or comprehension by students.

Statistical procedure

The raw data from ECCOs 4/10 were used for the analyses in the present study. Two models of different factor structures representing some psychometric theories of intelligence were built, evaluated, and tested using the MPlus 7.11 software (Muthén & Muthén, 1998–2013). Model 1 is represented by only one factor and reflects Spearman's (1927) *g* factor theory. Model 2 assumes two first-order factors and may be supported by Vernon's (1961) hierarchical theory of intelligence or a classic intelligence battery formed by verbal and non-verbal subtests. In this last case, Factor 1 is formed by non-verbal tests; it is a more perceptivemechanical factor with practical or spatial content. Factor 2 is formed by verbal-educational tests and is associated with cognitive abilities resulting from learning.

A confirmatory factor analytic modeling approach was applied, with robust maximum likelihood estimation procedures and the following fit indices: *comparative fit index* (CFI), *Tucker-Lewis index* (TLI), *root mean square error of*

approximation (RMSEA), and *standardized root mean square residual* (SRMR). The models were compared through the difference in CFI and RMSEA. One model is assumed better than the other model when the CFI difference is equal to or greater than .01, or when the RMSEA difference is equal to or greater than .015 (Chen, 2007). The models were also compared by the difference in *Akaike information criterion* (AIC) and the *Bayesian Index Criterion* (BIC). A six-point difference is considered adequate for the model with the lower value, and a 10-point difference is considered an acceptable cut-off value (Kass & Raftery, 1995).

Finally, with the total sample of children and in accordance with theoretical considerations, the role causal model of area of residence in cognitive structure, represented by the best fit model, was evaluated. This causal model was mediated by the following variables: father's education, mother's education, SES, and sibship size. This analysis was performed through a path analysis approach and the significance of the regression coefficients was assessed after parameter estimation by the robust maximum likelihood method implemented in the Mplus. We used the same adjustment indices described above and only relationships with $p < .05$ were considered.

Results

Table 2 shows the descriptive statistics (minimum and maximum values, mean, standard deviation, skewness, and kurtosis) of the raw data obtained on the ECCOs 4/10 subtests. A first analysis of these data shows a satisfactory dispersion. Minimum and maximum values for each of the subtests correspond to the extent provided for ratings. Mean scores seem to be distributed around the central value, with the exception of the non-verbal subtests of understanding (Absurd Drawings) and problem-solving (Patterns Composition), and verbal subtests of reasoning (Elements in Phrases) and understanding (Absurd Phrases). These specific subtests tend to lower values into the average range, with the exception of the non-verbal subtests of understanding. The standard deviations scores range between 5.70 and 39.21. The skewness values are close to zero, indicating a normal distribution of results. The kurtosis coefficients also approach zero; however, the non-verbal subtest of short-term memory (Elements on Trees) and the verbal subtest of reasoning (Verbal Analogies) have values above one.

Table 2 also shows the correlation matrix of ECCOs 4/10 subtests. Correlation coefficients range from .57 ($p = .000$) to .80 ($p = .000$), respecting the assumption of the absence of multicollinearity, as is necessary for pursuing subsequent analyses. The subtest Comparison of Figures shows lower correlation levels than the remaining subtests, with the inverse situation occurring with the subtest Quantitative Tasks.

The statistical and fit indices for the two models tested (Spearman's g factor *versus* Vernon's Verbal and Non-verbal factors) in the three age groups (5, 7, and 9 years)

Table 2. Descriptive statistics and correlation coefficients of the raw data obtained on the ECCOs 4/10 subtests.

	CF	ET	AD	AF	PC	EP	AP	VA	QT
CF	–								
ET	.57	–							
AD	.58	.61	–						
AF	.65	.69	.64	–					
PC	.64	.62	.65	.72	–				
EP	.59	.63	.61	.65	.59	–			
AP	.64	.62	.65	.70	.64	.69	–		
VA	.66	.65	.69	.72	.65	.73	.77	–	
QT	.67	.70	.69	.76	.69	.73	.78	.80	–
Min-Max	4–38	3–49	8–44	1–38	17–187	7–102	1–40	5–66	6–33
Mean	20.06	27.61	29.43	18.73	84.26	53.87	21.40	38.72	20.29
SD	6.07	11.68	5.78	8.10	39.21	20.58	8.86	13.89	5.70
Sk	–.01	–.06	–.42	–.12	–.03	–.01	.01	–.09	.09
Ku	–.05	–1.10	.89	–.38	–.56	–.93	–.70	–1.19	–.59

Note. CF=Comparison of Figures, ET=Elements on Trees, AD=Absurd Drawings, AF=Analogy of Figures, PC=Patterns Composition, EP=Elements in Phrases, AP=Absurd Phrases, VA=Verbal Analogies, QT=Quantitative Tasks, Min=Minimum, Max=Maximum, SD=Standard Deviation, Sk=Skewness, Ku=Kurtosis. All correlations are significant at the .000 level.

Table 3. Statistical and model fit indices for the three age groups.

Age	Models	χ^2 (df)	TLI	CFI	RMSEA	AIC	BIC	SRMR
5	Model 1	47.50 (27)	.92	.94	.071 (.036–.104)	9138.31	9219.60	.06
	Model 2	39.61 (26)	.94	.96	.059 (.011–.094)	9131.78	9216.07	.05
7	Model 1	45.58 (27)	.95	.97	.065 (.029–.097)	9627.22	9710.75	.04
	Model 2	39.81 (26)	.96	.97	.057 (.012–.091)	9622.96	9709.58	.04
9	Model 1	40.25 (27)	.94	.96	.056 (.005–.090)	9263.10	9345.62	.05
	Model 2	28.04 (26)	.99	.99	.022 (.000–.068)	9252.49	9338.07	.04

Note. TLI = Tucker-Lewis index; CFI = comparative fit index; RMSEA = root mean square error of approximation; SRMR = standardized root mean square residual; AIC = Akaike information criterion; BIC = Bayesian Index Criterion. Model 1 = g factor, Model 2 = Non-verbal and Verbal factors.

are presented in Table 3. Model 1 (g factor) showed an acceptable adjustment at all ages; however, at the age of 5 years, it showed a decrease in the fit indices. Model 2 (Non-verbal and Verbal factors) showed a good fit in all age groups, especially at 9 years old. This model presented high correlations, of .84, .92, and

Table 4. Factorial loadings of ECCOS 4/10 subtests for the two models tested.

Models	Factors	Age	Range	Mean	SD
Model 1	g factor	5	.31–.71	.71	.11
		7	.54–.77	.67	.07
		9	.40–.73	.50	.13
Model 2	Non-verbal	5	.38–.63	.56	.10
		7	.55–.71	.65	.06
		9	.41–.73	.55	.12
	Verbal	5	.63–.75	.75	.05
		7	.63–.79	.72	.07
		9	.45–.75	.65	.14

.82, between Non-verbal and Verbal factors, at 5, 7, and 9 years old, respectively, which may indicate the existence of a second-order latent factor.

Table 4 presents a summary of the factorial loadings of ECCOS 4/10 subtests (minimum and maximum range, mean and standard deviation) for the two models tested in this study. The loadings obtained indicate a decrease as the child's age increases, namely in Model 1 (factor g) or, as in Model 2 (Verbal/Non-verbal), we consider the subtests collected for the Verbal factor. This decrease seems to point to a greater specificity of cognitive performance on each subtest or to less importance for the general factor.

When we compared the two models in the three age groups, it was found that the Non-verbal and Verbal model presented the best fit (see Table 3). Then, with the total sample of children and through a path analysis approach, we evaluated the causal model of residence area over this model's factorial structure, mediated by the following variables: father's education, mother's education, SES, and sibship size.

The causal model presented in Figure 1 had very good adjustment ($\chi^2 = 4.72$, $df = 3$, CFI = .99, TLI = .99, RMSEA = .04, SRMR = .02, AIC = 7996.58, BIC = 8121.16); however, the observed effects among the variables are not all significant. The only significant effects are described next. The area of residence had a negative direct effect of $-.53$ ($p = .000$) on father's education, of $-.52$ ($p = .000$) on mother's education (lower educational levels in rural areas), and $-.15$ ($p = .000$) on SES (lower SES in rural areas). The area of residence also had a total indirect effect of $-.40$ ($p = .000$) on SES, when mediated by mother's education and father's education. The mother's education and father's education had a direct effect of $.40$ ($p = .000$) and $.36$ ($p = .000$) on SES, respectively. The sibship size had a negative direct effect on Non-verbal factor of $-.62$ ($p = .000$) and a negative direct effect on Verbal factor of $-.62$ ($p = .000$).

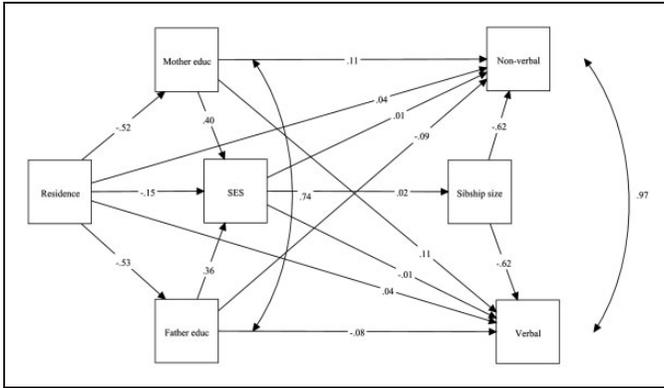


Figure 1. Path analysis results for the factorial structure of Model 2 in the total sample.

Thus, these results show, on the one hand, that in rural areas both parental education and SES levels are lower, and that more education leads to a higher SES; on the other hand, only the sibship size variable has a significant effect (in a negative sense) on cognitive structure in this sample of children.

Discussion

Currently, some inconsistency regarding the intelligence structure in childhood remains: while some authors defend a general capacity describing cognitive abilities (Ward, Rothlisberg, McIntosh, & Bradley, 2011), others suggest the existence of a multifactorial structure (Horn & Blankson, 2005; Potvin et al., 2015; Reynolds, Keith, Fine, Fisher, & Low, 2007). When we compare the two models tested in this study, it appears that the multifactorial model presents better adjusted solutions than the single factor model; even the strong positive correlation between the Non-verbal and Verbal factors suggests a general factor of a higher order. These results find some support in the hierarchical theories of intelligence that assume the existence of a general factor at the apex of the hierarchy, which is divided into a broad group of factors, as in CHC theory. This solution differentiates a factor more closely related to language and school learning, and a second factor associated with daily experiences that is more related to non-verbal subtests (Keith, Low, Reynolds, Patel, & Ridley, 2010; Schneider & Newman, 2015). Our results showed that at the age of 5 years, the multifactorial structure is the best suited to define intelligence and remains adjusted and stable over the three age groups, which differ in regard to the position that relates cognitive specialization to adolescence and adulthood due to a differentiation of academic backgrounds and professional activities (Ackerman, 2014; Cattell, 1987). The stability of the two-factor structure from the 5- to 9-year-old subgroup reinforces the assumption that curricular learning

and daily experiences can differentiate cognitive development in the functioning of verbal and non-verbal competencies.

The analysis of the socio-familial variables effect in those two factors shows a significant impact of sibship size on the cognitive performance of children. Similar to other studies, our results indicate a negative relationship between sibship size and cognitive development (Kanazawa, 2012; Lawson & Mace, 2009), which tends to be interpreted through the establishment of a weaker intellectual environment in families with many children (Downey, 2001; Steelman, Powell, Werum, & Carter, 2002). If higher sibship size is found in rural areas, in lower SES for families, and in lower father and mother's educational levels, we can assume that these socio-familial variables are not related to children's cognitive performance because sibship size captures most part of the variance explained by socio-familial variables.

