

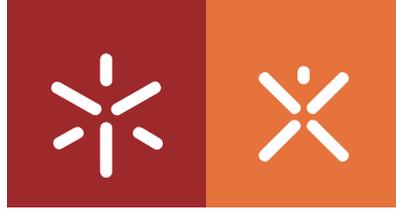


**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Alberto Fernando Moreira da Rocha

**Diferenciação cognitiva entre alunos regulares  
e alunos com altas capacidades:  
Estudo com alunos do 5.º ao 9.º ano de  
escolaridade**





**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Alberto Fernando Moreira da Rocha

**Diferenciação cognitiva entre alunos regulares  
e alunos com altas capacidades:  
Estudo com alunos do 5.º ao 9.º ano de  
escolaridade**

Tese de Doutoramento  
Doutoramento em Ciências da Educação  
Especialidade em Psicologia da Educação

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor Doutor Leandro da Silva Almeida**  
e do  
**Professor Doutor Ramón García Perales**

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



**Atribuição-NãoComercial**

**CC BY-NC**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

Os nossos percursos de vida ficam indelevelmente marcados por acontecimentos e pessoas significativas. Como tal, também este percurso, que culminou na presente dissertação, não teria sido possível sem a colaboração e apoio de um conjunto de pessoas e instituições, às quais aproveito para expressar o meu profundo agradecimento.

Em primeiro lugar, queria agradecer ao meu orientador Professor Doutor Leandro S. Almeida, pela forma singular com que incentivou e orientou esta dissertação, pela influência exercida sobre o meu crescimento e formação, em termos académicos e pessoais. O seu encorajamento permanente, a leitura atenta e cuidada, as sugestões oportunas que nos deu, em muito contribuíram para a melhoria do nosso trabalho. Esperamos que ele possa constituir uma justa homenagem à sua honorabilidade científica e humanista. Agradeço igualmente ao meu coorientador Professor Doutor Ramón García Perales, pelo constante estímulo e apoio, pelas oportunidades de aprendizagem proporcionadas, bem como na assessoria e partilha de experiências na Universidade de Castilla-La Mancha.

Um agradecimento também é devido à equipa técnica da ANEIS – Associação Nacional para o Estudo e Intervenção na Sobredotação e, particularmente à Doutora Ana Isabel S. Almeida por toda a disponibilidade, apoio e colaboração. À Direção da ANEIS, pela disponibilidade e assentimento para desenvolvermos esta investigação nas Delegações do Porto/Gondomar e Braga, permitindo que continuemos a estudar a sobredotação e os talentos como forma de responder às suas necessidades individuais e de aprendizagem. A todos os alunos que participaram nesta investigação e aos seus pais que deram autorização, o meu profundo agradecimento, sem eles este projeto não seria concretizável!

À Direção do Colégio Paulo VI, nomeadamente à Doutora Dulce Machado e ao Engenheiro Rui Castro, estamos gratos por nos ter permitido desenvolver esta investigação e pela prontidão com que responderam a todas as nossas solicitações.

Aos meus colegas de doutoramento, votos que concretizeis com sucesso as vossas dissertações e desejos de muito sucesso nos vossos percursos. A todos os amigos e familiares, que acompanharam de perto o meu percurso ao longo do tempo dedicado a este trabalho, agradeço o encorajamento, o apoio emocional e a compreensão pelos momentos em que estive mais ausente.

Aos meus pais, agradeço todo o apoio que sempre me dispensaram a troco de nada.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração da presente tese. Confirmando 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.

## **Diferenciação cognitiva entre alunos regulares e alunos com altas capacidades: Estudo com alunos do 5º ao 9º ano de escolaridade.**

### **RESUMO**

O papel das funções cognitivas no desenvolvimento de competências académicas e rendimento tem sido um dos principais focos de investigação na psicologia escolar. Além de compreender estas componentes cognitivas de forma geral, importa ainda perceber a sua manifestação no desenvolvimento da sobredotação e na realização das diversas disciplinas curriculares. Na presente tese de doutoramento analisamos o desempenho nas funções cognitivas e na aprendizagem da matemática em alunos com altas capacidades ou características de sobredotação, face a colegas com capacidades regulares. Três artigos foram reunidos nesta tese: “Inteligência: necessária e suficiente para explicar a sobredotação?”, “Comparison of gifted and non-gifted students’ executive functions and high capabilities”, e “Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual”. Nosso estudo teve a participação de 94 alunos, com idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos, repartidos por um grupo de alunos sobredotados (n=42), maioritariamente do sexo masculino (81%), e de alunos regulares, sendo a maioria é do sexo feminino (59.6%). As funções executivas foram avaliadas através de testes psicológicos, nomeadamente as provas de Raciocínio Numérico e Raciocínio Verbal da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR) e a prova Expressões da Bateria de Aptidões Cognitivas (BAC), o Teste de Atenção D2, o Teste dos Cinco Dígitos, a Figura Complexa de Rey, e a prova Memória de dígitos da WISC-III. Paralelamente foram aplicadas provas de avaliação da habilidade matemática, assentes na resolução de problemas. Os resultados indicam a existência de diferenças nos resultados nas provas cognitivas comparando os alunos sobredotados e os alunos regulares, a favor dos alunos sobredotados. Da mesma forma foram encontradas diferenças a favor dos alunos sobredotados em determinados fatores do raciocínio matemático. Estes resultados sugerem a necessidade de se incluir na identificação de alunos sobredotados funções cognitivas para além dos testes de QI, podendo daí decorrer informação relevante para a diferenciação das práticas de ensino junto destes alunos a favor da sua aprendizagem e sucesso escolar.

*Palavras-chave:* Funções Executivas, Habilidade Matemática, Inteligência, Sobredotação.

## **Cognitive differentiation between regular students and students with high abilities: Study with 5th to 9th grade students.**

### **ABSTRACT**

The role of cognitive functions in the development of academic skills and performance has been one of the main focuses of research in educational psychology. Besides understanding these cognitive components in a general way, it is also important to understand their manifestation in the development of giftedness and in the accomplishment of the several curricular subjects. In this doctoral thesis we analyze the performance in cognitive functions and in the learning of mathematics in students with high abilities or with gifted characteristics, compared to colleagues with regular abilities. Three articles have been gathered in this thesis: "Intelligence: necessary and sufficient to explain the high abilities?", "Comparison of gifted and non-gifted students' executive functions and high capabilities", e "Mathematical problems solving in students with and without intellectual giftedness". Our study had the participation of 94 students, aged between 10 and 15 years, divided into a group of gifted students (n=42), mostly males (81%), and regular students, the majority being female (59.6%). The executive functions were evaluated through psychological tests, namely the Numerical Reasoning and Verbal Reasoning tests of the Battery of Reasoning (BPR) and the Expressions test of the Battery of Cognitive Aptitudes (BAC), the Attention Test D2, the Five Digits Test, the Rey Complex Figure Test, and the WISC-III Digit Memory test. At the same time, tests were applied to evaluate mathematical ability, based on problem solving. The results indicate the existence of differences in results in cognitive tests comparing gifted students and regular students in favor of gifted students. In the same way, differences were found in favor of gifted students in certain factors of mathematical reasoning. These results suggest the need to include cognitive functions in addition to IQ tests in the identification of gifted students, which may lead to relevant information to the differentiation of teaching practices among these students in favor of their learning and school success.

*Keywords:* Executive Functions, Giftedness, Intelligence, Mathematical Ability.

## ÍNDICE

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
INTRODUÇÃO .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
CAPÍTULO I. SOBREDOTAÇÃO: INTELIGÊNCIA, FUNÇÕES EXECUTIVAS E APRENDIZAGEM NA MATEMÁTICA .....	11
1. Conceito de inteligência.....	11
2. Funções executivas, inteligência e competências de aprendizagem .....	15
3. Habilidade matemática.....	18
4. Sobredotação.....	18
4.1. Sobredotação e inteligência.....	18
4.2. Conceito de sobredotação .....	19
4.3. Intervenção na sobredotação.....	22
4.4. Sobredotação, funções executivas e excelência na matemática .....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
CAPÍTULO 2. INTELIGÊNCIA E SOBREDOTAÇÃO: RELACIONAMENTO .....	38
CAPÍTULO 3. SOBREDOTAÇÃO E PROCESSOS COGNITIVOS.....	56
CAPÍTULO 4. SOBREDOTAÇÃO E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA.....	71
CONCLUSÃO .....	92
Principais resultados e conclusões.....	92
Limitações e futuros desenvolvimentos .....	97
Implicações práticas educacionais .....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
ANEXOS .....	105
ANEXO 1. Declaração de aceitação para publicação do artigo Rocha, A., Perales, R. G., Viseu, F., & Almeida, L. S. (no prelo). Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual. Revista de Psicología.....	106

ANEXO 2. Provas de matemática .....	109
ANEXO 3. Parecer do Conselho de Ética - Ciências Sociais e Humanas .....	113
ANEXO 4. Protocolo entre a Universidade do Minho e a Universidade de Castilla-la Mancha para o Doutoramento Europeu.....	122
ANEXO 5. Certificado de Estância (Doutoramento Europeu).....	126
ANEXO 6. Parecer Doutoramento Europeu (Albert Ziegler).....	128
ANEXO 7. Parecer Doutoramento Europeu (África Borges).....	131

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Distribuição da amostra face aos dados sociodemográficos da família.....	6
--	---

Dedico este trabalho à minha filha Ana Rita Rocha e a todas as crianças e jovens com características de sobredotação e talentos e às suas famílias.

## **INTRODUÇÃO**

A educação é considerada um pilar da formação das pessoas, além do impacto no próprio desenvolvimento cultural e progresso social (Spiel et al., 2018). A democratização progressiva das sociedades aumenta a consciência da necessidade de condições que favoreçam a igualdade de oportunidades, inclusão e individualização social das pessoas, havendo cada vez mais a necessidade de se repensar em medidas mais heterogêneas que respondam às demais e variadas características dos atuais alunos e respectivos ritmos de aprendizagem distintos (Miranda & Almeida, 2019). O princípio é aceitar as diferenças individuais como direito e riqueza da diversidade, assumindo ao mesmo tempo que não se pode tratar todos da mesma forma pois isso contraria o princípio da justiça e da individualização. A sociedade e as suas instituições estruturantes devem promover o respeito e a inclusão das individualidades através de respostas diferenciadas em função das características e das necessidades de cada pessoa. Se estes princípios se aplicam nos diversos contextos e realidades sociais, mais razão existe para que sejam respeitados na escola e no campo educativo. A Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) reconheceu a inclusão como a melhor resposta educativa ao direito inalienável e universal de todas as crianças acederem a uma educação diferenciada e de qualidade em função das suas necessidades. Neste quadro, as escolas devem reconhecer a diversidade dos alunos, com o compromisso de proporcionar a todos os estudantes o apoio educativo de que necessitam para desenvolver todo o seu potencial. Neste quadro de inclusão educativa e social, há que incrementar os recursos que atendam também aos alunos com características de sobredotação, alunos talentosos ou com altas capacidades. O potencial elevado é necessariamente escasso, mostrando a evolução socioeconómica e tecnológica que são mais pobres os países e as sociedades que não o estimulam o desenvolvem. Porém, tem-se verificado a existência de uma postura resistente e inflexível face às necessidades de apoio e estimulação destes alunos, podendo estar na base os demais mitos e preconceitos associados a esta problemática (Miranda & Almeida, 2019).

É no seguimento desta necessidade de agir junto destes alunos que se debruça a presente tese de doutoramento, recorrendo à ANEIS - Associação Nacional para o Estudo e Intervenção na Sobredotação, que desenvolve e presta apoios a crianças e jovens com características de sobredotação e a suas famílias. O apoio prestado pela ANEIS debruça-se nas múltiplas áreas de capacidade e atividade humana – intelectual, motor, académico, social, artístico, mecânico e emocional – tendo em vista o desenvolvimento integral, a melhoria da qualidade de vida e a inclusão social e escolar. Assumindo o reforço de uma análise científica da sobredotação e excelência, creditando desta forma o

seu discurso e consultadoria junto das famílias e das escolas que assumem uma resposta proativa e positiva às crianças e adolescentes de elevado potencial.

Pelo exposto e atendendo à importância da educação de alunos com altas capacidades, o intuito da tese de doutoramento centra-se na análise de componentes cognitivos associados às altas capacidades, bem como a distinção dos níveis de desempenho comparando alunos com altas capacidades e alunos com capacidades regulares. Mais especificamente, foram realizados estudos de análise de diferenças nas habilidades cognitivas, inclusive as funções executivas, e nas habilidades matemáticas de adolescentes com altas capacidades quando comparados com alunos regulares. Para tal, foram previamente selecionados instrumentos de avaliação que permitissem tais análises referenciadas. Além de instrumentos psicométricos, foi delineado e aplicado um questionário sociodemográfico para recolha de informações sobre os participantes como a idade, o ano de escolaridade, o aproveitamento escolar, e dos seus pais, nomeadamente as habilitações literárias e profissão.

Face aos instrumentos psicométricos, foram selecionadas as provas de Raciocínio Numérico e Raciocínio Verbal da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR), a prova Expressões da Bateria de Aptidões Cognitivas (BAC), o Teste de Atenção D2, a Figura Complexa de *Rey*, o Teste dos Cinco Dígitos, a prova Memória de dígitos da WISC-III e provas de resolução de problemas.

A Bateria de Provas de Raciocínio (Almeida & Lemos, 2006), é formada por três versões (BPR5/6; BPR7/9; e BPR10/12) que se propõem avaliar as capacidades cognitivas de estudantes entre o 5º e o 12º ano de escolaridade. Nesta investigação utilizamos a versão BPR5/6 para estudantes do 5º e 6º anos de escolaridade (2º Ciclo do Ensino Básico) e a versão BPR7/9 para estudantes entre o 7º e 9º anos de escolaridade (3º Ciclo do Ensino Básico). A BPR5/6 integra 4 provas, avaliando o raciocínio verbal, raciocínio numérico, raciocínio abstrato e raciocínio prático; na versão BPR7/9 integra cinco provas, sendo elas referentes aos raciocínios verbal, numérico, abstrato, espacial e mecânico. Nesta investigação, assumimos apenas as provas de raciocínio numérico e de raciocínio verbal. A estrutura fatorial das cinco provas sugere a avaliação de uma capacidade geral de raciocínio diferenciada de acordo com o conteúdo de cada um dos subtestes, e os valores de precisão variam entre .63 e .84 (Almeida & Lemos, 2015).

A BAC (Lemos & Almeida, 2015) partiu da taxonomia cognitiva que reúne o maior suporte empírico para uma estrutura hierárquica das habilidades cognitivas, foi baseada nos principais testes de inteligência da teoria de Cattell-Horn-Carroll (CHC), apontada também como a base dos principais testes de inteligência da atualidade. A BAC é um instrumento de avaliação psicológica, de aplicação

individual ou coletiva, que se propõe avaliar, de forma combinada, três funções cognitivas de complexidade crescente (i.e. compreensão, raciocínio e resolução de problemas) na tríade de aptidões, conteúdos ou domínios tidos como mais representativos do desempenho cognitivo do ser humano. Este instrumento validado para a população portuguesa apresenta índices adequados de consistência interna elevada, variando entre .70 e .88 na versão A, e entre .82 e .93 na versão B (Lemos & Almeida, 2019). Para este estudo recorreu-se à versão A da prova Expressões.

O teste de Atenção D2 (Brickenkamp & Zilmer, 1998) avalia a atenção seletiva e a capacidade de concentração numa tarefa orientada de forma contínua e focalizada na seleção de estímulos, diferenciando velocidade de processamento da informação, precisão e aspetos qualitativos relacionados com o desempenho. Este teste apresenta coeficientes de fidelidade superiores a .90 (Ferreira & Rocha, 2006).

O teste da Figura Complexa de Rey é uma prova que avalia atividade perceptiva e a memória visual a partir dos cinco anos (Rocha & Coelho, 1998) e consiste numa figura geométrica complexa que se copia e, posteriormente, se reproduz de memória (Rapport et al., 1997). É um dos testes mais usados para avaliar a habilidade visuoespacial, a aptidão visuoespacial construtiva, a memória visual, a atenção, a organização perceptiva e o planeamento (funções executivas) e a função motora (Deckersbach et al., 2000). A maior parte dos procedimentos foca-se na precisão do desenho (cópia e memória) – nível quantitativo – ou grau de organização – nível qualitativo (Akshoomoff & Stiles, 1995). Este instrumento está validado para a população portuguesa, detendo um alfa de *Cronbach* de .88 (Mós, 2016).

O Teste dos Cinco Dígitos (FDT) (Sedó, 2007) avalia de forma breve e simples a velocidade de processamento cognitivo, a capacidade de focar e reorientar a atenção e a capacidade de lidar com interferências, detendo valores de consistência interna elevados, variando de .86 a .94 na amostra normativa espanhola (Rodríguez et al., 2012) e superior a .90 na amostra brasileira (Campos et al., 2016). É composto por quatro partes: Leitura, Contagem, Escolha e Alternância. As duas primeiras medem processos simples e automáticos, enquanto as duas últimas medem processos mais complexos que requerem um controle mental ativo. Permite, assim, avaliar a velocidade e a eficiência do processamento cognitivo, a constância da atenção focada, a automatização progressiva da tarefa e a capacidade de mobilizar um esforço mental adicional quando as séries apresentam dificuldade crescente e exigem concentração muito maior (Sedó, 2007).

A WISC-III (Escala de Inteligência de Weschler para Crianças – III; Simões et al., 2003), uma escala de avaliação do funcionamento intelectual destinada a crianças e adolescentes, inclui 13

subtestes que apoiam na avaliação do QI verbal e de realização, além do global. Esta prova apresenta uma consistência interna .62 e .93. nos vários subtestes, escalas e índices (Simões et al., 2003).

Por último, as provas de resolução de problemas matemáticos foram delineadas para a investigação realizada no seguimento do presente projeto de doutoramento, onde são apresentados um conjunto de problemas, distintos para os alunos do 2º e 3º ciclos de escolaridade. Entende-se por problema as tarefas que traduzem situações não rotineiras, para as quais o aluno não possui algoritmos imediatos de resolução e que podem ser resolvidos por vários processos (Ponte, 2005). A resolução de problemas surge, então, associada ao raciocínio, ao gosto pela descoberta e ao desafio (Almeida & Almeida, 2011; Polya, 2003). Trata-se de uma atividade que envolve processos e atividades como experimentar, conjecturar, provar, generalizar, discutir e comunicar (English et al., 2008; NCTM, 2007). Com efeito, a resolução de problemas é uma atividade transversal que desenvolve atitudes e capacidades que contribuem para a formação global dos alunos de todos os níveis de ensino (Viseu et al., 2015). No PISA (*Programme for International Student Assessment*), a resolução de problemas é definida como a capacidade de um indivíduo usar processos cognitivos para confrontar e resolver situações reais e interdisciplinares, nas quais o caminho para a solução não é imediatamente óbvio e em que os domínios de literacia ou áreas curriculares passíveis de aplicação não se inserem num único domínio, seja o de matemática, das ciências ou da leitura (Ministério da Educação, 2004). Para esta investigação foram construídos por dois investigadores problemas matemáticos, duas versões com quatro itens cada, sendo que a versão A destina-se às faixas etárias 10-11 anos e a B às faixas etárias 12-14 anos, baseados no Modelo de resolução de Problemas de Polya (1986), que permitem a avaliação de habilidades matemáticas tendo implícita na compreensão dos seus resultados a utilização das funções cognitivas (Polya, 2003). A consistência interna dos itens situou-se em .99 na versão A e em .72 na versão B.

Após a definição dos instrumentos e aval do projeto pela Comissão de Ética da Universidade do Minho, procedeu-se à seleção dos participantes, recorrendo a delegações da ANEIS – Associação Nacional para o Estudo e Intervenção na Sobredotação – e ao Colégio Paulo VI, em Gondomar. Inicialmente foi feito o pedido de consentimento às instituições em questão, aos encarregados de educação e aos próprios estudantes. Além de terem sido verbalizados os objetivos da investigação, foi ainda solicitado o preenchimento de um consentimento informado, assegurando o anonimato dos dados dos participantes, para posterior participação.

A aplicação dos instrumentos contou com a realização de dois momentos: um momento em grupo e um individual. No primeiro momento, foi solicitado o preenchimento do questionário

sociodemográfico, seguido pela administração das provas da BPR, da BAC e as provas matemáticas. O espaço foi preparado previamente de forma a não haver contacto entre os participantes durante a administração dos instrumentos. O momento individual contou com a administração dos restantes instrumentos (i.e., Prova de Atenção D2, Memória de dígitos da WISC-III, Prova dos Cinco Dígitos e a Figura Complexa de *Rey*).

Após a recolha da amostra, procedeu-se à aplicação dos instrumentos de avaliação junto de dois grupos de crianças e adolescentes do segundo e terceiro ciclo do ensino básico, com idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos ( $M = 12.13$ ;  $DP = 1.51$ ). A amostra é constituída por 94 estudantes, sendo 42 estudantes identificados com altas capacidades (sobredotação) e 52 estudantes com desenvolvimento típico. O critério estabelecido para a classificação de sobredotação situa-se em dois desvios-padrão acima da média, ou seja, QI igual ou superior a 130 (Pereira et al., 2003), estando eles previamente identificados e recolhidos nas delegações da ANEIS – Associação Nacional para o Estudo e Intervenção na Sobredotação. Já os alunos regulares são provenientes do Colégio Paulo VI, em Gondomar. O primeiro grupo ( $n = 42$ ) é representado por alunos sobredotados, maioritariamente do sexo masculino (81%), ao contrário do grupo de alunos regulares ( $n = 52$ ) que a maioria é do sexo feminino (59.6%). A maior parte dos alunos sobredotados frequentam o 3º ciclo do ensino básico (54,8%) e pertencem a um nível socioeconómico familiar médio alto (59,5%), havendo a preocupação de equiparar os alunos do grupo dos alunos regulares (61.5% a frequentar o 3º ciclo do EB, e 46,2% de um nível socioeconómica familiar médio alto). Face aos dados sociodemográficos dos pais, verifica-se que a maioria dos pais frequentou o ensino superior, tanto no grupo dos alunos sobredotados (Pai=78.6%; Mãe=85.7%) e dos alunos regulares (Pai=51.9%; Mãe=78.8%) (tabela 1).

Tabela 1.

Distribuição da amostra face aos dados sociodemográficos da família.

		Alunos Sobredotados (N=42)	Alunos regulares (N=52)
		%	%
Hab. literárias pai	2º ciclo	2.4	3.8
	3º ciclo	2.4	19.2
	Ens. Secundário	16.7	25
	Ens. Superior	78.6	51.9
Hab. literárias mãe	3º ciclo	0.0	3.8
	Ens. Secundário	14.3	17.3
	Ens. Superior	85.7	78.8
Nível socioeconómico	Médio baixo	2.4	13.5
	Médio	7.1	19.2
	Médio Alto	59.5	46.2
	Alto	31.0	21.2

Após a exposição acima apresentada acerca do objetivo da presente tese de doutoramento, da amostra e respetivos procedimentos de recolha, serão de seguida apresentadas três produções científicas publicadas em revistas internacionais de especialidade, de acordo com o Decreto-Lei n.º 230/2009, de 14 de setembro, que substituiu 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. Porém, antes da apresentação dos artigos, importa referenciar artigos e textos previamente publicados no âmbito do projeto de doutoramento.

De uma forma geral, os trabalhos publicados, e que serão apresentados no âmbito da tese de doutoramento, focam-se em variáveis cognitivas de alunos sobredotados, desde o papel da inteligência na sua própria definição e avaliação até ao raciocínio matemático e desempenho em tarefas associadas às funções executivas. Os artigos serão apresentados na seguinte sequência:

Artigo 1. Rocha, A., Perales, R. G., & Almeida, L. S. (2020). Inteligência: necessária e suficiente para explicar a sobredotação? *Talincrea*, 6(12), 59–76.

Neste primeiro artigo, de teor teórico, procurou-se analisar o estado de arte acerca da inteligência e respetiva relação e relevância com a sobredotação. Além da descrição breve de teorias de inteligência e de sobredotação, realça-se ainda uma análise crítica ao papel da inteligência na avaliação e intervenção junto de alunos sobredotados. É possível perceber que ao longo dos tempos a inteligência deixa de ter um papel preponderante na análise das altas capacidades, destacando outras características individuais como criatividade, motivação e a personalidade, e sociais como o impacto do contexto familiar e escolar na estimulação de tais competências acima da média. Conclui-se que, além de uma constante dificuldade na definição dos constructos em questão, a inteligência é um fator importante para explicar o surgimento da sobredotação, porém importa associar tal componente com outras variáveis pessoais e contextuais. Tal importância expande-se para a intervenção junto destes alunos, realçando a necessidade de implementar programas de apoio às escolas e às famílias para assegurar contextos seguros e estáveis, propulsores da manifestação de tais habilidades acima da média e subsequente estabilidade emocional e académica de alunos sobredotados.

Artigo 2. Rocha, A., Almeida, L. S., & Perales, R. G. (2020). Comparison of gifted and non-gifted students' executive functions and high capabilities. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1397–1409. <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.808798>

Atendendo que um dos objetivos da presente tese de doutoramento passa pela análise das funções cognitivas de alunos sobredotados, este artigo procurou avaliar a *performance* das funções executivas de alunos sobredotados, comparativamente a colegas com desenvolvimento típico. Nos últimos anos, a análise da relação entre habilidades cognitivas e a aprendizagem dos alunos tem estado particularmente centrada na investigação sobre o impacto das funções executivas no desempenho e sucesso escolar. Assim nesta investigação, em que foram aplicados instrumentos de forma a recolher dados acerca das funções executivas base (i.e., Memória de trabalho, Controlo inibitório e Flexibilidade cognitiva) e superiores (i.e., Raciocínio, Planeamento e Resolução de problemas), tal como descritas por Diamond (2013), observaram-se diferenças marginalmente significativas entre os dois grupos de alunos na função flexibilidade cognitiva, e diferenças estatisticamente significativas na memória de trabalho, bem como nas funções cognitivas superiores de resolução de problemas e de raciocínio, onde se verificam valores superiores no grupo de alunos sobredotados. O mesmo não se verifica no controlo inibitório e planeamento, uma vez que não são

perceptíveis diferenças estatisticamente significativas nas provas que avaliam tais fatores. Desta forma, considera-se pertinente sensibilizar a comunidade educativa e científica para valorizar na sua prática o papel das funções executivas na própria definição de estratégias de enriquecimento junto de alunos sobredotados, além de realizar mais investigações das componentes avaliadas nas diferentes faixas etárias e com um teor longitudinal, de forma a compreender o desenvolvimento de tais funções acompanhando o desenvolvimento das habilidades cognitivas em geral.

Artigo 3. Rocha, A., Perales, R. G., Viseu, F., & Almeida, L. S. (no prelo). Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual. *Revista de Psicología*. (Em processo de publicação).

Neste artigo, destinado à análise da inteligência matemática junto de alunos sobredotados e respetivas diferenças comparativamente a alunos com desenvolvimento típico, foram delineados problemas matemáticos para a avaliação das respetivas performances. O desempenho matemático tem considerável atenção nos sistemas de ensino, sendo inegável a sua funcionalidade e transferência para diferentes contextos profissionais e sociais. Assim, este estudo procurou analisar os tipos de raciocínios e representações matemáticas baseadas em tarefas de resolução de problemas desenvolvidas por alunos sobredotados em comparação com alunos com desenvolvimento típico e com bom desempenho na área de Matemática. Para tal, foram seleccionados alunos portugueses do 2º e 3º ciclo do ensino básico, com idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos ( $M = 12.13$ ,  $DP = 1.51$ ), divididos em dois grupos de acordo com a identificação de sobredotação ou de desenvolvimento típico com um rendimento elevado na disciplina de matemática. O primeiro grupo ( $n = 42$ ) referente a alunos sobredotados é maioritariamente formado por alunos do sexo masculino (81%), ao contrário do segundo grupo ( $n = 52$ ), sendo a sua maioria alunos do sexo feminino (59,6%). Os dados recolhidos indicam que existem diferenças estatisticamente significativas em determinadas tarefas (p.e., tarefas de produção) e representações, evidenciando os escolares com maior potencialidade em representações mais complexas e em raciocínios mais elaborados em geral. Assim sendo, importa destacar a necessidade de aplicar estratégias personalizadas de resolução de problemas, bem como realizar mais estudos sobre a aprendizagem e o rendimento escolar dos alunos sobredotados, de forma a conhecer a natureza das suas potencialidades. Este conhecimento pode favorecer a individualização dos processos educativos destes alunos no quadro das medidas de educação inclusiva que propomos para estes alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akshoomoff, N. A., & Stiles, J. (1995). Developmental trends in visuospatial analysis and planning: II. Memory for a complex figure. *Neuropsychology*, *9*(3), 378–389. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.9.3.378>
- Almeida, A. R., & Almeida, L. S. (2011). Processos cognitivos e resolução de problemas em alunos com elevado raciocínio numérico: Diferenças entre alunos de maior e menor rendimento escolar. *Quadrante*, *XX*(2), 7–16. <http://hdl.handle.net/1822/20147>
- Almeida, L. S., & Lemos, G. C. (2006). *Bateria de Provas de Raciocínio: Versões 5/6, 7/9 e 10/12 (Manual Técnico)*. Universidade do Minho.
- Almeida, L. S., & Lemos, G. (2015). *Bateria de Provas de Raciocínio*. CERPSI.
- Brickenkamp, R., & Zilmer, E. (1998). *The D2 Test of Attention Seattle*. Hogrefe & Huber Publishers.
- Campos, M. C., Silva, M. L., Florêncio, N. C., & Paula, J. J. (2016). Confiabilidade do Teste dos Cinco Dígitos em adultos brasileiros. *Jornal brasileiro de psiquiatria*, *65*(2), 135–139. <http://doi.org/10.1590/0047-2085000000114>.
- Deckersbach, T., Savage, C. R., Henin, A., Mataix-Cols, D., Otto, M. W., Wilhelm, S., Rauch, S. L., Baer, L., & Jenike, M. A. (2000). Reliability and Validity of a Scoring System for Measuring Organizational Approach in the Complex Figure Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *22*(5), 640–648. [https://doi.org/10.1076/1380-3395\(200010\)22:5;1-9;FT640](https://doi.org/10.1076/1380-3395(200010)22:5;1-9;FT640)
- English, L., Lesh, R., & Fennewald, T. (2008, July 6–13). *Future directions and perspectives for problem solving research and curriculum development* [Paper presentation]. 11th International Congress on Mathematical Education, Monterrey, Mexico.
- Ferreira, C., & Rocha, A. M. (2006). *d2: Teste de Atenção*. Cegoc.
- Lemos, G. C., & Almeida, L. S. (2015). *Bateria de Aptidões Cognitivas*. Universidade do Minho.
- Lemos, G. C., & Almeida, L. S. (2019). Compreender, raciocinar e resolver problemas: Novo instrumento de avaliação cognitiva. *Análise Psicológica*, *2*(XXXVII), 119–133. <http://doi.org/10.14417/ap.1583>.
- Ministério da Educação (2004). *Resultados do Estudo Internacional PISA 2003: Programme For International Student Assessment. Organização Para a Cooperação e Desenvolvimento Económico*. [http://biblioteca.esec.pt/cdi/ebooks/docs/Relatorio\\_nacional\\_pisa2003%5B1%5D.pdf](http://biblioteca.esec.pt/cdi/ebooks/docs/Relatorio_nacional_pisa2003%5B1%5D.pdf)

- Miranda, L. C., & Almeida, L. S. (2019). Emergência do atendimento aos alunos com mais capacidades em Portugal. *Talincrea*, 6(11), 20–30.
- Mós, A. S. C. (2016). *Propriedades Psicométricas da Figura Complexa de Rey numa Amostra de Adultos da População Portuguesa* [Dissertação de mestrado, Instituto Superior Miguel Torga]. Repositório ISMT. <http://repositorio.ismt.pt/jspui/handle/123456789/604>
- NCTM (2007). *Princípios e normas para a matemática escolar*. APM.
- Pereira, M., Seabra-Santos, M. J., & Simões, M. R. (2003). Estudos com a WISC-III numa amostra de crianças sobredotadas. *Sobredotação*, 4(2), 69–89.
- Polya, G. (1986). *A arte de resolver problemas: Um novo aspeto do método matemático*. Interciência.
- Polya, G. (2003). *Como resolver problemas*. Gradiva.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11–34). APM.
- Rapport, L. J., Charter, R. A., Dutra, R. L., Farchione, T. J., & Kingsley, J. J. (1997). Psychometric properties of the rey-osterrieth complex figure: Lezak-osterrieth versus denman scoring systems. *The Clinical Neuropsychologist*, 11(1), 46–53. <https://doi.org/10.1080/13854049708407028>
- Rocha, A. M., & Coelho, M. H. (1998). *Teste de Cópia de Figura Complexa de Rey*. Cegoc.
- Rodríguez, C., Jiménez, J. E., Díaz, A., García, E., Martín, R., & Hernández, S. (2012). Datos normativos para el Test de los Cinco Dígitos: desarrollo evolutivo de la flexibilidade EM Educación Primaria. *European Journal of Education and Psychology*, 5(1), 27–38. <https://doi.org/10.30552/ejep.v5i1.74>
- Sedó, M. A. (2007). *Test de Las Cinco Cifras*. TEA Ediciones.
- Simões, M., Rocha, A. M., & Ferreira, C. (2003). *WISC-III: Escala de Inteligência de Weschler para Crianças – 3ª Edição*. Cegoc.
- Spiel, C., Schwartzman, S., Busemeyer, M., Cloete, N., Drori, G., Lassnigg, L., schober, B., Verma, S. (2018). The contribution of education to social progress. In International Panel on Social Progress (Ed.), *Rethinking Society for the 21st Century: Report of the International Panel for Social Progress* (pp. 753–778). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108399661.006>
- Viseu, F., Fernandes, J. A., & Gomes, A. (2015). A resolução de problemas no ensino e na aprendizagem da matemática. In F. Viseu, & A. Gomes (Coords.), *Resolução de problemas de Geometria* (pp. 3–17). Lulu.
- UNESCO. (1994). *Declaração de Salamanca. Conferência da UNESCO*. UNESCO.