The family life conditions in the most disadvantaged groups do not favor the cognitive and psychosocial development of children, justifying the implementation of educational, social, and cultural enrichment programs in these populations. At same time, these families have more children, which would indicate the need for a large amount of socio-educational support. In these cases, the older siblings take care of the younger ones, with the result that these younger siblings do not benefit from public or private means of education (pre-school). In addition, larger sibship sizes reduce the probability of parents placing children in educational settings for extracurricular activities due to the related costs, instead choosing to have older siblings tutor younger ones. The fact that sibship size has an impact on verbal and non-verbal performance suggests that this variable has a relevant impact on overall cognitive development (thinking, reasoning, understanding, and problem-solving).

Despite its contribution to cognitive differentiation in childhood, this study presents some limitations. First, the proximity of the age in the three children subgroups considered is a limitation. In the future, it would be interesting to consider a new subgroup near 12 years old. At same time, it would be important to include other intelligence tests to combine with the ECCOS 4/10, in order to produce a more complete evaluation of children intelligence. In our opinion, better tests of the cognitive differentiation hypothesis require the inclusion of a large number of cognitive tests and more differentiated abilities in that evaluation. Finally, the number of subjects per age group is small and may not be sufficient to accurately detect the cognitive differentiation effect; in future studies, this line of research deserves more robust samples and/or a longitudinal approach.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) disclosed receipt of the following financial support for the research, authorship, and/or publication of this article: This work was supported by the Foundation for Science and Technology of Portugal, IP (FCT) under Grant (SFRH/BD/84153/2012).

References

- Ackerman, P. L. (2014). Adolescent and adult intellectual development. *Current Directions in Psychological Science*, 23(4), 246–251. Retrieved from <http://doi.org/10.1177/0963721414534960>.
- Alves, A. F., Martins, A., & Almeida, L. S. (2016). Interactions between sex, socioeconomic level, and children's cognitive performance. *Psychological Reports*, 118(2), 471–486. Retrieved from <http://doi.org/10.1177/0033294116639428>.
- Brito, L., & Almeida, L. S. (2009). *Escala de Competências Cognitivas para Crianças – ECCOS 4/10: Manual [Cognitive Competencies Scale for Children ECCOS4/10: Manual]*. Porto: Edição dos autores.
- Brito, L., Almeida, L. S., Ferreira, A., & Guisande, M. (2011). Contribución de los procesos y contenidos a la diferenciación cognitiva en la infancia: Un estudio con escolares portugueses [Contribution of processes and contents to cognitive differentiation in childhood: A study with Portuguese schoolchildren]. *Infancia Y Aprendizaje*, 34(3), 323–336. Retrieved from <http://doi.org/10.1174/021037011797238540>.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Cattell, R. B. (1967). The theory of fluid and crystallized intelligence checked at the 5–6 year-old level. *British Journal of Educational Psychology*, 37(2), 209–224. Retrieved from <http://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1967.tb01930.x>.
- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth, and action*. Amsterdam, the Netherlands: North-Holland.
- Chen, F. F. (2007). Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14(3), 464–504. Retrieved from <http://doi.org/10.1080/10705510701301834>.
- Cianci, L., Orsini, A., Hulbert, S., & Pezzuti, L. (2013). The influence of parents' education in the Italian standardization sample of the WISC-III. *Learning and Individual Differences*, 28, 47–53. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.09.009>.
- Downey, D. B. (2001). Number of siblings and intellectual development: The resource dilution explanation. *American Psychologist*, 56(6–7), 497–504. Retrieved from <http://doi.org/10.1037/0003-066x.56.6-7.497>.
- Flanagan, D. P., Ortiz, S. O., & Alfonso, V. (2007). *Essentials of cross-battery assessment* (2nd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Freiberger, V., Steinmayr, R., & Spinath, B. (2012). Competence beliefs and perceived ability evaluations: How do they contribute to intrinsic motivation and achievement? *Learning and Individual Differences*, 22(4), 518–522. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.02.004>.

- Horn, J. L., & Blankson, N. (2005). Foundations for better understanding of cognitive abilities. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 41–68). New York, NY: Guilford.
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized general intelligences. *Journal of Educational Psychology, 57*(5), 253–270. Retrieved from <http://doi.org/10.1037/h0023816>.
- Hülür, G., Wilhelm, O., & Robitzsch, A. (2011). Intelligence differentiation in early childhood. *Journal of Individual Differences, 32*(3), 170–179. Retrieved from <http://doi.org/10.1027/1614-0001/a000049>.
- Juan-Espinosa, M., Cuevas, L., Escorial, S., & García, L. F. (2006). Testing the indifferentiation hypothesis during childhood, adolescence, and adulthood. *The Journal of Genetic Psychology, 167*(1), 5–15. Retrieved from <http://doi.org/10.3200/GNTP.167.1.5-15>.
- Kanazawa, S. (2012). Intelligence, birth order, and family size. *Personality and Social Psychology Bulletin, 38*(9), 1157–1164. Retrieved from <http://doi.org/10.1177/0146167212445911>.
- Kane, H. D., & Brand, C. R. (2006). The variable importance of general intelligence (g) in the cognitive abilities of children and adolescents. *Educational Psychology, 26*(6), 751–767. Retrieved from <http://doi.org/10.1080/01443410500390897>.
- Kass, R. E., & Raftery, A. E. (1995). Bayes factors. *Journal of the American Statistical Association, 90*(430), 773–795. Retrieved from <http://doi.org/10.1080/01621459.1995.10476572>.
- Kaufman, A., & Kaufman, N. (2004). *Kaufman assessment battery for children* (2nd ed.). Circle Pines, MN: American Guidance Services.
- Keith, T. Z., Low, J. A., Reynolds, M. R., Patel, P. G., & Ridley, K. P. (2010). Higher-order factor structure of the differential ability Scales-II: Consistency across ages 4 to 17. *Psychology in the Schools, 47*(7), 676–697. Retrieved from <http://doi.org/10.1002/pits.20498>.
- Lawson, D. W., & Mace, R. (2009). Trade-offs in modern parenting: A longitudinal study of sibling competition for parental care. *Evolution and Human Behavior, 30*(3), 170–183. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2008.12.001>.
- Lemos, G. C., Abad, F. J., Almeida, L. S., & Colom, R. (2014). Past and future academic experiences are related with present scholastic achievement when intelligence is controlled. *Learning and Individual Differences, 32*, 148–155. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.01.004>.
- Martins, A. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2016). The factorial structure of cognitive abilities in childhood. *European Journal of Education and Psychology, 9*(1), 38–45. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.ejeps.2015.11.003>.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence, 37*(1), 1–10. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.intell.2008.08.004>.
- McGrew, K. S., & Flanagan, D. P. (1998). *The intelligence test desk reference (ITDR): Gf-Gc Cross-battery assessment*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Molenaar, D., Dolan, C. V., Wicherts, J. M., & van der Maas, H. L. J. (2010). Modeling differentiation of cognitive abilities within the higher-order factor model using moderated factor analysis. *Intelligence, 38*(6), 611–624. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.intell.2010.09.002>.

- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (1998–2013). *MPlus user's guide* (7th ed.). Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- O'Connor, E., & McCartney, K. (2007). Examining teacher-child relationships and achievement as part of an ecological model of development. *American Educational Research Journal*, 44(2), 340–369. Retrieved from <http://doi.org/10.3102/0002831207302172>.
- Osman, H., Alahmadi, M., Bakhiet, S., & Lynn, R. (2016). Relation between intelligence and family size, position, and income in adolescent girls in Saudi Arabia. *Psychological Reports*, 0(0), 1–4. Retrieved from <http://doi.org/10.1177/0033294116665179>.
- Potvin, D. C. H., Keith, T. Z., Caemmerer, J. M., & Trundt, K. M. (2015). Confirmatory factor structure of the Kaufman Assessment battery for children-second edition with pre-school children: Too young for differentiation?. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 33(6), 522–533. Retrieved from <http://doi.org/10.1177/0734282914568538>.
- Prime, H., Plamondon, A., Pauker, S., Perlman, M., & Jenkins, J. M. (2016). Sibling cognitive sensitivity as a moderator of the relationship between sibship size and children's theory of mind: A longitudinal analysis. *Cognitive Development*, 39, 93–102. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.cogdev.2016.03.005>.
- Reynolds, M. R., Keith, T. Z., Fine, J. G., Fisher, M. E., & Low, J. A. (2007). Confirmatory factor structure of the Kaufman assessment battery for children-second edition: Consistency with Cattell-Horn-Carroll theory. *School Psychology Quarterly*, 22(4), 511–539. Retrieved from <http://doi.org/10.1037/1045-3830.22.4.511>.
- Rietveld, M. J. H., Dolan, C. V., van Baal, G. C. M., & Boomsma, D. I. (2003). A twin study of differentiation of cognitive abilities in childhood. *Behavior Genetics*, 33(4), 367–381. Retrieved from <http://doi.org/10.1023/A:1025388908177>.
- Rindermann, H., Michou, C. D., & Thompson, J. (2011). Children's writing ability: Effects of parent's education, mental speed and intelligence. *Learning and Individual Differences*, 21(5), 562–568. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.07.010>.
- Roid, G. H. (2003). *Stanford-Binet intelligence scales* (5th ed.). Itasca, IL: Riverside Publishing.
- Schneider, W. J., & Newman, D. A. (2015). Intelligence is multidimensional: Theoretical review and implications of specific cognitive abilities. *Human Resource Management Review*, 25(1), 12–27. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.hrmr.2014.09.004>.
- Soares, D. L., Lemos, G. C., Primi, R., & Almeida, L. S. (2015). The relationship between intelligence and academic achievement throughout middle school: The role of students' prior academic performance. *Learning and Individual Differences*, 41, 73–78. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.02.005>.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York, NY: MacMillan.
- Steelman, L. C., Powell, B., Werum, R., & Carter, S. (2002). Reconsidering the effects of sibling configuration: Recent advances and challenges. *Annual Review of Sociology*, 28(1), 243–269. Retrieved from <http://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.111301.093304>.
- Strenze, T. (2007). Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence*, 35(5), 401–426. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.intell.2006.09.004>.

- Tideman, E., & Gustafsson, J.-E. (2004). Age-related differentiation of cognitive abilities in ages 3–7. *Personality and Individual Differences*, 36(8), 1965–1974. Retrieved from <http://doi.org/10.1016/j.paid.2003.09.004>.
- Tusing, M. E., & Ford, L. (2004). Examining preschool cognitive abilities using a CHC framework. *International Journal of Testing*, 4(2), 91–114. Retrieved from http://doi.org/10.1207/s15327574ijt0402_1.
- Vernon, P. E. (1961). *The structure of human abilities* (2nd ed.). London, England: Methuen.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ward, K. E., Rothlisberg, B. A., McIntosh, D. E., & Bradley, M. H. (2011). Assessing the SB-V factor structure in a sample of preschool children. *Psychology in the Schools*, 48(5), 454–463. Retrieved from <http://doi.org/10.1002/pits.20567>.

Author Biographies

Ana Azevedo Martins obtained PhD from the University of Minho, Braga, with project focused on cognitive differentiation in children. The main research interests focus on the study of intelligence development, intellectual profiles' heterogeneity, and the structure of cognitive abilities in children.

Cristiano Mauro Assis Gomes is a full professor of Psychology at the Federal University of Minas Gerais, Brazil. He obtained his PhD in Education in the Federal University of Minas Gerais and his post-doctoral in Educational Psychology in the University of Minho, Portugal. His research focuses on psychological and educational tests validation, as well on metacognition, intelligence and other variables that predict psychoeducational outcomes.

Ana Filipa Alves obtained PhD from the University of Minho. The main research interests focus on cognitive processes associated with performance, learning and academic achievement of children and adolescents, and their relationship with personal, social, and familiar variables.

Leandro da Silva Almeida is a full professor of Educational Psychology at the University of Minho, Portugal. He obtained his PhD in Psychology from the University of Porto. His research focuses in cognition, learning, and academic achievement from childhood to young adults.