## **CAPÍTULO I. SOBREDOTAÇÃO: INTELIGÊNCIA, FUNÇÕES EXECUTIVAS E APRENDIZAGEM NA MATEMÁTICA**

A procura pelos fatores associados a uma aprendizagem duradoura e de qualidade é uma constante, sendo que muitos identificam as competências cognitivas, mais especificamente o fator inteligência, como o determinante mais importante do sucesso educativo (Deary & Johnson, 2010; Ritchie & Tucker-Drob, 2018), ainda que a própria educação possa melhorar também a capacidade cognitiva (Kremen et al., 2019). Neste sentido, neste capítulo de enquadramento da tese, importa iniciar com uma síntese sobre o conceito de inteligência e os modelos teóricos que melhor a definem.

### **1. CONCEITO DE INTELIGÊNCIA**

A procura para uma explicação do fenómeno da inteligência remonta aos finais do século XIX, com o surgimento da psicologia científica. A procura de tal explicação passou de uma análise em laboratório e de um paradigma mais introspetivo para uma metodologia científica mais rigorosa e com teor estatístico no início do século XX, focando-se na cognição humana, a sua natureza e o seu papel na própria saúde em geral, resultando ainda na criação de vários instrumentos de avaliação da inteligência (Kent, 2017). Nesse seguimento surgiram demais teorias explicativas do fenómeno da inteligência, desde o trabalho de Binet até Sternberg.

O estudo da inteligência nestas últimas décadas tem-se centrado mais no estudo de outras formas de inteligência para além do valor global do QI, assim como na compreensão de fatores não-cognitivos intervenientes na realização cognitiva. Surpreendentemente os modelos biológicos e os modelos de processamento da informação, apesar de terem uma grande relevância na literatura sobre a inteligência, têm tido pouca influência na avaliação psicológica da inteligência. Tais abordagens permitiriam uma aproximação às componentes e aos processos cognitivos assegurando uma compreensão da inteligência e, também, maiores possibilidades da sua promoção. Por outro lado, as teorias do desenvolvimento da inteligência também não têm exercido muita influência nas mensurações da capacidade intelectual que, por isso, permanece bastante confinada à teoria psicométrica (Almeida et al., 2009).

O estudo da inteligência enquadra-se em quatro áreas reconhecidamente distintas, as teorias e modelos da inteligência, a metodologia teórica e aplicada para mensurar a inteligência, as diferenças quanto a grupos e as influências hereditárias e ambientais no desenvolvimento da inteligência. No

âmbito da metodologia para avaliar a inteligência, a perspectiva psicométrica procurou a inteligência, inicialmente, na sua essência ou unicidade e somente depois tentaram diferenciar as suas diversas aptidões (Almeida, 2002). Esta abordagem de unicidade da inteligência teve duas formas diferentes de expressão: os que propunham um elemento básico e comum a todas as atividades cognitivas (teoria do fator geral ou *fator g*) e os que propunham a integração de funções cognitivas diversas num potencial ou quociente de inteligência (teoria da inteligência compósita).

A procura pela definição e compreensão do fenómeno da inteligência seguiu, então, duas vertentes de análise: uma focada num elemento básico e comum a todas as atividades cognitivas e outra mais direcionada para a identificação de um leque de funções cognitivas diferenciadas (Rocha et al., 2020). Para Spearman (1927), todas as capacidades relacionam-se a um fator global de inteligência. A presença do *fator g* na definição da inteligência ainda se mantém na Psicologia, sendo bastante valorizado na teoria da inteligência fluida e inteligência cristalizada de Cattell e Horn. Estes conceitos apoiaram na própria criação de modelos que procuram explicar o conceito de inteligência, tal como os trabalhos de Spearman (Schelini, 2006).

Segundo Almeida et al. (2008), a inteligência fluida tende a ser um preditor do rendimento académico, mesmo que tal associação perca poder ao longo dos anos de escolaridade, emergindo maior importância da inteligência cristalizada (associado aos conhecimentos e experiências). Desta forma, a educação e inteligência são dois tópicos que têm sido estudados ao longo dos tempos, de forma a compreender a sua relação desde as primeiras pesquisas empíricas sobre esses tópicos (Deary & Johnson, 2010).

Para os defensores da inteligência geral, o fator *g* em certa medida inclui os processos cognitivos básicos propostos, nomeadamente a apreensão da informação, a dedução de relações e a capacidade de criar novas relações através das relações inferidas. Estes processos, independentemente do conteúdo, estariam presentes em todas as funções cognitivas (Almeida, 1994; Primi & Almeida, 2002). A conceção de inteligência geral não é derivada da soma dos resultados de vários testes, mas das correlações entre eles. Neste sentido, o *fator g* representa a variância que eles têm em comum. A diferença entre a inteligência como uma mistura dos resultados de diversos testes ou funções cognitivas e a inteligência geral como um fator comum entre variados testes diferencia os testes compósitos da inteligência dos testes de *fator g* assentes em tarefas de raciocínio (Almeida, 1994).

Importa referir que, a par de uma inteligência fluida (*Gf*), Cattell (1971) menciona ainda uma inteligência cristalizada (*Gc*) decorrente ou diferenciada segundo as aprendizagens e experiências do indivíduo (Almeida et al., 2009). Esta teoria serviu de base para o aparecimento de mais sistemas

explicativos da inteligência, tendo sido aprimorada por Horn (1991), na sua teoria Gf-Gc, sendo a base da teoria dos três extratos de Carroll (1993) e, seguidamente, a fusão de Cattell, Horn e Carroll na teoria CHC. Esta teoria cognitiva marca as modificações destes conceitos visíveis ao longo da década de 60, transmitindo a noção de que a inteligência deve ser percebida como manifestação flexível de capacidades, passível de se moldar de acordo com a estimulação recebida (Schelini, 2006). Numa perspectiva psicométrica, este modelo enfatiza a análise fatorial como meio de avaliar as habilidades cognitivas inerentes aos desempenhos dos testes ou tarefas, tomando como ponto de partida as diferenças observadas nos desempenhos entre as pessoas (Almeida, 1994; Primi, 2003).

Porém, nas últimas décadas, aumentam os autores propondo uma visão plural da inteligência, sugerindo diversas inteligências ou formas da sua expressão. Sternberg (1985, 1988) propõe, na sua Teoria Triárquica da Inteligência, que a inteligência se deve analisar em três vertentes: a componencial, quanto às relações entre a inteligência e o mundo interno do sujeito; a experiencial, no que se refere às relações entre o indivíduo e a sua experiência; e, a contextual, que integra as relações do indivíduo com o seu mundo externo, nomeadamente a experiência e conhecimentos práticos. Sternberg (1985) especifica os componentes subjacentes ao processamento da informação relacionados com a inteligência: os metacomponentes, que são processos de “ordem superior” que permitem planificar uma atividade, monitorizar e avaliar o resultado; os componentes de realização, que são processos de “ordem inferior” que aplicam as instruções de acordo com a planificação; e os componentes de conhecimento-aquisição, que são os mecanismos utilizados para recordar informação ou adquirir nova informação para aplicar noutra contexto.

Mais recentemente, Gardner (1999, 2011) tentou também ultrapassar a noção de inteligência como uma capacidade ou potencial geral. Na sua teoria das Inteligências Múltiplas, refere nove inteligências distintas das quais apenas duas (inteligência matemática e inteligência linguística) se reportam às habilidades académicas. A inteligência linguística caracteriza-se pela capacidade de adquirir línguas e de manusear a linguagem falada e escrita. Habitualmente este domínio é mais valorizado pelo contexto educativo tal como a inteligência lógico-matemática, que se caracteriza pela capacidade de pensar nos conceitos logicamente e resolver problemas envolvendo quantidades. Já a espacial – capacidade de analisar e projetar formas tridimensionais –, a musical – aptidão em reconhecer e produzir padrões musicais – e a corporal-cinestésica – capacidade de controlar e coordenar movimentos corporais – são domínios mais direcionados para as artes e atividades menos valorizadas no currículo escolar. Atendendo aos domínios de vertente pessoal, a inteligência interpessoal é percebida como a capacidade de analisar as situações sociais, condutas e respetivas

intenções, respondendo de forma sensível e empática, enquanto a inteligência intrapessoal destaca-se pela habilidade de autoanálise a nível emocional e cognitivo. Por último, a inteligência naturalista caracteriza-se pelos conhecimentos e competências cognitivas quando está em causa a análise das condições de vida e a taxonomia dos seres vivos (Renzulli, 2018).

No seguimento do trabalho de Gardner (1983), em que destaca a existência de inteligências intrapessoal, capacidade de reconhecer as suas emoções e a dos outros, e interpessoal, capacidade de compreender as emoções e ações dos outros, surgiram investigações no campo da inteligência social e da inteligência emocional. Foi nesse seguimento que se desenvolveram diversos modelos de inteligência emocional, nomeadamente, o Modelo de Bar-on (2006), de Salovey e Mayer (1990) e de Goleman (2006), tendo deste então surgido diversos estudos para compreender a relação entre emoção e cognição e a sua importância nos comportamentos humanos (Monteiro, 2009). Segundo tais modelos, a par de uma inteligência mais estritamente cognitiva, podemos também falar numa inteligência emocional, sendo esta a capacidade da pessoa monitorizar sentimentos e emoções, seus e dos outros, distingui-los e usar tais informações para orientar os seus pensamentos e ações (Salovey & Mayer, 1990).

Segundo Mayer e Salovey (1997), a inteligência emocional abarca quatro grandes áreas de habilidades mentais, nomeadamente a identificação das emoções, apoiar o pensamento recorrendo às emoções, compreender as emoções e gerir as emoções. Tais habilidades apoiam na análise, expressão e regulação emocional, bem como a integração desse processo com outros de teor mais cognitivo, os quais impactam num crescimento e realização pessoal (Salovey & Mayer, 1990). De uma maneira geral, os autores assumem a interação entre emoção e cognição na orientação de um comportamento eficaz (Monteiro, 2009; Salovey & Mayer, 1990).

Goleman (2001) popularizou o conceito de inteligência emocional, definindo a inteligência emocional a partir da capacidade do indivíduo em reconhecer as emoções em si e nos outros, e à gestão destas emoções nas relações interpessoais. O autor desenvolveu o Modelo de Inteligência Emocional, onde identifica quatro domínios, composto por um total de vinte competências emocionais. O primeiro domínio autoconsciência procura avaliar a capacidade do indivíduo compreender as suas emoções e utilizá-las na orientação do seu comportamento. O segundo domínio, intitulado de autogestão, envolve a capacidade do indivíduo gerir as suas emoções e adaptar-se às novas situações a que é exposto. O terceiro domínio é a consciência social, que consiste na capacidade de sentir e compreender as emoções dos outros. O quarto domínio, a gestão das relações, refere-se ao modo como o indivíduo gere as suas emoções nas relações que estabelece com outro (Goleman, 2001,

2006). Todas as componentes podem ser aprendidas ao mesmo tempo e, quanto maior for o desempenho mais se desenvolvem (Goleman, 2001).

Por último, Bar-on (2006) aborda a inteligência emocional como inteligência socio-emocional, ou seja, como a interseção das competências tanto sociais como emocionais que permitem compreendermos os outros e nós mesmos. O autor identifica cinco dimensões distintas, necessárias para o sucesso social e emocional eficaz, sendo elas as capacidades intrapessoais, as capacidades interpessoais, a gestão de stresse, a adaptabilidade e a disposição geral.

A concluir este primeiro apartado, ainda a propósito da definição da inteligência, importa referir os estudos no campo das neurociências. A abordagem neuropsicológica da inteligência procura compreender a relação entre os processos cognitivos e o funcionamento cerebral (Hunt, 1999). Para alguns destes estudiosos, o QI aparenta estar fortemente associado ao funcionamento neuropsicológico do indivíduo (Mous et al., 2017) e, segundo Yoon et al. (2017), existem já várias evidências da associação entre as estruturas cerebrais, a inteligência e função cognitiva em rede. Mais especificamente, é perceptível a associação entre regiões centrais a outras regiões do cérebro que contribuem para explicar a inteligência e os desempenhos cognitivos de diferentes tarefas. Por exemplo, verifica-se uma associação significativa entre a inteligência e os componentes cerebelo-parietal e frontal, reforçando a noção de que o cerebelo está fortemente associado à inteligência e às funções cognitivas.

## **2. FUNÇÕES EXECUTIVAS, INTELIGÊNCIA E COMPETÊNCIAS DE APRENDIZAGEM**

Segundo Almeida e Araújo (2014), a inteligência abarca funções cognitivas básicas (atenção, perceção, memória), funções executivas (planeamento, monitorização, avaliação) e funções superiores (raciocínio, compreensão de frases). A teoria do processamento da informação (Hunt, 1980; Newell & Simon, 1972; Sternberg, 2000) conduziu a uma diferenciação detalhada dos processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas. É nesta linha de investigação que, aliás, se têm integrado os estudos neurológicos, desenvolvendo largamente a neurociência cognitiva. Ardila (2018) revigora tal análise e refere que só algumas das funções executivas específicas correspondem à inteligência, destacando a necessidade de distinguir funções executivas emocionais/motivacionais (controlo inibitório e flexibilidade cognitiva) e funções executivas metacognitivas (memória de trabalho), sendo esta última equiparada à inteligência geral.

Devido à sua extrema importância, são várias as investigações que enfatizam o papel destas funções no próprio desenvolvimento pessoal, intelectual, comportamental e acadêmico, tendo ainda impacto na saúde, alfabetização e desempenhos (Duncan et al., 2007; Lan et al., 2011; Moffitt et al., 2011). Na área em que nos situamos, observa-se um grande foco na compreensão do desenvolvimento das funções executivas e respetivo impacto no desempenho académico. O desenvolvimento das funções executivas nos primeiros estágios de desenvolvimento aparenta impactar nas competências necessárias para a integração na escola e os primeiros desempenhos académicos, sendo assim a primeira infância o grupo de maior foco de investigações nesta área (Ahmed et al., 2018). A relação entre desempenhos escolares e tais funções está mais visível até o final da infância e início da adolescência (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Stipek & Valentino, 2015; van der Sluis et al., 2007). Por exemplo, no estudo de Ahmed et al. (2018), verifica-se que as habilidades iniciais da memória de trabalho aos 54 meses prevê significativamente as habilidades académicas aos 15 anos, destacando também que as primeiras habilidades matemáticas previram o desempenho da memória de trabalho aos 15 anos. A procura pelo impacto de tais funções nas demais competências de aprendizagem é uma constante (Gordon et al., 2018; Lawson & Farah, 2015; Purpura et al., 2017; Ribner et al., 2017).

Segundo Purpura et al. (2017), as diferentes componentes das funções executivas têm impactos diversos nas demais componentes da aprendizagem e, mais concretamente, na matemática. Na alfabetização precoce verifica-se uma associação entre a memória de trabalho à consciência fonológica, enquanto que o conhecimento sobre o impresso está associado ao controlo inibitório e flexibilidade cognitiva. Já no campo da matemática, existe uma forte associação entre as demais componentes da respetiva área com o fator controlo inibitório, a flexibilidade cognitiva com as componentes mais abstratas e a memória de trabalho com processos de combinação e comparação de números e quantidades.

No estudo de Johann et al. (2019), verifica-se a associação entre as funções executivas e as habilidades de leitura, em especial nos fatores compreensão e velocidade de leitura. Mais especificamente, verifica-se que a velocidade de leitura está associada a maiores capacidades de memória de trabalho, inibição e inteligência fluída, sendo que este último fator, junto com uma maior flexibilidade cognitiva apoiam numa melhor compreensão da leitura. Já no campo da matemática, Cragg e Gilmore (2014) afirmam que são vários os estudos que concluem a existência de uma associação entre o desempenho matemático e a memória de trabalho – controlar e manipular

informações mentalmente –, controlo inibitório – inibir respostas incorretas e estímulos informativos que desconcentram –, e flexibilidade cognitiva.

Uma referência nos modelos de análise das funções cognitivas na aprendizagem é o sistema PASS – Planificação, Atenção, Processamento Sucessivo e Simultâneo –, de Das et al. (1994). Segundo este modelo, estas funções cognitivas, interdependentes e multidimensionais, formam um sistema complexo de processamento de informação dinâmico, ao invés da noção de ser uma habilidade estática, espelhando o funcionamento interdependente das várias regiões cerebrais. Este modelo incompatibiliza com a noção da existência de uma habilidade geral unidimensional, isto é, o fator *g*, como forma de compreender as demais habilidades intelectuais humanas, acreditando que são os próprios processos cognitivos que definem a inteligência.

O sistema PASS salienta assim a existência de componentes basilares ao conhecimento humano, sendo elas a *Planificação*, processo que determina, seleciona e recorre a soluções para um determinado problema, além de apoiar no controlo de impulsos e de processamento, na formação de representações mentais e na recuperação de informações previamente adquiridas; a *Atenção*, sendo a capacidade de ignorar alguns estímulos em detrimento de outros, aglomerando habilidades como a atenção seletiva, vigilância e oposição à distração; o processamento *Simultâneo* que analisa os estímulos, verbais e não-verbais, como partes integrantes de um todo, estando associado à ligação das regiões parieto-occipital-temporal; e processamento *Sucessivo*, que organiza uma sucessão de estímulos de forma específica, associado às regiões fronto-temporal (Das & Naglieri, 2001).

Este sistema tem o seu correspondente na avaliação, ou seja, o Cognitive Assessment System (CAS), avaliando os quatro processos cognitivos acima referenciados (Deaño, 2005; Naglieri & Das, 1997). A partir do modelo *Cognitive Assessment System* são avaliadas diversas competências cognitivas associadas à aprendizagem. Exemplo de tal é a investigação de Cruz (2006), que identifica o impacto de processos cognitivos na aquisição da leitura, além de processos fonológicos e visuais, em especial dos processamentos sucessivo e simultâneo. Existem ainda outros estudos que, tomando no exemplo da aprendizagem da matemática, mostra correlações elevadas entre os resultados de desempenho académico na matemática e os resultados das provas cognitivas do sistema PASS (Cruz, 2007; Naglieri & Das, 1997; Thorell et al., 2009).

### **3. HABILIDADE MATEMÁTICA**

Segundo Krutetskii (1976), a habilidade matemática é caracterizada como uma capacidade de adquirir, processar e reter informações matemáticas. Esta capacidade, além de estar associada à *performance* das funções executivas, está também associada ao fator inteligência). Atendendo ao estudo de Taub et al. (2008), em que avalia a relação das habilidades matemáticas e a capacidade cognitiva por base da teoria CHC, é possível verificar efeitos que esta capacidade emprega nos desempenhos matemáticos. Mais especificamente, fatores cognitivos como raciocínio fluído, inteligência cristalizada e velocidade de processamento são fatores cognitivos que interferem diretamente no desempenho académico, nas demais idades escolares (dos 5 aos 19 anos), com especial efeito nos conhecimentos quantitativos e na resolução de problemas (Taub et al., 2008).

Face à sua associação com as funções executivas, importa que as mesmas sejam tidas em consideração aquando analisadas as estratégias a aplicar para estimular a habilidade matemática. Existem fortes indícios de um papel ativo do controlo inibitório na habilidade matemática, mais especificamente o pensamento matemático, resolução de problemas e o processo de aprendizagem (Van Dooren & Inglis, 2015). O mesmo se verifica face ao papel da flexibilidade cognitiva e da memória de trabalho (Schmerold et al., 2016), sendo que este último além de apoiar na resolução de problemas aritméticos (Cragg et al. 2017), com um ou mais dígitos, apoia no desempenho matemático geral, orientando na aquisição de competências de aprendizagem matemática (Anas & Sasangohar, 2017).

A compreensão da habilidade matemática e respetivo impacto no sucesso académico, além dos fatores associados à mesma, é cada vez mais importante, nomeadamente junto de alunos com altas capacidades. A procura pela definição de talento matemático ainda é uma constante, tal como se verifica face aos contratos de sobredotação e de matemática (Sheffield, 2016). Esta associação entre habilidade matemática e sobredotação será posteriormente apresentada.

### **4. SOBREDOTAÇÃO**

#### **4.1. SOBREDOTAÇÃO E INTELIGÊNCIA**

A inteligência, além de associada ao sucesso escolar, está relacionada com o desenvolvimento e expressão das altas capacidades. Assim, a educação dos alunos sobredotados tem justificado uma preocupação crescente, sendo importante assumirmos que uma escola e uma educação inclusivas

assumem o desafio diário, nas suas práticas, de uma atenção diferenciada às características e necessidades de cada criança e jovem, tendo como objetivo o desenvolvimento máximo dos seus recursos e potencialidades.

Quando estamos perante pessoas com um potencial e desenvolvimento superior, nomeadamente no campo da inteligência, pode-se afirmar que são possivelmente sobredotadas. Considera-se sobredotados/talentosos aqueles que manifestam uma capacidade superior (grupo entre 3 e 10% de alunos) por comparação ao seu grupo de pares, podendo ser perceptível a nível intelectual geral, em produções criativas e/ou no seu desempenho em um ou mais domínios académicos (Gagné, 2009; Pfeiffer, 2015).

Falando da aproximação entre inteligência e sobredotação, a investigação mais recente procura responder à questão sobre o que diferencia os alunos com altas capacidades face aos seus pares. A literatura sugere que tais alunos apresentam estruturas mais complexas, estruturadas e eficientes da informação, recorrendo a processos indutivos e dedutivos na análise e processamento da informação, assim como na elaboração de soluções (Kim & Hays, 2005). Esta análise mais operativa ou funcional da inteligência é fundamental nos contextos de realização, por exemplo nos contextos escolares, e quando pretendemos descrever os alunos com altas capacidades.

#### 4.2. CONCEITO DE SOBREDOTAÇÃO

A base desta habilidade superior tem sido discutida ao longo dos últimos séculos. Há indícios que existe uma componente genética na base da capacidade cognitiva geral e, por isso pode-se verificar que o desenvolvimento do potencial cognitivo resulta na relação entre a propensão genética e as experiências e aprendizagens que as pessoas vão adquirindo ao longo da vida (Haworth et al., 2010). Além destas componentes, existe ainda quem destaque o contexto ambiental e o fator sorte na base do desenvolvimento pleno da sobredotação e/ou talento (Gagné, 2004; Mönks, 1997; Nicpon & Pfeiffer, 2011; Pfeiffer, 2012, 2013, 2015).

Quando se fala de sobredotação referimo-nos a crianças e jovens com capacidades excecionais, habilidades psicomotoras e criativas, bem como de liderança, originalidade e um elevado nível de motivação para a aprendizagem. Habitualmente estas crianças são alunos que manifestam uma extrema curiosidade, elevado interesse e motivação singulares para a sabedoria, além de deter aptidões cognitivas como artísticas, psicomotoras, criativas, socioafetivas e/ou sensório-motoras (Almeida et al., 2013). Porém, a sua própria definição e explicação de tal fenómeno varia de acordo

com múltiplas formas de análise. Tal como se pode verificar no nosso artigo 1, referente à relação entre a sobredotação e a inteligência, ao invés do passado, nas últimas décadas analisou-se a sobredotação não exclusivamente definida pelo elevado Quociente de Inteligência (QI). A área da investigação mudou o foco das abordagens psicométricas para modelos multifatoriais de identificação da sobredotação, delimitando assim o conceito como uma combinação de várias habilidades diferentes exibidas em determinadas ocasiões e envolvendo dimensões psicológicas não estritamente cognitivas (Krutetskii, 1976; Vilkomir & O'Donoghue, 2009).

Renzulli (2005) refere uma sobredotação na área da inteligência abstrata e académica, a par de uma sobredotação mais criativa e prática. Na mesma linha, Gagné (2004) postula diversos tipos de talentos que não se reduzem ao talento académico. Por sua vez, no campo da inteligência, Gardner (1999) postula mais sete inteligências para além da matemática e da linguística, tradicionalmente identificadas com o talento académico, assim como Sternberg (1985), a par de uma inteligência analítica (académica), menciona a inteligência criativa e prática. Mais recentemente, para além dos modelos convencionais da sobredotação tomando os traços internos, o Modelo Actiotope da Sobredotação valoriza as ações necessárias e a interação dinâmica entre o indivíduo e o ambiente, explicando trajetórias específicas individuais de aprendizagem conducentes à excelência (Ziegler et al., 2013).

Aprofundado algumas das teorias explicativas de sobredotação, é importante destacar o modelo dos três anéis de Renzulli (1978, 1986, 2005). Segundo o modelo, a sobredotação é concebida em função da interação de três componentes que trabalham em conjunto, onde nenhuma é responsável pela sobredotação isoladamente. Estas três componentes, os três anéis, são a habilidade acima da média, o compromisso com a tarefa e a criatividade. Renzulli (1986) considera que um dos maiores erros no processo de identificação é enfatizar as altas habilidades em detrimento da criatividade e da motivação. Distingue, assim, as altas habilidades gerais (e.g., fluência verbal, raciocínio abstrato, relações espaciais) e específicas (e.g., música, ciência, dança), na forma como se expressam na sua vida real, sendo que em algumas áreas as habilidades específicas podem ter uma forte relação com a habilidade geral. O envolvimento na tarefa traduz-se no interesse, entusiasmo, determinação e pragmatismo, caracteriza-se pela motivação com que se realizam as tarefas com uma orientação para a realização, o que implica uma motivação intrínseca (Renzulli, 1986). A criatividade tem levantado diversas questões acerca da sua avaliação, daí Renzulli (1986, 2005) propor métodos alternativos para avaliação da criatividade, por exemplo o recurso a produtos criativos e a autorrelatos sobre os desempenhos criativos.

O Modelo dos Três Anéis sofreu críticas por não incluir os processos de interação social fundamentais ao desenvolvimento (Mönks & Van Boxtel, 1988). Após resultados de investigação Renzulli concebeu a Operação *Houndstooth*, onde incluiu fatores co-cognitivos (i.e., fatores não cognitivos) que não estavam incluídos até então no conceito de sobredotação. São eles atributos pessoais que operam com a inteligência, criatividade e compromisso com a tarefa, e que são um acréscimo para ação construtiva socialmente, nomeadamente o otimismo, a coragem, a paixão por um tema ou disciplina, a sensibilidade às temáticas humanas, a energia física/mental, visão/sentido de destino. São constituídos por 13 subcomponentes, esperança, sentimentos positivos decorrentes do trabalho árduo, independência psicológica/intelectual, convicção moral, absorção, paixão, insight, empatia, carisma, curiosidade, sentimento de poder para mudar as coisas, sentido de direção, persecução de objetivos (Renzulli, 2002). Como estes fatores estão interconectados e conduzem à sabedoria, à satisfação com o seu estilo de vida e ao alcance da felicidade, esta nova dimensão revela-se marcada pelas preocupações sociais de como os sobredotados podem contribuir para o desenvolvimento global da sociedade. Neste sentido, acredita-se que o investimento no capital social traz benefícios à sociedade como um todo (Renzulli, 2005; Renzulli et al., 2003).

Já o Modelo Diferenciado da Sobredotação e Talento (The Differentiated Model of Giftedness and Talent – DMGT, Gagné, 2004) diferencia a sobredotação do talento. Segundo o autor, a sobredotação tem base genética e verifica-se no uso de habilidades naturais, em pelo menos um domínio de habilidade ou aptidão, nomeadamente intelectual, criativo, socioafetivo ou sensório-motor. Já o talento está associado ao desenvolvimento contínuo de habilidades a partir de momentos de aprendizagem e da própria prática, desencadeando resultados consideráveis em pelo menos uma vertente de atividade humana, desde o académico às artes e ação social. Porém, para que tal potencial se desenvolva, é necessário a pessoa estar exposta a outros fatores intrapessoais, ambientais e oportunidades, já que estes exercem influência no processo de desenvolvimento de habilidades naturais em competências específicas (Gagné, 2009).

Por outro lado, importa referir que os modelos convencionais da sobredotação baseiam-se em traços, ao contrário do Modelo Actiotopo da Sobredotação que se baseia nas ações necessárias e na interação entre a pessoa e o ambiente. Este modelo foca-se numa perspetiva molar, em que a excelência se deve à sequência de passos da aprendizagem e o planeamento das trajetórias específicas individuais. Estas trajetórias são conhecidas como vias de aprendizagem no Modelo Actiotopo da Sobredotação, em que as ações ou possibilidades de atuação que são compreensíveis

como resultado de três adaptações, variando entre assimilações biológica (biótopes), social (sociotopes) e individual (topografias de ações individualizadas) (Ziegler et al., 2013).

Importa ainda destacar o modelo tripartido sobre a alta capacidade, que inclui ideias e conceitos propostos pelos principais teóricos da área. É um modelo que não é impulsionado pela investigação ou teoria, pelo contrário nasce da experiência clínica e da necessidade prática. O modelo tripartido foi criado com o objetivo de reduzir a divergência neste campo de estudo produzindo um consenso relativamente à definição e concetualização dos alunos que são realmente dotados, distinguindo-se dos que não o são, com o intuito de promover as melhores práticas de identificação dos alunos mais capazes, minimizando a incerteza e as ambiguidades. A finalidade é desenvolver um modelo de fácil compreensão que respeite e inclua diferentes tipos de estudantes com altas capacidades, e não apenas aqueles que apresentam um QI elevado. Desta forma, este modelo analisa a alta capacidade a partir de três pontos de vista distintos, nomeadamente a identificação do potencial a partir do QI, outra a partir da *performance* em sala de aula e, por último, as condições ambientais e oportunidades propensas ao desenvolvimento de sobredotação (Pfeiffer, 2015).

#### 4.3. INTERVENÇÃO NA SOBREDOTAÇÃO

Independentemente da perspetiva usada para a compreensão da sobredotação, as crianças talentosas e com altas capacidades necessariamente existem, identificadas ou não, atendidas ou não, nas nossas escolas. As suas características cognitivas, socio-emocionais, motivacionais e de personalidade merecem ser atendidas pelos pais, professores e outros profissionais que organizam e implementam as práticas educativas que moldam o seu desenvolvimento psicossocial. Desta forma, importa atender a uma educação inclusiva e, dessa forma, dar igual atenção ao grupo de alunos sobredotados.

São várias as medidas que podem ser implementadas junto destes alunos. São cada vez mais os investigadores e profissionais de educação que se têm debruçado na procura das melhores estratégias educativas a serem implementadas junto destes jovens. Porém, o facto de ser um construto, além de complexo, ser multidimensional, dificulta na identificação das medidas a aplicar junto de diferentes perfis de sobredotação (Oliveira, 2007).

A intervenção junto destes alunos é urgente, pois são várias as adversidades verificadas quando as medidas não são implementadas. Quando estes jovens não veem as suas necessidades respondidas sentem-se desmotivados no contexto escolar, podendo manifestar um rendimento

académico inferior às suas capacidades. Tais condições podem desencadear ações e posturas mais conflituosas junto dos seus professores (Gilar-Corbi et al., 2019), recusa em ir para a escola ou mesmo a retenção de ano. A esta problemática é atribuída o nome de *underachievement* e é considerada uma das preocupações existentes na educação de alunos sobredotados (Steenbergen-Hu et al., 2020). Segundo Reis e McCoach (2000), verifica-se esta problemática quando existe uma discrepância entre o rendimento académico esperado tendo em consideração o potencial intelectual do aluno e o rendimento académico observado.

Para minimizar a vivência desta problemática e para melhorar a perceção ambiental, motivação, funcionamento psicossocial e autorregulação destes alunos, é necessário que haja uma intervenção escolar mais ajustada às características destes jovens (Steenbergen-Hu et al., 2020). Segundo Ridgley et al. (2020), a análise deste fenómeno segundo o modelo de aprendizagem autorregulada apoiará na identificação das variáveis motivacionais que poderão estar na base do insucesso das tarefas e, por conseguinte, na identificação das necessidades específicas destes alunos. Tal análise promove a identificação precoce deste insucesso, travando-o e ajudando estes alunos a atingir seu potencial académico. No fundo, torna-se necessário promover uma educação compatível com o perfil dos alunos, de forma a promover uma maior motivação para o seu envolvimento no contexto escolar e aumento do seu rendimento académico, espelhando assim as suas habilidades cognitivas.

#### 4.4. SOBREDOTAÇÃO, FUNÇÕES EXECUTIVAS E EXCELÊNCIA NA MATEMÁTICA

Face ao desenvolvimento recente das neurociências, importa também analisar alguns dos seus contributos na área da sobredotação. Tal como se pode verificar no nosso segundo artigo, são várias as investigações que identificam a existência da relação entre a sobredotação e o funcionamento cerebral, havendo diferenças nos próprios mecanismos neurobiológicos subcorticais e corticais desde os primeiros estágios do desenvolvimento pós-natal, sendo assim visíveis processos cognitivos e executivos superiores em crianças com sobredotação (Leon, 2020). Tal fenómeno verifica-se nas *performances* superiores em tarefas que exigem memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e controlo cognitivo por parte de crianças com altas capacidades (e.g., Fiske & Holmboe, 2019), bem como em funções executivas superiores, nomeadamente no planeamento (e.g., Vaivre-Douret, 2011), raciocínio (e.g., Barbey, 2018) e resolução de problemas (e.g., Berg & McDonald, 2018; Bianco & Leech, 2010).

É neste seguimento que Renzulli (2012) destaca o papel das funções executivas numa análise generalizada acerca do desenvolvimento do potencial humano. Mais especificamente, o autor além de

referenciar o modelo dos Três Anéis (modelo explicativo do desenvolvimento da sobredotação), o modelo de Enriquecimento Triádico (modelo de enriquecimento com três tipos de tarefas para responder às necessidades educativas da sobredotação) e o modelo *Operation Houndstooth* (estimulação do capital humano de pessoas com altas capacidades para desempenharem papéis sociais importantes para a melhoria das condições humanas), referencia uma quarta subteoria denominada Funções Executivas. Nesta subteoria, Renzulli (2012) afirma que as funções executivas são o componente responsável pelo sucesso do desenvolvimento do potencial humano e conseguinte realização das componentes abordadas nas subteorias apresentadas anteriormente. Segundo o autor, o próprio processo de desenvolvimento de tais competências acima da média tem por base componentes executivas como organização, planeamento, resolução de problemas, que sem elas dificilmente a pessoa seria bem-sucedida na resolução de situações que não têm uma resposta predeterminada.

Atendendo a tal impacto das funções executivas no sucesso de alunos sobredotados, importa fomentar programas focados no desenvolvimento de tais funções, responsáveis por promover um ambiente propício à aprendizagem centrado no aluno, que por si promove elevados níveis de confiança e melhoria das próprias competências cognitivas (Overby, 2011). Tais competências podem ser manifestadas em demais componentes académicas, nomeadamente na matemática, sendo uma das temáticas cada vez mais estudada e associada às altas capacidades (foco do nosso terceiro artigo).

Sabemos pouco sobre a estrutura cognitiva dos alunos sobredotados na área da matemática. O entendimento atual é que a habilidade matemática baseia-se numa extensa rede de habilidades cognitivas e conhecimentos específicos de matemática, que são apoiados por fatores motivacionais (Fias et al., 2013; Myers et al., 2017; Szűcs, 2016; Szűcs et al., 2014). Albert Einstein afirmou que a base do seu raciocínio eram as imagens, sentimentos e estruturas musicais, e não símbolos lógicos ou equações matemáticas. Diversos gênios como Thomas Edison não tiveram bom desempenho académico a matemática. Podemos levantar diversas questões: em que consistem as altas habilidades a matemática? As funções executivas explicam as habilidades matemáticas? Como podemos compreender as altas habilidades matemáticas de génios matemáticos como Pitágoras ou Srinivasa Ramanujam ou dos considerados duplamente excecionais (*double gifted*) com capacidades matemáticas surpreendentes? Que novos métodos necessitamos para avançar nesta área de investigação?

Cruzando sobredotação, altas capacidades e talento matemático, podemos assumir como sinónimos vários conceitos como matematicamente talentoso, habilidades matemáticas ou

matematicamente promissor (Sowell, 1993; Sriraman & Leikin, 2017). Segundo Krutetskii (1976), alunos com espírito matemático, denominação de alunos com altas capacidades matemáticas, mostram uma elevada capacidade de generalização rápida e ampla das relações e operações matemáticas, além de uma considerável flexibilidade dos processos mentais, bem como uma alta predisposição para analisar o mundo de uma lente matemática.

Os processos matemáticos superiores, nomeadamente representações, generalização e abstração, tendem a ser estimulados a partir de tarefas matemáticas complexas, como exercícios de *problem solving* (Sriraman, 2003). Foi possível perceber na investigação de Sriraman (2003) que existe uma relação entre o talento matemático (sobredotação matemática) e capacidade de resolução de problemas e de generalização, destacando-se em fatores orientação, organização e reflexão das tarefas de *problem solving*. Estes alunos mostram ainda uma tendência de iniciar as tarefas começando por hipóteses mais simples que medeiam a situação apresentada de forma a conseguirem controlar a variabilidade do problema em si. Esta noção é ainda reforçada pelo estudo de Budak (2012), onde foi possível concluir que alunos com altas capacidades na matemática são mais determinados na procura da solução do problema, investindo mais tempo ao pensar e planejar a respetiva solução.

A manifestação de tais competências pode variar de acordo com a tipologia de tarefas matemáticas. No estudo de Bahar e Maker (2015), é possível verificar que as habilidades cognitivas são preditores de desempenho matemático na resolução de problemas tanto em problemas abertos (várias formas de resolução) como fechados (uma só forma de resolução). No caso dos problemas fechados, as habilidades cognitivas explicam em quase 50% a variação do desempenho matemático, sendo inteligência geral e os conhecimentos matemáticos os fatores que estão na base dessa variância, uma vez que a estrutura de pensamento associada a esses tipos de problemas exige um maior entendimento, pesquisa e aplicação de soluções. Face aos problemas abertos, verifica-se que as habilidades cognitivas explicam mais de 30% da variância, estando na base fatores como a criatividade e o raciocínio verbal. Atendendo à componente de criatividade, o mesmo se verifica no estudo de Gutiérrez e Jaime (2013), em que se verifica maior originalidade nos procedimentos de resolução e problemas matemáticos por alunos com altas capacidades, apresentando soluções pouco habituais na articulação de conhecimentos matemáticos. Além disso, os autores afirmam ainda que estes alunos tendem a manifestar uma maior rapidez na compreensão de novos conceitos matemáticos e respetivas propriedades, bem como maior capacidade de solucionar os problemas desse âmbito. O mesmo se verifica no estudo de Budak (2012), onde se destaca as múltiplas maneiras que estes estudantes

recorrem para resolver os problemas matemáticos, apresentando respostas peculiares principalmente quando não dominam os conteúdos necessários.

Aproximando-nos do modelo PASS, várias habilidades na área da resolução de problemas matemáticos relacionam-se com o processamento simultâneo, por exemplo, a compreensão de relações geométricas, a formação de representações mentais dos problemas, e o reconhecimento de que um problema particular se ajusta a um modelo geral (Kirby & Williams, 1991), sendo que a planificação é sobretudo importante na resolução de novos problemas. As diferenças individuais entre os sobredotados e os alunos com habilidades matemáticas sugerem que os alunos com habilidades matemáticas constituem um grupo heterogéneo (Brandl, 2011; Leikin, 2010; Usiskin, 2000) que não pode ser identificado por métodos simples (Hoeflinger, 1998; Pitta-Pantazi, 2017).

Assim procurou-se identificar alunos sobredotados com habilidades matemáticas e não apenas alunos com bons desempenhos matemáticos (Leikin et al., 2013; Leikin et al., 2017; Lupkowski-Shoplik et al., 1994; Rotiger & Fello, 2005). As funções cognitivas associadas à planificação assumem particular relevância para uma resolução autorregulada de problemas (Cruz, 2007), o que parece explicar as correlações elevadas entre o desempenho na matemática e os resultados nas provas cognitivas (Thorell et al., 2009). Desta forma, torna-se pertinente analisar a própria identificação de alunos com habilidades matemáticas e os métodos de identificação (Gyarmathy, 2013; Karp, 2017; Karp & Bengmark, 2011; Leikin, 2014; Rotiger & Fello, 2005; Ziegler & Raul, 2000), sendo decisivo incluir a observação das habilidades matemáticas dos alunos e a sua motivação (Pitta-Pantazi, 2017). As investigações no âmbito do desempenho escolar a matemática tem demonstrado que este se encontra relacionado com os processamentos sucessivo e simultâneo (Almeida & Almeida, 2011; Garofalo, 1986; Naglieri & Das, 2005), com a planificação (Ashman & Das, 1980; Garofalo, 1993; Kirby & Ashman, 1984) e com a atenção (Warrick & Naglieri 1993).

Atendendo à informação acima referida, compreende-se assim que são vários os fatores que podem estar na base de um percurso académico de sucesso e, inclusive, de excelência. Neste percurso seguramente a inteligência assume um papel relevante, mas não pode ser entendida como variável suficiente. Diversas funções cognitivas, específicas ou mais gerais, assim como dimensões motivacionais e afetivas, a par de contextos educativos favoráveis, convergem para o desenvolvimento e a explicação da sobredotação e da elevada habilidade matemática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, S. F., Tang, S., Waters, N. E., & Davis-Kean, P. (2018). Executive Function and Academic Achievement: Longitudinal Relations From Early Childhood to Adolescence. *Journal of Educational Psychology, 111*(3), 446–458. <http://doi.org/10.1037/edu0000296>
- Almeida, L. S. (1994). *Inteligência: Definição e medida*. Centro de Investigação, Difusão e Intervenção Educacional.
- Almeida, L. S. (2002). As aptidões na definição e avaliação da inteligência: O concurso da análise fatorial. *Paidéia, 12*(23), 5–17. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305425349002>
- Almeida, A. R., & Almeida, L. S. (2011). Processos cognitivos e resolução de problemas em alunos com elevado raciocínio numérico: Diferenças entre alunos de maior e menor rendimento escolar. *Quadrante, XX*(2), 7–16. <http://hdl.handle.net/1822/20147>
- Almeida, L. S., & Araújo, A. M. (2014). Inteligência e aprendizagem: Confluência no desenvolvimento cognitivo e no sucesso acadêmico. In L. S. Almeida & A. M. Araújo (Eds.), *Aprendizagem e sucesso escolar: Variáveis pessoais dos alunos* (pp. 47–89). ADIPSIEDUC.
- Almeida, L. S., Fleith, D. S., & Oliveira, E. P. (2013). *Sobredotação: Respostas educativas*. ADIPSIEDUC.
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., & Ferreira, A. I. (2009). *Inteligência: Perspectivas teóricas*. Livraria Almedina.
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., Primi, R., & Lemos, G. (2008). La contribución 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. <http://doi.org/10.30552/ejep.v1i3.13>
- Anas, S., & Sasangohar, F. (2017). Investigating the Role of Working Memory Components in Mathematical Cognition in Children: A Scoping Review. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 61*(1), 417–421. <http://doi.org/10.1177/1541931213601586>
- Ardila, A. (2018). Is intelligence equivalent to executive functions? *Psicothema, 30*(2), 159–164. <http://doi.org/10.7334/psicothema2017.329>
- Ashman, A. F., & Das, J. P. (1980). Relation between planning and simultaneous-successive processing. *Perceptual and Motor Skills, 51*, 371–382.
- Bahar, A., & Maker, C. J. (2015). Cognitive Backgrounds of Problem Solving: A Comparison of Open-ended vs. Closed Mathematics Problems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11*(6), 1531–1546. <http://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1410a>

- Bar-On, R. (2006). The Bar-On model of emotional-social intelligence (ESI). *Psicothema*, *18*, 13–25.
- Barbey, A. K. (2018). Network neuroscience theory of human intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, *22*(1), 1–13. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2017.10.001>
- Berg, D. H., & McDonald, P. A. (2018). Differences in mathematical reasoning between typically achieving and gifted children. *Journal of Cognitive Psychology*, *30*(3), 281–291. <http://doi.org/10.1080/20445911.2018.1457034>
- Bianco, M., & Leech, N. L. (2010). Twice-Exceptional Learners: Effects of Teacher Preparation and Disability Labels on Gifted Referrals. *Teacher Education and Special Education*, *33*(4), 319–334. <http://doi.org/10.1177/0888406409356392>
- Brandl, M. (2011). High attaining versus (highly) gifted pupils in mathematics: A theoretical concept and an empirical survey. In M. Pytlak, T. Rowland, & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp.1044–1055). University of Rzeszow.
- Budak, I. (2012). Mathematical profiles and problem-solving abilities of mathematically promising students. *Educational Research and Reviews*, *7*(16), 344–350. <http://doi.org/10.5897/ERR12.009>
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571312>
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities, their structure, growth, and action*. Houghton Mifflin.
- Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in Neuroscience and Education*, *3*(2), 1–6. <http://doi.org/10.1016/j.tine.2013.12.001>
- Cragg, L., Richardson, S., Hubber, P. J., Keeble, S., & Gilmore, C. (2017). When is working memory important for arithmetic? The impact of strategy and age. *PLOS ONE*, *12*(12), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188693>
- Cruz, V. M. L. (2006). O “Cognitive Assessment System” como instrumento de avaliação dos processos cognitivos da leitura. *Psicologia e Educação*, *1*(1), 21–38.
- Cruz, V. M. L. (2007). O Cognitive Assessment System como instrumento de avaliação psicológica. *PSIC - Revista de Psicologia da Vetor Editora*, *8*(1), 31–40.
- Das, J. P., & Naglieri, J. A. (2001). The Das-Naglieri Cognitive Assessment System in Theory and Practice. In J. J. W. Andrews, D. H. Saklofske, & H. L. Janzen (Eds.), *Handbook of psychoeducational assessment: Ability, achievement, and behavior in children* (pp. 33–63). Academic Press.

- Das, J. P., Naglieri, J. A., & Kirby, J. R. (1994). *Assessment of cognitive processes: The P.A.S.S. theory of intelligence*. Allyn and Bacon.
- Deaño, M. (2005). *D.N: CAS. DAS-NAGLIERI: Sistema de Evaluación Cognitiva. Adaptación Española. Manual Técnico*. Ediciones GERSAM.
- Deary, I. J., & Johnson, W. (2010). Intelligence and education: causal perceptions drive analytic processes and therefore conclusions. *International Journal of Epidemiology*, *39*(5), 1362–1369. <http://doi.org/10.1093/ije/dyq072>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, *43*(6), 1428–1446. <http://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Fias, W., Menon, V., & Szűcs, D. (2013). Multiple components of developmental dyscalculia. *Trends in Neuroscience and Education* *2*(2), 43–47. <http://doi.org/10.1016/j.tine.2013.06.006>
- Fiske, A., & Holmboe, K. (2019). Neural substrates of early executive function development. *Developmental Review*, *52*, 42–62. <http://doi.org/10.1016/j.dr.2019.100866>
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts in to talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, *15*(2), 119–147. <http://doi.org/10.1080/1359813042000314682>
- Gagné, F. (2009). Building gifts into talents: Detailed overview of the DMGT 2.0. In B. MacFarlane & T. Stambaugh, (Eds.), *Leading change in gifted education: The festschrift of Dr. Joyce Van Tassel-Baska* (pp. 61–80). Prufrock Press.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books.
- Gardner, H. (1999). Who owns intelligence? *The Atlantic Monthly*, *283*(2), 67–76.
- Gardner, H. (2011, August). Multiple intelligences: Reflections after thirty years. *Parent and Community Newsletter*. <https://howardgardner01.files.wordpress.com/2016/04/472-multiple-intelligences-reflections-after-30-years.pdf>
- Garofalo, J. F. (1986). Simultaneous synthesis, behavior regulation and arithmetic performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *4*, 229–238. <https://doi.org/10.1177/073428298600400306>
- Garofalo, J. F. (1993). Mathematical problems preferences of meaning-oriented and number-oriented problem solvers. *Journal for the Education of the Gifted*, *17*(1), 26–40. <https://doi.org/10.1177/016235329301700104>

- Gilar-Corbi, R. Veas, A. Miñano, P., & Castejón, J. (2019). Differences in Personal, Familial, Social, and School Factors Between Underachieving and Non-underachieving Gifted Secondary Students. *Frontiers in Psychology, 10*(2367), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02367>
- Goleman, D. (2001). *Trabajar con a inteligência emocional*. Temas e Debates.
- Goleman, D. (2006). *Social Intelligence: The New Science of Human Relationships*. Bantam Books.
- Gordon, R., Smith-Spark, J. H., Newton, E. J., & Henry, L. (2018). Executive Function and Academic Achievement in Primary School Children: The Use of Task-Related Processing Speed. *Frontiers in Psychology, 9*(582), 1–4. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00582>
- Gutiérrez, A., & Jaime, A. (2013). Exploración de los estilos de razonamiento de estudiantes con altas capacidades matemáticas. In A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa, & N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 319-326). SEIEM.
- Gyarmathy, E. (2013). The gifted and gifted education in Hungary. *Journal for the Education of the Gifted, 36*(1), 19–43. <http://doi.org/10.1177/0162353212471587>
- Haworth, C. M. A., Wright, M. J., Luciano, M., Martin, N. G., de Geus, E. J. C., van Beijsterveldt, C. E. M., ... Plomin, R. (2010). The heritability of general cognitive ability increases linearly from childhood to young adulthood. *Molecular Psychiatry, 15*(11), 1112–1120. <http://doi.org/10.1038/mp.2009.55>
- Hoeflinger, M. (1998). Developing mathematically promising students. *Roeper review, 20*(4), 244–247. <https://doi.org/10.1080/02783199809553900>
- Horn, J. (1991). Measurement of intellectual capabilities: A review of theory. In K. S. McGrew, J. K. Werder, & R. W. Woodcock (Eds.), *WJ-R Technical Manual* (pp. 197-232). DLM.
- Hunt, E. (1980). Intelligence as an information processing concept. *British Journal of Psychology, 71*(4), 449–474. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1980.tb01760.x>
- Hunt, E. (1999). Intelligence and human resources: Past, present and future. In P. L. Ackerman, P. C. Kyllonen, & R. D. Roberts (Eds.), *Learning and individual differences: Process, trait and content determinants* (pp. 3–30). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10315-001>
- Johann, V., Könen, T., & Karbach, J. (2019). The unique contribution of working memory, inhibition, cognitive flexibility, and intelligence to reading comprehension and reading speed. *Child Neuropsychology, 26*(3), 324–344. <http://doi.org/10.1080/09297049.2019.1649381>

- Karp, A. (2017). Mathematically gifted education: Some political questions. In R. Leikin & B. Sriraman (Eds.), *Creativity and giftedness – Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond* (pp. 239–255). Springer International Publishing.
- Karp, A., & Bengmark, S. (2011). Gifted education in Russia and the United States: Personal notes. In B. Sriraman & K. H. Lee (Eds.), *The elements of creativity and giftedness in mathematics* (pp. 131–143). Sense Publishers.
- Kent, P. (2017). Fluid intelligence: A brief history. *Applied Neuropsychology: Child*, *6*(3), 193–203. <http://doi.org/10.1080/21622965.2017.1317480>
- Kim, B., & K. Hays. (2005, May 30–June 4). *The evolution of the intellectual partnership with a cognitive tool in inquiry-based astronomy laboratory* [Paper presentation]. Meeting of the Computer Supported Collaborative Learning, Taipei, Taiwan. <http://doi.org/10.3115/1149293.1149329>
- Kirby, J. R., & Ashman, A. F. (1984). Planning skills and mathematics achievement: Implications regarding learning disability. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *2*, 9–22. <http://doi.org/10.1177/073428298400200102>
- Kirby, J. R., & Williams, N. H. (1991). *Learning Problems: A cognitive approach*. Kagan and Woo.
- Kremen, W. S., Beck, A., Elman, J. A., Gustavson, D. E., Reynolds, C. A., Tu, X. M., Sanderson-Cimino, M. E., Panizzon, M. S., Vuoksimaa, E., Toomey, R., Fennema-Notestine, C., Hagler Jr., D. J., Fang, B., Dale, A. M., Lyons, M. J., & Franz, C. E. (2019). Influence of young adult cognitive ability and additional education on later-life cognition. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *116*(6), 2021–2026. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811537116>
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. The University of Chicago Press.
- Lan, X., Legare, C. H., Ponitz, C. C., Li, S., & Morrison, F. J. (2011). Investigating the links between the subcomponents of executive function and academic achievement: A cross-cultural analysis of Chinese and American preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, *108*(3), 677–692. <http://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.11.001>
- Lawson, G. M., & Farah, M. J. (2015). Executive function as a mediator between SES and academic achievement throughout childhood. *International Journal of Behavioral Development*, *41*(1), 94–104. <http://doi.org/10.1177/0165025415603489>
- Leikin, R. (2010). Teaching the mathematically gifted. *Gifted Education International*, *27*(2), 161–175. <https://doi.org/10.1177/026142941002700206>

- Leikin, R. (2014). Giftedness and high ability in mathematics. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 247–251). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8\\_65](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_65)
- Leikin, R., Leikin, M., & Waisman, I. (2017). What is special about the brain activity of mathematically gifted adolescents? In R. Leikin & B. Sriraman (Eds.), *Creativity and giftedness – Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond* (pp. 165–181). Springer International Publishing. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3\\_11](http://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3_11)
- Leikin, M., Waisman, I., & Leikin, R. (2013). How brain research can contribute to the evaluation of mathematical giftedness? *Psychological Test and Assessment Modeling*, *55*(4), 415–437.
- Leon, M. I. G. (2020). Development of Giftedness During Early Childhood. *Papeles del Psicólogo / Psychologist Papers*, *41*(2), 147–158. <http://doi.org/10.23923/pap.psicol2020.2930>
- Lupkowski-Shoplik, A. E., Saylor, M. F., & Assouline, S. G. (1994). Mathematics achievement of talented elementary students: Basic concepts vs. computation. In N. Colangelo, S. G. Assouline, & D. Ambrosio (Eds.), *Talent development II: Proceedings from the 1993 Henry B. and Jocelyn Wallace National Research Symposium on Talent Development* (pp. 409–414). Ohio Psychology Press.
- Mayer, J. D., & Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence? In P. Salovey & D. Sluyter (Eds.), *Emotional development and emotional intelligence: Implications for educators* (pp. 3–31). Basic Books.
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., Ross, S., Sears, M. R., Thomson, W. M., & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *PNAS*, *108*(7), 2693–2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Mönks, F. J. (1997). Alunos sobredotados na turma: A questão da identificação e da programação. In M. E. Silva (Org.), *Actas da Conferência sobre Sobredotação*. Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- Mönks, F. J., & Van Boxtel, H. W. (1988). Los adolescentes superdotados: Una perspectiva evolutiva. In J. Freeman (Ed.), *El niño superdotado: Aspectos psicológicos y pedagógicos* (pp. 306–327). Aula XXI de Santillana.
- Monteiro, N. (2009). *Inteligência Emocional: Validação de Constructo do MSCEIT numa amostra Portuguesa* [Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa. [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/955/1/21361\\_ulfp033573\\_tm.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/955/1/21361_ulfp033573_tm.pdf)

- Mous, S. E., Schoemaker, N. K., Blanken, L. M. E., Thijssen, S., van der Ende, J., Polderman, T. J. C., Jaddoe, V. W. V., Hofman, A., Verhulst, F. C., Tiemeier, H., & White, T. (2017). The association of gender, age, and intelligence with neuropsychological functioning in young typically developing children: The Generation R study. *Applied Neuropsychology: Child*, *6*(1), 22–40. <http://doi.org/10.1080/21622965.2015.1067214>
- Myers, T., Carey, E., & Szűcs, D. (2017). Cognitive and Neural Correlates of Mathematical Giftedness in Adults and Children: A Review. *Frontiers in Psychology*, *8*, Article 1646. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01646>
- Naglieri, J. A., & Das, J. P. (1997). *Cognitive Assessment System. Administration and Scoring Manual*. Riverside Publishing.
- Naglieri, J. A., & Das, J. P. (2005). Planning, attention, simultaneous, successive (PASS) theory: A revision of the concept of intelligence. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment* (2nd ed., pp. 136–182). Guilford.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Prentice-Hall.
- Nicpon, M. F., & Pfeiffer, S. I. (2011). High-Ability Students: New Ways to Conceptualize Giftedness and Provide Psychological Services in the Schools. *Journal of Applied School Psychology*, *27*, 293–305. <http://doi.org/10.1080/15377903.2011.616579>
- Oliveira, E. P. L. (2007). *Alunos sobredotados: A aceleração escolar como resposta educativa* [Tese de doutoramento, Universidade do Minho]. Biblioteca da Universidade do Minho. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/7081>
- Overby, K. (2011). Student-Centered Learning. *ESSAI*, *9*(32), 109–112. <https://dc.cod.edu/essai/vol9/iss1/32>
- Pfeiffer, S. I. (2012). Current perspectives on the identification and assessment of gifted students. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *30*(1), 3–9. <http://doi.org/10.1177/0734282911428192>
- Pfeiffer, S. I. (2013). Lessons learned from working with high ability students. *Gifted Education International*, *29*(1), 86–97. <http://doi.org/10.1177/0261429412440653>
- Pfeiffer, S. I. (2015). *Essentials of gifted assessment*. Wiley.
- Pitta-Pantazi, D. (2017). What have we learned about giftedness and creativity? An overview of a five years journey. In R. Leikin & B. Sriraman (Eds.), *Creativity and giftedness – Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond* (pp. 201–224). Springer International Publishing. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3\\_13](http://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3_13)

- Primi, R. (2003). Inteligência: Avanços nos Modelos Teóricos e nos Instrumentos de Medida. *Avaliação Psicológica, 1*, 67–77.
- Primi, R., & Almeida, L. S. (2002). Inteligência geral ou fluida: Desenvolvimentos recentes na sua concepção. *Sobredotação, 2*(2), 127–144.
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, M. C. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology, 153*, 15–34. <http://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.08.010>
- Reis, S. M., & McCoach, D. B. (2000). The underachievement of gifted students: What do we know and where do we go? *Gifted Child Quarterly, 44*(3), 152–170. <http://doi.org/10.1177/001698620004400302>
- Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Re-examining a definition. *Phi Delta Kappan, 60*(3), 180–184.
- Renzulli, J. S. (1986). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of Giftedness* (pp. 53–92). Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S. (2002). Expanding the conception of giftedness to include co-cognitive traits to promote social capital. *Phi Delta Kappan, 1*, 33–58. <https://doi.org/10.1177/003172170208400109>
- Renzulli, J. S. (2005). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg & J. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (2nd ed., pp. 246–279). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511610455.015>
- Renzulli, J. S. (2012). Reexamining the Role of Gifted Education and Talent Development for the 21st Century: A Four-Part Theoretical Approach. *Gifted Child Quarterly, 56*(3), 150–159. <https://doi.org/10.1177/0016986212444901>
- Renzulli, J. S. (2018). A Conceção de Sobredotação dos Três Anéis: Um Modelo de Desenvolvimento para Promover a Produtividade Criativa. In L. S. Almeida & A. Rocha (Eds.), *Sobredotação: Uma Responsabilidade Coletiva* (pp. 23–78). CERPSI.
- Renzulli, J. S., Sytsme, R. E., & Berman, K. B. (2003). Ampliando el concepto de superdotación de cara a educar líderes para una comunidade global. In J. A. Alonso, J. S. Renzulli, & Y. Benito (Eds.), *Manual internacional de superdotados: Manual para profesores e padres* (pp.71–87). EOS.
- Ribner, A. D., Willoughby, M. T., Blair, C. B., & Family Life Project Key Investigators (2017). Executive Function Buffers the Association between Early Math and Later Academic Skills. *Frontier Psychology, 8*(869), 1–12. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00869>

- Ridley, L. M., Rubenstein, L. D., & Callan, G. L. (2020). Gifted underachievement within a self-regulated learning framework: Proposing a task-dependent model to guide early identification and intervention. *Psychology in the Schools, 57*(9), 1–20. <http://doi.org/10.1002/pits.22408>
- Ritchie, S. J., & Tucker-Drob, E. M. (2018). How Much Does Education Improve Intelligence? A Meta-Analysis. *Psychological Science, 29*(8), 1358–1369. <https://doi.org/10.1177/0956797618774253>
- Rocha, A., Perales, R. G., & Almeida, L. S. (2020). Inteligência: necessária e suficiente para explicar a sobredotação? *Talincrea, 6*(12), 59–76.
- Rotiger, J. V., & Fello, S. (2005). Mathematically gifted students – how can we meet their needs? In S. K. Johnsen & J. Kendrick (Eds.), *Math education for gifted students* (pp. 3–13). Prufrock Press. <https://doi.org/10.4219/gct-2004-150>
- Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). *Emotional Intelligence*. Baywood Publishing: Co. <https://doi.org/10.2190/DUGG-P24E-52WK-6CDG>
- Schelini, P. W. (2006). Teoria das Inteligências Fluida e Cristalizada: início e evolução. *Estudos de Psicologia (Natal), 11*(3), 323–332. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2006000300010>
- Schmerold, K., Bock, A., Peterson, M., Leaf, B., Vennergrund, K., & Pasnak, R. (2016). The Relations Between Patterning, Executive Function, and Mathematics. *The Journal of Psychology, 151*(2), 1–23. <https://doi.org/10.1080/00223980.2016.1252708>
- Sheffield, L. J. (2016). Dangerous myths about “gifted” mathematics students. *ZDM Mathematics Education, 49*(1), 13–23. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0814-8>
- Sowell, E. J. (1993). Programs for mathematically gifted students: A review of empirical research. *Gifted Child Quarterly, 37*(3), 124–132. <https://doi.org/10.1177/001698629303700305>
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. Macmillan.
- Sriraman, B. (2003). Mathematical giftedness, problem solving, and the ability to formulate generalizations: the problem-solving experiences of four gifted students. *The Journal of Secondary Gifted Education, XIV*(3), 151–165. <https://doi.org/10.4219/jsge-2003-425>
- Sriraman, B., & Leikin, R. (2017). Commentary on interdisciplinary perspectives to creativity and giftedness. In R. Leikin & B. Sriraman (Eds.), *Creativity and giftedness – Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond* (pp. 259–264). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3_16)

- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59*(4), 745–759. <http://doi.org/10.1080/17470210500162854>
- Steenbergen-Hu, S., Olszewski-Kubilius, P., & Calvert, E. (2020). The Effectiveness of Current Interventions to Reverse the Underachievement of Gifted Students: Findings of a Meta-Analysis and Systematic Review. *Gifted Child Quarterly*, *64*(2), 132–165. <http://doi.org/10.1177/0016986220908601>
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (1988). *The triarchic mind: A new theory of human intelligence*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1002/sres.3850060312>
- Sternberg, R. J. (2000). *Practical intelligence in everyday life*. Cambridge University Press.
- Stipek, D., & Valentino, R. A. (2015). Early childhood memory and attention as predictors of academic growth trajectories. *Journal of Educational Psychology*, *107*(3), 771–788. <http://doi.org/10.1037/edu0000004>
- Szűcs, D. (2016). Subtypes and comorbidity in mathematical learning disabilities: multidimensional study of verbal and visual memory processes is key to understanding. *Progress in Brain Research*, *227*, 277–304. <http://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.04.027>
- Szűcs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A., & Gabriel, F. (2014). Cognitive components of a mathematical processing network in 9-year-old children. *Developmental Science*, *17*, 506–524. <http://doi.org/10.1111/desc.12144>
- Taub, G. E., Keith, T. Z., Floyd, R. G., & Mcgrew, K. S. (2008). Effects of general and broad cognitive abilities on mathematics achievement. *School Psychology Quarterly*, *23*(2), 187–198. <https://doi.org/10.1037/1045-3830.23.2.187>
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, *12*(1), 106–113. <http://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x>
- Usiskin, Z. (2000). The development into the mathematically talented. *Journal of Secondary Gifted Education*, *11*(3), 152–162. <https://doi.org/10.4219/jsge-2000-623>
- Vaivre-Douret, L. (2011). Developmental and cognitive characteristics of high-level potentialities (highly gifted) children. *International Journal of Pediatrics*, Article 420297. <http://doi.org/10.1155/2011/420297>

- van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, *35*, 427–449. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2006.09.001>
- Van Dooren, W., & Inglis, M. (2015). Inhibitory control in mathematical thinking, learning and problem solving: a survey. *ZDM Mathematics Education*, *47*(5), 713–721. <http://doi.org/10.1007/s11858-015-0715-2>
- Vilkomir, T., & O'Donoghue, J. (2009). Using components of mathematical ability for initial development and identification of mathematically promising students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *40*(2), 183–199. <http://doi.org/10.1080/00207390802276200>
- Warrick, P. D., & Naglieri, J. A. (1993). Gender differences in planning, attention, simultaneous, and successive cognitive processes. *Journal of Educational Psychology*, *85*(4), 693–701. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.4.693>
- Yoon, Y. B., Shin, W., Lee, T. Y., Hur, J., Cho, K. I. K., Sohn, W. S., Kim, S., Lee, K., & Kwon, J. S. (2017). Brain Structural Networks Associated with Intelligence and Visuomotor Ability. *Scientific Reports*, *7*(2177), 1–9. <http://doi.org/10.1038/s41598-017-02304-z>
- Ziegler, A., & Raul T. (2000). Myth and reality: A review of empirical studies on giftedness. *High Ability Studies*, *11*(2), 113–136. <http://doi.org/10.1080/13598130020001188>
- Ziegler, A., Vialle, W., & Wimmer, B. (2013). The actiotope model of giftedness: A short introduction to some central theoretical assumptions. In S. N. Phillipson, H. Stoeger, & A. Ziegler (Eds.), *Exceptionality in East Asia* (pp. 1–17). Routledge.

## **CAPÍTULO 2. INTELIGÊNCIA E SOBREDOTAÇÃO: RELACIONAMENTO**

ARTIGO 1. Rocha, A., Perales, R. G., & Almeida, L. S. (2020). Inteligência: necessária e suficiente para explicar a sobredotação? *Talincea*, 6(12), 59-76.