ARTIGO 5.

A diferenciação cognitiva na infância: um estudo de perfis cognitivos aos 5, 7 e 9 anos

Cognitive differentiation during childhood: A study on cognitive profiles of 5, 7, and 9-year-old children

Ana Azevedo **MARTINS**¹
Diana Lopes **SOARES**¹
Lurdes **BRITO**¹
Gina Cláudia **LEMONS**¹
Ana Filipa **ALVES**¹
Leandro da Silva **ALMEIDA**¹

Resumo

No seio do debate sobre se a inteligência é mais bem definida por um fator geral ou por aptidões específicas, ganha relevância a hipótese da diferenciação cognitiva. Análises recentes enfatizam o interesse dessa questão para a investigação e alertam para a relevância das suas implicações na área educativa. Este estudo analisou a possibilidade de a diferenciação das aptidões cognitivas ocorrer já na infância e também o efeito moderador do Quociente de Inteligência na magnitude da relação entre as habilidades cognitivas. Aplicou-se uma bateria de provas que avaliam várias funções cognitivas a uma amostra de 231 crianças com 5, 7 e 9 anos, distribuídas por três grupos de desempenho cognitivo. Os resultados de uma análise de *clusters* hierárquica e de uma análise de variância apontam para a não diferenciação das funções cognitivas na infância. Contudo, uma análise mais cuidadosa aponta para alguma diferenciação suportada pela heterogeneidade dos perfis cognitivos junto dos alunos com Quociente de Inteligência elevado.

Palavras-chave: Aptidão cognitiva; Infância; Inteligência; Quociente de inteligência.

Abstract

Within the debate about whether intelligence is best defined by a general factor or specific skills, the hypothesis of cognitive differentiation gains relevance. Recent analyses have emphasized the importance of this issue in the investigation of cognitive skills and have highlighted its implications in education. This study examined the possibility that the differentiation of cognitive abilities may occur during childhood and investigated the moderating effect of Intelligence Quotient on the magnitude of the relationship between cognitive abilities. A battery of tests for assessing

▼ ▼ ▼ ▼ ▼

¹ Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação. Campus de Gualtar, 4710-057, Braga, Portugal. Correspondência para/ Correspondence to: A.A. MARTINS. E-mail: <anaazevedo.martins@gmail.com>.

Apoio: Fundação para a Ciência e a Tecnologia (Projeto SFRH/BD/84153/2012).

cognitive function was administered to 231 children aged 5, 7, and 9 years old, who were divided into three cognitive performance groups. The results of hierarchical cluster analysis and variance analysis indicate the lack of differentiation of cognitive functions during childhood. However, a more careful analysis suggests some differentiation supported by the heterogeneity of cognitive profiles among students with high Intelligence Quotient.

Keywords: *Cognitive ability; Childhood; Intelligence; Intelligence quotient.*

É difícil definir a inteligência de forma unânime, pois são diferentes os modelos teóricos presentes. Atualmente, algum consenso foi obtido a partir de uma organização estratificada das habilidades cognitivas. Considerando o modelo de Cattell-Horn-Carroll (Teoria CHC), pode-se assumir que a inteligência se organize em três estratos (Almeida, 2002; Primi, 2002): o primeiro formado por algumas dezenas de habilidades específicas de primeira ordem e próximas do desempenho de tarefas singulares; o segundo reunindo uma dezena de fatores mais gerais de segunda ordem, traduzindo processos cognitivos (codificação, memória, raciocínio etc.) ou conteúdos de tarefas (quantitativo, verbal, figurativo etc.); e, por último, o fator geral de terceira ordem, próximo do fator *g* de Spearman (1927).

A par da controvérsia em torno do número dos fatores que definem a inteligência, alguma dissonância persiste quanto à sua diferenciação conforme os níveis de desempenho cognitivo ou conforme o desenvolvimento ao longo da idade. No primeiro caso, e associado ao fator *g*, Spearman (1927) postula “*the law of diminishing returns*” (SLODR, *Spearman’s Law of Diminishing Returns*), segundo a qual as correlações entre os testes de desempenho cognitivo e os respectivos *loadings* em *g* diminuiriam para indivíduos com elevado Quociente de Inteligência (QI). Essa relação inversa entre o QI e a magnitude da correlação dos testes tem encontrado suporte empírico em vários estudos (Carlstedt, 2001; Coyle & Rindermann, 2013; Jensen, 2003). Facon (2006) analisou a magnitude das correlações entre os resultados nos subtestes da *Wechsler Intelligence Scale for Children, Third Edition* (WISC-III) por referência à distribuição do nível de habilidade cognitiva (alto e baixo QI) de três grupos etários definidos (7-9 anos, 10-12 anos e 13-15 anos). Verificou que a magnitude dessas correlações é praticamente igual nos grupos de alto

e baixo QI até a faixa etária dos 10-12 anos. A partir daí, e como seria previsto pela SLODR, as correlações tornam-se mais fortes para os indivíduos com baixo QI. Num estudo anterior com crianças de 4 e 9 anos, Facon (2004) também não teria encontrado evidências para a diferenciação cognitiva, tendo assumido que esse fenômeno emergia, apenas, em idades mais avançadas (Facon, 2006).

Uma segunda abordagem associa a diferenciação das habilidades cognitivas às experiências educacionais e interesses dos sujeitos, sobretudo a partir da adolescência. Nessa linha, Cattell (1987) aprofundou o conceito do fator *g* e subdividiu-o em inteligência fluida (*gf*) e inteligência cristalizada (*gc*), assumindo a primeira como mais marcada por aspectos genéticos e neurológicos, enquanto a segunda decorre das experiências culturais e educacionais (Kan, Kievit, Dolan, & van der Maas, 2011; Primi, Ferrão, & Almeida, 2010). Aprofundando a relação entre as duas inteligências, Cattell (1987) propõe a teoria do investimento e assume que o desenvolvimento da capacidade geral (*gf*) até ao final da adolescência seria acompanhado por um investimento progressivo em áreas delimitadas do conhecimento ou da realização, decorrendo daí um amplo conjunto de capacidades cristalizadas (*gc*). Assim, à medida que o indivíduo avança no seu percurso desenvolvimental, observa-se uma crescente especialização das habilidades cognitivas e consequente redução de variância explicada por *g* (Juan-Espinosa et al., 2002).

Apesar de os resultados de alguns estudos não sustentarem a hipótese da diferenciação cognitiva (Juan-Espinosa, Cuevas, Escorial, & García, 2006; Molenaar, Dolan, Wicherts, & van der Maas, 2010; Rietveld, Dolan, van Baal, & Boomsma, 2003), existem outros que apoiam esse fenômeno e a possibilidade da sua ocorrência mesmo antes da adolescência (Tideman & Gustafsson, 2004; Tusing & Ford, 2004).

Assim, no presente estudo, considerando-se os resultados de crianças com 5, 7 e 9 anos, numa bateria que avalia vários processos cognitivos em provas verbais e não-verbais, pretende-se verificar se uma eventual diferenciação das habilidades cognitivas ocorre já na infância. Em segundo lugar, e tendo em conta os três grupos etários, pretende-se analisar que perfis cognitivos emergem em função dos resultados obtidos.

Método

Participantes

Participaram no presente estudo 231 crianças de 5, 7 e 9 anos ($M = 7,50; \pm 3,31$), que frequentavam a pré-escola e o primeiro ciclo do ensino fundamental, em instituições públicas e privadas da zona norte de Portugal. A amostra foi estratificada em função do sexo e da comunidade de pertença (meio urbano/meio rural). Crianças sinalizadas com necessidades educativas especiais não foram consideradas.

Instrumentos

A Escala de Competências Cognitivas para Crianças dos 4 aos 10 anos - ECCOs 4/10 (Brito & Almeida, 2009) é uma bateria de aplicação individual, composta por 11 provas que avaliam seis processos cognitivos (percepção, memória de curto prazo, compreensão, raciocínio, resolução de problemas e pensamento divergente), recorrendo a tarefas de conteúdo verbal e não-verbal. Neste estudo não se utilizou a prova que avalia o processo perceptivo, em virtude de não haver uma prova paralela recorrendo ao conteúdo verbal. Estudos de precisão e de validade dos resultados na bateria apontam índices de consistência interna elevados, compreendidos entre 0,87 e 0,97. Quanto à validade de constructo, os autores defendem um fator geral saturando todas as provas, exceto as relativas ao pensamento divergente (Brito & Almeida, 2009).

Procedimentos

A bateria foi aplicada individualmente, em duas sessões separadas, com duração entre 60 e 90 minutos. Os professores e os profissionais de educação foram esclarecidos da natureza, objetivos do estudo e condições de realização, assim como dos cuidados éticos respeitados (anonimato, confidencialidade, proteção e segurança dos dados recolhidos). A bateria foi aplicada por psicólogos previamente treinados.

Os dados foram analisados através do software *IBM Statistical Package for the Social Sciences* (versão 22.0 para Windows). Calcularam-se as notas estandardizadas, convertendo-se os resultados obtidos numa escala de 1 a 20 pontos (média de 10 e desvio-padrão de 3 pontos, assumido esse desvio como critério para a diferenciação cognitiva). Realizou-se uma análise de *clusters*, seguindo os passos de Bergman (1998), começando com o estudo da correlação entre as variáveis e sua eventual multicolinearidade. Para a análise de *clusters* recorreu-se ao *hierarquical clustering algorithm* (Everitt, Landau, & Leese, 2001) e ao método Ward. A identificação dos *clusters* seguiu os três passos usuais: análise do dendograma e dos coeficientes de aglomeração; interpretação teórica de cada *cluster* e análise descritiva das variáveis que o compõe; análise de variância (F da Anova, *Analysis of Variance*) e identificação das variáveis que significativamente diferenciam os grupos (teste de contraste).

Resultados

Na Tabela 1 apresentam-se as estatísticas descritivas e os coeficientes de correlação dos resultados nas provas da ECCOs 4/10. As médias nas provas assumem posições intermédias em comparação aos valores mínimo e máximo da distribuição. Os coeficientes de assimetria e curtose aproximam-se de zero, estando em sintonia com uma distribuição gaussiana dos resultados em cada prova. Os índices de correlação variam entre 0,13 ($p = 0,04$) e 0,53 ($p = 0,00$), respeitando o pressuposto da ausência de multicolinearidade, necessário à prossecução das análises posteriores.

Tabela 1

Estatísticas descritivas e coeficientes de correlação. Porto, 2013

Variáveis	MNV	CNV	RNV	RPNV	PDNV	MV	CV	RV	RPV	PDV
MNV	-									
CNV	0,19**	-								
RNV	0,39***	0,31***	-							
RPNV	0,23***	0,28***	0,33***	-						
PDNV	0,06	0,18**	0,02	0,21**	-					
MV	0,13*	0,39***	0,37***	0,28***	0,12	-				
CV	0,23***	0,43***	0,38***	0,35***	0,26***	0,42***	-			
RV	0,14*	0,42***	0,35***	0,26***	0,11	0,53***	0,50***	-		
RPV	0,33***	0,37***	0,42***	0,38***	0,14*	0,37***	0,48***	0,45***	-	
PDV	0,11	0,12	0,07	0,02	0,26***	-0,00	0,24***	0,13	0,08	-
N	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231
Min-Max	0-19	1-19	1-19	1-19	0-19	1-18	1-19	1-18	1-19	0-19
M	9,65	9,93	9,21	9,68	9,22	9,44	9,43	9,62	10,00	9,26
DP	3,36	3,16	3,70	3,55	3,18	3,33	3,83	3,35	3,34	3,77
Sk	-0,16	-0,14	-0,05	0,10	-0,02	-0,47	-0,34	-0,40	0,16	-0,06
Ku	0,38	0,44	0,01	0,10	0,38	0,54	-0,34	0,36	0,19	0,38

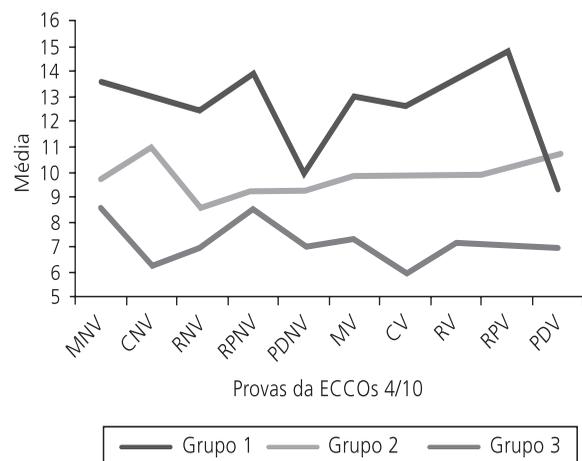
Nota: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

MNV: Memória Não-Verbal; CNV: Compreensão Não-Verbal; RNV: Raciocínio Não-Verbal; RPNV: Resolução de Problemas Não-Verbal; PDNV: Pensamento Divergente Não-Verbal; MV: Memória Verbal; CV: Compreensão Verbal; RV: Raciocínio Verbal; RPV: Resolução de Problemas Verbal; PDV: Pensamento Divergente Verbal; N: Dimensão da amostra; Min-Max: Mínimo-Máximo; M: Média; DP: Desvio-Padrão; Sk: Assimetria; Ku: Curtose.