**Inteligência: necessária e suficiente para explicar a sobredotação?****Intelligence: necessary and sufficient to explain the high abilities?**

Alberto Rocha\*, Ramon García Perales\*\* y Leandro S. Almeida\*\*\*

\*aneisporto@gmail.com

Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho, Portugal

\*\* Universidade Albacete, Espanha

\*\*\* Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho, Portugal

**Inteligência: necessária e suficiente para explicar a sobredotação?****Resumo**

A sobredotação é um fenómeno complexo associado às elevadas capacidades e/ou desempenho. Tradicionalmente definido pelo elevado quociente de inteligência (QI), reconhece-se hoje que o conceito não se circunscreve à inteligência. A sobredotação aparece identificada com as altas capacidades ou talentos, saindo da área intelectual e da área académica para incluir, também, a área artística, o desporto, a investigação científica ou a gestão empresarial, por exemplo. Tais capacidades emergem em contextos de aprendizagem e de desenvolvimento favoráveis, e para a sua expressão convergem outros constructos psicológicos como a personalidade, a criatividade, a motivação ou o sistema de valores. Não se podendo falar em sobredotação sem nos reportarmos às variáveis cognitivas abrangidas no conceito mais amplo de inteligência, seguramente que o seu desenvolvimento e expressão requerem o contributo de outras variáveis pessoais e contextuais que, potencialmente, podem ser de mais fácil intervenção e modificabilidade. Neste sentido, o presente artigo analisa as teorias de maior relevo na área da sobredotação, procurando encontrar respostas para a necessidade versus suficiência da inteligência na explicação da sobredotação.

**Palavras-chave:** *Sobredotação, Inteligência, Altas capacidades, Talentos, Excelência.*

**Intelligence: necessary and sufficient to explain the high abilities?****Abstract**

Giftedness is a complex phenomenon associated with high abilities and/or performance. Traditionally defined by a high intelligence quotient (IQ), it is now recognized that this concept is not limited to intelligence. Giftedness is identified with high abilities or talents, coming from the intellectual and academic fields to also include an artistic field, sports, scientific research or business management, for example. Such capacities emerge in favorable learning and development contexts and other psychological concepts such as personality, creativity, motivation or value system converge for their expression. In this sense, if it is not

possible to talk about giftedness without reporting the cognitive variables covered by the broader concept of intelligence, certainly that their development and expression require the contribution of other personal and contextual variables which, potentially, may be easier to intervention and modifiability. For this reason, this article seeks to analyze the most relevant theories in the area of giftedness, aiming to find answers related to the need versus sufficiency of intelligence in the explanation of giftedness.

**Keywords:** *Giftedness, Intelligence, High capacities, Talents, Excellence.*

A sensibilidade e o interesse crescentes pela problemática da sobredotação e dos alunos sobredotados podem justificar-se pelos avanços e pela maior difusão social dos temas da psicologia e da educação. Este interesse é possivelmente fruto da consciência de que o desenvolvimento de qualquer nação depende da qualidade e competência dos seus profissionais, da extensão em que a excelência for cultivada e do grau em que condições favoráveis ao desenvolvimento das capacidades das pessoas estiverem asseguradas desde a sua infância. Infelizmente, alguma inércia nesta área decorre do facto do fenómeno da sobredotação ser, muitas vezes, entendido pelos educadores e professores imbuído por preconceitos e mitos que dificultam a sua análise científica, o seu desenvolvimento e a sua manifestação na escola (Pérez-Tejera, Borges-Rosal, & Rodrigues, 2017).

O pressuposto básico de qualquer sistema educativo deverá ser o de aceitar as diferenças individuais, com direitos e responsabilidades inerentes à sua natureza específica, e diversificar as formas de atender às suas necessidades singulares. Em termos práticos, equivale isto a dizer que nada há de mais desigual do que tratar de igual modo pessoas diferentes. A Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) reconheceu a inclusão como a melhor resposta educativa ao direito inalienável e universal de todas as crianças acederem a uma educação

diferenciada e de qualidade em função das suas necessidades. Neste sentido, as escolas devem reconhecer a diversidade dos alunos, com o compromisso de proporcionar a todos o apoio educativo de que necessitam para desenvolver todo o seu potencial (UNESCO, 2019). O tema da sobredotação e as condições especiais do seu desenvolvimento, devem ser considerados um direito que se legitima no princípio democrático fundamental que preconiza, para todos, condições de equidade em termos de oportunidades educativas e de desenvolvimento pessoal.

Como se pode antecipar, as necessidades subjacentes às altas capacidades no contexto académico exigem na grande maioria dos casos um apoio pedagógico específico, como aliás se consagra na legislação. Frequentemente tais alunos não são objeto de avaliação sistemática e devidamente identificados (García-Perales & Almeida, 2019), e ainda menos existem programas de apoio ao seu desenvolvimento psicossocial ou estratégias de ensino-aprendizagem diferenciadas por parte dos professores e das escolas (Miranda & Almeida, 2019; Pfeiffer, 2015).

Desta forma, considera-se que as idiosincrasias destes alunos tendem a não ser devidamente atendidas e respeitadas. Como tal, torna-se necessário aumentar as discussões e reflexões sobre esta condição, para sensibilização da sociedade e das instituições educativas para a relevância

de práticas coerentes de identificação e intervenção junto destes alunos. São vários os estudos que procuram orientar os intervenientes educativos para proceder a uma resposta ajustada, a partir da análise de programas de enriquecimento (Garcia-Perales & Almeida, 2019; Sak, 2016). No seu estudo, Garcia-Perales e Almeida (2019), ao avaliarem o efeito subjacente à aplicação de um programa de enriquecimento junto de alunos com altas capacidades, concluíram que a aplicação do mesmo integrado no período letivo tem um maior impacto na própria inclusão dos alunos, nos níveis de adaptação pessoal e escolar, bem como no próprio rendimento académico. Porém, a maioria destes programas de enriquecimento são aplicados em horário extracurricular, ao invés do que se considera ser o ideal pois muitas vezes entendidos como atividades complementares não são suficientemente integrados nas dinâmicas escolares e nas práticas pedagógicas dos professores (Delgado, Borges del Rosal, & Rodrigues-Dorta, 2017; Garcia-Perales & Almeida, 2019; Sak, 2016).

Com estas preocupações de aumentar os estudos na área e a compreensão do fenómeno, e atendendo que a inteligência é um dos conceitos mais associados às altas capacidades, o presente artigo tem como objetivo proceder a uma revisão da literatura sobre as várias perspetivas e teorias de sobredotação procurando responder à clássica questão da suficiência da inteligência na explicação da sobredotação.

### **Conceito de inteligência**

O estudo da inteligência nestas últimas décadas tem destacado outras formas de inteligência para além do constructo clássico de quociente de inteligência (QI), em que são perceptíveis esforços por definir

este conceito de uma forma mais complexa, deixando de ser percebida como um conceito unitário ou aptidão mental geral (Almeida, Guisande, & Ferreira, 2009; Renzulli, 2018). Neste seguimento, como veremos mais à frente, destaca-se a teoria das múltiplas inteligências proposta por Gardner (1999), que progressivamente define diversas formas de expressão desta habilidade, ultrapassando a sua manifestação na área académica e passando a incluir outras áreas igualmente importantes no campo social, artístico, emocional ou cultural, por exemplo.

Falando da aproximação entre inteligência e sobredotação, a investigação mais recente procura responder à questão sobre o que diferencia os alunos com altas capacidades face aos seus pares. A literatura sugere que tais alunos apresentam estruturas mais complexas, estruturadas e eficientes da informação, recorrendo a processos indutivos e dedutivos na análise e processamento da informação, assim como no pensar criativamente nos problemas e elaboração de soluções (Nakano, Primi, Ribeiro, & Almeida, 2016). Esta análise mais operativa ou funcional da inteligência é fundamental nos contextos de realização, por exemplo nos contextos escolares. Com efeito, reconhecendo-se a inegável importância da inteligência para a aprendizagem, nomeadamente para o desempenho escolar (Lemos, Almeida, Guisande, & Primi, 2008), torna-se decisivo operacionalizar tal capacidade em funções cognitivas mais facilmente perceptíveis no quotidiano escolar, suscetíveis de avaliação e de desenvolvimento no decurso das próprias aprendizagens curriculares, aproximando a definição da inteligência dos processos cognitivos subjacentes à aprendizagem (Almeida & Araújo, 2014; Lemos & Almeida, 2017).

A diversidade, em número e em conceptualização, de teorias tem-se mantido ao longo de quase século e meio de estudo científico da inteligência pela psicologia, várias teorias e muitas mais definições emergiram. As abordagens da inteligência procuraram a inteligência inicialmente na sua essência ou unicidade e, somente depois, tentaram diferenciar as suas diversas aptidões (Primi & Almeida, 2002). Esta abordagem de unicidade da inteligência teve duas formas diferentes de expressão, os que propunham um elemento básico e comum a todas as atividades cognitivas (Teoria do fator geral ou *fator g*) e os que propunham a integração de funções cognitivas diversas num potencial intelectual ou quociente de inteligência (Teoria da inteligência compósita).

Spearman (1927) propôs que todas as capacidades, habilidades e competências de realização cognitiva convergem para um fator global, definido pelo *fator geral* ou *fator g*, e definido por processos cognitivos de apreensão da informação, de inferência e de dedução de relações. Estes processos independentemente do conteúdo estariam presentes em todas as funções cognitivas (Almeida et al., 2009; Primi & Almeida, 2002). Neste sentido, o *fator g* representa a variância encontrada nos desempenhos dos indivíduos em tarefas envolvendo as suas habilidades cognitivas.

Seguiu-se a noção das aptidões autónomas de Thurstone (1938), e mais tarde Guilford (1967), que pretende destacar que a inteligência deve ser entendida, menos como uma capacidade genérica da mente, e mais como um conjunto de competências mentais diferenciadas, mesmo que interdependentes, nomeadamente a compreensão e fluência verbal, aptidão numérica e espacial, bem como o raciocínio, a memória e a velocidade perceptiva (Almeida et al., 2009). Este número

de sete aptidões primárias defendidas por Thurstone, foi bastante suplantando no modelo estrutural de Guilford (1967) onde se menciona mais de uma centena de aptidões resultantes da interação entre três dimensões base, nomeadamente as operações cognitivas envolvidas (i.e., memória, cognição, produções divergente e convergente, e avaliação), os conteúdos (i.e., formas de informação como o figurativo, semântico, simbólico e comportamental) e os produtos (i.e., relações, transformações, implicações, unidades, classes e sistemas). Esta diversidade de habilidades cognitivas poderá melhor responder à estrutura das capacidades intelectuais no final da adolescência e idade adulta, assegurando a sua avaliação a obtenção de perfis intelectuais diferenciados entre os indivíduos, também com bastante tradição na prática da avaliação psicológica das capacidades intelectuais (Almeida et al., 2009).

É neste seguimento que Cattell (1987) propõe a análise da inteligência de acordo com uma estrutura hierárquica, ao afirmar que o fator *g* divide-se em duas vertentes, sendo elas uma inteligência aproximada ao fator geral abordado por Spearman (1927), denominada de inteligência fluída (*Gf*), e outra denominada de *inteligência cristalizada* (*Gc*), caracterizada como uma capacidade mais associada ao uso das próprias habilidades em domínios específicos em que a aprendizagem e o treino são decisivos (Primi & Almeida, 2002). Na teoria de Cattell, a *inteligência fluída* (*Gf*) apresenta-se como uma capacidade intelectual mais global e relacionada com características neurológicas do indivíduo, tendo uma base biológica, mesmo tendo influência de fatores ambientais. Manifesta-se no desempenho de tarefas que envolvem a perceção de relações, o pensamento abstrato, a compreensão de

novas relações, a resolução de problemas, ou a adaptação a novas situações de aprendizagem. Já a *inteligência cristalizada* (Gc) advém de fatores ambientais, mas com origem em processos cognitivos como a Gf e de outras habilidades não cognitivas. O desenvolvimento e a aquisição de aptidões (Gc) dependem do potencial do indivíduo e, logicamente, das oportunidades contextuais, em particular as aprendizagens estruturadas no currículo escolar (Almeida et al., 2009; Cattell, 1987).

Esta teoria da *inteligência fluida e inteligência cristalizada* foi aprimorada por Horn (1991), introduzindo fatores cognitivos gerais diferenciados por conteúdos ou processos cognitivos. Os trabalhos neste âmbito deram origem à teoria dos três extratos de Carroll (1993) que propõe a inteligência definida na sua estrutura de habilidades através de três níveis ou extratos de maior ou menor generalidade versus especificidade (Almeida et al., 2009). Passando à caracterização destes três fatores, o extrato I é a camada base da hierarquia, aglomerando seis dezenas de fatores primários e traduzindo habilidades mais específicas; o extrato II relaciona esses fatores primários a oito aptidões mais gerais (i.e., inteligência fluida e cristalizada, memória e aprendizagem, percepção visual e auditiva, capacidade de evocação, velocidade cognitiva e tomada de decisão); e, por último, o extrato III representa o fator g como proposta na teoria de Spearman (Carroll, 1993). Encontrando-se alguns dos fatores de Thurstone no extrato I e II deste modelo teórico, a aproximação feita entre Cattell, Horn e Carroll (Teoria CHC) aparece hoje como uma proposta bastante consensualizada de entender a estrutura das habilidades que formam a inteligência (McGrew, 2009).

A par dos modelos teóricos mais centrados na estrutura ou organização

interna da inteligência, progressivamente a investigação em torno da inteligência centrou-se na sua funcionalidade ou funcionamento, passando a privilegiar uma análise das funções cognitivas e dos processos que as operacionalizam na aprendizagem e na resolução dos problemas (Jaarsveld & Lachmann, 2017). Como exemplo desta afirmação, destaca-se a teoria do processamento da informação (Hunt, 1980) que conduziu a uma diferenciação detalhada dos processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas. Tais processos, em geral, envolvem um número de passos e etapas que no seu conjunto traduzem uma sequência ou um conjunto de processos considerados necessários para a realização das tarefas. Especificando, a aprendizagem ou a resolução de problemas envolvem processos cognitivos implicados na atenção e codificação da informação, na organização, categorização e relacionamento da informação, e na elaboração, tomada de decisão e escolha de uma resposta (Almeida et al., 2009). Numa análise componencial da inteligência, Sternberg (1988) especifica os processos subjacentes ao processamento da informação relacionados com a inteligência mencionando três tipos de componentes: os *metacomponentes*, que são processos de “ordem superior” que permitem planificar uma atividade, monitorizar e avaliar o resultado; os *componentes de rendimento*, que são processos de “ordem inferior” que aplicam as instruções de acordo com a planificação; e os *componentes de conhecimento-aquisição*, que são os mecanismos utilizados para recordar informação ou adquirir nova informação para aplicar em novos contextos.

A par desta atenção aos processos cognitivos numa análise mais funcional da inteligência, também nos últimos anos se tem dado particular atenção aos contextos ou conteúdos enquanto fonte da diferenciação

das habilidades cognitivas. É neste seguimento que se salienta o trabalho de Gardner (1999) que tentou ultrapassar a noção de inteligência como uma capacidade ou potencial geral, definindo inteligência como a capacidade de resolver problemas ou de criar produtos que sejam valorizados dentro de um ou mais cenários culturais. Desta forma, a inteligência define-se como capacidade associada à interação do indivíduo com o seu meio envolvente, propondo Gardner (1999) várias inteligências, nomeadamente linguística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal-cinestésica, interpessoal, intrapessoal e, posteriormente, a inteligência naturalista, além de outras dimensões adicionais como as inteligências espiritual, moral e existencial. Como se depreende cada uma destas várias inteligências encontra-se fortemente associada a conteúdos específicos das tarefas de aprendizagem e de realização, podendo não prescindir de fatores cognitivos mais gerais para explicar os níveis de desempenho das pessoas em qualquer um deles (Almeida et al., 2009). Mesmo assim, tomando o conjunto de inteligências identificadas assegura-se uma análise plural das capacidades intelectuais dos indivíduos com interesse prático ou podendo ter um certo impacto no mundo educacional e social (Renzulli, 2018), aceitando-se que a sobredotação se pode expressar nalguma e não em todas as formas de inteligência. A par da sobredotação associada a uma inteligência mais académica, teremos que aceitar a sobredotação associada a uma inteligência interpessoal, social ou corporal, por exemplo (Alves, 2014; Sánchez et al., 2008).

Nesta análise funcional da inteligência atendendo aos contextos torna-se necessária uma referência aos conceitos de inteligência emocional e de inteligência social, em alguma medida já presentes na teoria das

múltiplas inteligências de Gardner (1999). Numa definição inicial, Mayer e Salovey (1990) definem inteligência emocional como a capacidade de o indivíduo gerir as suas próprias emoções bem como as dos outros em seu redor, colocando tais emoções ao serviço de um comportamento cognitivo eficaz. Especificando, Bar-on (2006) identifica cinco dimensões ou capacidades na inteligência emocional: intrapessoais, interpessoais, gestão de stress, adaptabilidade e disposição geral para a realização. No campo da inteligência social, destaca-se a habilidade na resolução de problemas envolvendo conhecimentos e competências inerentes ao relacionamento interpessoal e social (Candeias, 2002).

### Conceito de Sobredotação

A sobredotação entende-se como fenómeno essencialmente definido pelas capacidades elevadas, podendo entender-se o talento ou a excelência como a sua expressão. A sobredotação designa pessoas com um potencial e desenvolvimento superior, nomeadamente no campo da inteligência. Tomando um critério estatístico, universalmente partilhado, cerca de 3% da população apresenta uma inteligência muito superior, seguindo as leis da curva gaussiana de distribuição de algumas características humanas. A sobredotação, como veremos, pode ser perceptível a nível intelectual geral, mas também pode descrever produções criativas e desempenhos superiores em diversos domínios da atividade humana (Gagné, 2009; Pfeiffer, 2015; Wai, 2014). Por outro lado, tomando uma perspetiva histórica, a sobredotação deixa de estar confinada na sua definição ao quociente de inteligência (QI) passando a ser mais definida como um constructo multidimensional, inclusive em

termos das aptidões intelectuais envolvidas (Ziegler & Phillipson, 2012).

Desta forma, a base desta habilidade superior tem sido discutida ao longo dos últimos séculos. Verifica-se um constante debate científico para definir o constructo em questão e, nesta sequência, surgem modelos teóricos que procuram explicar tal fenómeno (Tejera, Borges del Rosal, & Naveiras, 2017). Há indícios que existe uma componente genética na base da capacidade cognitiva geral (Haworth et al., 2010) e, por conseguinte, na manifestação de sobredotação (Plomin & Spinath, 2004). Contudo, cada vez mais importa destacar a idiosincrasia, já que as características peculiares de cada pessoa, bem como as respetivas experiências, também têm um papel preponderante no desenvolvimento da capacidade cognitiva, como aliás de qualquer característica psicológica. Em particular, assume-se que o desenvolvimento do potencial cognitivo resulta na interação entre a propensão genética e as experiências e aprendizagens das pessoas ao longo da vida (Haworth et al., 2010).

É neste seguimento que referenciamos diversos modelos teóricos da sobredotação, procurando analisar os seus contributos para uma questão clássica de ser a inteligência necessária e suficiente para explicar a sobredotação, tendo isso claras implicações nos procedimentos ou pistas concretas para a sua identificação e atendimento. Considera-se que a maioria dos modelos que abordam a sobredotação enquadram-se numa das quatro perspetivas, nomeadamente uma perspetiva mais psicométrica, modelos de desenvolvimento do talento, perspetiva associada à *performance*, e modelo das múltiplas inteligências (Pfeiffer, 2019). Mesmo dando origem a definições diferentes de sobredotação, estes modelos identificam fatores relevantes a considerar na identificação e apontam estratégias a

considerar na educação destas crianças e jovens (Pfeiffer, 2019).

Neste artigo, descrevemos a teoria dos três anéis de Joseph Renzulli (1978), que nos fornece uma perspetiva de desenvolvimento da sobredotação a partir da combinação da aptidão, criatividade e motivação. Valorizada a criatividade, fazemos alusão ao conceito de Potencial Criativo de Lubart (2018), enquanto abordagem recente da criatividade na Psicologia. Ainda associada ao modelo de Renzulli, destaca-se a Operação Houndstooth, particularmente relevante na orientação das práticas educativas em contexto escolar. De seguida, abordar-se-á o Modelo Diferenciado da Sobredotação e Talento de Gagné (2004), onde se procura explicar a passagem da capacidade (dons) ao desenvolvimento das competências (talentos). Além destes modelos, serão ainda referidos os Modelos *Actiotope* da sobredotação (Ziegler, 2008), que valoriza a relação entre as componentes pessoais e ambientais, bem como o Modelo Tripartido de Pfeiffer (2015).

#### *Modelo dos Três Anéis de Renzulli*

Renzulli (1978, 1986) concebe a sobredotação em função da interação de três componentes: a habilidade acima da média, a motivação ou o compromisso com a tarefa e a criatividade. Em termos das habilidades, distingue as altas habilidades gerais (e.g., fluência verbal, raciocínio abstrato, relações espaciais) e as específicas (e.g., música, ciência, dança). O envolvimento na tarefa traduz-se no interesse, entusiasmo, determinação e pragmatismo, ou seja, uma motivação intrínseca de orientação para a realização. A criatividade define-se pela capacidade de analisar e construir produtos de uma forma original e inovadora, podendo a sua avaliação recorrer a produtos criativos e a questionários de autorrelato. Renzulli

(1986) insiste na necessidade de se valorizar o indivíduo sobredotado por algo mais do que as suas habilidades, medidas através de testes psicométricos. São as pessoas que produzem novos conhecimentos e que contribuem com obras socialmente valorizadas e reconhecidas as que marcam a história e o progresso da sociedade. Assim, o mérito destas pessoas ultrapassa a mera reprodução e execução de ideias ou competências, sendo necessário atender a outro tipo de características e fatores na análise dos mecanismos subjacentes à sobredotação e à produção criativa, de índole pessoal e social, os quais permitirão, ou não, o desenvolvimento das habilidades potenciais dos indivíduos e a expressão da sobredotação (Renzulli, Sytsme, & Berman, 2003).

No campo da criatividade importa destacar o trabalho recente de Lubart (2018), nomeadamente a introdução do conceito de potencial criativo, percebido como a capacidade de criar produções originais de acordo com as restrições das tarefas, sendo identificado talento nesta componente quando se verificam pessoas que ativam esse potencial e produzem trabalhos criativos com uma elevada frequência (Barbot, Besançon, & Lubart, 2016; Besançon, Barbot, & Lubart, 2013). Estas pessoas manifestam um potencial tendencialmente diferente das pessoas com sobredotação intelectual e/ou académica, já que além de manifestar habilidades cognitivas subjacentes às altas capacidades, manifestam outras igualmente importantes no campo da criatividade, que podem não corroborar com os ideais comuns e tradicionais, passíveis de serem exigidas pelos contextos e sociedades em que se encontram inseridos.

Voltando à análise do Modelo dos Três Anéis, Renzulli (2002) concebeu a Operação Houndstooth, de forma a incluir fatores não cognitivos numa ampliação do conceito de sobredotação. Neste quadro teórico e

interventivo, torna-se mais visível a defesa da multidimensionalidade da sobredotação, em que o autor evidencia o impacto igualmente importante da inteligência como de outras variáveis pessoais e contextuais. Tais fatores são atributos pessoais que operam com a inteligência, criatividade e compromisso com a tarefa, e que são um acréscimo para o desenvolvimento das capacidades e talentos superiores em diferentes domínios de realização. Numa aproximação à Psicologia Positiva, entre estes novos fatores podemos mencionar o otimismo, a coragem, a paixão por um tema ou disciplina, o perfeccionismo, a sensibilidade às temáticas humanas, a energia física/mental ou a visão/sentido de destino, havendo maior atenção a fatores do foro social e emocional destes jovens (Reis & Renzulli, 2004). Assim fizeram Sierra, Sánchez e Llera (2010), que salientam uma capacidade acima da média destes jovens no campo da inteligência emocional. Porém, são vários os estudos que verificam a habilidade superior de jovens com altas capacidades no campo emocional, comparativamente a jovens com desenvolvimento típico, nomeadamente na adaptabilidade (Lee 2006; Zeidner, Zinovich, Matthews, & Roberts, 2005) e na competência interpessoal (Schewean, Saklofske, Widdifield-Konkin, Parker, & Kloosterman, 2006). Importa referir que a inteligência emocional, além de uma habilidade logicamente associada aos processos cognitivos, é também compreendida como uma dimensão da personalidade (Sainz, Ferrándiz, Fernández, & Ferrando, 2014).

#### *Modelo Diferenciado da Sobredotação e Talento de Gagné*

Segundo a perspetiva de Gagné (2004), as altas capacidades devem ser distinguidas, nomeadamente os conceitos de sobredotação

e de talento. Para explicar essa diferenciação, o autor tem vindo no desenvolver do seu Modelo Diferenciado da Sobredotação e Talento (MDST). Este modelo diferencia a sobredotação do talento, considerando que a sobredotação é genética e está associada ao uso de habilidades naturais (dons) em pelo menos um domínio de habilidade ou aptidão, nomeadamente a intelectual, criativo, socio-afetivo ou sensorio-motor (Gagné, 2004).

Usando uma terminologia diferente, em artigo recente Gagné (2018) considera importante analisar e distinguir aptidão de competência. Segundo o autor, as aptidões estão presentes no início de todos os processos de aprendizagem, e servem de alicerces para as competências adquiridas. O desenvolvimento de tais aptidões, em particular a sua transformação em altas capacidades e talentos, pressupõe contextos educativos (família, escola, comunidade) apropriados, possibilitando o entendimento que as altas capacidades têm na sua origem a inteligência, mas o seu desenvolvimento e expressão carecem de outras dimensões ou ingredientes pessoais e contextuais. Segundo o MDST, existem seis domínios distintos de aptidões: aptidões intelectuais (e.g., raciocínio abstrato, memória, percepção espacial), aptidões criativas (e.g., invenção, resolução de problemas, criatividade), aptidões sociais (liderança, facilidade social, persuasão), aptidões perceptivas (e.g., acuidade visual e olfativa, cinestesia), aptidões musculares (e.g. força, velocidade, resistência), e aptidões de controlo motor (e.g. reflexos, destreza, equilíbrio).

Sendo importantes as aptidões de base, certo que as competências e altas capacidades decorrem de processos de aprendizagem e de prática deliberada tendo em vista o seu aperfeiçoamento (Gagné, 2017, 2018). Este aspeto permite-

nos aprofundar a diferenciação entre sobredotação e talento. Gagné (2009) define talento como o desenvolvimento sistemático de habilidades, pela aprendizagem e prática deliberada, que conduzem ao desempenho com mestria nalgum campo da atividade humana, por exemplo técnico, artístico, desportivo ou científico, entre outros. Para que a sobredotação se desenvolva como talento torna-se necessária a sua catalisação através de fatores intrapessoais e ambientais, a que Gagné (2004) acrescenta, ainda, o aproveitamento de oportunidades (fator sorte). A família e a escola são dois contextos desenvolvimentais por excelência das habilidades cognitivas das crianças e adolescentes. Estes fatores exercem a sua influência na herança genética, estando inerentes ao processo de desenvolvimento das habilidades naturais e sua tradução em competências e em realizações específicas (Gagné, 2009).

#### *Modelo Actiotope de Ziegler*

No Modelo Actiotope da Sobredotação, procura-se melhor explicar o desenvolvimento da sobredotação e talento, valorizando a interação dinâmica entre o indivíduo e o ambiente. Ziegler, Vialle e Wimmer (2013) focam a sequência dos passos da aprendizagem e o planeamento das trajetórias específicas individuais conduzindo à excelência. Esta excelência deve-se essencialmente à qualidade específica de ações, em especial dos seus atributos, que funcionam de acordo com uma organização tridimensional. Esta organização caracteriza-se pela presença de ações parciais sequenciais, pela composição de ações múltiplas e paralelas, e a necessidade de regulação das mesmas a vários níveis. Contudo, importa também destacar o papel

do ambiente nas ações, mais especificamente as suas componentes como os elementos sociais, os recursos e os próprios *settings* (Ziegler, 2005).

Assim, atendendo ao presente modelo, a sobredotação e excelência é um estado de um Actiotope caracterizado por ações eficazes (Ziegler, 2005). Entende-se por Actiotopes ações ou possibilidades de atuação que são compreensíveis como resultado de três adaptações: (i) a assimilação biológica desenvolvida pela espécie humana, conceptualizada em *biótopes* (topografias biológicas); (ii) a assimilação social fruto de associações sociais, que localizamos conceptualmente em *sociotopes* (topografia social); e, (iii) a assimilação individual realizada por indivíduos que podemos conceptualmente localizar em *actiotopes* (topografias de ações individualizadas). Nesta teoria emerge o conceito de ambientes eficazes para a aprendizagem (Ziegler, 2008), ou seja, os *sociotopes* entendidos como configurações relativamente estáveis do meio ambiente, que exercem influência sobre as ações dos indivíduos. Mais concretamente, segundo o autor, a aprendizagem ideal baseia-se no princípio da individualização, onde cada aprendizagem é diferenciada em função das características de cada aluno (Ziegler, Fidelman, Reutlinger, Vialle, & Stoeger, 2010). Nesta linha, as altas capacidades ou sobredotação, e em particular os níveis excelentes de desempenho que os alunos possam apresentar em diversas áreas, estão necessariamente associados, não apenas ao potencial intelectual, mas também às competências desenvolvidas (Ziegler, 2005).

#### *Modelo Tripartido de Pfeiffer*

Pfeiffer (2015) propõe o modelo tripartido sobre a alta capacidade, fazendo

emergir esse modelo da experiência clínica e da necessidade prática, tal como a componente cultural. Segundo a visão deste modelo, a sobredotação manifesta-se por crianças que demonstrem maior probabilidade, experiências e oportunidades em obter resultados e produções consideráveis em um ou mais domínios valorizados na sua cultura, em comparação com crianças da mesma faixa etária (Pfeiffer, 2013). Em artigo mais recente, Pfeiffer (2019) reafirma que a manifestação do seu dom pode ser perceptível em um ou mais domínios valorizados pela cultura e/ou sociedade. É no seguimento do seu trabalho junto de alunos talentosos que ele desenvolve o Modelo Tripartido, um modelo de fácil compreensão que respeita e inclui diferentes tipos de estudantes com altas capacidades, e não apenas aqueles que apresentam um QI elevado.

Este modelo possibilita conceber, identificar e intervir junto de crianças e jovens sobredotados a partir de três formas distintas, mas complementares, mais especificamente, a alta capacidade é vista através da ótica de alta inteligência, realizações de destaque/prestígio e potencial para um desempenho de excelência (Pfeiffer, 2019). Face à primeira forma de análise, as crianças e jovens poderão ser identificados de acordo com a sua alta inteligência, recorrendo a provas de avaliação de QI para analisar o seu potencial cognitivo, onde se comprove que a pessoa é mais avançada intelectualmente comparativamente a pessoas da mesma faixa etária. Segundo esta perspectiva, alunos que preenchem este critério habitualmente requerem meios académicos mais avançados e intelectualmente mais estimulantes, devendo haver uma resposta educativa de acordo com essas condições (Pfeiffer, 2019).

Face à segunda perspectiva, além de respeitar a noção da alta inteligência, é

salientada a *performance* na sala de aula ou noutros contextos, sendo as produções o meio para identificação de sobredotação. Assim, segundo esta visão, a manifestação desta alta capacidade é analisada de acordo com as produções (p.e., análise de portefólios) e não se valoriza tanto os resultados de testes de QI. Neste campo destaca-se a criatividade como uma característica base da manifestação de altas capacidades, tal como a motivação e persistência, além de outras características não intelectuais (Pfeiffer, 2012, 2015). Atendendo a esta perspectiva, a intervenção junto destes alunos passará por delinear um plano curricular bastante desafiante e enriquecedor, não havendo necessidade de enfatizar o ritmo acelerado e/ou avançado como no caso da intervenção da primeira perspectiva (Pfeiffer, 2012, 2015, 2019).

Por último, a terceira forma de análise tem em conta as condições ambientais subjacentes ao desenvolvimento de altas capacidades. Segundo o autor, existem pessoas com potencial para se destacar, porém, não tiveram oportunidades e condições suficientes para obter estimulação intelectual adequada (Pfeiffer, 2013). Assim, esta perspectiva atende à condição previsão para identificar alunos com alto potencial que poderão ser excepcionais quando têm a estimulação e recursos para tal. Assim, para estes alunos, importa proporcionar um ambiente estimulante com estratégias pedagógicas ajustadas ao seu perfil, para que ao longo do tempo seja perceptível o seu potencial superior ao seu grupo de pares (Pfeiffer, 2015).

### Discussão

O estudo da inteligência acompanha a história da psicologia como uma das dimensões mais investigadas na explicação

do comportamento humano (Primi & Almeida, 2002). Sendo assumido como um dos conceitos mais escorregadios e de difícil precisão, são múltiplas as perspectivas e diversas as expressões e os olhares. Poucos fenómenos psicológicos apresentam tantas dificuldades na sua definição como o da inteligência, dado que os investigadores não encontram uma plataforma de acordo relativamente à sua natureza. Neste sentido o conceito de inteligência tem variado ao longo do seu estudo, adquirindo novos significados, implicações e matrizes diversas e, longe de se chegar a uma definição unânime ou a uma única teoria descritiva e/ou explicativa, o resultado consiste num amplo leque de definições e controvérsias. Face ao contínuo de tais contributos – desde o biológico ao cultural – a psicologia, enquanto ciência charneira desses vários enfoques, debate-se com uma controvérsia permanente e profícua a propósito da definição de inteligência. Em particular no domínio da avaliação, questiona-se o quanto de inteligência existe nas medidas de inteligência disponíveis e mais usadas na prática psicológica. Não sendo fácil assegurar uma avaliação precisa, importa pelo menos que se faça uma avaliação inteligente da inteligência, mormente clarificando bem o construto que se avalia, respeitando o sujeito que se avalia, ponderando adequadamente os contextos e variáveis intervenientes nessa avaliação, acreditando nos limites da própria medida e na sua necessária relativização.