Através da análise hierárquica de *clusters* e do respetivo dendograma, foi gerada uma solução final com três grupos distintos, apresentada na Tabela 2. Os grupos organizam-se segundo os níveis gerais de desempenho na ECCOs 4/10 e da seguinte forma: Grupo 1, alunos com alto desempenho cognitivo (QI alto); Grupo 2, alunos com médio desempenho cognitivo (QI médio); Grupo 3, alunos com baixo desempenho cognitivo (QI baixo). Como seria de antecipar, as médias nas várias provas diminuíram progressivamente do Grupo 1 para o Grupo 2, e do Grupo 2 para o Grupo 3. A única exceção observa-se nas provas de pensamento divergente de ambos os conteúdos (verbal e não-verbal), em que a média do Grupo 2 suplanta a média observada no Grupo 1 (diferença de 0,36 e 0,86, respectivamente).

Em seguida, analisaram-se as diferenças médias de desempenho dos alunos nas provas da bateria entre os *clusters* (alto, médio e baixo QI) para cada grupo etário (5, 7 e 9 anos). Para cada uma dessas análises foi gerada uma representação gráfica que ilustra tais diferenças de perfis. Assim, na Figura 1 apresentam-se os resultados para o grupo etário dos 5 anos.

Verifica-se que os alunos do Grupo 1 (QI alto) obtiveram uma pontuação média nas provas da bateria de 12,60, sendo de registrar um desvio superior a três pontos na prova verbal de pensamento

Figura 1. Resultados com os três *clusters* para os 5 anos. Porto, 2013.

Nota: MNV: Memória Não-Verbal; CNV: Compreensão Não-Verbal; RNV: Raciocínio Não-Verbal; RPNV: Resolução de Problemas Não-Verbal; PDNV: Pensamento Divergente Não-Verbal; MV: Memória Verbal; CV: Compreensão Verbal; RV: Raciocínio Verbal; RPV: Resolução de Problemas Verbal; PDV: Pensamento Divergente Verbal; ECCOs 4/10: Escala de Competências Cognitivas para Crianças dos 4 aos 10 anos.

Tabela 2

Caracterização dos três grupos de clusters, segundo níveis gerais de desempenho cognitivo. Porto, 2013

Grupos	Valores	MNV	CNV	RNV	RPNV	PDNV	MV	CV	RV	RPV	PDV
1	<i>N</i>	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	<i>M</i>	12,3	11,95	13,08	12,59	9,54	12,10	13,21	12,95	14,23	9,13
	<i>DP</i>	3,18	2,86	2,93	3,60	3,52	2,52	2,63	2,22	2,64	3,98
2	<i>N</i>	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131
	<i>M</i>	9,56	10,82	8,99	9,76	9,90	9,85	9,81	10,05	9,90	9,99
	<i>DP</i>	3,27	2,29	3,36	3,21	3,06	2,72	3,12	2,50	2,41	3,72
3	<i>N</i>	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61
	<i>M</i>	8,30	6,70	7,21	7,66	7,56	6,85	6,21	6,57	7,51	7,75
	<i>DP</i>	2,87	2,62	2,93	2,85	2,67	3,28	3,24	3,03	2,78	3,30

Nota: MNV: Memória Não-Verbal; CNV: Compreensão Não-Verbal; RNV: Raciocínio Não-Verbal; RPNV: Resolução de Problemas Não-Verbal; PDNV: Pensamento Divergente Não-Verbal; MV: Memória Verbal; CV: Compreensão Verbal; RV: Raciocínio Verbal; RPV: Resolução de Problemas Verbal; PDV: Pensamento Divergente Verbal; *N*: Dimensão da amostra; *M*: Média; *DP*: Desvio-Padrão.

divergente ($M = 9,29; \pm 5,09$), cumprindo assim o critério de diferenciação cognitiva estipulado. Não atingindo o critério de diferenciação cognitiva, observam-se ainda no Grupo 1 oscilações importantes nas provas não-verbais de resolução de problemas ($M = 13,86; \pm 4,22$) e pensamento divergente ($M = 10,00; \pm 2,65$), e nas provas verbais de raciocínio ($M = 13,71; \pm 2,98$) e resolução de problemas ($M = 14,71; \pm 2,50$).

No Grupo 2 (QI médio), a média de desempenho obtida foi 9,79. O perfil cognitivo apresenta-se bastante homogêneo, sem oscilações tão expressivas nas diversas provas por comparação com o Grupo 1. No entanto, é perceptível uma ligeira oscilação das provas não-verbais de compreensão ($M = 10,90; \pm 1,99$) e raciocínio ($M = 8,51; \pm 3,99$). Nesse grupo verifica-se uma maior oscilação das pontuações nas provas não-verbais.

Por fim, a média de desempenho cognitivo obtido pelos alunos do Grupo 3 (QI baixo) foi de 7,16 e, também nesse caso, nenhuma prova cognitiva cumpriu com o critério de diferenciação. No entanto, verifica-se que as provas não-verbais de memória ($M = 8,47; \pm 2,09$) e resolução de problemas ($M = 8,42; \pm 2,22$) e a prova verbal de compreensão ($M = 6,00; \pm 3,06$) foram as que mais oscilaram. Também nesse grupo verifica-se uma maior oscilação dos resultados nas provas não-verbais.

A partir da Figura 1 pode-se também constatar que há diferenças significativas entre os três grupos de desempenho cognitivo.

Verifica-se que o Grupo 1 se diferencia significativamente do Grupo 2 em todas as provas, exceto as de compreensão não-verbal ($F = 36,74; p = 0,06$) e verbal ($F = 13,03; p = 0,12$), e de pensamento divergente não-verbal ($F = 3,45; p = 0,85$) e verbal ($F = 7,81; p = 0,60$). O Grupo 1 apenas não se diferencia significativamente do Grupo 3 na prova de pensamento divergente em ambos os conteúdos, verbal e não-verbal ($F = 7,81; p = 0,29$ e $F = 3,45; p = 0,13$, respectivamente).

Finalmente, o Grupo 2 diferencia-se significativamente do Grupo 3 em todas as provas, excluindo as seguintes de conteúdo não-verbal: memória ($F = 7,11; p = 0,26$), raciocínio ($F = 5,02; p = 0,32$) e resolução de problemas ($F = 9,76; p = 0,52$). A Figura 2 apresenta a representação gráfica das diferenças médias de desempenho cognitivo entre os três grupos para os 7 anos.

Obteve-se uma média de 12,19 para os resultados do Grupo 1, que apresenta um perfil cognitivo com bastantes oscilações, mas com nenhuma prova que cumpra o critério de três desvios da média. Porém, observaram-se oscilações acentuadas nas provas não-verbais de memória ($M = 10,93; \pm 3,71$), pensamento divergente ($M = 10,97; \pm 4,20$) e raciocínio ($M = 13,21; \pm 3,31$), bem como nas provas verbais de compreensão ($M = 13,93; \pm 2,09$), raciocínio ($M = 13,50; \pm 2,03$), resolução de problemas ($M = 13,43; \pm 2,88$) e pensamento divergente ($M = 9,86; \pm 4,20$). Dessa forma, o Grupo 1 apresenta uma maior oscilação do conteúdo verbal.

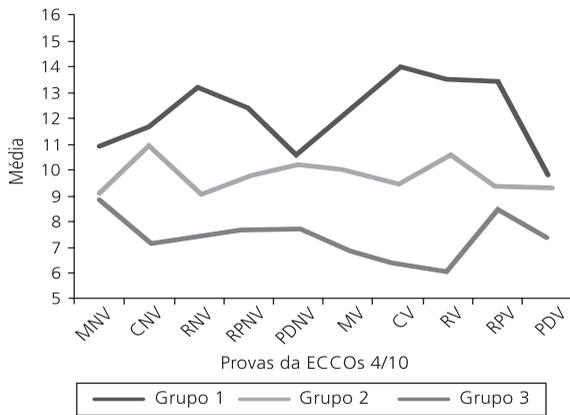


Figura 2. Resultados com os três clusters para os 7 anos. Porto, 2013.

Nota: MNV: Memória Não-Verbal; CNV: Compreensão Não-Verbal; RNV: Raciocínio Não-Verbal; RPNV: Resolução de Problemas Não-Verbal; PDNV: Pensamento Divergente Não-Verbal; MV: Memória Verbal; CV: Compreensão Verbal; RV: Raciocínio Verbal; RPV: Resolução de Problemas Verbal; PDV: Pensamento Divergente Verbal; ECCOs 4/10: Escala de Competências Cognitivas para Crianças dos 4 aos 10 anos.

No Grupo 2, a média foi de 9,77, e, apesar dos desvios não serem superiores a 1,5 valores, foi possível verificar uma ligeira oscilação na prova não-verbal de compreensão ($M = 10,98; \pm 2,32$) e na prova verbal de raciocínio ($M = 10,50; \pm 2,65$).

Finalmente, o Grupo 3 atingiu uma média de 7,42, registrando-se alguma oscilação nos resultados obtidos. Essa oscilação ocorre na prova não-verbal de memória ($M = 9,00; \pm 2,95$) e nas provas verbais de compreensão ($M = 6,35; \pm 3,30$), raciocínio ($M = 6,13; \pm 2,97$) e resolução de problemas ($M = 8,52; \pm 2,21$). Novamente, nesse grupo verifica-se uma maior oscilação nas provas cognitivas de conteúdo verbal.

A Figura 2 também indica que os três grupos não se diferenciam significativamente entre si nas provas de memória não-verbal ($F = 1,89; p = 0,16$) e de pensamento divergente verbal ($F = 2,25; p = 0,11$). Além disso, e prestando atenção às restantes provas cognitivas, verifica-se que o Grupo 1 não se diferencia significativamente do Grupo 2 nas provas não-verbais de compreensão ($F = 22,25; p = 0,59$) e pensamento divergente ($F = 5,84; p = 0,90$). O Grupo 1 diferencia-se do Grupo 3 em todas as provas. E, finalmente, o Grupo 2 não se diferencia do Grupo 3 nas provas de raciocínio não-verbal ($F = 19,61; p = 0,06$) e de resolução de

problemas verbal ($F = 17,72; p = 0,46$). A Figura 3 apresenta a representação gráfica para o grupo etário dos 9 anos.