As diferentes perspectivas teóricas sobre sobredotação e a ênfase diferencial colocada pelos vários investigadores nos aspetos que consideram centrais nesta problemática, produziram uma pluralidade de definições que foram dando origem a investigações diversificadas e, conseqüentemente, fragmentadas (Pereira, 1998). Torna-se, pois, essencial a construção de um quadro teórico

integrador e de referência, capaz de potencializar respostas eficazes ao nível da compreensão e da intervenção.

De um modo geral, os autores mais significativos na área da sobredotação incluem na sua definição dimensões psicossociais complementares da inteligência ou das habilidades cognitivas dos indivíduos considerados sobredotados (Almeida & Oliveira, 2000). As altas capacidades cognitivas e os altos níveis de desempenho, numa ou em várias áreas, aparecem como elemento comum às várias definições, tomando-se como sobredotado todo aquele que apresente uma habilidade significativamente superior quando comparado com a população geral em qualquer uma das áreas de desempenho, que não apenas em termos de QI (Passow, 1981). Do ponto de vista académico, o crescente investimento científico operado, tem procurado ampliar o conceito de sobredotação, extravasando o constructo da inteligência e incluindo outras dimensões de capacidade e desempenho (Almeida & Oliveira, 2000). O progressivo reconhecimento das limitações dos testes de QI tomados isoladamente e o alargamento de perspectivas face à natureza da inteligência e, em particular, da sobredotação (Hallahan & Kaufman, 1982), explicam o abandono progressivo desta abordagem reducionista.

Pelo contrário, e face ao exposto, as altas capacidades têm sido cada vez mais associadas a outros fatores para além do QI, tanto do foro psicológico como ambiental. São vários os fatores não intelectuais que manifestam ter um papel crucial no potencial e/ou a manifestação de uma *performance* excecional (Callahan, 2000). A título de exemplo, habilidades emocionais assumem relevância no uso adaptativo das nossas emoções e melhor funcionamento do nosso próprio pensamento (Fernández & Extremera,

2005). Neste sentido, tais habilidades facilitam um melhor rendimento académico, um aumento do bem-estar e ajustamento psicológico ou um incremento das relações interpessoais (Downey, Mountstephen, Lloyd, Hansen, & Stough, 2008; Fernández & Extremera, 2015). Diversas investigações ilustram a importância das características emocionais na adaptação dos alunos com altas capacidades intelectuais (García-Perales & Almeida, 2019; Prieto & Ferrando, 2008; Zeidner et al., 2005).

A terminar, os quatro modelos teóricos de sobredotação aqui referenciados (Gagné, 2004; Pfeiffer, 2015; Renzulli, 1978; Ziegler, 2005) convergem na valorização da capacidade intelectual (inteligência, quociente de inteligência, fator geral) como ponto de partida para as altas capacidades ou sobredotação, contudo apontam para a sua insuficiência. Esta insuficiência aparece sobretudo reconhecida quer no processo de desenvolvimento das aptidões básicas, quer na rentabilização que se possa fazer de tais capacidades superiores na formação de talentos ou na manifestação de desempenhos superiores. Os níveis de excelência, seja na expressão das capacidades cognitivas seja dos desempenhos, carecem de outras variáveis psicológicas e de contextos educativos favoráveis (Almeida, 1996; Shavinina & Kholodnaja, 1996; Tannenbaum, 1983). A sobredotação emerge, assim, da confluência de inteligência com criatividade, conhecimentos, estilos de pensamento, características de personalidade e motivação, a par de um meio ambiente adequado (Pfeiffer, 2018, 2019; Plucker & Barab, 2005; Renzulli, 2018). Avançasse, assim, para a multidimensionalidade na definição da sobredotação (Perteth et al., 1993), entendendo-se a sobredotação como constelação de fatores que ultrapassa uma

dependência estrita da capacidade intelectual (Prieto & Ferrando, 2016; Renzulli & Gaesser, 2015; Sastre, 2014).

Em síntese, compreende-se que a inteligência continua a ser um fator crucial, mas não é suficiente para explicarmos o surgimento e expressão da sobredotação. Como tal, a sua avaliação e identificação justifica recurso a técnicas e procedimentos que abarquem a sua multidimensionalidade. Por outro lado, tendo-se igualmente destacada

a importância de variáveis contextuais, em particular as condições educativas favoráveis, é fundamental a implementação de programas de apoio à família e à escola, assim como metodologias de ensino específicas por parte dos professores, que possam em conjunto possibilitar a expressão da sobredotação e a sua rentabilização em níveis elevados de aprendizagem e de desempenho académico e profissional.

## Referências

- 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* (pp. 47-89). Braga: Associação para o Desenvolvimento da Investigação em Psicologia da Educação.
- Almeida, L. S., & Oliveira, E. P. (2000). Os professores na identificação dos alunos sobredotados. In L. S. Almeida, E. P. Oliveira & A. S. Melo (Orgs.), *Alunos sobredotados: contributos para a sua identificação e apoio* (pp. 43-61). Braga: ANEIS.
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., & Ferreira, A. I. (2009). *Inteligência: Perspectivas teóricas*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Almeida, L. S., Ferrando, M., Ferreira, A. I., Prieto, M. D., Fernández, M. C., & Sainz, M. (2009). Inteligências múltiplas de Gardner: É possível pensar a inteligência sem um factor g? *Psychologica*, 50, 41-55. doi: 10.14195/1647-8606\_50\_3
- Alves, M. C. (2014). *A Sobredotação. Que Resposta Educativa para alunos sobredotados?* Porto: Edições Ecopy.
- Barbot, B., Besançon, M., & Lubart, T. (2016). The generality-specificity of creativity: Exploring the structure of creative potential with EPoC. *Learning and Individual Differences*, 52, 178-187. doi: 10.1016/j.lindif.2016.06.005
- Bar-On, R. (2006). The Bar-On model of emotional-social intelligence (ESI). *Psicothema*, 18, 123-125.
- Besançon, M., Barbot, B., & Lubart, T. (2013). Creative giftedness and educational opportunities. *Educational and Child Psychology* 30(2), 79-88.
- Callahan, C. M. (2000). Intelligence and Giftedness. In R. J. Stenberg (Ed.), *Handbook of Intelligence* (pp. 159-175). New York, NY: Cambridge University Press.
- Candeias, A. (2002). Inteligência Social e Resolução de Problemas Sociais – Avaliação dos preditores da realização cognitiva social em jovens. *Revista Psicologia e Educação*, 1(1 e 2), 73-90.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge, M.A.: Cambridge University Press.

- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth and action*. Amsterdam: North Holland.
- Delgado, T. A., Borges del Rosal, A., & Rodríguez-Dorta, M. (2017). Evolución del comportamiento de los educadores en función de su experiencia en un programa de Altas Capacidades. *Talincrea*, 4(7), 39-56.
- Downey, L. A., Mountstephen, J., Lloyd, J., Hansen, K., & Stough, C. (2008). Emotional intelligence and scholastic achievement in Australian adolescents. *Australian Journal of Psychology*, 60, 10-17. doi: 10.1080/00049530701449505
- Extremera, N., & Fernández, P. (2015). *Inteligencia emocional y educación*. Madrid: Grupo 5.
- Fernández, P., & Extremera, N. (2005). La Inteligencia Emocional y la educación de las emociones desde el Modelo de Mayer y Salovey. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), 63-93.
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15(2), 119-147. doi: 10.1080/1359813042000314682
- Gagné, F. (2009). Building gifts into talents: Detailed overview of the DMGT 2.0. In B. MacFarlane & T. Stambaugh, (Eds.), *Leading change in gifted education: The festschrift of Dr. Joyce Van Tassel-Baska* (pp. 61-80). Waco, TX: Prufrock Press.
- Gagné, F. (2017). Building gifts into talents: Detailed overview of the DMGT 2.0. In B. MacFarlane & T. Stambaugh (Eds.), *Leading change in gifted education: The festschrift of Dr. Joyce Van Tassel-Baska* (pp. 61-80). Waco, TX: Prufrock Press.
- Gagné, F. (2018). Desenvolvendo Talento Académico: MDDT – princípios de base e melhores práticas. In L. S. Almeida & A. Rocha (Eds.), *Sobredotação: Uma responsabilidade coletiva* (pp.197-226). Braga: CERPSI.
- García-Perales, R., & Almeida, L. S. (2019). Programa de enriquecimiento para alumnado con alta capacidad: Efectos positivos para el currículum. *Comunicar*, 60(XXVII), 39-48. doi: 10.3916/c60-2019-04
- Gardner, H. (1999). Who owns intelligence? *The Atlantic Monthly*, 8, 67-76.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill
- Hallahan, D. P., & Kaufman, J. M. (1982). *Exceptional children: Introduction to special education*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Haworth, C. M. A., Wright, M. J., Luciano, M., Martin, N. G., de Geus, E. J. C., van Beijsterveldt, C. E. M., ... Plomin, R. (2009). The heritability of general cognitive ability increases linearly from childhood to young adulthood. *Molecular Psychiatry*, 15(11), 1112–1120. doi: 10.1038/mp.2009.55
- Horn, J. (1991). Measurement of intellectual capabilities: A review of theory. In K. S. McGrew, J. K. Werder, & R. W. Woodcock (Eds.), *WJ-R Technical Manual* (pp. 197-232). Allen, TX: DLM.
- Hunt, E. (1980). Intelligence as an information-processing concept. *British Journal of Psychology*, 71, 449–474. doi: 10.1111/j.2044-8295.1980.tb01760.x
- Hunt, E. (1999). Intelligence and human resources: Past, present and future. In P. L. Ackerman, P. C. Kyllonen, & R. D. Roberts (Orgs.), *Learning and individual differences: Process,*

- trait and content determinants* (pp. 3-28). Washington, DC: American Psychological Association.
- Jaarsveld, S., & Lachmann, T. (2017). Intelligence and Creativity in Problem Solving: The Importance of Test Features in Cognition Research. *Features in Cognition Research*, 8(134), 1-12. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00134
- Lee, S., & Olszewski-Kubilius (2006). The emotional intelligence, moral judgement, and leadership of academically gifted adolescents. *Journal for the Education of gifted*, 30(1), 29-67.
- Lemos, G. C., & Almeida, L. S. (2017). A avaliação das aptidões cognitivas para a promoção de percursos de sucesso: Estudo com adolescentes portugueses. In S. G. Caliatto, S. M. S. S. Oliveira, N. B. Cunha, & M. C. R. A. Joly (Orgs.), *Avaliação: Diferentes processos no contexto educacional* (pp. 19-44). Uberlândia, Brasil: Editora Navegando.
- 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(1), 83-99. doi: 10.21814/rpe.13920
- Lubart, T. (2018). Criatividade e a sua avaliação com a EPoC. In L. S. Almeida & A. Rocha (Eds.), *Sobredotação: Uma Resposta Coletiva* (pp. 105-126). Braga: CERPSI.
- Mayer, J. D., & Salovey, P. (1990). Emotional Intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*, 9(3), 185-211. doi: 10.2190/DUGG-P24E-52WK-6CDG
- 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. doi: 10.1016/j.intell.2008.08.004
- Miranda, L. C., & Almeida, L. S. (2019). Emergência do atendimento aos alunos mais capazes em Portugal. *Talincrea - Revista Talento, Inteligência y Creatividad*, 5(11), 20-30.
- Mofield, E., & Peters, M. P. (2019). Understanding Underachievement: Mind-Set, Perfectionism, and Achievement Attitudes Among Gifted Students. *Journal for the Education of the Gifted*, 42(2), 1-28. doi: 10.1177/0162353219836737
- Nakano, T. C., Primi, R., Ribeiro, W. K., & Almeida, L. S. (2016). Multidimensional assessment of giftedness: criterion validity of Battery of Intelligence and creativity measurement in predicting arts and academic talents. *Anales de Psicología*, 32(2), 628-637. doi: 0.6018/analesps.32.3.259391
- Nicpon, M. F., & Pfeiffer, S. I. (2011). High-Ability Students: New Ways to Conceptualize Giftedness and Provide Psychological Services in the Schools. *Journal of Applied School Psychology*, 27, 293-305. doi: 10.1080/15377903.2011.616579
- Passow, A. H. (1981). The nature of giftedness and talent. *Gifted Child Quarterly*, 25(1), 5-10. doi: 10.1177/001698628102500102
- Pereira, M. A. M. (1998). *Crianças sobredotadas: Estudos de caracterização* (Tese de Doutoramento não publicada). Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Pérez-Tejera, J., Borges-Rosal, A., & Rodriguez, E. (2017). Conocimientos y mitos sobre altas capacidades. *Talincrea*, 4(1), 40-51.
- Perleth, C., Lehwald, G., & Browder, C. S. (1993). Indicators of high ability

- in young children. In K. A. Heller, F. J. Monks & A. H. Passow (Eds.), *International handbook of research and development of giftedness and talent*. Oxford: Pergamon
- Pfeiffer, S. I. (2012). Current perspectives on the identification and assessment of gifted students. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 30(1), 3-9. doi: 10.1177/0734282911428192
- Pfeiffer, S. I. (2013). Lessons learned from working with high ability students. *Gifted Education International*, 29(1), 86-97. doi: 10.1177/0261429412440653
- Pfeiffer, S. I. (2015). *Essentials of gifted assessment*. New Jersey, NJ: Wiley.
- Pfeiffer, S. I. (2018). Understanding success and psychological well-being of gifted kids and adolescents: Focusing on strengths of the heart. *Estudios de Psicología*, 35(3), 229-233. doi: 10.1590/1982-02752018000300004
- Pfeiffer, S. I. (2019). Giftedness and talent development in children and youth. In P. Ward, J. M. Schraagen, J. Gore, & E. M. Roth (Eds.), *The Oxford Handbook of Expertise* (pp. 103-127). Oxford: Oxford University Press. doi: 10.1093/oxfordhb/9780198795872.013.5
- Plucker, J. A., & Barab, S. A. (2005). The Importance of Contexts in Theories of Giftedness: Learning to Embrace the Messy Joys of Subjectivity. In R. J. Stenberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of Giftedness* (pp. 201-216). New York: Cambridge University Press.
- Prieto, M. D., & Ferrando, M. (2008). Prejudices about emotional intelligence in gifted and talented children. En T. Balchin, B. Hymer & D. Matthews (Eds.), *The Routledge International Companion to Gifted Education* (pp. 149-154). Londres: Routledge–Farmer Oxon.
- Prieto, M.D., & Ferrando, M. (2016). New Horizons in the study of High Ability: Gifted and talented. *Anales de Psicología*, 32(3), 617-620. doi: 10.6018/analesps.32.3.259301
- Primi, R., & Almeida, L. S. (2002). Inteligência geral ou fluida: Desenvolvimentos recentes na sua concepção. *Sobredotação*, 2(2), 127-144.
- Reis, S. M., & Renzulli, J. S. (2004). Current research on the social and emotional development of gifted and talented students: Good news and future possibilities. *Psychology in the Schools*, 41(1), 119-130.
- Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Re-examining a definition. *Phi Delta Kappan*, 60, 180-184. doi: 10.1177/003172171109200821
- Renzulli, J. S. (1986). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of Giftedness* (pp. 53-92). Cambridge: Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S. (2002). Expanding the conception of giftedness to include co-cognitive traits to promote social capital. *Phi Delta Kappan*, 84(1), 33-58. doi: 10.1177/003172170208400109
- Renzulli, J.S., & Gaesser, A. (2015). Un sistema multicriterial para la identificación del alumnado de alto rendimiento y de alta capacidad creativo-productiva. *Revista de Educación*, 368, 96-131. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2015-368-290

- Renzulli, J. S., Sytsme, R. E., & Berman, K. B. (2003). Ampliando el concepto de superdotación de cara a educar líderes para una comunidad global. In J. A. Alonso, J. S. Renzulli & Y. Benito (Eds.), *Manual internacional de superdotados: Manual para profesores e padres* (pp.71-87). Madrid: EOS
- Renzulli, J. S. (2018). A Conceção de Sobredotação dos Três Anéis: Um Modelo de Desenvolvimento para Promover a Produtividade Criativa. In L. S. Almeida & A. Rocha (Eds.), *Sobredotação: Uma Responsabilidade Coletiva* (pp. 23-78). Braga: CERPSI.
- Sainz, M., Ferrándiz, C., Fernández, M.C., & Ferrando, M. (2014). Validación del Inventario de Cociente Emocional (Eq-I:Yv) en alumnos con superdotación y talento. *Revista de Investigación Educativa*, 32(1) 41-55. doi: 10.6018/rie.32.1.162501
- Sak, U. (2016). EPTS Curriculum Model in the Education of Gifted Students. *Anales de Psicología*, 32(3), 683-694. doi: 10.6018/analesps.32.3.259441
- Sánchez, C., Fernández, M. C., Rojo, A., Sainz, M., Hernández, D., Ferrando, M., & Prieto, M. D. (2008). Inteligencias múltiples y superdotación: Percepción de profesores y alumnos. *Sobredotação*, 9, 87-105.
- Sastre, S. (2014). Intervención psicoeducativa en la alta capacidad: funcionamiento intelectual y enriquecimiento extracurricular. *Revista de Neurología*, 58, 89-98. doi: 10.33588/rn.58s01.201403
- Schewean, V. L., Saklofske, D. H., Widdifield-Konkin, L. Parker, J., & Kloosterman, P. (2006). Emotional intelligence and gifted children. *Journal of Applied Psychology: Emotional Intelligence*, 2(2), 30-37. doi: 10.7790/ejap.v2
- Shavinina, L. V., & Kholodnaja, M. A. (1996). The cognitive experience as a psychological basis of intellectual giftedness. *Journal for the education of the gifted* 20(1), 3-35. doi: 10.1177/016235329602000102
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York, NY: Macmillan.
- Sternberg, R. J. (1988). *The triarchic mind: A new theory of human intelligence*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Tejera, J. P., Broges del Rosal, A., & Naveiras, E. R. (2017). Conocimientos y Mitos sobre Altas Capacidades. *Talincrea*, 4(1), 40-51.
- Tannenbaum, A. J. (1983). *Gifted children: Psychology and educational perspectives*. New York: MacMillan.
- Thurstone, L. L. (1931). Multiple factor analysis. *Psychological Review*, 38, 406-427.
- UNESCO (1994). *Declaração de Salamanca e Enquadramento da Acção na Área das Necessidades Educativas Especiais*. Salamanca: UNESCO.
- UNESCO (2019). Descifrar el código: *La educación de las niñas en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. París: UNESCO.
- Valadez, D., Pérez, L., & Beltrán, J. (2010). La inteligencia emocional de los adolescentes talentosos. *Faisca*, 15(17), 2-17.
- Wai, J. (2014). Experts are born, then made: Combining prospective and retrospective data shows that cognitive ability matters. *Intelligence*, 45, 74-80. doi: 10.1016/j.intell.2013.08.009
- Zeidner, M., Shani-Zinovich, I., Matthews, G., & Roberts, R. D. (2005).

- Assessing emotional intelligence in gifted and non-gifted high school students: Outcomes depend on the measure. *Intelligence*, 33, 369-391. doi:10.1016/j.intell.2005.03.001
- Ziegler, A. (2005). The Actiotope Model of Giftedness. In R. J. Stenberg & J. E Davidson (Eds.), *Conception of Giftedness* (pp. 411-436). Cambridge: Cambridge University Press
- Ziegler, A. (2008). *Hochbegabung [Giftedness]*. Munich: UTB.
- Ziegler, A., Fidelman, M., Reutlinger, M., Vialle, W., & Stoeger, H. (2010). Implicit personality theories on the modifiability and stability of the action repertoire as a meaningful framework for individual motivation: A cross-cultural study. *High Ability Studies*, 21, 147-163. doi: 10.1080/13598139.2010.528924.
- Ziegler, A., Vialle, W., & Wimmer, B. (2013). The actiotope model of giftedness: A short introduction to some central theoretical assumptions. In S. N. Phillipson, H. Stoeger & A. Ziegler (Eds.), *Exceptionality in East Asia* (pp. 1-17). London: Routledge.

### **CAPÍTULO 3. SOBREDOTAÇÃO E PROCESSOS COGNITIVOS**

ARTIGO 2. Rocha, A., Almeida, L. S., & Perales, R. G. (2020). Comparison of gifted and non-gifted students' executive functions and high capabilities. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1397-1409. <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.80879>



## Research Article

# Comparison of gifted and non-gifted students' executive functions and high capabilities

Alberto Rocha<sup>1\*</sup>, Leandro S. Almeida<sup>2</sup>, & Ramón García Perales<sup>3</sup>

Education Research Centre, University of Minho, Braga, Portugal

### Article Info

Received: 10 August 2020  
Revised: 27 October 2020  
Accepted: 18 November 2020  
Available online: 15 Dec 2020

#### Keywords:

Academic performance  
Executive functions  
Giftedness  
Intelligence

2149-360X/ © 2020 The Authors.  
Published by Young Wise Pub. Ltd.  
This is an open access article under  
the CC BY-NC-ND license



### Abstract

In recent years, the analysis of the relationship between cognitive skills and student learning has focused mainly on research into the impact of executive functions on academic performance and success. This study seeks to compare the cognitive performance of gifted or high-capacity students to students with a typical development in the performance of psychological tests aimed at the evaluation of executive functions. Two groups of students were considered (gifted and regular) with the intention of matching them in terms of school level and age (ages included are 10-15). The results indicate marginally significant differences in the cognitive flexibility function and statistically significant differences in working memory, as well as in the higher cognitive functions of problem solving and reasoning, with no statistically significant differences in the tests that evaluate inhibitory control and planning. These data suggest that psychological tests centred on the assessment of cognitive functions may complement the more traditional use of IQ tests for signalling and evaluating students with traits of giftedness.

### To cite this article:

Rocha, A., Almeida, L. S., & Perales, R. G. (2020). Comparison of gifted and non-gifted students' executive functions and high capabilities. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1397-1409. DOI: <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.808798>

## Introduction

Research suggests that students with gifted characteristics or high capacities have more complex, structured, and efficient cognitive skills for information processing, using inductive and deductive processes in information processing (Kim & Hays, 2005). In this regard, more than a generic or global intellectual capacity, for example the classic concept of Intelligence Quotient (IQ), it is important to analyse the cognitive functions or intellectual skills most directly associated with such information processing. While recognising the undeniable importance of intelligence for learning, namely for academic performance (Debatin, Harder, & Ziegler, 2019; Demetriou, Kazi, Spanoudis, & Makris, 2019; Diamond, 2013; Lemos, Almeida, Guisande, & Primi, 2008; Harder, O'Reilly, & Debatin, 2018; Soares, Lemos, Primi, & Almeida, 2015; Ziegler, Debatin, & Stoeger, 2019), it is important to be aware of the cognitive processes that explain this relationship. The objective is to identify and analyse the functioning of these cognitive processes and their impact on intellectual functioning (Goldstein, Naglieri, Princiotta, & Otero, 2014), as well as on learning (Zelazo, Blair, & Willoughby, 2016). Such care will support the signalization of students with high capabilities, opposing the absence of a systematic evaluation and its identification of gifted students (García-Perales & Almeida, 2019).

### Executive Functions in Cognition and Learning

In recent decades, particular emphasis has been placed on executive functions in psychology and neuroscience (Zelazo et al. 2016); these being understood as superior cognitive functions that control and regulate the most basic cognitive

<sup>1</sup> Education Research Centre, University of Minho, Braga, Portugal. (ancisporto@gmail.com), Orcid No: 0000-0002-5570-9872

<sup>2</sup> Education Research Centre, University of Minho, Braga, Portugal. (leandro@ic.uminho.pt), Orchid No: 0000-0002-0651-7014

<sup>3</sup> University of Castilla-La Mancha (UCLM), Ciudad Real, Spain. (ramon.garciaperales@uclm.es), Orchid No: 0000-0003-2299-3421

processes (Alvarez & Emory, 2006; Corso, Sperb, de Jou, & Salles, 2013; Miller & Wallis, 2009). This group includes skills related to voluntary initiation or behaviour inhibition, as well as skills related to planning, monitoring, and problem solving (Arffa, 2007).

Diamond (2013) mentions three main factors or cognitive functions: namely, Working Memory, Inhibitory Control (behavioural self-control and cognitive inhibition), and Cognitive Flexibility. The first factor is responsible for the maintenance and processing of previously acquired information; inhibitory control involves the action of pondering and not acting at a cognitive and/or behavioural level in a premature or impulsive manner, which assumes a function of reflexive control of attention, thinking, and behavior. Finally, cognitive flexibility is the factor that supports the analysis of multiple perspectives and possible approaches to a problem by adjusting to its own and contextual conditions. These three factors are independent but support each other, thus allowing conscious control of attention and behaviour to achieve a purpose (Diamond, 2013; Zelazo et al. 2016).

For several authors, the development of these three functions leads to more complex or higher-order cognitive skills, such as planning, reasoning, and problem solving (Collins & Koechlin, 2012; Diamond, 2013; Lunt et al. 2011). In an approximation to the theory of fluid intelligence (Gf) and crystallized intelligence (Gc) (Cattell, 1987), these last factors come close to fluid intelligence, that is, the ability to solve problems and analyse patterns and relationships between variables in an approach to logical, inductive, and deductive reasoning (Diamond, 2013). Planning refers to the ability to intentionally stipulate and structure a sequence of actions to achieve an objective (Yang, Shields, Guo, & Liu, 2018).

Another model in the analysis of executive functions, and its relevance in intelligence and learning, is the PASS system (Planning, Attention, Successive, and Simultaneous processing) by Das, Naglieri and Kirby (1994). In a brief summary of research in the area, the cognitive functions associated with the planning function are particularly relevant for self-regulated problem solving; simultaneous processing allows a child to differentiate, (inter) relate, and integrate elements; successive processing is essential to compare new information with previous knowledge, while sustained and selective attention helps to stay on task and to code the relevant elements of the problem to the detriment of others (Kroesbergen, Van Luit, & Naglieri, 2003; Naglieri & Das, 1997, 2005; Vanbinst, Ghesquière, & De Smedt, 2014).

Recent research relates the executive functions and academic success (Benedek et al. 2014; Friedman et al. 2006; Visu-Petra, Cheie, Benga, & Miclea, 2011). Since intelligence is marked by the acquisition of knowledge (Blair, 2006), executive functions may translate into more general skills or the ability with which students apply their knowledge in problem solving (Zelazo et al. 2016). It is noticeable that the relationship between executive functions and fluid intelligence, self-regulation, executive attention and control, as well as the relationship between working memory and inhibitory control, impact on learning and academic excellence (Diamond, 2013; Muñoz & Filippetti, 2019). The development of executive functions impacts on academic success (Monette, Bigras, & Guay, 2011; Viterbori, Usai, Traverso, & De Franchis, 2015), being this impact superior to IQ and socio-economic conditions (Clark, Pritchard, & Woodward, 2010; McClelland et al. 2014; Moffitt et al. 2011; Zelazo et al. 2016). The explanation for this relevance is associated with the fact that executive functions promote meaningful, self-regulated, and reflective learning (Lyons & Zelazo 2011; Marcovitch et al. 2008; Zimmerman, 2008). Such functions not only condition learning, but also the quality of the learning contexts themselves that enable the development of these functions (Zelazo et al. 2016), making it relevant to research this development as a way to support learning in students with less executive function development (Benson, Sabbagh, Carlson, & Zelazo, 2012; Sastre-Riba & Viana-Sáenz, 2016).

### Executive Functions and Giftedness

The concept of giftedness is too broad and prone to controversy when the authors try to define it (Sak, 2020; Smedsrud, 2020). Intelligence, and in particular IQ, is traditionally assumed to be the most decisive variable in the definition of giftedness, however several authors point out its ambiguity and insufficiency for this definition, including other variables related to motivation, personality or creativity in the explanation of high capabilities and high performance (Gagné, 2018; Krumm, Arán, & Gutierrez, 2018; Renzulli, 2012; Sternberg, 2005). This broadening of the variables involved in giftedness highlights the psychological processes inherent to development and learning, introducing the relevance of the executive functions in explaining intelligence and giftedness.

Several studies have linked high capabilities to superior executive function development (Dai, Müller, Wang, & Deoni, 2018; Dunst et al., 2014; Fiske & Holmboe, 2019; Schnack et al. 2015; Shi et al. 2013), with evidence of an early and efficient use of executive functions by these children. Compared to their peers, these children have higher levels of cognitive flexibility, inhibitory control, working memory and planning (Vaivre-Douret, 2011), which may be

related to a stronger, flexible, and dynamic reconfiguration of brain networks in the frontoparietal regions of the executive system, promoting a superior development of fluid intelligence (Barbey, 2018) and superior effectiveness in tasks that require working memory, flexibility, and automation of cognitive control (Fiske & Holmboe, 2019). Gifted children and young people may have a complex neuronal network capable of analysing information more efficiently, favouring neuronal plasticity (Goriounova & Mansvelder, 2019) and neuronal communication (Solé-Casals et al. 2019). For example, Alnæs et al. (2018) defend the existence of a number of superior connections and activities in the medial cyst-striatal-thalamic-cortical circuit, promoting greater anticipation and sensitivity to reward during the learning process. In addition, there is evidence of a greater inter-hemispheric and inter-functional area connection, especially in the frontoparietal regions and the cerebellum (Sastre-Riba & Viana-Sáenz, 2016), with an increase in myelin in the latter area, as well as in the corpus callosum and in the right and left occipital lobes, which triggers a higher speed of perceptual processing of visuospatial information (Chevalier et al. 2015) and a higher development in cognitive skills in general (Dai et al. 2018). Finally, Goriounova and Mansvelder (2019) report the existence of gifted children or those with high capacities of cerebral volume of the temporal lobe and in the upper hippocampus, with pyramidal neurons of a larger size and complexity, which allows for a superior general cognitive capacity, with working memory, reasoning, perception and language standing out.

### Problem of Study

Due to the relevance of executive functions in cognition and learning, this study aims to analyze the performance of gifted students in psychological tests that evaluate these functions. More specifically, this study compares children and adolescents with characteristics of giftedness to their peers with typical cognitive development in the performance in a wide range of psychological tests. Therefore, this study aims to answer the following two questions:

- Are there differences in task performance that involves cognitive flexibility, inhibitory control and working memory among children and adolescents with giftedness and peers with typical cognitive development?
- Are there differences in task performance that involves reasoning, planning, and problem solving among children and adolescents with giftedness and peers with typical cognitive development?

## Method

### Research Method

This study is part of a correlational quantitative investigation, analyzing differences in the means of performance in cognitive tasks by two groups of students. This research is based on the Diamond (2013) model, which highlights the existence of three executive functions (cognitive flexibility, inhibitory control, and working memory), as well as three other higher cognitive functions (reasoning, planning, and problem solving), in explaining superior performances in the area of intelligence and learning.

### Participants

This study considers two groups of children and adolescents in second (5th and 6th grades) and third (7th to 9th grades) cycles of basic education aged between 10 and 15 years old ( $M = 12.13$ ;  $SD = 1.51$ ). In these two school cycles students attend a curriculum divided into different curricular units taught by different teachers, unlike the first cycle of basic education in which the curriculum is taught globally and by a single teacher.

These students were divided according to a previous identification of giftedness; the first group ( $n = 42$ ) is represented by gifted students (GS), mostly male (81%), unlike the group of regular students (RS) ( $n = 52$ ), where the majority are female (59.6%). Most GS students are in third cycle education (54.8%) and belong to a family with a middle to upper socioeconomic level (59.5%), with the concern of equating students in the RS group (61.5% in third cycle education, and 46.2% from a medium to high family socioeconomic level).

### Materials

In addition to a socio-demographic questionnaire, several psychological tests were applied. Therefore, for the analysis of Working Memory, the Rey Complex Figure test (memory reproduction) and the WISC-III - Memory of the Digit test - were used; for Inhibitory Control, the D2 test was applied, as well as the Five Digit test, which also supported the analysis of Cognitive Flexibility. For the analysis of higher cognitive skills, the Numerical Reasoning and Verbal Reasoning tests from the Battery of Reasoning Tests were applied, as well as the Expressions test of the Cognitive Assessment Battery for evaluating Reasoning, the copy phase of the Rey Complex Figure for the Planning factor, and mathematical problem-solving tests to assess the Problem-Solving factor.

The Rey Complex Figure is a test that assesses perceptual activity and visual memory from the age of five (Rocha & Coelho, 1998). This instrument is validated for the Portuguese population with a Cronbach's alpha of .88 (Mós, 2016).

The Weschler Intelligence Scale for Children – III (WISC-III; Simões, Rocha, & Ferreira, 2003), a scale for assessing intellectual functioning aimed at children and adolescents, includes 13 sub-tests that support the assessment of verbal IQ and achievement, in addition to the global score. This test has an internal consistency .62 and .93 in the various sub-tests, scales, and indices (Simões et al. 2003).

The Brinckenkamp's D2 attention test (1962), validated for children between 8 and 18 years old, is an instrument that supports the assessment of selective attention and the ability to concentrate. This test has fidelity coefficients greater than .90 (Ferreira & Rocha, 2006).

The Five Digits Test (Sedó, 2007) seeks to assess executive functions, processing speed, and attentional functioning using high internal consistency values ranging from .86 to .94 in the Spanish normative sample (Rodríguez et al., 2012) and higher than .90 in the Brazilian sample (Campos, Silva, Florêncio, & Paula, 2016).