O Grupo 1 obteve uma média de 11,79, e os resultados demonstram diferenciação significativa nas provas de pensamento divergente, não-verbal ($M = 8,56; \pm 3,13$) e verbal ($M = 8,50; \pm 3,43$), com desvio superior a três pontos. Esse é um perfil cognitivo bastante heterogêneo. Também as provas de raciocínio não-verbal ($M = 13,22; \pm 2,46$), compreensão verbal ($M = 12,89; \pm 2,32$) e resolução de problemas verbal ($M = 14,67; \pm 2,50$) evidenciam oscilações consideráveis. Nesse grupo verifica-se uma maior oscilação das provas de conteúdo verbal.

O Grupo 2 alcançou uma média de 10,06, com desvios nunca superiores a um ponto, trazendo-se num perfil bastante homogêneo. Finalmente, o Grupo 3 apresenta uma média de 7,07 e também um perfil cognitivo em que nenhuma prova se destacou. Todavia, foi possível observar uma ligeira oscilação das provas de pensamento divergente de conteúdo não-verbal ($M = 8,00; \pm 2,24$) e verbal ($M = 9,05; \pm 2,12$).

A partir da Figura 3 também se observam diferenças significativas entre os três grupos em todas as provas, com a exceção da do pensamento divergente verbal ($F = 1,10; p = 0,34$). Assim, tendo em conta as restantes provas, verifica-se que o Grupo 1 não se diferencia significativamente do Grupo 3 na prova de pensamento divergente não-verbal ($F = 8,34; p = 0,77$), nem do Grupo 2 nas provas não-verbais de compreensão ($F = 18,66; p = 0,32$) e resolução de problemas ($F = 12,06; p = 0,15$), e na prova verbal de memória ($F = 13,94; p = 0,12$). Por sua vez, o Grupo 2 diferencia-se do Grupo 3 em todas as provas. Apesar da superioridade do Grupo 1 nas várias provas, este apresenta um desempenho inferior aos Grupos 2 e 3 na prova de pensamento divergente verbal e uma prestação também inferior ao Grupo 2 na mesma prova de conteúdo não-verbal.

Discussão

A infância é um período em que ocorrem grandes mudanças no nível das habilidades cogni-

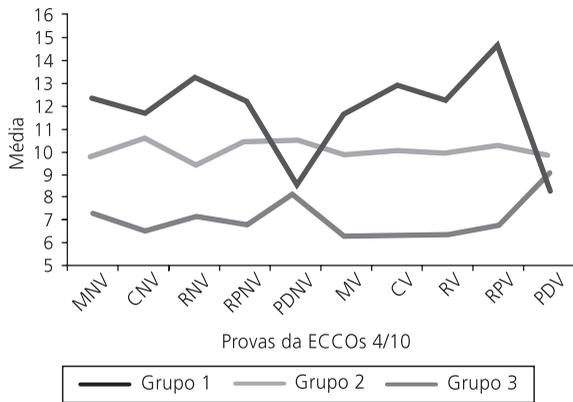


Figura 3. Resultados com os três clusters para os 9 anos. Porto, 2013.

Nota: MNV: Memória Não-Verbal; CNV: Compreensão Não-Verbal; RNV: Raciocínio Não-Verbal; RPNV: Resolução de Problemas Não-Verbal; PDNV: Pensamento Divergente Não-Verbal; MV: Memória Verbal; CV: Compreensão Verbal; RV: Raciocínio Verbal; RPV: Resolução de Problemas Verbal; PDV: Pensamento Divergente Verbal. ECCOs 4/10: Escala de Competências Cognitivas para Crianças dos 4 aos 10 anos.

tivas, sendo necessário conhecer as peculiaridades do desenvolvimento cognitivo nessa faixa etária para se promoverem medidas educativas que favoreçam esse desenvolvimento. Nesse sentido, o presente estudo pretendeu contribuir com novos dados empíricos para o debate em torno da diferenciação cognitiva na infância, particularmente sobre a sua verificação (ou não), em quais funções cognitivas e em quais idades.

Os resultados desta pesquisa, atendendo à estabilidade de *g* observada nas faixas etárias consideradas (5, 7 e 9 anos), não confirmam a hipótese da diferenciação cognitiva, especialmente nos grupos de crianças com desempenho cognitivo médio e inferior (QI médio e QI baixo). Esses resultados corroboram a ausência de uma diferenciação cognitiva na infância, encontrada em outros estudos (Juan-Espinosa et al., 2006; Juan-Espinosa, García, Colom, & Abad, 2000; Molenaar et al., 2010; Rietveld et al., 2003). No mesmo sentido, tem-se a posição de outros autores que associam o início da adolescência, fruto de experiências acadêmicas mais diferenciadas, a uma mudança progressiva na habilidade intelectual genérica (*g* ou *Gf*), formando-se habilidades cognitivas mais diferenciadas (Carlstedt, 2001; Facon, 2008; Kan et al., 2011; Kvist & Gustafsson, 2008).

No entanto, se o conjunto dos resultados no presente estudo aponta para a não diferenciação das habilidades cognitivas, uma análise mais cuidadosa destaca alguma diferenciação suportada na heterogeneidade dos perfis cognitivos dos alunos de nível de desempenho mais elevado. Esse padrão mais diferenciado das crianças com QI elevado parece corroborar a teoria SLODR (Spearman, 1927), também replicada em estudos mais recentes (Coyle & Rindermann, 2013; Reynolds & Keith, 2007; Reynolds, Keith, & Beretvas, 2010; Tucker-Drob, 2009). A razão dessa relação inversa tem tido várias explicações, principalmente uma melhor eficiência dos processos cognitivos centrais e do sistema de processamento de informação (Detterman, 1991, 1999) ou uma maior apropriação das experiências escolares (Abad, Colom, Juan-Espinosa, & García, 2003) pelos indivíduos com QI elevado. Finalmente, e ao contrário de outros estudos (Brito, Almeida, Ferreira, & Guisande, 2011; Johnson & Bouchard, 2005), não se observou uma diferenciação cognitiva em função dos conteúdos das tarefas.

De qualquer modo, tomando o conjunto de provas verbais e não-verbais ao longo das três idades, verificou-se uma maior heterogeneidade de desempenho nas provas não-verbais em crianças de 5 anos, e uma maior variação nas provas verbais das crianças de 7 e 9 anos. De acordo com a teoria de investimento (Cattell, 1987), as diferenças de desempenho ocorrem em função das experiências, da motivação e dos padrões de interesse dos indivíduos. Procurando explicar essa diferença e pensando nos contextos educativos, pode-se assumir um predomínio das atividades manipulativas e figurativas no pré-escolar (criança de 5 anos), e um predomínio das atividades verbais no ensino fundamental (crianças de 7 e 9 anos).

Há ainda que se destacar que as crianças com melhor desempenho em provas que apelam ao raciocínio e à compreensão apresentam um desempenho mais baixo nas provas de pensamento divergente e, particularmente, de conteúdo verbal. Tomando as crianças mais velhas da amostra (9 anos), verifica-se que o grupo de QI elevado se destaca nas várias habilidades cognitivas, com exceção do pensamento divergente, enquanto os grupos de médio e baixo QI apresentam uma estabilidade nas

médias. Destaca-se ainda que o grupo de baixo QI mostra um melhor desempenho nas provas de pensamento divergente (Figura 3). Esse dado pode significar um menor investimento, por parte da escola e dos alunos mais adaptados academicamente, nas tarefas relacionadas com a imaginação e a criatividade, dada a ênfase nas habilidades cognitivas associadas à compreensão, raciocínio e resolução de problemas.

A terminar, duas limitações importantes poderão ser apontadas a este estudo. A primeira diz respeito à amplitude de idades em causa. Estudos futuros deverão considerar faixas etárias com maior amplitude, para melhor se aferir sobre uma eventual alteração da estrutura cognitiva na infância. A segunda diz respeito ao reduzido número de sujeitos em cada grupo de desempenho cognitivo, o que coloca constrangimentos às análises diferenciais.

A par do interesse da questão para a investigação, a mesma pode ter implicações relevantes para a área educativa, principalmente quando se pensa que as opções curriculares e metodológicas dos professores no ensino fundamental favorecem certas habilidades cognitivas em prejuízo de outras. Pode-se questionar a sua ênfase nos conteúdos verbais e linguísticos em detrimento de tarefas mais práticas e perceptivo-espaciais, o mesmo ocorrendo em relação ao desenvolvimento do pensamento divergente das crianças, com a entrada na escolarização formal. Uma maior heterogeneidade das práticas de ensino e de aprendizagem poderá melhor responder à diversidade cognitiva e cultural dos alunos, o que é hoje amplamente valorizado no quadro de uma educação inclusiva e de qualidade para todos.

Colaboradores

Todos os autores contribuíram na concepção e desenho do estudo, análise de dados e redação final.

Referências

Abad, F. J., Colom, R., Juan-Espinosa, M., & García, L. F. (2003). Intelligence differentiation in adult samples. *Intelligence*, 31(2), 157-166. [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(02\)00141-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(02)00141-1)

- Almeida, L. S. (2002). As aptidões na definição e avaliação da inteligência: o concurso da análise fatorial. *Paidéia*, 12(23), 5-17. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-863X2002000200002>
- Bergman, L. R. (1998). A pattern-oriented approach to studying individual development: Snapshots and processes. In R. B. Cairns, L. R. Bergman, & J. Kagan (Eds.), *Methods and models for studying the individual* (pp.83-122). Thousand Oaks: Sage.
- Brito, L., & Almeida, L. S. (2009). *Escala de competências cognitivas para crianças - ECCOs 4/10: manual*. Porto: Edição dos autores.
- Brito, L., Almeida, L. S., Ferreira, A., & Guisande, M. (2011). Contribución de los procesos y contenidos a la diferenciación cognitiva en la infancia: Un estudio con escolares portugueses. *Infancia y Aprendizaje*, 34(3), 323-336. <http://dx.doi.org/10.1174/0210370111797238540>
- Carlstedt, B. (2001). Differentiation of cognitive abilities as a function of level of general intelligence: A latent variable approach. *Multivariate Behavioral Research*, 36(4), 589-609. <http://dx.doi.org/10.1207/S15327906MBR3604>
- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth, and action*. Amsterdam: North-Holland.
- Coyle, T. R., & Rindermann, H. (2013). Spearman's law of diminishing returns and national ability. *Personality and Individual Differences*, 55(4), 406-410. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2013.03.023>
- Detterman, D. K. (1991). Reply to Deary and Pagliari: Is g intelligence or stupidity? *Intelligence*, 15(2), 251-255. [http://dx.doi.org/10.1016/0160-2896\(91\)90034-B](http://dx.doi.org/10.1016/0160-2896(91)90034-B)
- Detterman, D. K. (1999). The psychology of mental retardation. *International Review of Psychiatry*, 11(1), 26-33. <http://dx.doi.org/10.1080/09540269974492>
- Everitt, B. S., Landau, S., & Leese, M. (2001). *Cluster analysis* (4th ed.). London: Arnold Publishers.
- Facon, B. (2004). Are correlations between cognitive abilities highest in low-IQ groups during childhood? *Intelligence*, 32(4), 391-401. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2004.06.002>
- Facon, B. (2006). Does age moderate the effect of IQ on the differentiation of cognitive abilities during childhood? *Intelligence*, 34(6), 375-386. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2005.12.003>
- Facon, B. (2008). How does the strength of the relationships between cognitive abilities evolve over the life span for low-IQ vs high-IQ adults? *Intelligence*, 36(4), 339-349. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2007.11.004>
- Jensen, A. R. (2003). Regularities in Spearman's law of diminishing returns. *Intelligence*, 31(2), 95-105. [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00094-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00094-0)

- Johnson, W., & Bouchard, T. J. (2005). The structure of human intelligence: It is verbal, perceptual, and image rotation (VPR), not fluid and crystallized. *Intelligence*, 33(4), 393-416. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2004.12.002>
- Juan-Espinosa, M., Cuevas, L., Escorial, S., & García, L. F. (2006). Testing the indifferentiation hypothesis during childhood, adolescence, and adulthood. *The Journal of Genetic Psychology*, 167(1), 5-15. <http://dx.doi.org/10.3200/GNTP.167.1.5-15>
- Juan-Espinosa, M., García, L. F., Colom, R., & Abad, F. J. (2000). Testing the age related differentiation hypothesis through the Wechsler's scales. *Personality and Individual Differences*, 29(6), 1069-1075. [http://dx.doi.org/10.1016/S0191-8869\(99\)00254-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0191-8869(99)00254-8)
- Juan-Espinosa, M., García, L. F., Escorial, S., Rebollo, I., Colom, R., & Abad, F. J. (2002). Age dedifferentiation hypothesis: Evidence from the WAIS III. *Intelligence*, 30(5), 395-408. [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(02\)00092-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(02)00092-2)
- Kan, K. J., Kievit, R. A., Dolan, C. V., & van der Maas, H. L. J. (2011). On the interpretation of the CHC factor Gc. *Intelligence*, 39(5), 292-302. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2011.05.003>
- Kvist, A., & Gustafsson, J. E. (2008). The relation between fluid intelligence and the general factor as a function of cultural background: A test of Cattell's investment theory. *Intelligence*, 36(5), 422-436. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2007.08.004>
- Molenaar, D., Dolan, C. V., Wicherts, J. M., & van der Maas, H. L. J. (2010). Modeling differentiation of cognitive abilities within the higher-order factor model using moderated factor analysis. *Intelligence*, 38(6), 611-624. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2010.09.002>
- Primi, R. (2002). Inteligência fluida: definição fatorial, cognitiva e neuropsicológica. *Paidéia*, 12(23), 57-75. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-863X200200020005>
- Primi, R., Ferrão, M. E., & Almeida, L. S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 446-451. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.001>
- Reynolds, M. R., & Keith, T. Z. (2007). Spearman's law of diminishing returns in hierarchical models of intelligence for children and adolescents. *Intelligence*, 35(3), 267-281. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2006.08.002>
- Reynolds, M. R., Keith, T. Z., & Beretvas, S. N. (2010). Use of factor mixture modeling to capture Spearman's law of diminishing returns. *Intelligence*, 38(2), 231-241. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2010.01.002>
- Rietveld, M. J. H., Dolan, C. V., van Baal, G. C. M., & Boomsma, D. I. (2003). A twin study of differentiation of cognitive abilities in childhood. *Behavior Genetics*, 33(4), 367-381. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1025388908177>
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York: MacMillan.
- Tideman, E., & Gustafsson, J. E. (2004). Age-related differentiation of cognitive abilities in ages 3-7. *Personality and Individual Differences*, 36(8), 1965-1974. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2003.09.004>
- Tucker-Drob, E. M. (2009). Differentiation of cognitive abilities across the lifespan. *Developmental Psychology*, 45(4), 1097-1118. <http://dx.doi.org/10.1037/a0015864>
- Tusing, M. E., & Ford, L. (2004). Examining preschool cognitive abilities using a CHC framework. *International Journal of Testing*, 4(2), 91-114. http://dx.doi.org/10.1207/s15327574ijt0402_1

Recebido: agosto 12, 2014
 Versão final: outubro 22, 2015
 Aprovado: dezembro 3, 2015

CONCLUSÃO

Um dos desafios das políticas educativas das últimas décadas tem sido promover a igualdade social na educação e melhorar o desempenho académico dos alunos (CNE, 2016). Os recursos necessários para alcançar esta igualdade de tratamento e melhorar o desempenho dos alunos provêm da redução dos encargos inerentes às repetições de ano e ao insucesso escolar (OECD, 2013). Na verdade, Portugal continua a ter uma das taxas mais elevadas de retenção escolar da Europa, situando-se atualmente nos 5%, 11.4% e 13.3%, respetivamente, do 1.º até ao 3.º ciclo do ensino básico (European Commission, 2016). Um pouco mais de um terço dos alunos com 15 anos tem já no seu percurso educativo pelo menos uma retenção. Por outro lado, se analisarmos os dados referentes aos alunos que estão a frequentar o ensino secundário, essa proporção aumenta para mais de 40% e o número médio de retenções ultrapassa os dois anos (CNE, 2016). Este problema é comum quer aos cursos gerais quer aos profissionalizantes, estando este ciclo de ensino associado a uma elevada taxa de abandono. Portugal, no que se refere ao abandono escolar precoce, reduziu significativamente a sua taxa de 30.9% em 2009 para 13.7% em 2015, no entanto, mantém um atraso em relação à meta europeia de menos 10% em 2020.

Como corolário destas estatísticas, não é de surpreender a necessidade de se desenvolverem estudos compreensivos sobre o (in)sucesso escolar e os percursos vocacionais dos alunos. Neste sentido, a Comissão Europeia tem reiterado esta necessidade com vista a uma monitorização mais sistémica e abrangente dos resultados académicos e, com isso, a melhoria das práticas pedagógicas e a deteção precoce de alunos com necessidades educativas.

Para a Psicologia da Educação, falar em inteligência é antecipar a sua ligação e relevância para a aprendizagem e para o rendimento académico dos alunos (Almeida & Araújo, 2014). Tendo em conta esta estreita relação entre inteligência, aprendizagem e rendimento escolar, a avaliação cognitiva de crianças e adolescentes continua a desempenhar um papel fundamental na tomada de decisões educativas e vocacionais (Deary, Strand, Smith, & Fernandes, 2007; Te Nijenhuis, Tolboom, & Bleichrodt, 2004). Aliás existe algum consenso na definição de inteligência como capacidade para aprender (Nickerson, 2011; Spinath, Spinath, Harlaar, & Plomin, 2006; Voelkle, Wittmann, & Ackerman, 2006). Neste sentido, percebe-se a razão pela qual as habilidades cognitivas, de entre os vários constructos psicológicos, têm ocupado um lugar cimeiro no contexto educativo e na explicação do desempenho académico na infância.

A investigação tem sido relativamente unânime a apontar uma associação positiva entre os resultados em provas cognitivas e a qualidade da aprendizagem ou os níveis de rendimento atingido (Lemos & Almeida, 2007). Na infância e início da adolescência, as medidas de fator *g* e as escalas de QI, surgem como os melhores e mais poderosos preditores do desempenho académico (Almeida, 1996; Lemos, Almeida, Guisande, & Primi, 2008; Mackintosh, 1998; Seabra-Santos, 2000). De facto, de uma forma geral, estudos recentes têm apontado para correlações moderadas a fortes entre os resultados em testes de inteligência e o desempenho escolar, situando-se em torno de .60 e explicando cerca de 40% da variância no rendimento académico de uma turma (Colom & Flores-Mendoza, 2007; Deary et al., 2007; Lynn & Vanhanen, 2012; Rohde & Thompson, 2007).

No entanto, têm subsistido vários problemas e dificuldades na utilização escolar dos testes de inteligência (Almeida, Araújo, & Diniz, 2013). A associação entre os resultados nos testes e o desempenho escolar poderá traduzir a ideia de que os testes de inteligência têm privilegiado itens muito próximos dos currículos escolares, avaliando sobretudo uma inteligência escolástica, sendo que esta sobreposição de conteúdos complica o estudo da validade dos mesmos testes (Naglieri & Bornstein, 2003; Woodcock, 2002). Basicamente, subsiste a questão quanto ao tipo de inteligência que tais testes avaliam.

Ao longo deste projeto de investigação realizamos uma síntese das teorias mais relevantes para o estudo da capacidade intelectual e das habilidades cognitivas. Neste domínio, foi nosso propósito representar os fatores internos estruturantes da inteligência na infância e analisar os aspetos relacionados com a sua organização. De um modo geral, o ponto de maior incidência da discórdia tem girado em torno da sua natureza uni ou multidimensional e, havendo lugar para várias habilidades cognitivas, qual seria o grau de independência ou de interdependência que estas estabeleceriam entre si.

O conceito de fator *g*, introduzido por Spearman (1904), mantém-se atual e permanece como um dos constructos mais universalmente aceites na história da psicologia (Lubinski, 2004). No entanto, os resultados das análises fatoriais desenvolvidas ao longo deste século, em particular nas últimas décadas, têm possibilitado a identificação de uma grande diversidade de fatores primários e de segunda ordem. Esta contenda relativa ao número exato de habilidades cognitivas não ficou ultrapassada no nosso estudo e, em nossa opinião, é uma questão que permanecerá em aberto, fazendo justiça à complexidade e intemporalidade do tema, aliás também fortemente condicionada pelo número e tipo de testes de inteligência que se integram

nas análises. No entanto, o estudo sobre a organização das habilidades cognitivas implica necessariamente a ponderação sobre a existência ou não de um fator geral de inteligência. Esta questão nunca foi resolvida no âmbito da psicometria e a grande dificuldade associada ao fator *g* relaciona-se precisamente com o seu conceito e com a forma como é identificado (Ribeiro, 1998). Por exemplo, os defensores do fator *g* seguem a linha conceptual de Spearman (1904, 1927), tratando-se para uns de um fator de natureza fisiológica ou energia mental, e, para outros, uma capacidade para apreender significados, relações e correlatos (Almeida, 1994). Ainda, para outro conjunto de autores, *g* mais não significa que as intercorrelações estatísticas tomando os resultados em testes que avaliam diferentes habilidades cognitivas (Almeida, Guisande, & Ferreira, 2009). Assim, a avaliação deste fator geral fica bastante condicionada pelas suas diferentes concetualizações e, como já afirmámos, pelo tipo e número de habilidades cognitivas que se incluem nos estudos.

Independentemente do seu significado, na nossa opinião, a presença de *g* é indiscutível na definição e descrição da inteligência, justificando-se pelas mesmas razões apontadas por Jensen (1985): (i) as correlações dos resultados em diferentes testes de habilidades cognitivas são, por norma, positivas e estatisticamente significativas, aludindo para uma dimensão subjacente comum a toda a realização cognitiva; (ii) as dificuldades em se construir testes específicos para a avaliação das habilidades diferenciadas permanecem ao longo do tempo; e (iii) a verificação de correlações entre os fatores de 2.^a ordem retirados das análises fatoriais de resultados em grupos de testes que pretendem avaliar as habilidades ou aptidões diferenciadas.

Abandonando temporariamente a questão associada à pertinência ou não de se considerar um fator geral, centremo-nos agora na contenda referente aos modelos estruturais das habilidades cognitivas. Estes modelos subdividem-se em dois grandes grupos: os hierárquicos e os taxonómicos. A questão da valorização de um dos modelos em detrimento do outro, provavelmente permanecerá sempre em aberto até porque ambos têm um valor heurístico diferente (Ribeiro, 1998). No entanto, do extenso corpo teórico nesta área, e tendo em conta os resultados do nosso estudo empírico, parece-nos defensável a organização das habilidades cognitivas na infância segundo um modelo hierárquico, assumindo a presença num nível superior de um fator com impacto mais geral no desempenho intelectual. As nossas análises fatoriais pareceram apontar, para além de um fator geral, a presença de fatores associados ao conteúdo mais verbal-linguístico e visual-espacial das tarefas. Embora os fatores cognitivos possam ser resultado do conteúdo das tarefas, das funções cognitivas envolvidas e dos restantes

elementos comuns às tarefas, como o seu formato e procedimentos de realização (Almeida et al., 2009), na nossa investigação o fator mais determinante foi o conteúdo das tarefas, nomeadamente mais próximo ou afastado das aprendizagens curriculares. Acreditando haver já na infância um desempenho cognitivo em função da natureza dos processos e dos conteúdos das tarefas que se usam na avaliação, algumas baterias de provas incluem estes dois aspetos na avaliação cognitiva que proporcionam (Brito, Almeida, Ferreira, & Guisande, 2011).