The Battery of Reasoning Tests (BRT; Almeida & Lemos, 2015) is an instrument that assesses the ability to infer and apply relationships based on differentiated content tasks. The factorial structure of the five tests suggests the evaluation of a general reasoning capacity that is differentiated according to the content of each sub-test, with the precision values varying between .63 and .84 (Almeida & Lemos, 2015). For this research, versions 5/6 (5<sup>o</sup> and 6<sup>o</sup> grades) and 7/9 (7<sup>o</sup> to 9<sup>o</sup> grades) were used.

The Cognitive Assessment Battery (CAB; Lemos & Almeida, 2015) is a cognitive assessment tool that focuses on the comprehension, reasoning, and problem-solving processes in the spatial, verbal, and numerical contents. This battery, which is validated for the Portuguese population, has adequate indices of high internal consistency, varying between .70 and .88 in version A, and between .82 and .93 in version B (Lemos & Almeida, 2019). For this study, version A was used.

A set of mathematical tests that featured two versions composed of 4 items (PM1 for students aged 10 to 11 and PM2 for students aged 12 to 14); each version contains 4 items that focus on problem solving. The internal consistency of the items was .99 in version 1 and .72 in version 2.

## Procedures

In order to collect the sample of gifted students, a request was made for collaboration to a national institution for intervention in high capacities and the respective guardians of children and young people attending the school years under study. As regards the group of regular students, authorisation was requested from a private education institution and their parents. After the groups were formed, the tests were administered at two distinct times, more specifically, a joint session where the BRT, CAB and problem-solving tests were applied; and individual sessions where the D2, 5 digits and the Rey Complex Figure tests were applied.

For data analysis purposes, the total number of correct answers is considered in the BRT, CAB, D2 test, and problem-solving tests; the score obtained in the phases of copying and reproducing the Rey Complex Figure from memory, as well as the sequential structure of the reproduction of the figure, and the calculation of Cognitive Flexibility and Inhibitory Control by subtracting exercise times from the Five Digit test. More specifically, Inhibitory Control results from subtracting the time of choice from the time of reading and the Cognitive Flexibility results from subtracting the alternation time to the time of reading.

For the differential analysis of performances in the two groups of students (students with giftedness/high capacities and regular students), the SPSS/IBM version 26.0 software was used. Since the versions of the BRT tests (VR and NR) and problem solving differ according to the students' school year, the results were analysed taking this into account.

## Results

### Results of Research Question 1 : Task Performance in Cognitive Flexibility, Inhibitory Control and Working Memory

Tables 1 and 2 show the descriptive values on executive functions (working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility) tests for second and third cycles of basic education. This presentation differentiates students with characteristics of giftedness (GS) and students with typical cognitive development (RS).

**Table 1.** Results of Second Cycle of Basic Education Students (5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> grades) with Giftedness (GS) and Regular Students (RS) in the Working Memory, Inhibitory Control, and Cognitive Flexibility Tests

Tests	GS						RS					
	Min	Max	M	SD	Skewness	Kurtosis	Min	Max	M	SD	Skewness	Kurtosis
WM												
RCF – MR	9	31	24.00	5.44	-1.31	2.43	4	35	23.38	8.43	-0.96	.49
DIRECT MD	6	14	10.53	2.22	-0.41	-0.88	8	13	10.55	1.43	-0.05	-1.22
INVERSE MD	4	9	6.26	1.70	.08	-1.19	3	13	6.30	2.39	1.44	2.23
IC												
Five digits	18	66	27.89	11.62	2.34	6.13	5	37	23.95	8.02	-0.58	.09
D2	98	159	124.32	15.06	.27	.09	89	207	126.15	33.14	1.31	-0.98
CF												
Five digits	15	56	36.58	11.29	.16	-0.50	11	48	32.00	9.19	-0.56	.49

Note: WM = working memory; IC = inhibitory control; CF = cognitive flexibility; RCF = Rey Complex Figure; MR = memory reproduction; MD = Memory of the Digits.

**Table 2.** Results of Third Cycle of Basic Education Students (7<sup>th</sup> to 9<sup>th</sup> grades) with Giftedness (GS) and Regular Students (RS) in the Working Memory, Inhibitory Control, and Cognitive Flexibility Tests

Tests	GS						RS					
	Min	Max	M	SD	Skewness	Kurtosis	Min	Max	M	SD	Skewness	Kurtosis
WM												
RCF – MR	9	36	26.04	5.66	-0.70	.83	23	36	33.70	2.93	-2.13	5.88
DIRECT MD	9	28	17.81	4.01	.48	.37	6	15	10.81	2.33	-0.29	-0.09
INVERSE MD	3	13	7.39	2.69	.45	.06	2	12	6.53	2.62	.27	-0.85
IC												
Five digits	1	38	19.70	10.09	-0.17	-0.55	5	35	18.97	6.77	.08	.37
D2	84	237	144.74	31.56	1.05	2.40	98	214	143.22	29.30	.77	.24
CF												
Five digits	15	45	29.48	9.59	.02	-1.23	14	52	26.91	9.24	1.42	1.83

Note: WM = working memory; IC = inhibitory control; CF = cognitive flexibility; RCF = Rey Complex Figure; MR = memory reproduction; MD = Memory of the Digits.

Having analysed the oscillations of the results in each test by the two groups of students (t-test of comparison of means), there are statistically significant differences in the Working Memory factor, in the RCF - Memory Reproduction test ( $t [92] = 2.24, p = .027$ ), and marginally significant differences in Cognitive Flexibility ( $t [92] = 1.82, p = .072$ ). Thus, students with giftedness obtain higher scores on Working Memory (difference of 3.1 in the averages) and Cognitive Flexibility (difference of 3.8 in the averages).

Taking into account the variables that present unacceptable values in skewness and kurtosis (i.e., RCF - Copy, RCF - Memory Reproduction and Five Digits - Inhibitory Control), the Mann-Whitney non-parametric test was performed. The values corroborate with the data from the t-test by highlighting statistically significant differences in the RCF memory reproduction test ( $U = 834.00, p = .050$ ).

### **Results of Research Question 2 : Task Performance in Reasoning, Planning, and Problem Solving**

Tables 3 and 4 show the descriptive values on superior functions (reasoning, planning, and problem-solving tests) tests for second and third cycles of basic education. This presentation differentiates students with characteristics of giftedness (GS) and students with typical cognitive development (RS).

**Table 3.**  
Results of Second Cycle of Basic Education Students (5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> grades) with Giftedness (GS) and Regulars (RS) in the Reasoning, Planning, and Problem-solving Tests

Tests	GS						RS					
	Min	Max	M	SD	Skewness	Kurtosis	Min	Max	M	SD	Skewness	Kurtosis
R												
BRT - NR	17	30	24.95	4.09	-.32	-.99	10	30	21.00	5.17	-.36	-.10
BRT - VR	10	20	16.37	3.27	-.70	-.78	8	20	13.85	3.45	-.05	-.95
CAB - Exp	8	24	16.05	5.22	-.12	-1.41	6	18	11.25	3.19	.31	-.16
P												
RCF - Copy	29	36	33.89	2.16	-.85	-.28	22	36	33.35	3.17	-2.64	8.64
PS												
PST	0	7	4.33	2.30	-.49	-1.25	0	8	3.25	2.38	.63	-.18

Note: R = reasoning; BRT = Battery of Reasoning Tests; NR = numerical reasoning; VR = verbal reasoning; CAB = Cognitive Assessment Battery; P = planning; RCF = Rey Complex Figure; Exp = Expressions test; PS = problem solving; PST = Problem Solving Test.

**Table 4**  
Results of Third Cycle of Basic Education Students (7<sup>th</sup> to 9<sup>th</sup> grades) with Giftedness (GS) and Regulars (RS) in the Reasoning, Planning, and Problem-solving Tests

Tests	GS						RS					
	Min	Max	M	SD	Skewness	Kurtosis	Min	Max	M	SD	Skewness	Kurtosis
R												
BRT - NR	11	39	26.13	7.76	-.05	-.76	2	36	19.59	10.11	-.15	-.99
BRT - VR	11	23	17.48	2.92	-.94	1.14	5	21	13.69	4.18	-.12	-.53
CAB - Exp	10	24	19.17	4.19	-.80	-.97	3	23	15.81	5.01	-.75	-.17
P												
RCF - Copy	32	36	34.48	1.442	-.55	-1.10	23	36	33.70	2.93	-2.13	5.88
PS												
PST	2	7	3.95	1.36	.36	-.35	0	7	2.69	1.857	.33	-.58

Note: R = reasoning; BRT = Battery of Reasoning Tests; NR = numerical reasoning; VR = verbal reasoning; CAB = Cognitive Assessment Battery; P = planning; RCF = Rey Complex Figure; Exp = Expressions test; PS = problem solving; PST = Problem Solving Test.

There are also statistically significant differences in favour of students with giftedness characteristics in higher cognitive skills in all Reasoning tests. As regards the CAB - Expressions test ( $t_{[92]} = 3.65$ ,  $p = .000$ ), there is a superior performance in the group of gifted students, standing out with an average higher than the result of the group of regular students, which was 3.7 points. The same is true in the BRT tests. As regards the second cycle of basic education students (5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> grades), there are statistically significant differences in the BRT-NR test ( $t_{[37]} = 2.64$ ,  $p = .012$ ), and the group of gifted students has a superior performance (difference of 4 in the averages), as in the BRT-VR ( $t_{[37]} = 2.34$ ,  $p = .025$ ) with a discrepancy of 2.5 in the averages. The same is verified in third cycle of basic education students (7<sup>th</sup> to 9<sup>th</sup> grades), in which the group of gifted students has an average higher than the results of the group of regular students in the BRT-NR test ( $t_{[53]} = 2.60$ ,  $p = .009$ ), with a difference of 7.0 in the averages, and in the BRT-VR ( $t_{[53]} = 3.774$ ,  $p = .000$ ), with a difference of 3.8 in the averages. Furthermore, for students in 7<sup>th</sup> to 9<sup>th</sup> grades, there are statistically significant differences in the Problem Resolution factor ( $t_{[51]} = 2.68$ ,  $p = .006$ ), in which the gifted group has a better performance than the group of regular students, with a difference of 1.3.

### Discussion and Conclusion

The results of this study suggest that gifted students show a superior performance than the group of regular students in the executive functions of Working Memory and Cognitive Flexibility, as well as in the higher functions of Reasoning and Problem Solving. This differentiation is not seen in the factors Inhibitory Control and Planning, in which there are no statistically significant differences between the groups in question. This differentiation in cognitive performance in favour of students with giftedness characteristics was expected, since the identification of these students as gifted or with high abilities was made on the basis of their performance in cognitive tests, corroborating other studies in the area (Barbey, 2018).

Other investigations also highlight greater cognitive flexibility in high-capacity students (Buttelmann & Karbach, 2017; Sastre-Riba & Viana-Sáenz, 2016). Children with high capacities present better cognitive flexibility in the analysis and processing of information, with an impact on their own learning abilities (Ropovik, 2014; Vaivre-Douret, 2011). This difference in favour of gifted students also occurs in working memory tests with verbal or visual content (Barbey, 2018; Goriounova & Mansvelder, 2019; Lee et al. 2006), suggesting their better performance in executive functions compared to peers with a typical cognitive development (Kornmann, Zettler, Kammerer, Gerjets, & Trautwein, 2015; Rodríguez-Naveiras, Verche, Hernández-Lastiri, Montero, & Borges, 2019).

As regards the absence of superior performance in the field of inhibitory control, the present data conflict with other research that verifies a higher development of this factor among children and young people with high capacities (Fiske & Holmboeb, 2019; Sastre-Riba & Viana-Sáenz, 2016). Since this occurrence is not easy to explain, it should be noted that some authors point out that the association of this cognitive factor with high capacities depends on the ages of the children, and such differences can be perceived in groups between 11 and 12 years old (Duan & Shi, 2011). The results for higher cognitive skills in favour of gifted students corroborate research in the area. There are several studies that associate this function in the academic capacities of students with high capacities, more specifically in inductive reasoning (Dunst et al. 2014) and in mathematical reasoning tasks (Berg & McDonald, 2018). This fact reinforces the association of giftedness with fluid intelligence and problem solving (Berg & McDonald, 2018; Bianco & Leech, 2010). Students with gifted or high abilities tend to excel in performing mathematical problem-solving tasks, using more complex and efficient mathematical reasoning strategies and skills (Baltaci, 2016).

Considering the results of this research, it is possible to identify differences in the performance of cognitive tasks involving executive functions when comparing students with giftedness characteristics or high capacities compared to their peers with typical cognitive development. Such differences were evidenced in the Working Memory and Cognitive Flexibility functions but were not seen in the inhibitory control functions. In turn, also in terms of reasoning and problem-solving skills, the same group of students showed a higher cognitive performance than their peers. All these cognitive abilities can be considered in giftedness screening procedures as complement to traditional IQ intelligence tests.

Given the relevance of executive functions in learning and academic success, and their relatively autonomous functioning of intelligence, it is important to promote their development in students, particularly at an early age (Liu, Zhu, Ziegler, & Shi, 2015). It is interesting to identify and develop such functions in pre-school education (Ackerman & Friedman-Kraus, 2017), where at this stage their relationship to children's metacognitive abilities is already visible (Buttelmann & Karbach, 2017). On the other hand, students with characteristics of giftedness or high capacities may present specific difficulties in the performance of these executive functions; it is important to ensure a differentiated educational attention that promotes them (Buttelmann & Karbach, 2017; Chevalier & Blaye, 2016; Gotlieb, Hyde,

Immordino-Yang, & Kaufman, 2016). In the context of an inclusive school and education, students with such characteristics and abilities justify differentiated pedagogical practices.

### Recommendations

Since this is a cross-curricular and correlational investigation, it is important that new studies seek to analyze how gifted students develop their executive functions and higher cognitive functions. The need for such studies arises from the relevance of executive functions in cognition, learning and school success, and their relatively autonomous functioning from intelligence. The information derived from this may contribute to the definition of programs to promote such cognitive functions in gifted students, as in students in general. Some authors suggest this development at an early age, pointing to the need to identify and develop such functions already in preschool education (Ackerman & Friedman-Kraus, 2017), where their relationship to children's metacognitive capacities is already visible at this stage (Buttelmann & Karbach, 2017).

On the other hand, since students with giftedness or high capabilities may present specific difficulties in performing these executive functions, it is important to guarantee a differentiated educational attention that promotes them (Buttelmann & Karbach, 2017; Chevalier & Blaye, 2016; Gotlieb, Hyde, Immordino-Yang, & Kaufman, 2016).

Finally, within the framework of an inclusive school and education, students with such characteristics and capacities justify differentiated pedagogical practices. Thus, it is important to sensitize the educational community to meet these needs and to value in their practice the role of executive functions in the very definition of enrichment strategies. In addition to the care to be taken in the evaluation and intervention with these students, it is considered pertinent to carry out more investigations of the components evaluated in the different age groups and with a longitudinal content, in order to understand the development of such functions following the development of human potential.

### Limitations of the Study

The study developed presented some limitations that deserve to be highlighted, on the one hand, the reduced number of participating students, and it is important in future studies to increase this number and broaden the range of ages and school years. In addition, the sample of gifted students was limited to a single context, i.e., the association where they are followed and carry out enrichment activities. Thus, it would be appropriate to conduct the same study also with gifted students from other areas of the country and even students who do not attend extracurricular enrichment programs. Another limitation is the lack of validated psychological assessment tools for the Portuguese population to assess some of the cognitive functions considered, and some of these tests are old and have not been the subject of new versions or recent validations.

### Acknowledgment

A word of thanks to ANÉIS - Associação Nacional para o Estudo e Intervenção na Sobredotação (National Association for the Study and Intervention in Giftedness) for signaling the students who participated in its enrichment program for gifted students and who formed group 1. A big appreciation to Colégio Paulo VI for the facilities created in the access to the students who formed group 2.

### Biodata of Authors



**Alberto Rocha**, Master in Educational Psychology. Researcher at CIEd - Research Centre on Education at University of Minho, Portugal. President of ANEIS - National Association for the Study and Intervention in Giftedness, coordinator of the Enrichment Program in the Domains of Aptitude, Interest and Socialization (PEDAIS) and director of the scientific magazine "Sobredotação". **Affiliation:** Education Research Centre, University of Minho, Braga, Portugal. **E-mail:** [aneisporto@gmail.com](mailto:aneisporto@gmail.com) **Orcid ID:** 0000-0002-5570-9872 **Scopus ID:** - **WoS ID:** -



**Leandro S. Almeida**, PhD in Educational Psychology, University of Porto, Portugal. Full Professor at University of Minho, Portugal. Domains of teaching: Research Methodology, and Educational Psychology (cognition and learning). Research topics of research: Cognitive assessment, Academic achievement, Giftedness and talents, and Higher Education Students. President of Educational Psychology Council in Order of Portuguese Psychologists. **Affiliation:** University of Minho, Braga, Portugal. **E-mail:** [leandro@ie.uminho.pt](mailto:leandro@ie.uminho.pt) **Orcid number:** 0000-0002-

0651-7014 **Scopus ID:** - **WoS ID:** -



**Ramón García Perales**, PhD in Didactics and School Organization, Department of Pedagogy of the University of Castilla-La Mancha (UCLM), Spain. Domains of teaching: Special Education, and Didactics and School Organization. Research topics of research: Academic achievement, Giftedness and talents, and Psycho-Pedagogical Counseling and Intervention. **Affiliation:** University of Castilla-La Mancha (UCLM), Spain. **E-mail:** [ramon.garciaperales@uclm.es](mailto:ramon.garciaperales@uclm.es) **Orcid number:** 0000-0003-2299-3421 **Scopus ID:** - **WoS ID:** -

## References

- Ackerman, D. J., & Friedman-Krauss, A. H. (2017). Preschoolers' Executive Function: Importance, Contributors, Research Needs and Assessment Options. *ETS Research Report Series*, 2017(1), 1-24. doi: 10.1002/ets2.12148
- Alnæs, D., Kaufmann, T., Doan, N. T., Córdova-Palamera, A., Wang, Y., Bettella, F., ... Westlye, L. T. (2018). Association of Heritable Cognitive Ability and Psychopathology with White Matter Properties in Children and Adolescents. *JAMA Psychiatry*, 75(3), 287-295. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2017.4277
- Almeida, L. S., & Lemos, G. (2015). *Bateria de Provas de Raciocínio*. Braga: CERPSI.
- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16(1), 17-42. doi:10.1007/s11065-006-9002-x.
- Arffa, S. (2007). The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in a sample of average, above average, and gifted youth. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(8), 969-978. doi: 10.1016/j.acn.2007.08.001
- Baltaci, S. (2016). Examination Of Gifted Students' Probability Problem Solving Process In Terms Of Mathematical Thinking. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 18-35.
- Barbey, A. K. (2018). Network neuroscience theory of human intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(1), 1-13. doi: 10.1016/j.tics.2017.10.001
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A.C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: the common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, 46, 73-83. doi: 10.1016/j.intell.2014.05.007
- Benson, J. E., Sabbagh, M. A., Carlson, S. M., & Zelazo, P. D. (2012). Individual Differences in Executive Functioning Predict Preschoolers' Improvement from Theory-of-Mind Training. *Developmental Psychology*, 49(9), 1615-1627. doi: 10.1037/a0031056
- Berg, D. H., & McDonald, P. A. (2018). Differences in mathematical reasoning between typically achieving and gifted children. *Journal of Cognitive Psychology*, 281-291. doi: 10.1080/20445911.2018.1457034
- Bianco, M., & Leech, N. L. (2010). Twice-Exceptional Learners: Effects of Teacher Preparation and Disability Labels on Gifted Referrals. *Teacher Education and Special Education*, 33(4), 319-334. doi: 10.1177/0888406409356392.
- Blair, C. (2006). How similar are fluid cognition and general intelligence? A developmental neuroscience perspective on fluid cognition as an aspect of human cognitive ability. *Behavioral and Brain Sciences*, 29(02), 109-160. doi:10.1017/s0140525x06009034
- Buttelmann, F., & Karbach, J. (2017). Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood. *Frontiers in Psychology*, 8(1040), 1-6. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01040
- Campos, M. C., Silva, M. L., Florêncio, N. C., & Paula, J. J. (2016). Confiabilidade do Teste dos Cinco Dígitos em adultos brasileiros (*Reliability of the Five Digit Test in Brazilian Adults*). *Jornal brasileiro de psiquiatria*, 65(2), 135-139. doi: 10.1590/0047-2085000000114
- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth and action*. Amsterdam: North Holland.
- Cervantes, C. J. R., Sierra, M. D. V., Borges, E. V., & Avelar, R. S. (2018). Relación entre la funciones ejecutivas y la alta capacidad intelectual en alumnos escolares (*Relationship between executive functions and high intellectual capacity in school students*). *Revista Sobredotação*, 15(2), 113-130.
- Chevalier, N., & Blaye, A. (2016). Metacognitive Monitoring of Executive Control Engagement During Childhood. *Child Development*, 87(4), 1264-1276. doi: 10.1111/cdev.12537
- Chevalier, N., Kurth, S., Doucette, M. R., Wiseheart, M., Deoni, S. C. L., Dean, D. C., ... LeBourgeois, M. K. (2015). Myelination Is Associated with Processing Speed in Early Childhood: Preliminary Insights. *PLOS ONE*, 10(10),1-14. doi: 10.1371/journal.pone.0139897
- Clark, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology*, 46(5), 1176-1191. doi:10.1037/a0019672
- Collins, A., & Koechlin, E. (2012) Reasoning, Learning, and Creativity: Frontal Lobe Function and Human Decision-Making. *PLoS Biology* 10(3), 1-16. doi: 10.1371/journal.pbio.1001293
- Corso, H. V., Sperb, T. M., de Jou, G. I., & Salles, J. F. (2013). Metacognição e funções executivas: relações entre os conceitos e implicações para a aprendizagem (*Metacognition and executive functions: relationships between concepts and implications for learning*). *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 29(1), 21-29. doi: 10.1590/S0102-37722013000100004
- Cruz, V. (2007). O Cognitive Assessment System como instrumento de avaliação psicológica. *PSIC - Revista de Psicologia da Vetor Editora*, 8(1), 31-40.
- Dai, X., Müller, H.G., Wang, J.L., & Deoni, S. C. L. (2018). Age-dynamic networks and functional correlation for early white matter myelination. *Brain Structure and Function*, 224(2), 535-551. doi:10.1007/s00429-018-1785-z
- Das, J. P., Naglieri, J. A. & Kirby, J. R. (1994). *Assessment of cognitive processes: The P.A.S.S. theory of intelligence*. Toronto: Allyn and Bacon.

- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffell, L., Boets, B., & Ghesquiere, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(2), 186–201.
- Debatin, T., Harder, B., & Ziegler, A. (2019). Does fluid intelligence facilitate the learning of English as a foreign language? – A longitudinal latent growth curve analysis. *Learning and Individual Differences*, 70, 121-129. doi.org/10.1016/j.lindif.2019.01.009
- Demetriou, A., Kazi, S., Spanoudis, G., & Makris, N. (2019). Predicting school performance from cognitive ability, self-representation, and personality from primary school to senior high school. *Intelligence*, 76(101381), 1-12. doi: 10.1016/j.intell.2019.101381
- Desco, M., Navas-Sanche, F. J., Sanchez-González, J., Reig, S., Robles, O., Franco, C., Guzmán-De-Villoria, J. A., ... Arango, C. (2011). Mathematically gifted adolescents use more extensive and more bilateral areas of the fronto-parietal network than controls during executive functioning and fluid reasoning tasks. *NeuroImage*, 57, 281-292. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.03.063
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, pp. 135-168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Duan, X., & Shi, J. (2011). Intelligence does not correlate with inhibitory ability at every age. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 12, 3-8. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.02.003
- Dunst, B., Benedek, M., Jauk, E., Bergner, S., Koschutnig, K., Sommer, M., ... Neubauer A. C. (2014). Neural efficiency as a function of task demands. *Intelligence*, 42, 22-30. doi: 10.1016/j.intell.2013.09.005
- Ferreira, C., & Rocha, A. M. (2006). *d2: Teste de Atenção*. Lisboa: Cegoc.
- Finch, M. E. H., Neumeister, K. L. S., Burney, V. H., & Cook, A. L. (2014). The Relationship of Cognitive and Executive Functioning with Achievement in Gifted Kindergarten Children. *Gifted Child Quarterly*, 58(3), 167-182. doi: 10.1177/0016986214534889
- Fiske, A., & Holmboe, K. (2019). Neural substrates of early executive function development. *Developmental Review*, 52, 42-62. doi: 10.1016/j.dr.2019.100866.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17(2), 172-179. doi 10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x
- Gagné, F. (2018). Desenvolvendo Talento Académico: MDDT – princípios de base e melhores práticas (Developing Academic Talent: MDDT - basic principles and best practices). In L. S. Almeida & A. Rocha (Eds.), *Sobredotação: Uma responsabilidade coletiva* (pp.197- 226). Braga: CERPSI.
- García-Perales, R., & Almeida, L. S. (2019). Programa de enriquecimiento para alumnado con alta capacidad: Efectos positivos para el currículum (*Enrichment program for students with high capacity: Positive effects for the curriculum*). *Comunicar*, 60(XXVII), 39-48. doi: 10.3916/c60-2019-04.
- Geary, D. C. (2013). Early foundations for mathematics learning and their relations to learning disabilities. *Current Directions in Psychological Science*, 22, 23-27. doi: 10.1177/0963721412469398
- Goldstein, S., Naglieri, J. A., Princiotta, D., & Otero, T. M. (2013). *Introduction: A History of Executive Functioning as a Theoretical and Clinical Construct*. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of executive functioning* (p. 3-12). New York: Springer Science + Business Media. doi: 10.1007/978-1-4614-8106-5\_1
- Gotlieb, R., Hyde, E., Immordino-Yang, M. H., & Kaufman, S. B. (2016). Cultivating the social-emotional imagination in gifted education: Insights from educational neuroscience. *Annals of the New York Academy Sciences*, 1377(1), 22-31. doi: 10.1111/nyas.13165.
- Goriounova, N. A., Mansvelder, H. D. (2019). Genes, cells and brain areas of intelligence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13(44), 1-14. doi:0.3389/fnhum.2019.00044
- Harder, B., O'Reilly, C., & Debatin, T. (2018). Intelligence, Educational and Learning Capital, and Domain Impact Level of Activities as Predictors of School Achievement. *Journal for the Education of the Gifted*, 41(4) 327–347. doi: 10.1177/0162353218799440
- Iglesias-Sarmiento, V., & Deaño, M. (2011). Cognitive Processing and Mathematical Achievement: A Study with Schoolchildren between Fourth and Sixth Grade of Primary Education. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 570–583. doi: 10.1177/0022219411400749
- Kim, B., & K. Hays. (2005). *The evolution of the intellectual partnership with a cognitive tool in inquirybased astronomy laboratory*. Paper presented at the Meeting of the Computer Supported Collaborative Learning, Taipei, Taiwan, May-June.
- Kornmann, J., Zettler, I., Kammerer, Y., Gerjets, P., & Trautwein, U. (2015). What characterizes children nominated as gifted by teachers? A closer consideration of working memory and intelligence. *High Ability Studies*, 26(1), 75–92. doi:10.1080/13598139.2015.1033513
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., & Naglieri, J. A. (2003). Mathematical learning difficulties and PASS cognitive processes. *Journal of Learning Disabilities*, 36(6), 574–582. doi: 10.1177/00222194030360060801
- Krumm, G., Arán, V., & Gutierrez, M. (2018). The contribution of executive functions to creativity in children: What is the role of crystallized and fluid intelligence? *Thinking Skills and Creativity*, 29, 185-195. doi: 10.1016/j.tsc.2018.07.006
- Lafavor, T. (2017). Predictors of Academic Success in 9- to 11-Year-Old Homeless Children. *The Journal of Early Adolescence*, 38(9), 1-29. doi: 10.1177/0272431616678989
- Lee, K. H., Choi, Y. Y., Gray, J. R., Cho, S. H., Chae, J. H., Lee, S., & Kim, K. (2006). Neural correlates of superior intelligence: Stronger recruitment of posterior parietal cortex. *NeuroImage*, 29(2), 578-86. doi:10.1016/j.neuroimage.2005.07.036
- Lemos, G., & Almeida, L. S. (2015). *Bateria de Aptidões Cognitivas (Battery of Cognitive Skills)*. Braga: Edição de autor.
- Lemos, G., & Almeida, L. S. (2019). Compreender, raciocinar e resolver problemas: Novo instrumento de avaliação cognitiva (*Understand, reason and solve problems: New cognitive assessment tool*). *Análise Psicológica*, 2(XXXVII): 119-133. doi: 10.14417/ap.1583
- Lemos, G., Almeida, L. S., Guisande, M. A., & Primi, R. (2008). Inteligência e rendimento escolar: Análise da sua relação ao longo da escolaridade (*Intelligence and school performance: Analysis of its relationship to the long-term schooling*). *Revista Portuguesa de Educação*, 21, 83-99.

- Léon, M. I. G. (2020). Development of Giftedness During Early Childhood. *Papeles del Psicólogo/Psychologist Papers*, 41(2), 147-158.
- Liu, Q., Zhu, X., Ziegler, A. & Shi, J. (2015). The effects of inhibitory control training for preschoolers on reasoning ability and neural activity. *Scientific Reports*. doi:10.1038/srep14200
- Lunt, L., Bramham, J., Morris, R. G., Bullock, P. R., Selway, R. P., Xenitidis, K., & David, A. S. (2011). Prefrontal cortex dysfunction and “Jumping to Conclusions”: Bias or deficit? *Journal of Neuropsychology*, 6(1), 65-78. doi:10.1111/j.1748-6653.2011.02005.x
- Lyons, K. E., & Zelazo, P. D. (2011). Monitoring, Metacognition, and Executive Function: Elucidating the Role of Self-Reflection in the Development of Self-Regulation. In J. Benson (Ed.), *Advances in Child Development and Behavior* (pp. 379-412). Burlington: Academic Press.
- Mann, T. D., Hund, A. M., Hesson-McInnis, M. S., & Roman, Z. J. (2017). Pathways to school readiness: Executive functioning predicts academic and social-emotional aspects of school readiness. *Mind, Brain, and Education*, 11(1), 21-31. doi:10.1111/mbe.12134
- Marcovitch, S., Jacques, S., Boseovski, J. J., & Zelazo, P. D. (2008). Self-Reflection and the Cognitive Control of Behavior: Implications for Learning. *Mind, Brain & Education*, 2(3), 136-141. doi: 10.1111/j.1751-228X.2008.00044.x
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Duncan, R., Bowles, R. P., Acock, A. C., Miao, A., & Pratt, M. E. (2014). Predictors of early growth in academic achievement: the head-toes-knees-shoulders task. *Frontiers in Psychology*, 5(599), 1-14. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00599
- Miller, E. K., & Wallis, J. D. (2009). Executive Function and Higher-Order Cognition: Definition and Neural Substrates. *Encyclopedia of Neuroscience*, 4, 99-104. doi:10.1016/b978-008045046-9.00418-6
- Monette, S., Bigras, M., & Guay, M.-C. (2011). The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(2), 158-173. doi:10.1016/j.jecp.2011.01.008
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... Caspi, A. (2011). *A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2693-2698. doi:10.1073/pnas.1010076108
- Mós, A. S. C. (2016). *Propriedades Psicométricas da Figura Complexa de Rey numa Amostra de Adultos da População Portuguesa* (Dissertação de mestrado) (Psychometric Properties of the Rey Complex Figure in a Sample of Adults from the Portuguese Population (Master's Dissertation). Retrieved from ISMT Repository). Retirado do Repositório ISMT. (<http://repositorio.ismt.pt/jspui/handle/123456789/604>)
- Munõz, M. M. P., & Filippetti, V. A. (2019). Children's Conceptions of Intelligence. What is the role of Executive Functions and Self-regulation? *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 269-303. doi: 10.20511/pyr2019.v7n2.281
- Naglieri, J. A. & Das, J. P. (1997). *Cognitive Assessment System. Administration and Scoring Manual*. Itasca, Illinois: Riverside Publishing.
- Naglieri, J. A., & Das, J. P. (2005). Planning, attention, simultaneous, successive (PASS) theory: A revision of the concept of intelligence. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment* (2nd ed., pp. 136–182). New York, NY: Guilford.
- Naglieri, J. A., & Gottling, S. H. (1997). Mathematics instruction and PASS cognitive processes: An intervention study. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 513–520
- Naglieri, J. A., & Johnson, D. (2000). Effectiveness of a cognitive strategy intervention in improving arithmetic computation based on the PASS theory. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 591–597.
- Oliveira, A. P. A., & Nascimento, E. (2014). Construção de uma Escala para Avaliação do Planejamento Cognitivo (Construction of a Cognitive Planning Assessment Scale). *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 27(2), 209-218. doi: 10.1590/1678-7153.201427201.
- Renzulli, J. S. (2012). Reexamining the Role of Gifted Education and Talent Development for the 21st Century: A Four-Part Theoretical Approach. *Gifted Child Quarterly*, 56(3), 150-159. doi: 10.1177/0016986212444901
- Rocha, A. M., & Coelho, M. H. (1998). *Teste de Cópia de Figura Complexa de Rey*. Lisboa: Cegoc.
- Rodríguez, C., Jiménez, J. E., Díaz, A., García, E., Martín, R., & Hernández, S. (2012). Datos normativos para el Test de los Cinco Dígitos: desarrollo evolutivo de la flexibilidad en Educación Primaria (Normative data for the Five Digits Test: evolutionary development of flexibility in Primary Education). *European Journal of Education and Psychology*, 5(1), 27-38. doi: 10.1989/ejep.v5i1.88
- Rodríguez-Naveiras, E., Verche, E., Hernández-Lastiri, P., Montero, R., & Borges, A., (2019). Differences in working memory between gifted or talented students and community samples: A meta-analysis. *Psicothema*, 31(3), 255-262. doi: 10.7334/psicothema2019.18
- Ropovik, I. (2014). Do executive functions predict the ability to learn problem-solving principles? *Intelligence*, 44, 64–74. doi: 10.1016/j.intell.2014.03.002
- Roth, B., Becker, N., Romeyke, S., Schäfer, S., Domnick, F., & Spinath, F. M. (2015). Intelligence and school grades: A meta-analysis. *Intelligence*, 53, 118-137. doi:10.1016/j.intell.2015.09.002
- Sak, U. (2020). Giftedness in Adolescence. *The Encyclopedia of Child and Adolescent Development*, 1, 1-11. doi: 10.1002/9781119171492.wecad380
- Sastre-Ribas, S., & Viana-Sáenz, L. (2016). Funciones ejecutivas y alta capacidade intelectual (Executive functions and high intellectual capacity). *Neurodesarrollo*, 6(1), 565-571.
- Schnack, H. G., Haren, N. E. M., Brouwer, R. M., Evans, A., Durston, S., Boomsma, D. I., ... Pol, H. (2015) Changes in thickness and surface area of the human cortex and their relationship with intelligence. *Cerebral Cortex*, 25(6), 1608-1617. doi: 10.1093/cercor/bht357
- Sedó, M. (2007). *FDT: Test de Los Cinco Dígitos (FDT: Five Digits Test)*. Manual. Madrid: TEA Ediciones.
- Shi, J., Tao, T., Chen, W., Cheng, L., Wang, L., & Zhang, X. (2013). Sustained attention in intellectually gifted children assessed using a continuous performance test. *PLoS One*, 8(2), 1-8. doi: 10.1371/journal.pone.0057417.
- Simões, M., Rocha, A. M., & Ferreira, C. (2003). *WISC-III: Escala de Inteligência de Wechsler para Crianças – 3ª Edição (WISC-III: Wechsler Intelligence Scale for Crianças - 3rd Edition)*. Lisboa: Cegoc.
- Smedsrud, J. (2020). Explaining the Variations of Definitions in Gifted Education. *Nordic Studies in Education*, 40(1), 79-97.

- 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. doi: 10.1016/j.lindif.2015.02.005
- Solé-Casals, J., Serra-Grabulosa, J. M., Romero-Garcia, R., Vilaseca, G., Adan, A., Vilaró, N., ... Bullmore, E. T. (2019). Structural brain network of gifted children has a more integrated and versatile topology. *Brain Structure and Function, 224*, 2373-2383. doi: 10.1007/s00429-019-01914-9.
- Stenberg, R. J. (2005). Successful intelligence: A model for testing intelligence beyond IQ tests. *European Journal of Education and Psychology, 8*, 76-84. doi: 10.1016/j.ejeps.2015.09.004
- Vaivre-Douret, L. (2011). Developmental and cognitive characteristics of high-level potentialities (highly gifted) children. *International Journal of Pediatrics, 420297*, 1687-9740. doi: 10.1155/2011/420297.
- Vanbinst, K., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2014). Arithmetic strategy development and its domain-specific and domain-general cognitive correlates: a longitudinal study in children with persistent mathematical learning difficulties. *Research in Developmental Disabilities, 35*(11), 3001-3013. doi: 10.1016/j.ridd.2014.06.023
- Visu-Petra, L., Cheie, L., Benga, O., & Miclea, M. (2011). Cognitive control goes to school: The impact of executive functions on academic performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 11*, 240-244. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.01.069
- Viterbori, P., Usai, M. C., Traverso, L., & De Franchis, V. (2015). How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in Grades 1 and 3: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 140*, 38-55. doi:10.1016/j.jecp.2015.06.014
- Yang, Y., Shields, G. S., Guo, C., & Liu, Y. (2018). Executive function performance in obesity and overweight individuals: A meta-analysis and review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 84*, 225-244. doi: 10.1016/j.neubiorev.2017.11.020
- Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). *Executive Function: Implications for Education (NCER 2017-2000)*. Washington, D.C.: National Center for Education Research, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- Ziegler, A., Debatin, T., & Stoeger, H. (2019). Learning resources and talent development from a systemic point of view. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1445*, 39-51. <https://doi.org/10.1111/nyas.14018>
- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating Self-Regulation and Motivation: Historical Background, Methodological Developments, and Future Prospects. *American Educational Research Journal, 45*(1), 166-183. doi:10.3102/0002831207312909

#### **CAPÍTULO 4. SOBREDOTAÇÃO E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA**

ARTIGO 3. Rocha, A., Perales, R. G., Viseu, F., & Almeida, L. S. (no prelo). Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual. *Revista de Psicología*. (Em processo de publicação).

## Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual

Alberto Rocha\*, Ramón García-Perales\*\*, Floriano Viseu\*, & Leandro S. Almeida \*

\*Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho, Portugal

\*\* Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), España

### Resumen

El análisis del desempeño matemático de los alumnos favorece el ajuste y la individualización de los procesos educativos para esta área de aprendizaje. Por su relevancia en la vida cotidiana, el docente deberá tener presente la funcionalidad y transferencia que tienen los aprendizajes matemáticos. La generalización de investigaciones que aúnen teoría y práctica se conforman como imprescindibles. En este sentido, son escasos los estudios en el plano curricular para la Matemáticas relativos a la educación de los escolares superdotados y/o matemáticamente talentosos. De esta forma, se torna pertinente analizar tales competencias matemáticas y en qué factores estos alumnos sobresalen. El presente estudio tiene como propósito analizar los tipos de raciocinio y representaciones matemáticas a partir de tareas de resolución de problemas desarrolladas por escolares superdotados diagnosticados en comparación con alumnado escolarizado en su mismo nivel educativo con un buen rendimiento en el área de Matemáticas. Se han considerado 42 escolares evaluados como superdotados, y se equiparan con 52 alumnos de rendimiento alto considerando su edad y año de escolaridad (escolares entre los 10 y los 15 años de edad). Los resultados sugieren la existencia de diferencias estadísticamente significativas en determinadas tareas y representaciones, mostrando los escolares con mayor potencialidad representaciones más complejas y raciocinios más elaborados en general. Estudios con estos alumnos permiten conocer la naturaleza de sus potencialidades y favorecer la individualización de los procesos educativos.

*Palabras clave:* rendimiento matemático, resolución de problemas, alta capacidad intelectual, superdotación.

### Solving mathematical problems in students with and without intellectual giftedness

#### Abstract

The analysis of the mathematical performance of the students favors the adjustment and individualization of the educational processes for this area of learning. Due to its relevance in daily life, the teacher must bear in mind the functionality and transfer of mathematical learning. The generalization of research that combines theory and practice is essential. In this sense, there are few studies at the curriculum level for mathematics related to the education of gifted and/or mathematically talented students. Thus, it becomes pertinent to analyze such mathematical skills and the factors in which these students stand out. The purpose of this study is to analyze the types of mathematical reasoning and representations based on problem-solving tasks expressed by gifted students on an educational level with a good performance in the area of Mathematics. Forty-two students were evaluated as gifted, and were compared with 52 high-performance students in terms of age and school year (10-15 years old). The existence of statistically significant differences in certain tasks and

representations was verified, with the schoolchildren with the greatest potential showing more complex representations and more elaborate reasoning. Knowing the nature of the potentialities favors the individualization of the educational processes.

**Keywords:** Mathematical performance; Problem solving; High intellectual capacity; Giftedness.

## **Introducción**

La individualización de los procesos educativos a partir de la atención de las distintas potencialidades de los alumnos existentes en las aulas, constituye una premisa fundamental de una educación inclusiva y de calidad. Esta cuestión es relevante en un mundo competitivo y globalizado con constantes innovaciones y cambios de necesidades (Macià & Garreta, 2018), que demandan nuevas formulaciones de los diseños didácticos. En este sentido, cobra un especial protagonismo el trabajo de las disciplinas STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas por sus siglas en inglés) por su aporte destacado a una sociedad basada en el conocimiento (García-Perales & Almeida, 2019; UNESCO, 2019). En esta investigación, nos centramos en el desempeño de los alumnos en las Matemáticas. Más concretamente, pretendemos analizar, desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo, la resolución de pruebas de Matemáticas por alumnos identificados con características de superdotación o altas capacidades tomando como referencia la comparativa con otros escolares con buen rendimiento en esta área.

## **Habilidad matemática**

La generalización a la vida cotidiana de las competencias matemáticas y su interdisciplinariedad justifican su integración en los procesos de enseñanza y aprendizaje como competencia clave, en este caso denominada *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*. Además, esta disciplina curricular se conforma como básica para el desenvolvimiento en la vida diaria y el desarrollo intelectual de los alumnos (Gilat & Amit, 2013). La resolución de tareas matemáticas posibilita, en particular desde el desarrollo de trabajo grupal, la estimulación del pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas (Koçak, Bozan, & Isik, 2009) en los diferentes contextos de la vida de los alumnos (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010).

En efecto, la actividad de resolución de problemas presente en las Matemáticas incentiva a una actitud pensante y reflexiva del alumnado versus una actitud pasiva de escuchar y repetir procesos en la clase (Viseu, Fernandes, & Gomes, 2016). Se asume que el aprendizaje de las Matemáticas se convierte en estrategias cognoscitivas de problematizar situaciones o formalizar problemas, delinear y concretar estrategias de resolución, monitorizar el proceso de resolución y explicar hechos y procedimientos (Klieme, 2004; National Council of Teachers of Mathematics, 2007). Se trata de estrategias de resolución de problemas que Polya (1986) organiza de la siguiente forma: (i) *tentativa y error* o intención de “adivinar” el resultado a través de un algoritmo con base en los datos proporcionados por el problema; (ii) *uso de patrones* o soluciones particulares de un problema que se generalizan a otros para encontrar su solución; (iii) *resolución de un problema por medio de una versión más simple* o resolución a través de una alteración transitoria de un problema complejo en una versión más simplificada; (iv) *trabajo desde el final hasta el principio*, se comienza a resolver el problema a partir del estado final y a través de esto se toma la resolución respectiva hasta alcanzar el estado inicial; (v) *simulación* a través de la dramatización o la realización de una experiencia se efectúa la resolución del problema. Al mismo tiempo hay que tener en cuenta la tipología de respuestas,

recurriendo a la propuesta de Cañellas y Rassetto (2013): (i) *idiosincrática*: producción sin ningún significado y con ello no interpretable; (ii) *pictográfica*: consiste en la utilización de dibujos o figuras para la representación de cantidades; (iii) *icónica*: utilización de símbolos diseñados por el propio escolar para representar objetos; (iv) *numérica*: implica la utilización de números y operaciones aritméticas; (v) *simbólica-convencional*: cuando se usan símbolos numéricos convencionales para la representación de objetos en su totalidad. Otras investigaciones recalcan la importancia de estas taxonomías para el análisis cualitativo del desempeño del alumnado en la resolución de problemas matemáticos, incluyendo el papel del conocimiento y control metacognitivo de los mismos (Arroyo, Korzeniowski, & Espósito, 2014; Cázares, Páez, & Pérez, 2020; García, Cueli, Rodríguez, Kravec, & González-Castro, 2015).

El aprendizaje y desempeño en las Matemáticas se puede entender como un proceso en el que inciden múltiples factores (Almeida, Guisande, Primi, & Lemos, 2008; Desco et al., 2011; Farfán & Simón, 2017; Rodríguez & Guzmán, 2018). La investigación destaca que el rendimiento académico podría, en parte, estar explicado por las capacidades intelectuales o cognitivas de los alumnos (Almeida, Araújo, Sainz-Gómez, & Prieto, 2016; García-Perales & Almeida, 2019; Morosanova, Fomina, & Bondarenko, 2015) y por sus actitudes y motivaciones hacia su aprendizaje (Cueli, García, & González-Castro, 2013; De La Rosa, 2007; Mato, Espiñeira, & Chao, 2014; Tourón, Lizasoain, Castro, & Navarro, 2012). Cuando los escolares tienen más interés y creencia en su aprendizaje como fuente de conocimiento, mejor será su rendimiento en esta materia (Figueiredo & Guimarães, 2019). A pesar de ello, también pueden tener incidencia otros factores de diversa índole, caso de los relativos al profesorado (Carey, Hill, Devine, & Szücs, 2016; Dowker, Sarkar, & Yen Looi, 2016; Schillinger, Vogel, Diedrich, & Grabner, 2018) y/o al ámbito familiar (Ferreira, Flores, & Casas-Novas, 2017; Rodríguez-Mantilla, Fernández-Díaz, & Jover, 2018).

### **Habilidad matemática y resolución de problemas**

Hablando de aprendizaje y éxito en las Matemáticas, las ediciones PISA (Programme for International Student Assessment) definen la competencia matemática como la capacidad de solucionar problemas en situaciones de mayor complejidad y que requieren conocimientos determinados y uso de estrategias específicas (Ministério de Educação e Ciência, 2018). A su vez, se apunta que los escolares con nivel de rendimiento 6 o superior en la prueba PISA para las Matemáticas (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2019, p. 64), nivel de rendimiento más elevado para los resultados de PISA, “saben formar conceptos, generalizar y utilizar información basada en sus investigaciones y modelizar situaciones de problemas complejos, y pueden utilizar su conocimiento en contextos relativamente atípicos”. Al mismo tiempo, se añade que estos alumnos excelentes en matemática (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2019, p. 64):

Pueden relacionar simultáneamente diferentes fuentes de información y representaciones e intercambiarlas entre ellas de manera flexible (...) pueden aplicar esta comprensión, así como su dominio de las operaciones y relaciones matemáticas simbólicas y formales para desarrollar nuevos enfoques y estrategias para abordar situaciones nuevas”.

De esta manera, queda patente que dentro del aprendizaje de las Matemáticas, un aspecto fundamental es esta capacidad de resolución de problemas, incluyendo la habilidad para interpretar la información presentada y ejecutar razonamientos básicos apoyándose en representaciones de cualquier tipo (Duval, 1999; García, Betts, González-Castro, González-

Pienda, & Rodríguez, 2016; Goldin & Janvier, 1998; Guven & Cabakcor, 2013; Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2019; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2019).

Continuando con la delimitación conceptual de problema, Echenique (2006, p. 20) lo define como “una situación que un individuo o grupo quiere o necesita resolver y para la cual no dispone, en principio, de un camino rápido y directo que le lleve a la solución”. Cuando un escolar se enfrenta a un problema existe una falta de claridad entre el momento inicial y la finalidad a alcanzar, existiendo en ocasiones conceptualizaciones en los escolares que pueden derivar en errores (Jiménez & Verschaffel, 2014). Para ello, resulta necesario seleccionar aquello con más relevancia y delimitar una serie de pasos a seguir para su resolución, interviniendo un conjunto amplio de capacidades cognitivas como reflexión, análisis, actitud crítica, autonomía e iniciativa personal, toma de decisiones, lectura comprensiva, flexibilidad de pensamiento y perseverancia, entre otras. De esta forma, nos podemos encontrar un razonamiento de tipo analítico que busca el logro de un resultado por medio de procesos de similitudes o analogías entre los distintos elementos que componen el problema, un pensamiento de lo general a lo concreto y, por otro lado, otro tipo de razonamiento sintético en el que la búsqueda del resultado al problema se desarrolla de forma más directa y breve, un pensamiento de lo concreto a lo general.

Todas estas funciones cognitivas están presentes en la secuencia de etapas que Polya (1949, 1986) establece para la resolución de problemas: leer y comprender el problema, establecer un plan, ejecutarlo y examinar la solución obtenida. La concretización de estas etapas requiere la adopción de estrategias adecuadas que permitan obtener la solución a un problema dado. Musser e Shaughnessy (1980), agregan a las tres estrategias propuestas por Polya (1986), el trabajar en sentido inverso, o sea, partir del objetivo o de aquello que se quiere probar, en vez de partir de los datos, y simular la solución del problema a través de la realización de una experiencia, recopilando datos y tomando una decisión basada en el análisis de esos datos.

### **Habilidad matemática y superdotación**

Se pretende en este artículo analizar cómo los alumnos con altas capacidades o superdotación se enfrentan y solucionan problemas matemáticos. En este sentido, es importante aclarar lo que podemos entender por alumnos superdotados y, en segundo lugar, también lo que se entiende por alumnos matemáticamente talentosos. De forma muy breve, se entiende por alumnos superdotados aquellos que se destacan por sus habilidades intelectuales superiores cuando los comparamos con su grupo de edad o escolar de referencia. Internacionalmente se asume, siguiendo los resultados de distintas investigaciones, que este grupo de alumnos supone entre el 3% y el 5% de la población con capacidad superior en uno o más dominios, por ejemplo, académico, intelectual, social, motor, mecánico o artístico (McClain & Pfeiffer, 2012; Pfeiffer, 2009; Rocha et al., 2017). En términos clásicos, estos alumnos presentan un Cociente Intelectual (CI) igual o superior a 130, o sea, dos desviaciones típicas por encima de la media de la población (Official Norwegian Report -NOU, 2016; Pereira, Seabra-Santos, & Simões, 2003; Sak, 2020). Sin embargo, la superdotación es un fenómeno complejo asociado a las elevadas capacidades, no se circunscribe únicamente al factor inteligencia (Rocha, Perales & Almeida, 2020). Así, en la descripción de estos alumnos, los autores apuntan a la creatividad y la elevada implicación o motivación en las tareas de aprendizaje y de realización cognitiva, que combinadas con la elevada capacidad, se manifiesta en la facilidad y rapidez en el procesamiento de la información, fácil adquisición de contenidos y conceptos, vocabulario bastante amplio, motivación intrínseca en el aprendizaje, espíritu crítico, persistencia en las

tareas y apertura a la experiencia (Gagné, 2018; Renzulli, 2018; Sternberg 2005; Tejera, Borges del Rosal, & Naveiras, 2017).

Son varias las propuestas de definiciones de superdotación, existiendo una evolución en la definición de tal concepto, aumentando el rango de habilidades intelectuales consideradas (por ejemplo, espíritu crítico, razonamiento matemático precoz e intereses más avanzados) y emocionales (por ejemplo, pensamiento moral elevado y empatía) en su caracterización (Al-Hroub & El Khoury, 2018). Así, la definición de superdotación abarca no solo los valores de CI o Cociente Intelectual en su propia identificación, también otras características individuales, como el desenvolvimiento en la tarea y la creatividad. De esta forma, las definiciones contemporáneas analizan y definen la superdotación de diversas formas, lo que lo hace tan relativo y dificulta la existencia de una definición universalmente aceptada (Sak, 2020).

Tal y como se verifica en el campo de la superdotación, la definición de talento matemático no es unánime, habiendo un intento constante a lo largo de los años para mejorar la comprensión de este constructo (Sheffield, 2016). Una de las definiciones más referenciadas es la de Krutetskii (1976), que define talento matemático como una capacidad única que contempla diversas competencias matemáticas que promueven éxito en el desempeño de tareas matemáticas en la escuela y en otros contextos. Así, siguiendo a Krutetskii (1976), estos alumnos con “espíritu matemático”, como Krutetskii (1976) acuña, manifiestan la capacidad de generalización rápida y amplia de relaciones y operaciones matemáticas y flexibilidad de procesos mentales, y una elevada predisposición para analizar el mundo a partir de una visión matemática. Parish (2014, 2019) refuerza esta noción, afirmando que los alumnos talentosos en el campo de las matemáticas tienden a destacar por sus habilidades para analizar, comprender y adquirir conocimientos matemáticos. En este sentido, identifica a niños con talento matemático como aquellos que poseen habilidades naturales excepcionales en la lectura de conceptos matemáticos, desde la comprensión hasta los procesos de aprendizaje. Los alumnos matemáticamente talentosos presentan, desde edades tempranas, una elevada actividad y motivación hacia las tareas en este campo junto a rapidez de comprensión de conceptos y algoritmos, alta capacidad de abstracción y gran flexibilidad de pensamiento (Krutetskii, 1976; Reyes-Santander & Karg, 2009; Tourón & Tourón, 2006). Además de esto, estos alumnos muestran tener una capacidad de raciocinio analítico, deductivo e inductivo, y por eso abordan los problemas matemáticos con elevada flexibilidad de pensamiento, en vez de seguir secuencias rígidas o un determinado patrón de raciocinio (Rotigel & Fello, 2004). Los alumnos talentosos en las Matemáticas consiguen responder mejor en estos dominios de orientación, organización y en la propia reflexión de las tareas propuestas, siendo más meticulosos en dar solución a un problema, dedicando más tiempo a pensar y planear la solución correspondiente e identificar las respectivas suposiciones para su posterior resolución (Budak, 2012; Sriraman, 2003). Estos alumnos requieren de metodologías de enseñanza que promuevan aprendizajes con mayor profundidad en la materia, resolución de problemas más complejos y abiertos, en lugar de tareas que involucran aprendizajes por repetición y práctica (Rotigel & Fello, 2004).

Todo este marco teórico enmarca la presente investigación, cuya finalidad es comprender, analizar y comparar a dos grupos de escolares, alumnos con superdotación detectada y alumnos con desarrollo típico y buen rendimiento en Matemáticas, para conocer cómo se diferencian en el manejo de estrategias complejas de resolución de problemas, incluyendo representaciones y tipo raciocinio utilizados para la ejecución de los problemas presentados.

## **Método**

### *Participantes*

Para la realización del presente estudio han sido seleccionados alumnos portugueses del 2º y 3º ciclo de enseñanza básica, con edades comprendidas entre los 10 y los 15 años ( $M = 12.13$ ;  $DT = 1.51$ ). Estos participantes han sido divididos en dos grupos de acuerdo con la identificación o no de superdotación. El primer grupo ( $n = 42$ ) representa el grupo de alumnos con diagnóstico de altas capacidades (Grupo 1), está mayoritariamente formado por alumnos del sexo masculino (81%). El segundo grupo ( $n = 52$ ) está constituido por alumnos con desarrollo típico y buen rendimiento en Matemáticas (Grupo 2), formado mayormente por alumnos del sexo femenino (59.6%). Señalar que no hay diferencias en el rendimiento académico de los alumnos en los dos grupos (identificados y no identificados), siendo en ambos grupos elevado tomando como referencia las calificaciones en el área de Matemáticas a fecha de junio del pasado curso escolar.

### *Variables e Instrumentos*

En el proceso de evaluación del desempeño matemático, principal variable de la investigación, se han utilizado dos pruebas de evaluación, una para cada etapa escolar en las que los participantes están escolarizados. Con la finalidad de asegurar la validez de contenido de ambos instrumentos, se ha contado con la colaboración de cinco expertos en el campo de las Matemáticas de diversas etapas educativas de enseñanza con más de quince años de experiencia docente impartiendo enseñanza de esta área en centros escolares, profesionales diferentes a los autores de la presente investigación.

Como instrumentos, tenemos la *Prueba de Resolución de Problemas Matemáticos 1* (PRPM1) compuesta por 4 ítems y dirigida a alumnos de 2º ciclo de enseñanza básica; y la *Prueba de Resolución de Problemas Matemáticos 2* (PRPM2) formada por 4 ítems y dirigida a alumnos de 3º ciclo de enseñanza básica (en el anexo final aparecen las dos pruebas utilizadas en este estudio, versión original en portugués o anexo 1 y versión traducida al castellano o anexo 2). Cada ítem de los instrumentos ha sido evaluado con las siguientes categorías: Respuesta en blanco o incorrecto (0), parcialmente correcto (1), y totalmente correcto (2). Parcialmente correcto hace referencia a que el alumno no señala la solución correcta pero sí que se observa un abordaje y/o ejecución del problema próximo a lo requerido para lograr su solución. Al mismo tiempo, el tipo de tarea es diferente en los ítems de cada prueba: un ítem de producción, un ítem de comprensión, y dos ítems que combinan ambas. En el análisis cualitativo tomando en consideración las respuestas de los alumnos, se apreció su tipo de raciocinio (analítico, sintético o ninguno) y el tipo de representación tras tomar como punto de partida la propuesta de Cañellas y Rassetto (2013) señalada anteriormente (lenguaje natural, simbólica-numérica, pictórica, más de una representación y ningún tipo de representación utilizada). En la línea de las estrategias de resolución de problemas (Polya, 1986) han sido seleccionados las siguientes: resolución del problema a partir de una versión más simple, diseño de una figura o diagrama, diseño de una tabla, patrones y conjeturas, utilización de varias estrategias y ninguna.

### *Procedimiento*

Para la recogida de las características sociodemográficas de la muestra del alumnado del Grupo 1, se ha solicitado la colaboración de una asociación que promueve actividades de enriquecimiento semanales con alumnos superdotados. Esta asociación, en la identificación de la superdotación, utiliza pruebas psicopedagógicas según el *Modelo de los Tres Anillos* de

Renzulli (1986) o convergencia de tres factores: capacidad intelectual superior, elevada creatividad y motivación (Renzulli & Gaesser, 2015). Además de los instrumentos psicopedagógicos, bajo la consideración de una evaluación multidimensional, también se utilizan entrevistas semiestructuradas con los padres y la retroalimentación de los profesores mediante la cumplimentación de cuestionarios, donde debe evaluar la presencia de estas características de superdotación en el alumno en proceso de evaluación. Los alumnos del Grupo 2 provienen de una escuela privada y no están identificados con superdotación por la escuela y sus profesores. Se procuró agrupar a los alumnos de los dos grupos por etapa escolar. Se obtuvo consentimiento informado por escrito de los responsables institucionales, y el consentimiento de los niños y adolescentes para su participación en el estudio. La confidencialidad de la recogida de información ha sido garantizada y los datos se han codificado protegiendo la privacidad de los participantes. Después de haber recopilado la información sociodemográfica, los alumnos en grupos han tenido 45 minutos para la realización de su prueba matemática.

Los resultados cuantitativos han sido analizados estadísticamente con el software IBM/SPSS (versión 26.0). El análisis cualitativo ha sido realizado por parte de expertos e investigadores del presente estudio, todos ellos conocedores de los procesos de enseñanza y aprendizaje para las Matemáticas, considerando los formularios de las pruebas donde también los alumnos hacían sus cálculos y borradores en el proceso de resolución de las tareas.

## Resultados

Los resultados aparecen expresados en dos apartados en función de la prueba de capacidad matemática administrada, PRPM1 y PRPM2 (en los anexos son presentadas las dos pruebas en sus versiones portuguesa y española, anexos 1 y 2). En la Tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos para cada una de las cuatro tareas; en ambas pruebas de matemática se consideraron los dos grupos de alumnos (identificados y no identificados con superdotación/altas capacidades).

Tabla 1

*Estadísticos descriptivos por tarea de ambas pruebas de resolución de problemas en los dos grupos de alumnos*

Grupos	Tareas	PRPM1				PRPM2			
		Min	Max	M	DT	Min	Max	M	DT
Grupo 1: Alumnos superdotados	T1	0	2	1.58	.86	0	2	1.38	.87
	T2	0	2	1.11	.90	0	2	1.15	.59
	T3	0	2	.78	.81	0	2	1.05	.92
	T4	0	2	.89	1.02	0	1	.47	.51
	Total	0	8	4.33	2.30	0	7	3.95	1.36
Grupo 2: Alumnos no superdotados	T1	0	2	1.44	.89	0	2	1.25	.95
	T2	0	2	.50	.83	0	2	.65	.63
	T3	0	2	.25	.64	0	2	.52	.79
	T4	0	2	1.05	1.00	0	1	.78	.43
	Total	0	8	3.25	2.38	0	7	2.69	1.86

Fuente: Elaboración propia (2020)

Como puede observarse, han aparecido tareas con distintos índices de dificultad tras analizar las puntuaciones medias de los alumnos para cada ítem. En la prueba PRPM1 la tarea 3 se

presenta como la más difícil para los alumnos al obtener puntuaciones medias de .78 y .25 para ambos grupos, y la tarea 1 como la más fácil, puntuaciones medias de 1.58 y 1.44. En la prueba PRPM2 la tarea 4 aparece como la más difícil para los alumnos superdotados, media .47, y la tarea 3 para los no superdotados, media de .52, y la tarea 1 como la fácil para ambos grupos, medias de 1.38 y 1.25 respectivamente. Comparando los dos grupos de alumnos, observamos, tanto en la prueba PRPM1 como en la PRPM2, que los alumnos del Grupo 1 presentan medias más elevadas en las tareas 2 y 3, mientras que el Grupo 2 obtiene mejores resultados en la tarea 4. En la tarea 1 de las dos pruebas los dos grupos de alumnos se aproximan bastante en sus medias. Considerando la suma de puntuaciones de las cuatro tareas en las dos pruebas, se verifica que el Grupo 1 obtiene puntuaciones superiores a los del Grupo 2.

Analizando las discrepancias en las medias de los dos grupos de alumnos (*t-test* para muestras independientes), se señalan diferencias estadísticamente significativas en prueba PRPM1 a favor del Grupo 1 en la tarea 2 ( $t(1,37) = 2.182, p < .05$ ) y en la tarea 3 ( $t(1,37) = 2.244, p < .05$ ). En las tareas restantes y para el sumatorio global no se verifican diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de alumnos. A su vez, en la prueba PRPM2, se verifican diferencias estadísticamente significativas a favor del Grupo 1 en la tarea 1 ( $t(1,53) = 2.730, p < .09$ ), en la tarea 3 ( $t(1,53) = 2.193, p < .05$ ) y en la puntuación global ( $t(1,53) = 2.682, p < .01$ ). Por último, en la tarea 4 se observa una diferencia casi estadísticamente significativa a favor del Grupo 2 ( $t(1,53) = -1.952, p = .06$ ).

Tras analizar cualitativamente la resolución de los alumnos, se separa el análisis para cada una de las pruebas utilizadas (PRPM1 y PRPM2). En relación a la prueba PRPM1 se verifica que el raciocinio analítico ha sido el más utilizado por los dos grupos de alumnos en los cuatro ítems del instrumento, lo que significa que la mayor parte de los alumnos ha evidenciado esta forma de raciocinio (Tabla 2).

Tabla 2  
Frecuencias según el tipo de raciocinio en la PRPM1

	Analítico		Sintético		Ninguno	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
IT1	19	20	0	0	0	0
IT2	17	19	2	1	0	0
IT3	18	12	1	3	0	5
IT4	14	10	3	4	2	6

Fuente: Elaboración propia (2020)

En las respuestas a la tarea 3 “Realiza las operaciones básicas que consideres necesarias y utiliza los siguientes números (3, 50, 7, 8, 30 y 1) una sola vez, de manera que el resultado sea 348”, se encontró una mayor proporción de alumnos del Grupo 1 que utilizó un raciocinio analítico, lo que podría explicar el mejor desempeño de este grupo. Asimismo, los alumnos del Grupo 1 presentan una resolución más desarrollada que los alumnos del Grupo 2, que tienden a realizar una propuesta de resolución más breve. En Figura 1 se ilustra como un alumno del Grupo 1 utiliza un esquema más organizado y de orden superior de complejidad que el señalado por el alumno del Grupo 2.

Figura 1A Grupo 1: Raciocinio analítico



Por último, de acuerdo al tipo de estrategias de resolución de problemas utilizadas, no han aparecido diferencias relevantes en función de los dos grupos de alumnos (Tabla 4).

Tabla 4  
Frecuencias según el tipo de estrategias utilizadas en la PRPM1

	1		2		3		4		5		6	
	G1	G2										
IT1	6	9	1	0	0	0	4	7	8	4	0	0
IT2	0	1	2	5	1	0	11	11	5	3	0	0
IT3	2	1	0	0	0	0	15	12	2	3	0	4
IT4	3	0	4	5	0	1	7	4	4	4	1	6

Leyenda: Resolución del problema a partir de una versión más simple (1), Diseña una figura o diagrama (2), Diseña una tabla (3), Patrones y conjeturas (4), Utilización de varias estrategias (5) y Ninguna (6)

Fuente: Elaboración propia (2020)

Asimismo, podemos resaltar que en la tarea 1 se encontraron 8 escolares del Grupo 1 que han utilizado varias estrategias de las señaladas anteriormente frente a solo 4 alumnos del Grupo 2, en ambos casos utilización de las estrategias de forma arbitraria; en tarea 4, 3 alumnos del Grupo 1 han buscado una versión más simple del problema tras simplificar el contenido del mismo para su resolución, frente a ninguno del Grupo 2; 7 alumnos del Grupo 1 han manejado la estrategia de patrones y conjeturas y solo 4 del Grupo 2; y en contraposición, 6 alumnos del Grupo 2 y solo 1 del Grupo 1 no han utilizado ningún tipo de estrategia, mayormente el ejercicio ha aparecido en blanco o bien incorrecto y la estrategia utilizada no puede incluirse en ninguno de los tipos de estrategias considerados.

Analizando ahora los resultados para la PRPM2, se ha observado diferencia en la tarea 4 (tarea de comprensión), habiendo más alumnos del Grupo 1 con puntuación de 0 o tarea incorrecta, en cuanto en la tarea 2 ha habido más respuestas incorrectas en el Grupo 2 (Tabla 5).