A possibilidade da estrutura das habilidades cognitivas poder mudar com a idade foi outra das questões analisadas ao longo deste projeto de investigação. Sem desconsiderar a importância de fatores maturacionais e/ou biológicos, centramos a nossa atenção no impacto das experiências intencionalizadas de aprendizagem, ou seja, da escolarização, no desenvolvimento e diferenciação das habilidades cognitivas.

A relação entre a aprendizagem e a diferenciação das habilidades cognitivas encontra-se bem fundamentada na perspetiva teórica de Cattell (1971) e na conceção de inteligência fluída (*Gf*) e inteligência cristalizada (*Gc*), várias vezes documentadas ao longo desta tese. Ou seja, se, por um lado, as aprendizagens escolares realizadas nos níveis mais baixos de escolaridade parecem invocar a uma inteligência fluída (*Gf*), fortemente associada aos processos cognitivos básicos de perceção, memória e raciocínio, por outro, as aprendizagens escolares realizadas nos níveis de escolaridade mais avançados recorrem aos conhecimentos prévios e a competências resultantes da escolarização, experiências e interesses. Ao longo do percurso escolar assiste-se, então, a uma progressiva diminuição da relevância de *Gf* face à acentuada emergência e desenvolvimento de *Gc*. Apesar de no nosso estudo empírico a estrutura fatorial dos resultados se mostrar invariante em grupos diferenciados em termos de idade (5, 7 e 9 anos), foi possível identificar já alguma especialização com base nos currículos escolares. Mais concretamente, verificou-se uma maior diferenciação de desempenho ao nível das provas não-verbais nas crianças do pré-escolar e nas provas verbais junto das crianças do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Para além disso, as crianças com os níveis mais elevados de desempenho em provas que apelam ao raciocínio e à compreensão apresentaram resultados mais baixos nas provas de pensamento divergente. A interpretação destes resultados conduziu a novas questões, nomeadamente: quais são os contornos da relação entre a inteligência e a aprendizagem; como é que a escola e os currículos se repercutem no desenvolvimento das habilidades cognitivas, e; qual é o efeito da extensão da escolarização na diferenciação da estrutura da inteligência.

Alguns autores têm apontado a relação existente entre inteligência e aprendizagem, como uma relação de impacto recíproco. Este efeito mútuo traduz-se da seguinte forma: as habilidades cognitivas podem-se desenvolver e diferenciar na base das aprendizagens realizadas e, por sua vez, a aquisição das aprendizagens mais bem conseguidas pressupõem o contributo das habilidades cognitivas específicas (Almeida, 1996; Snow, 1994). Mais especificamente, as habilidades cognitivas potenciam a experiência de aprendizagem e essa experiência iria resultar na aquisição sucessiva de novas habilidades (Ceci, Barnett, & Kanaya, 2003). Contudo, quando a tarefa já era conhecida pelo sujeito (conhecimentos prévios), a aprendizagem a efetuar equivalia já a uma complexificação e automatização das habilidades cognitivas envolvidas na sua resolução (Soares, Lemos, Primi, & Almeida, 2015; Sternberg & Grigorenko, 2003).

A relação ente os currículos educativos diferenciados e o desenvolvimento de habilidades cognitivas especializadas também tem sido alvo de diversos estudos na área (Almeida, 1988; Lemos & Almeida, 2007; Primi & Almeida, 2000). Apesar dos nossos resultados já evidenciarem uma associação entre o tipo de ensino (Pré-escolar e 1.º Ciclo do Ensino Básico) e o desenvolvimento das habilidades na infância, é na adolescência que esta interação ganha relevância, obtendo-se coeficientes de correlação mais expressivos entre os currículos escolares e as habilidades cognitivas que mais se aproximam em termos de funções e conteúdos avaliados (Almeida, Guisande, Primi, & Lemos, 2008; Primi & Almeida, 2000). Quando as provas de inteligência contêm conteúdos da mesma natureza das áreas de estudo mais valorizadas, os coeficientes tendem a ser mais elevados, verificando-se assim, a presença de uma associação diferencial entre os domínios curriculares específicos e as habilidades cognitivas avaliadas (Almeida, 1988; Pinto, 1992). Estas aprendizagens diferenciadas em termos de currículos escolares e associadas às opções e interesses vocacionais que surgem sobretudo na adolescência, são variáveis importantes na emergência das diferentes habilidades intelectuais e dos perfis cognitivos de cada indivíduo (Lemos & Almeida, 2007; Ribeiro, 1998).

Alguns estudos sobre o impacto da aprendizagem na inteligência têm apontado o índice de escolarização dos indivíduos (número de anos de escolarização) como um fator relevante no desempenho dos indivíduos em testes de habilidade cognitiva (Almeida & Araújo, 2014). De uma forma geral, os resultados apresentam ganhos nos testes de inteligência na ordem dos 1.8 a 2.8 pontos por cada ano de escolarização (Gustafsson, 2001; Herrnstein & Murray, 1994; Lund & Thrane, 1983). Ceci (1991) refere que esta tendência seria expectável na medida em que: (i) os currículos escolares apresentam conteúdos próximos dos itens dos testes; (ii) a escola valoriza

um tipo de raciocínio mais abstrato, que também se encontra presente nos testes; e (iii) a escola promove comportamentos e atitudes nos alunos que favorecem o seu maior envolvimento e a sua maior eficiência na realização das tarefas cognitivas que integram os testes de inteligência.

Porém, e aceitando a reciprocidade da relação entre as habilidades cognitivas e a aprendizagem, alguns estudos têm demonstrado que o efeito desta relação não se mantém estável ao longo do tempo (Soares et al., 2015), colocando-se então a possibilidade de outras variáveis, não estritamente cognitivas, assumirem, gradualmente, um maior impacto na explicação do desempenho escolar. Assim, analisar o impacto das variáveis socioculturais da família no desenvolvimento cognitivo e, particularmente, numa eventual diferenciação das habilidades intelectuais na infância, segundo o conteúdo e funções cognitivas, foi outra das tarefas a que nos propusemos nesta tese.

Examinar o impacto de variáveis pessoais e contextuais no desenvolvimento e diferenciação das habilidades implica a consideração de uma perspetiva social, cognitiva, ecológica e contextual. Desta forma, assume-se que aprendizagem se processa nos contextos em que os sujeitos se movem e no seio das relações interpessoais que estabelecem (Bronfenbrenner, 1979; Vygotsky, 1978). A família define-se assim, como um espaço privilegiado para o desenvolvimento cognitivo, assumindo também um grande peso no desempenho académico das crianças (Bairrão, 1995; Diogo, 2008; Peixoto, 2004). A literatura tem vindo a apontar as variáveis sociofamiliares como assumindo um papel fundamental e efeitos diretos e indiretos no desenvolvimento cognitivo, na aprendizagem, e no (in)sucesso escolar (Rindermann, Michou, & Thompson, 2011; Simões, 2000; Soares et al., 2015; Stull, 2013). No entanto, a forma como estas variáveis influenciam os resultados nos testes de inteligência varia durante o percurso desenvolvimental dos indivíduos, não sendo possível encontrar um modelo em que o seu impacto aconteça na mesma medida ou tenha uma influência constante ao longo do tempo. Por exemplo, alguns estudos têm apontado a correlação entre a escolaridade dos pais ou o nível socioeconómico da família e os resultados nos testes de inteligência das crianças como negativa ou próxima de zero na primeira infância mas aumenta para .40 a .60 nos anos seguintes (Bayley, 1954; Honzik, 1967). O contexto económico em que a relação entre o desenvolvimento das habilidades cognitivas e as variáveis sociofamiliares ocorre também deve ser levado em conta. Por exemplo, em Portugal, a taxa de desemprego dos indivíduos com o ensino superior é elevada, como tal para que o efeito da variável escolaridade dos pais tenha repercussões nas

aprendizagens das crianças parece ser necessário associar o nível de escolaridade com a profissão adequada à formação (CNE, 2016).

De um modo geral, pelo exposto percebe-se que os dados da investigação sobre os padrões de desenvolvimento das habilidades cognitivas não são consensuais. Se algum acordo pode ser encontrado nas várias pesquisas levadas a cabo nesta área, este reflete a admissão de que não é possível conceber o seu desenvolvimento de um modo global (Ribeiro, 1998). Pelo contrário, torna-se imprescindível descrever os padrões de desenvolvimento para as diferentes habilidades, qualquer que seja o seu nível de generalidade. Mais especificamente, estes perfis de desenvolvimento resultam das aprendizagens realizadas pelos sujeitos nos diferentes contextos de vida, sendo influenciados, entre outros por fatores de natureza sociocultural. No entanto, o nível de influência destes fatores não é estável ao longo da vida e à medida que se vai alterando, é previsível que os próprios padrões de desenvolvimento das habilidades se modifiquem. Assim, aceitando-se que associado ao conceito de inteligência existe uma componente de adaptação ao meio, as habilidades cognitivas deverão acompanhar o próprio desenvolvimento das sociedades, verificando-se quer o aparecimento quer a (des)valorização de algumas habilidades cognitivas (Ribeiro, 1998).

Em jeito de síntese, apresentam-se as principais conclusões desse projeto de investigação: (1) a relação forte entre habilidades cognitivas, aprendizagem e sucesso escolar; (2) a importância do fator geral na explicação da estrutura das habilidades cognitivas; (3) uma diferenciação das habilidades cognitivas na infância em função do conteúdo verbal e não-verbal dos testes de inteligência; (4) a organização das habilidades cognitivas na infância é melhor representada por um modelo hierárquico de 2.^a ordem, tendo em conta as elevadas correlações verificadas entre os fatores de 1.^a ordem; (5) a invariância da estrutura cognitiva ao longo dos 5, 7 e 9 anos, não se confirmando a hipótese da diferenciação cognitiva progressiva com a idade nesta faixa etária; (6) a possibilidade da diferenciação cognitiva progressiva ocorrer apenas em idades mais avançadas, fruto de experiências de aprendizagem e interesses diferenciados; (7) a importância dos currículos educativos específicos no desenvolvimento de habilidades cognitivas diferenciadas; (8) perfis de habilidades cognitivas mais diferenciados junto de alunos com elevado desempenho cognitivo; (9) um menor impacto das variáveis não cognitivas na explicação da estrutura intelectual nesta faixa etária, explicado possivelmente por um predomínio da inteligência fluida; e (10) a relevância significativa do tamanho da fratria na explicação da estrutura das habilidades cognitivas.

Colocadas as principais conclusões da tese, elencamos de seguida algumas limitações, nomeadamente de índole metodológica, do trabalho realizado, ao mesmo tempo sinalizamos os contributos mais relevantes desta tese para a prática da avaliação psicológica e orientação educativa em contexto escolar.

A primeira limitação diz respeito à metodologia utilizada e que se encontra subjacente a qualquer estudo de natureza transversal, principalmente quando o mesmo pretende descrever o desenvolvimento e a organização das habilidades cognitivas ao longo da infância. Um estudo de cariz longitudinal permitiria uma visão mais compreensiva acerca das diferenças inter e intra-individuais dos padrões de desenvolvimento das habilidades cognitivas. As exigências financeiras, logísticas ou humanas neste tipo de estudo, aliás para além do tempo estimado para a realização da tese de doutoramento, acabam por causar diversos constrangimentos ao processo de recolha de dados, principalmente, quando a administração dos instrumentos seleccionados tem uma duração superior a 90 minutos. Estreitamente associado a esta dificuldade importa referir o tamanho da amostra que poderia ser mais elevado. Por sua vez, a ECCOs 4/10 é uma bateria recente, podendo-se levantar algumas questões quanto à replicabilidade dos resultados se outras provas fossem usadas, nomeadamente, provas de inteligência mais internacionais. Nas investigações que procuram definir uma estrutura fatorial, é frequente recorrer-se à utilização de mais do que um teste para avaliar cada uma das habilidades em estudo. Assim, número de testes usados representa mais uma limitação deste trabalho, pois, apesar de se terem administrado quatro subtestes da WISC-III e da WPPSI-R, estes dados não foram utilizados de forma consistente nos estudos realizados. Finalmente, os grupos etários considerados (5, 7 e 9 anos) apresentam uma amplitude de idades muito reduzida. Em estudos futuros, seria interessante considerar intervalos maiores em termos de idade.

Sem menosprezar as limitações apontadas, importa agora referir os contributos que consideramos mais significativos desta tese para a investigação em torno das habilidades cognitivas. Em primeiro lugar, salientar a relevância do tema e a sua pertinência face à situação portuguesa atual, particularmente no que se refere aos elevados índices de retenções de ano e de insucesso escolar. Perante este cenário, e tendo em conta a relação entre a inteligência e o desempenho académico, compreende-se a necessidade de se desenvolverem estudos acerca da organização das habilidades cognitivas, ao mesmo tempo, permitindo o desenvolvimento de instrumentos de avaliação mais adequados e, conseqüentemente, possibilitarem a definição de

intervenções educativas capazes de contrariar os percursos de fracasso académico. Em segundo lugar, importa destacar a síntese bibliográfica e a reflexão produzida em torno do conceito, do desenvolvimento e da estrutura das habilidades cognitivas. Em terceiro lugar, a combinação do estudo de variáveis cognitivas e não cognitivas na explicação da organização da estrutura da inteligência e da diferenciação cognitiva com a idade. Finalmente, a utilização de equações estruturais na análise dos dados enquanto métodos estatísticos próximos dos modelos causais e mais promissores nesta área.

Para finalizar importa discutir o impacto deste estudo para a Psicologia Educacional e para a prática educativa. É inegável o valor que os testes de inteligência trazem à prática psicológica e, ainda mais, ao conhecimento das habilidades cognitivas e do funcionamento intelectual dos estudantes. Os nossos resultados sugerem algum cuidado dos psicólogos quando referem habilidades cognitivas diferenciadas na infância, pois os nossos resultados foram mais favoráveis à consideração de um fator ou nota geral e, em alternativa ou complemento, a fatores de grande grupo ou de 2.^a ordem tomando, por exemplo, os conteúdos verbais e não-verbais das provas. Por outro lado, importa analisar e ponderar bem as provas psicológicas a usar nessa avaliação. Com efeito, e apesar de não se encontrar um teste perfeito e que responda à multiplicidade de aspetos que intervêm na cognição, é importante definir linhas orientadoras a partir das quais se conceptualiza o que avaliar (habilidade geral ou habilidades primárias) e como avaliar (baterias compósitas ou baterias multifatoriais). A discussão sobre quais as habilidades que melhor explicam o desempenho cognitivo e, conseqüentemente, o (in)sucesso escolar, qualquer que seja o seu nível de generalidade, assume-se de extrema relevância para o contexto escolar. Trata-se de uma informação fundamental para se promover a diferenciação de práticas educativas adequadas em sala de aula atendendo às características singulares de cada aluno, e respondendo às suas necessidades.

Referências:

- Almeida, L. S. (1988). O impacto das experiências cognitivas na diferenciação cognitiva dos alunos: Análise dos resultados em provas de raciocínio. *Revista Portuguesa de Psicologia*, 24, 131–157.
- Almeida, L. S. (1994). *Inteligência: definição e medida*. Aveiro: CIDInE.
- Almeida, L. S. (1996). Cognição e aprendizagem: Como a sua aproximação conceptual pode

- favorecer o desempenho cognitivo e a realização escolar. *Psicologia: Teoria, Investigação E Prática*, 1, 17–32.
- Almeida, L. S., & Araújo, A. M. (2014). Inteligência e aprendizagem: Confluência no desenvolvimento cognitivo e no sucesso académico. In L. S. Almeida & A. M. Araújo (Eds.), *Aprendizagem e sucesso escolar: Variáveis pessoais dos alunos* (1ª ed., pp. 47–89). Braga: ADIPSIEDUC.
- Almeida, L. S., Araújo, A. M., & Diniz, A. . (2013). Avaliação psicológica e uso dos testes em Portugal. *Psiencia, Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*, 5(2), 144–149. <http://doi.org/10.5872/psiencia/5.2.76>
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., & Ferreira, A. I. (2009). *Inteligência: Perspectivas teóricas*. Coimbra: Edições Almedina.
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., Primi, R., & Lemos, G. C. (2008). Contribuciones del factor general y de los factores específicos en la relación entre inteligencia y rendimiento escolar. *European Journal of Education and Psychology*, 1(3), 5–16.
- Bairrão, J. (1995). A perspetiva ecológica em psicologia da educação. *Revista Da Associação Portuguesa de Psicologia*, 10(3), 7–30.
- Bayley, N. (1954). Some increasing parent-child similarities during the growth of children. *Journal of Educational Psychology*, 45, 1–20.
- Brito, L., Almeida, L. S., Ferreira, A., & Guisande, M. (2011). Contribución de los procesos y contenidos a la diferenciación cognitiva en la infancia: Un estudio con escolares portugueses. *Infancia Y Aprendizaje*, 34(3), 323–336. <http://doi.org/10.1174/021037011797238540>
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge: Harvard University Press.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Ceci, S. J. (1991). How much does schooling influence general intelligence and its cognitive components? A reassessment of the evidence. *Developmental Psychology*, 27(5), 703–722.
- Ceci, S. J., Barnett, S. M., & Kanaya, T. (2003). Developing childhood proclivities into adult competencies: The overlooked multiplier effect. In R. J. Sternberg & E. L. Grigorenko (Eds.), *The psychology of abilities, competencies, and expertise* (pp. 70–93). New York: Cambridge University Press.
- CNE. (2016). *Estado da educação 2015*. Lisboa: Autor.

- Colom, R., & Flores-Mendoza, C. E. (2007). Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence*, *35*(3), 243–251. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2006.07.008>
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P., & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, *35*(1), 13–21. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2006.02.001>
- Diogo, A. (2008). *Investimento das famílias na escola*. Lisboa: Celta Editora.
- European Commission (2016). Country Report Portugal. http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/csr2016/cr2016_portugal_en.pdf
- Gustafsson, J. E. (2001). Schooling and intelligence: Effects of track of study on level and profile of cognitive abilities. *International Education Journal*, *2*(4), 166–186.
- Herrnstein, R., & Murray, D. (1994). *The bell curve: Intelligence and class structure in American life*. New York: The Free Press.
- Honzik, M. P. (1967). Environmental correlates of mental growth: Prediction from the family setting at 21 months. *Child Development*, *38*, 337–364.
- Jensen, A. R. (1985). The nature of the Black-White difference on various psychometric tests: Spearman's hypothesis. *Behavioral and Brain Sciences*, *8*, 193–263. <http://doi.org/10.1017/S0140525X00020392>
- Lemos, G., Almeida, L. S., Guisande, M. A., & Primi, R. (2008). Inteligência e rendimento escolar: Análise da sua relação ao longo da escolaridade. *Revista Portuguesa de Educação*, *21*, 83–99.
- Lemos, G. C., & Almeida, L. S. (2007). Impacto de variáveis socioculturais no desempenho em testes de raciocínio. In A. A. Candeias & L. S. Almeida (Eds.), *Inteligência humana: Investigação e aplicações, Vol. 1* (pp. 199–208). Coimbra: Quarteto.
- Lubinski, D. (2004). Introduction to the special section on cognitive abilities: 100 years after Spearman's (1904) general intelligence, objectively determined and measured. *Journal of Personality and Social Psychology*, *86*(1), 96–111. <http://doi.org/10.1037/0022-3514.86.1.96>
- Lund, T., & Thrane, V. C. (1983). Schooling and intelligence: A methodological and longitudinal study. *Scandinavian Journal of Psychology*, *24*(1), 161–173. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1983.tb00489.x>
- Lynn, R., & Vanhanen, T. (2012). *Intelligence: A unifying construct for social sciences*. London: Ulster Institute for Social Research.

- Mackintosh, N. J. (1998). *IQ and human intelligence*. Oxford: Oxford University Press.
- Naglieri, J. A., & Bornstein, B. T. (2003). Intelligence and achievement: Just how correlated are they? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 21(3), 244–260. <http://doi.org/10.1177/073428290302100302>
- Nickerson, R. (2011). Developing intelligence through instruction. In R. J. Sternberg & S. B. Kaufman (Eds.), *The Cambridge handbook of intelligence* (pp. 107 – 129). New York: University Press.
- OECD. (2013). *Education at a glance 2013: OECD indicators*. OECD Publishing. <http://doi.org/10.1787/eag-2013-en>
- Peixoto, F. (2004). Qualidade das relações familiares, auto-estima, autoconceito e rendimento académico. *Análise Psicológica*, 1(22), 235–244.
- Pinto, H. R. (1992). *A bateria de testes de aptidões GATB e a orientação da carreira em contexto educativo*. Lisboa: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, Universidade de Lisboa.
- Primi, R., & Almeida, L. S. (2000). Estudo de validação da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5). *Psicologia: Teoria E Pesquisa*, 16, 165–173. <http://doi.org/10.1590/S0102-37722000000200009>
- Ribeiro, I. (1998). *Mudanças no desempenho e na estrutura das aptidões: Contributos para o estudo da diferenciação cognitiva em jovens*. Braga: Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia.
- Rindermann, H., Michou, C. D., & Thompson, J. (2011). Children's writing ability: Effects of parent's education, mental speed and intelligence. *Learning and Individual Differences*, 21(5), 562–568. <http://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.07.010>
- Rohde, T. E., & Thompson, L. A. (2007). Predicting academic achievement with cognitive ability. *Intelligence*, 35(1). <http://doi.org/10.1016/j.intell.2006.05.004>
- Seabra-Santos, M. J. (2000). Avaliação psicológica em idade pré-escolar: O caso da avaliação da inteligência. *Psychologica*, 25, 143–162.
- Simões, M. R. (2000). *Investigações no âmbito da aferição nacional do teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (M.P.C.R)* (1ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian/Fundação para a Ciência e a Tecnologia.
- Snow, R. E. (1994). A person-situation interaction theory of intelligence in outline. In A. Demetriou & A. Eklides (Eds.), *Intelligence, mind and reasoning: Structure and*

- development* (pp. 11-28). Amsterdam: North Holland.
- Soares, D. L., Lemos, G. C., Primi, R., & Almeida, L. S. (2015). The relationship between intelligence and academic achievement throughout middle school: The role of students' prior academic performance. *Learning and Individual Differences, 41*, 73–78. <http://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.02.005>
- Spearman, C. (1904). General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology, 15*(2), 201–293. <http://doi.org/10.2307/1412107>
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York: MacMillan.
- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N., & Plomin, R. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence, 34*(4), 363–374. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2005.11.004>
- Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. L. (2003). Teaching for successful intelligence: Principles, procedures, and practices. *Journal for the Education of the Gifted, 27*(2), 207–228. <http://doi.org/10.1177/016235320302700206>
- Stull, J. C. (2013). Family socioeconomic status, parent expectations, and a child's achievement. *Research in Education, 90*, 53–67. <http://doi.org/10.7227/RIE.90.1.4>
- Te Nijenhuis, J., Tolboom, E. R., & Bleichrodt, N. (2004). Does cultural background influence the intellectual performance of children from immigrant groups?: The RAKIT Intelligence Test for Immigrant Children. *European Journal of Psychological Assessment, 20*, 10–26.
- Voelkle, M. C., Wittmann, W. W., & Ackerman, P. L. (2006). Abilities and skill acquisition: A latent growth curve approach. *Learning and Individual Differences, 16*(4), 303–319. <http://doi.org/10.1016/j.lindif.2006.01.001>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.
- Woodcock, R. W. (2002). New looks in the assessment of cognitive ability. *Peabody Journal of Education, 77*(2), 6–22. <http://doi.org/10.1207/S15327930PJE7702>