Tabla 5  
Frecuencias según la valoración de los ítems en la PCM2

	C1				C2			
	0	1	2	3	0	1	2	3
IT1	5	3	13	2	11	2	19	0
IT2	2	13	5	3	11	13	2	6
IT3	8	4	9	2	19	5	5	3
IT4	10	9	0	4	4	14	0	14

Leyenda: Incorrecto (0), Parcialmente correcto (1), Correcto (2) y Respuesta en blanco (3)  
(Fuente: Elaboración propia (2020))

De acuerdo al raciocinio utilizado, ha aparecido para cada grupo de alumnos lo siguiente:

Tabla 6  
Frecuencias según el tipo de raciocinio en la PCM2

	Analítico		Sintético		Ninguno	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
IT1	21	26	2	6	0	0
IT2	23	31	0	1	0	0
IT3	22	30	1	2	0	0
IT4	20	30	3	2	0	0

Fuente: Elaboración propia (2020)

Analizando cualitativamente la producción de los alumnos, se ha contemplado el equilibrio en tipos de raciocinio, analítico y sintético, entre el alumnado de ambos grupos, y en todas las tareas se ha verificado que todos los alumnos intentan desarrollar su raciocinio en detrimento de presentar respuestas intuitivas sin ninguna fundamentación. A su vez, al igual que ha ocurrido con la PRPM1, en la PRPM2 la representación simbólica-numérica ha sido la más utilizada por los dos grupos de alumnos y para las cuatro tareas de la prueba (Tabla 7).

Tabla 7  
Frecuencias según el tipo de representación en la PCM2

	1		2		3		Varias		Ninguna	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
IT1	0	1	21	26	0	2	2	3	0	0
IT2	12	12	6	7	0	2	4	5	1	6
IT3	1	1	22	26	0	0	0	1	0	4
IT4	1	1	20	12	0	0	0	4	2	15

Leyenda: Lenguaje natural (1), Simbólico (2), Pictórico (3), Varias (4) y Ninguna (5)  
(Fuente: Elaboración propia (2020))

En el ítem 4 han aparecido diferencias debidas a la mayor proporción de alumnos del Grupo 1 que ha hecho uso de la representación simbólica-numérica, 20 frente a 12 en el Grupo 2. Además, en esta tarea ha habido un número elevado de respuestas en blanco (15 alumnos del Grupo 2 y 2 alumnos del Grupo 1), se trata de un problema que discrimina entre los dos grupos de alumnos. Como ejemplo de representación utilizada por los alumnos (Figura 3), se puede ver la resolución de un alumno del Grupo 1, predominantemente simbólica-numérica, y la resolución de un alumno del Grupo 2, que recurre a diferentes representaciones, ambas consideradas parcialmente correctas. Este desempeño del Grupo 2 es de una alumna con un rendimiento elevado tras tener muy buenas calificaciones en el área de Matemáticas.

Figura 3A Grupo 1

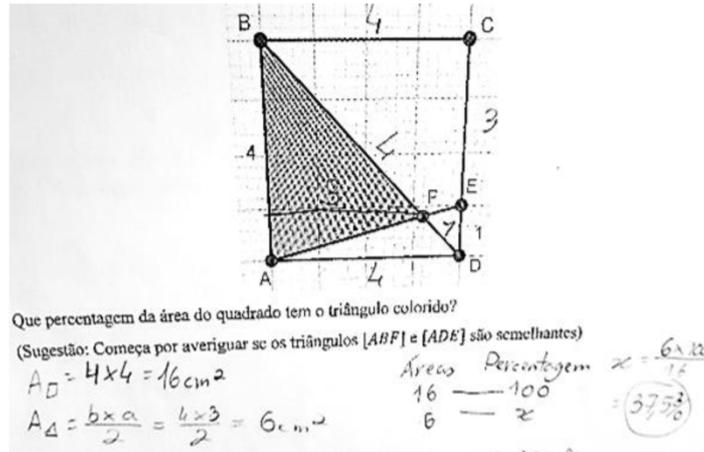
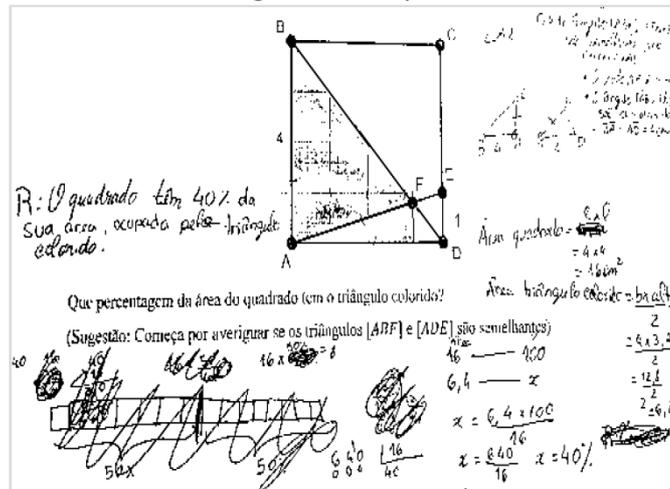


Figura 3B Grupo 2



Figuras 3. Ejemplos de representaciones usadas por un alumno del Grupo 1 y por una alumna de Grupo 2

Fuente: Elaboración propia (2020)

La última de las variables analizadas para la PRPM2 ha sido el tipo de estrategias de resolución de problemas utilizadas (Tabla 8).

Tabla 8

Frecuencias según el tipo de estrategias utilizadas en la PCM2

	1		2		3		4		5		6	
	C1	C2										
IT1	3	0	0	2	0	0	17	25	3	5	0	0
IT2	0	7	0	0	5	2	13	12	4	5	1	6
IT3	0	0	0	0	0	0	23	27	0	1	0	4
IT4	1	0	0	0	0	0	20	16	0	1	2	15

Leyenda: Resolución del problema a partir de una versión más simple (1), Diseña una figura o diagrama (2), Diseña una tabla (3), Patrones y conjeturas (4), Utilización de varias estrategias (5) y Ninguna (6)

(Fuente: Elaboración propia (2020))

En las tareas 2 y 4 se verifica una diferencia entre los dos grupos. En la tarea 2 un mayor número de alumnos del Grupo 2 elabora una versión más simple del problema para proceder a su solución (7 alumnos por ninguno del Grupo 1), por ejemplo. En la Figura 4 se presenta la resolución a partir de una versión más simple en alumno del Grupo 2.

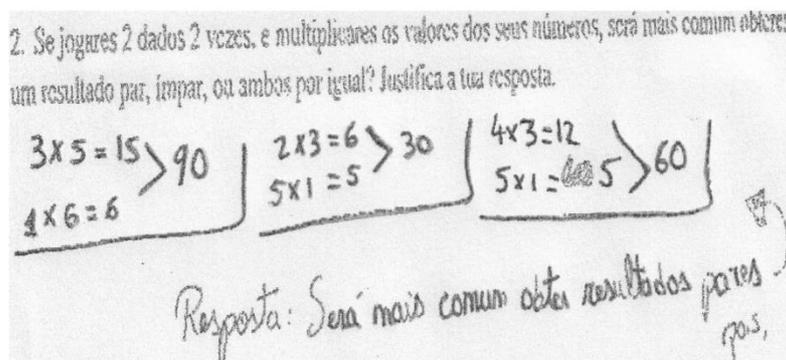


Figura 4. Resolución de la tarea 2 a partir de una versión más simple por un alumno del Grupo 2  
Fuente: Elaboración propia (2020)

En relación a la tarea 4, han aparecido diferencias derivadas de la estrategia de patrones y conjeturas (20 alumnos del Grupo 1 y 16 alumnos del Grupo 2), como se ejemplifica en las respuestas dadas por un alumno del Grupo 1 y otro del Grupo 2 (Figura 5). En esta tarea, un mayor número de alumnos del Grupo 2 no presenta cualquier tipo de estrategia (15 alumnos del Grupo 2 contra 2 alumnos del Grupo 1), es decir, el ejercicio ha aparecido en blanco o bien incorrecto y la estrategia utilizada no puede incluirse en ninguno de los tipos de estrategias considerados.

Figura 5A Grupo 1

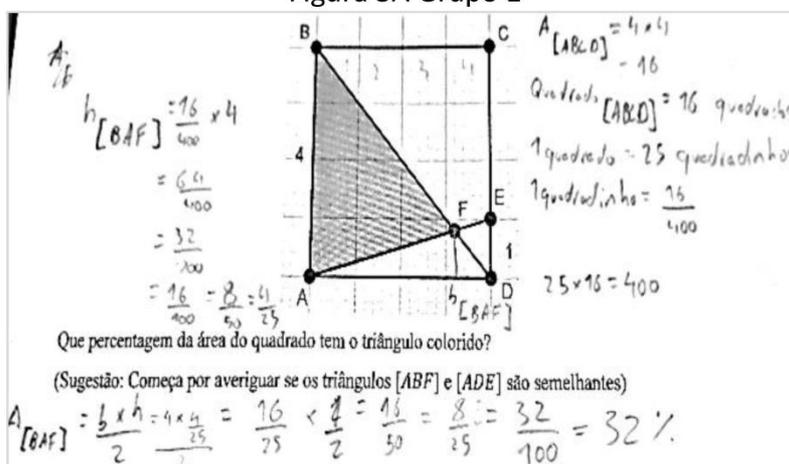


Figura 5B Grupo 2

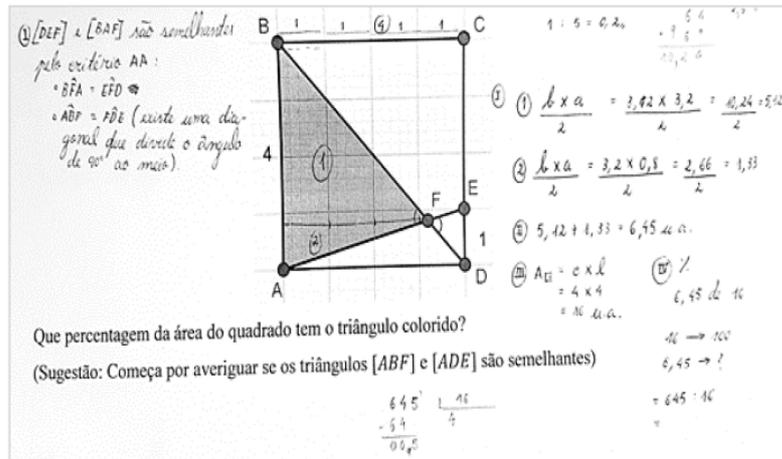


Figura 5. Estrategia de patrones y conjeturas usada por alumnos del Grupo 1 y Grupo 2  
 Fuente: Elaboración propia (2020)

### Discusión

Los alumnos y alumnas con altas capacidades intelectuales se diferencian de sus compañeros por una serie de características que les hacen singulares, caso de capacidad cognitiva y adquisición de aprendizajes (Almeida et al., 2016; Tourón, 2019). El estudio de esta singularidad, en este caso para la matemática, ha sido el objetivo de la presente investigación. Se ha buscado analizar la existencia de diferencias entre dos grupos de escolares, identificados o no con altas capacidades intelectuales, en pruebas de resolución de problemas de acuerdo a su edad y teniendo presente el abordaje del problema en cuanto a raciocinio, tipo de representación y estrategia utilizadas.

Con los ítems seleccionados para cada una de las pruebas, gracias a la colaboración de cinco expertos en la materia, se ha buscado una utilidad práctica y diagnóstica con vistas a conocer características distintivas de los escolares con mayores potencialidades, en este caso para la resolución de problemas. Los resultados sugieren que los alumnos con características de superdotación utilizan procedimientos de resolución de problemas diferentes, y más avanzados, a los alumnos de buen rendimiento de acuerdo a los elementos evaluados en cada uno de los problemas utilizados. Además, tras el análisis de las tareas, producciones como las señaladas en el apartado anterior, se han observado otras características como una mayor flexibilidad y organización en sus algoritmos, desarrollo de razonamientos matemáticos originales, utilización de formas de expresión más elaboradas, estructuración avanzada en los cálculos, generalización y transferencia de estrategias ya aprendidas, clarificación en la ejecución de procedimientos a pesar de su complejidad o facilidad en el manejo de distintos sistemas de representación, características distintivas de los escolares con mayor potencialidad para las Matemáticas (Greenes, 1981, 1997).

Las dos pruebas aplicadas han contado con problemas con distintos niveles de dificultad. En la prueba para alumnos de 2º de enseñanza básica, la puntuación total alcanzada ha sido superior en aquellos escolares detectados con alta capacidad, 4.33 ( $DT = 2.30$ ) frente a 3.25 ( $DT = 2.38$ ), observándose diferencias estadísticamente significativas en el ítem 3 o tarea de producción,  $p < .05$ . También indicar que en el ítem 4 los no detectados con capacidad superior obtienen una puntuación media superior, 1.05 ( $DT = 1.00$ ) y .89 ( $DT = 1.02$ ), respectivamente. El principal tipo de raciocinio utilizado por los escolares ha sido el analítico, aunque en el caso de los de capacidad superior sus resoluciones han sido más avanzadas. Estos datos corroboran con otras investigaciones que denotan estrategias más sofisticadas aplicadas por los escolares

superdotados, comparativamente a su grupo de pares no identificados con alta capacidad (Geary & Brown, 1991). El tipo de representación más utilizada por ambos grupos de escolares ha sido la simbólica-numérica, siendo de mayor complejidad las realizadas por los escolares más capaces. En cuanto al tipo de estrategias utilizadas, los escolares de uno y otro centro las han utilizado indistintamente, no apareciendo diferenciación entre ellos.

En la otra prueba de resolución de problemas, alumnado de 3º ciclo de enseñanza básica, la puntuación total alcanzada ha sido más elevada para el alumnado detectado con superdotación, 3.95 ( $DT = 1.36$ ) frente a 2.69 ( $DT = 1.86$ ), mostrando significación estadística en el ítem 4 o tarea de comprensión,  $p < .05$ , reactivo en el que los escolares no identificados obtienen una puntuación media superior, .78 ( $DT = .43$ ) y .47 ( $DT = .51$ ) respectivamente. Ya en el estudio de Kurnaz (2018) se verifica un desempeño superior en tareas matemáticas de aquellos alumnos con altas capacidades, que destacan en los raciocinios presentados y en la resolución de problemas. Pero, de acuerdo al tipo de raciocinio, en nuestra investigación, no han aparecido diferencias entre los dos grupos. En relación al tipo de representación, la de tipo simbólica-numérica ha sido la más utilizada por ambos grupos de escolares, siendo más completas las de aquellos escolares más capaces. En el análisis de las estrategias manejadas, en el ítem 2 los alumnos no diagnosticados con superdotación han utilizado mayormente la estrategia de elaborar una versión más simple del problema y de este grupo ha aparecido un número más elevado de alumnos que no han utilizado ninguna estrategia. Las diferencias para el ítem 4 se han debido al uso mayoritario por parte de los escolares con altas capacidades de la estrategia de patrones y conjeturas y, además, ha aparecido un número elevado de alumnos no identificados que no han manejado ninguna estrategia para este ítem.

### **Conclusiones**

La presente investigación ha permitido la observación de diferencias en la resolución de problemas entre escolares identificados o no con superdotación. Las producciones y estrategias utilizadas por los primeros han sido más avanzadas. Otras investigaciones han tomado el rendimiento académico para las Matemáticas como criterio para la diferenciación entre escolares en la resolución de problemas, mostrando diferencias entre el alumnado en los subprocesos utilizados en la planificación y en el uso de estrategias de representación de la información, siendo éstas más evidentes conforme la dificultad de las tareas aumentaba (García et al., 2016).

El alumnado con mayores potencialidades, sea atendiendo a criterio de capacidad superior o rendimiento excelente para el área de Matemáticas, muestran formas de ejecución diferenciadas y más sofisticadas que el resto de escolares en la resolución de problemas. En esta investigación se ha observado el manejo, de forma preferente por parte de ambos grupos de alumnos, del raciocinio de tipo analítico, la resolución de problemas mediante representaciones simbólicas y la utilización de la estrategia de patrones y conjeturas para el abordaje del problema. Esto habrá que ser tenido en cuenta en sus procesos de enseñanza y aprendizaje para el área de Matemáticas.

La alfabetización matemática exige conocer el capital humano existente en las aulas, más si cabe en un mundo tan centrado en la tecnología como es el actual, en el que las situaciones cotidianas cambian de forma vertiginosa y ello demanda procesos de innovación constantes. La construcción de estrategias de resolución de problemas personalizadas es una demanda y necesidad inexorable. Todo ello exige una actitud activa y participativa por parte de los alumnos, con actividades que supongan desafíos con amplia aplicabilidad a los entornos naturales de los sujetos. La diferenciación entre alumnos y la individualización de los procesos

de enseñanza y aprendizaje, a través del desarrollo de actividades con distintos niveles de dificultad como las utilizadas en esta investigación, suponen un reto para los sistemas educativos.

En esta labor de comprender la individualidad de cada alumno para el aprendizaje matemático, en futuras investigaciones tomaremos en consideración distintas variables que pueden tener incidencia como son el nivel de atención o el ritmo de ejecución en el abordaje de las tareas (Cueli, Areces, García, Alves, & González-Castro, 2020), valorando la posibilidad de influencia de déficits en la velocidad de procesamiento para las Matemáticas (Cirino, Fuchs, Elias, Power, & Schumacher, 2015), aspectos todos ellos fundamentales en la resolución de un problema. Para ello, será necesario la ampliación de la muestra de participantes con vistas a garantizar suficiencia y representatividad de los resultados alcanzados.

Por último, hemos de señalar la importancia del profesorado en los procesos de educación matemática. El docente deberá indagar e investigar con su grupo de escolares para conocer cómo procesan y resuelven los problemas en esta disciplina. Involucrar al alumnado en este autoconocimiento ejecutivo mejora el aprendizaje de las Matemáticas (Boaler, 2016; Hattie, Fisher, & Frey, 2017).

## Referencias

- Almeida, L. S., Araújo, A. M., Sainz-Gómez, M., & Prieto, M. D. (2016). Challenges in the identification of giftedness: Issues related to psychological assessment. *Anales de Psicología*, 32(3), 621-627. Recuperado de <https://cutt.ly/yttggNa>
- 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. doi: 10.30552/ejep.v1i3.13.
- Al-Hroub A., & El Houry S. (2018) Definitions and Conceptions of Giftedness Around the World. In: *Gifted Education in Lebanese Schools*. SpringerBriefs in Psychology. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-78592-9\_2
- Arroyo, M. J., Korzeniowski, C. G., & Espósito, A. V. (2014). Habilidades de planificación y organización, relación con la resolución de problemas matemáticos en escolares argentinos. *Eureka*, 11(1), 52-64. Recuperado de <https://cutt.ly/7yk5rrH>
- Bahar, A., & Maker, C. J. (2015). Cognitive Backgrounds of Problem Solving: A Comparison of Open-ended vs. Closed Mathematics Problems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1531-1546. doi: 10.12973/eurasia.2015.1410a
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Budak, I. (2012). Mathematical profiles and problem solving abilities of mathematically promising students. *Educational Research and Reviews*, 7(16), 344-350. doi: 10.5897/ERR12.009
- Cañellas, A. M., & Rassetto, M. J. (2013). Representaciones infantiles sobre las notaciones numéricas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1(33), 87-101. doi: 10.17227/01213814.33ted87.101
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szücs, D. (2016). The Chicken or the Egg? The Direction of the Relationship Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance. *Frontiers in Psychology*, 6(1987). doi: 10.3389/fpsyg.2015.01987
- Cázares, M. J., Páez, D. A., & Pérez, M. G. (2020). Discusión teórica sobre las prácticas docentes como mediadoras para potencializar estrategias metacognitivas en la solución de tareas matemáticas. *Educación Matemática*, 32(1), 221-240. doi: 0.24844/EM3201.10

- Cirino, P. T., Fuchs, L. S., Elias, J. T., Powell, S. R., & Schumacher, R. F. (2015). Cognitive and mathematical profiles for different forms of learning difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 48*(2), 156-175. doi: 10.1177/0022219413494239
- Cueli, M., Areces, D., García, T., Alves, R. A., & González-Castro, P. (2020). Attention, inhibitory control and early mathematical skills in preschool students. *Psicothema, 32*(2), 237-244. doi: 10.7334/psicothema2019.225
- Cueli, M., García, T., & González-Castro, P. (2013). Autorregulación y rendimiento académico en Matemáticas. *Aula Abierta, 41*(1), 39-48. Recuperado de <https://cutt.ly/Vr3tzlv>
- De La Rosa, J. M. (2007). *Didáctica para la resolución de problemas*. Sevilla: Junta de Andalucía.
- Desco, M., Navas-Sánchez, F. J., Sánchez-González, J., Reig, S., Robles, O., Franco, C., ... Arango, C. (2011). Mathematically gifted adolescents use more extensive and more bilateral areas of the fronto-parietal network than controls during executive functioning and fluid reasoning tasks. *NeuroImage, 57*(1), 281-292. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.03.063.
- Dowker, A., Sarkar, A., & Yen Looi, C. (2016). Mathematics Anxiety: ¿What Have We Learned in 60 Years?". *Frontiers in Psychology, 7*(508). doi: 10.3389/fpsyg.2016.00508
- Duval, R. (1999). *Semiosis y Pensamiento Humano, registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali: Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, Grupo de Educación Matemática.
- Echenique, I. (2006). *Matemáticas: Resolución de problemas*. Pamplona: Gobierno de Navarra.
- Farfán, R. M., & Simón, G. (2017). Género y Matemáticas: una investigación con niñas y niños talento. *Acta Scientiae, 19*(3), 427- 446. Recuperado de <https://cutt.ly/gyy3q5Y>
- Ferreira, A. S., Flores, I., & Casas-Novas, T. (2017). *Introdução ao estudo, Porque melhoraram os resultados PISA em Portugal?: estudo longitudinal e comparado (2000-2015)*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Figueiredo, M., & Guimarães, H. M. (2019). A relevância dos fatores motivacionais nos estilos de aprendizagem da Matemática no início do ensino secundário. *Quadrante, XXVIII*(1), 79-99.
- Gagné, F. (2018). Desenvolvendo Talento Académico: MDDT – princípios de base e melhores práticas. In L. S. Almeida & A. Rocha (Eds.), *Sobredotação: Uma responsabilidade coletiva* (pp.197- 226). Braga: CERPSI.
- García, T., Betts, L., González-Castro, P., González-Pienda, J. A., & Rodríguez, C. (2016). On-line assessment of the process involved in maths problem-solving in fifth and sixth grade students self-regulation and achievement. RELIME. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 19*(2), 165-186. doi: 10.12802/relime.13.1922
- García, T., Cueli, M., Rodríguez, C., Kravec, J., & González-Castro, P. (2015). Conocimiento y habilidades metacognitivas en alumnos con un enfoque profundo de aprendizaje. Evidencias en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de Psicodidáctica, 20*(2), 209-226. doi: 10.1387/RevPsicodidact.13060
- García-Perales, R., & Almeida, L. S. (2019). Programa de enriquecimiento para alumnado con alta capacidad: Efectos positivos para el currículum. *Comunicar, 60*, 39-48, 2019. doi: 10.3916/C60-2019-04
- Geary, D. C., & Brown, S. C. (1991). Cognitive addition: strategy choice and speed-of-processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology, 27*(3), 398-406. doi: 10.1037/0012-1649.27.3.398
- Gilat, T., & Amit, M. (2013). Exploring young students creativity: the effect of model eliciting activities. *PNA, 8*(2), 51-59. Recuperado de <https://cutt.ly/tttLLZa>

- Goldin, G., & Janvier, C. (1998). Representation and the psychology of mathematics education. *Journal of Mathematics Behaviour*, 17(1), 1-4.
- Greenes, C. (1981). Identifying the Gifted Student in Mathematics. *Arithmetic Teacher*, 6, 14-17. Recuperado de <https://cutt.ly/nyenjOa>
- Greenes, C. (1997). Honing the abilities of the mathematically promising. *Mathematics Teacher*, 90(7), 582-586. <https://cutt.ly/3yenPTF>
- Gutiérrez, A., & Jaime, A. (2013). Exploración de los estilos de razonamiento de alumnos con altas capacidades matemáticas. In A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa, & N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 319-326). Bilbao: SEIEM.
- Güven, B., & Cabakcor, B. O. (2013). Factors influencing mathematical problem-solving achievement of seventh grade Turkish students. *Learning and Individual Differences*, 23, 131-137. doi: 10.1016/j.lindif.2012.10.003
- Hattie, J., Fisher, D., & Frey, N. (2017). *Visible learning for mathematics: What works best to optimize student learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Jaime, A., & Gutiérrez, A. (2017). Investigación sobre alumnos con alta capacidad matemática. In J. M. Muñoz-Escolano, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M. L. Callejo, & J. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 71-89). Zaragoza: SEIEM.
- Jiménez, L. & Verschaffel, L. (2014). Development of children's solutions of non-standard arithmetic word problem solving. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), 93-123. doi: 10.1387/revpsicodidact.7865
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 82-88. doi: 10.1016/j.lindif.2009.07.004
- Klieme, E. (2004). Assessment of cross-curricular problem-solving competencies. In J. H. Moskowitz, & M. Stephens (Eds.), *Comparing learning outcomes. International assessments and education policy* (pp. 81-107). London: Routledge Falmer.
- Koçak, Z. F., Bozan, R., & Isik, O. (2009). The importance of group work in mathematics. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 2363-2365. doi: 10.1016/j.sbspro.2009.01.414
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kurnaz, A. (2018). Examining effects of mathematical problem-solving, mathematical reasoning and spatial abilities on gifted students' mathematics achievement. *World Scientific Research*, 5(1), 37-43. doi: 10.20448/journal.510.2018.51.37.43
- Macià, M., & Garreta, J. (2018). Accesibilidad y alfabetización digital: barreras para la integración de las TIC en la comunicación familia/escuela. *Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 239-257. doi: 10.6018/rie.36.1.290111
- Mato, M. D., Espiñeira, E., & Chao, R. (2014). Dimensión afectiva hacia la matemática: resultados de un análisis en educación primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 32(1), 57-72. doi: 10.6018/rie.32.1.164921
- McClain, M., & Pfeiffer, S. (2012). Identification of Gifted Students in the United States Today: A Look at State Definitions, Policies, and Practices. *Journal of Applied School Psychology*, 28, 59-88. doi: 10.1080/15377903.2012.643757
- Ministério de Educação e Ciência (2018). Aprendizagens essenciais - articulação com o perfil dos alunos. Recuperado de <https://cutt.ly/Rgd3WYq>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2019). *PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español*. Recuperado de <https://cutt.ly/zr3uTgk>

- Morosanova, V. I., Fomina, T. G., & Bondarenko, I. N. (2015). Academic achievement: intelligence, regulatory, and cognitive predictors. *Psychology in Russia: State of the Art*, 8(3), 136-156. doi: 10.11621/pir.2015.0311
- Musser, G. L., & Shaughnessy, J. M. (1980). Problem solving strategies in school mathematics. In S. Krulik (Ed.), *Problem Solving in School Mathematics* (pp.136- 145). Virginia: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2007). *Princípios e Normas para a Matemática Escolar*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Official Norwegian Report (NOU).(2016). *More to gain, better learning for students with higher learning potential*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: PISA, OECD Publishing. doi: 10.1787/b25efab8-en
- Parish, L. (2014). Defining mathematical giftedness. In J. Anderson, M. Cavanagh, & A. Prescott (Eds.). *Curriculum in focus: Research guided practice(Proceedings of the 37th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, (pp. 509-516). Sydney: MERGA.
- Parish, L. (2019). *Changing self-limiting mindsets of young mathematically gifted students to assist talent development (Unpublished doctoral thesis)*. Australian Catholic University, Ballarat, Australia.
- Pereira, M., Seabra-Santos, M. J., & Simões, M. R. (2003). Estudos com a WISC-III numa amostra de crianças sobredotadas. *Sobredotação*, 4(2), 69-90.
- Pfeiffer, S. I. (2009). The Gifted: Clinical challenges for child psychiatry. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 48(8), 787-790. doi: 10.1097/CHI.0b013e3181aa039d
- Polya, G. (1949). *Matemática y razonamiento plausible*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Polya, G. (1986). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Renzulli, J. S. (1986). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg, & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 332-357). New York: Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S. (2018). A conceção de sobredotação dos três anéis: um modelo de desenvolvimento para promover a produtividade criativa. In L. S. Almeida, & A. Rocha (Eds.), *Sobredotação: Uma Responsabilidade Coletiva* (pp. 23-78). Porto: CERPSI.
- Renzulli, J. S., & Gaesser, A. (2015). A multi criteria system for the identification of high achieving and creative/productive giftedness. *Revista de Educación*, 368, 96-117. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2015-368-290
- Renzulli, J. S. (2018). A Conceção de Sobredotação dos Três Anéis: Um Modelo de Desenvolvimento para Promover a Produtividade Criativa. In L. S. Almeida, & A. Rocha (Eds.), *Sobredotação: Uma Resposta Coletiva* (pp. 23-78). Braga: CERPSI.
- Reyes-Santander, P., & Karg, A. (2009). Una aproximación al trabajo con niños especialmente dotados en Matemáticas. En M.J. González, M.T. González, & J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 403-414). Santander: SEIEM.
- Rocha, A., Almeida, A. I. S., Palhares, C., Oliveira, E. P., Fonseca, H., Almeida, L. S., ... Bahia, S. (2017). *Guia para professores e educadores nas altas capacidades e sobredotação: compreender, identificar, atuar*. Braga: Associação Nacional para o Estudo e Intervenção na Sobredotação (ANEIS).

- Rodríguez, D., & Guzmán, R. (2018). Relación entre perfil motivacional y rendimiento académico en Educación Secundaria Obligatoria. *Estudios sobre Educación*, 34, 199-217. doi: 10.15581/004.34.199-217.
- Rodríguez-Mantilla, J. M., Fernández-Díaz, M. J., & Jover, G. (2018). PISA 2015: Predictores del rendimiento en Ciencias en España. *Revista de Educación*, 38, 75-102. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2017-380-373
- Rotigel, J. V., & Fello, S. (2004). Mathematically gifted students: How can we meet their needs. *Gifted Child Today*, 27(4), 46-51.
- Sak, U. (2020). Giftedness in Adolescence. *The Encyclopedia of Child and Adolescent Development*, 1, 1-11. doi: 10.1002/9781119171492.wecad380
- Schillinger, F. L., Vogel, S. E., Diedrich, J., & Grabner, R. H. (2018). Math anxiety, intelligence, and performance in mathematics: Insights from the german adaptation of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS-G). *Learning and Individual Differences*, 61, 109-119. doi: 10.1016/j.lindif.2017.11.014
- Sheffield, L. J. (2016). Dangerous myths about “gifted” mathematics students. *ZDM Mathematics Education*, 49(1), 13-23. doi: 10.1007/s11858-016-0814-8
- Sriraman, B. (2003). Mathematical giftedness, problem solving, and the ability to formulate generalizations: the problem-solving experiences of four gifted students. *The Journal of Secondary Gifted Education*, XIV(3), 151-165. doi: 10.4219/jsge-2003-425
- Sternberg, R. J. (2005). Successful intelligence: A model for testing intelligence beyond IQ tests. *European Journal of Education and Psychology*, 8, 76-84. doi: 10.1016/j.ejeps.2015.09.004
- Tejera, J. P., Broges del Rosal, A., & Naveiras, E. R. (2017). Conocimientos y mitos sobre altas capacidades. *Talíncrea*, 4(1), 40-51.
- Tourón, J., Lizasoáin, L., Castro, M., & Navarro, E. (2012). Alumnos de alto, medio y bajo rendimiento en Matemáticas en TIMSS. Estudio del impacto de algunos factores de contexto. En Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ed.), *PIRLS-TIMSS 2011: Informe Español. Análisis secundario 2* (pp. 187-215). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Tourón, J., & Tourón, M. (2006, noviembre). *La identificación del talento verbal y matemático de los jóvenes más capaces: el modelo de CTY España*. I Simposio Internacional sobre Altas Capacidades, Consejería de Educación, Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Tourón, J. (2019). Las altas capacidades en el sistema educativo español: reflexiones sobre el concepto y la identificación. *Revista De Investigación Educativa*, 38(1), 15-32. doi: 10.6018/rie.396781
- UNESCO (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM)*. Francia: UNESCO. Recuperado de <https://cutt.ly/xttf2Fx>
- Viseu, F., Fernandes, J. A., & Gomes, A. (2015). A resolução de problemas no ensino e na aprendizagem da matemática. In F. Viseu, & A. Gomes (Coords.), *Resolução de problemas de Geometria* (pp. 3-17). Raleigh, NC: Lulu.

## **CONCLUSÃO**

Nesta conclusão da tese tomaremos três apartados. Em primeiro lugar faremos alusão aos principais resultados e às conclusões da nossa investigação. Para uma melhor sistematização deste ponto recorreremos aos três artigos científicos que formam o corpo desta tese. Num segundo ponto, esta conclusão passará em revista algumas limitações da investigação realizada, decorrendo desse reconhecimento a sugestão de algumas pistas para futuros estudos. Por último, com base nas conclusões, enunciamos algumas implicações práticas da tese, pensando na identificação, na educação e na aprendizagem dos alunos com características de sobredotação.

Para melhor enquadramento, importa referir que os estudos realizados tiveram como principais objetivos: i) analisar o papel da inteligência na compreensão e identificação da sobredotação; ii) avaliar as diferenças do raciocínio matemático entre alunos sobredotados e alunos com elevado rendimento académico a matemática; e iii) avaliar as diferenças na performance das funções executivas entre alunos sobredotados e alunos regulares.

Acresce que, não tendo havido na tese um espaço exclusivo para a discussão dos resultados da nossa investigação, embora a mesma apareça distribuída de forma parcelar por cada um dos artigos publicados, consideramos conveniente incluir nesta conclusão uma breve síntese dos dados obtidos e sua discussão à luz da bibliografia na área.

## **PRINCIPAIS RESULTADOS E CONCLUSÕES**

O primeiro artigo da tese questiona se na definição da sobredotação, e na identificação dos alunos (ou pessoas) com estas características, a inteligência é dimensão suficiente ou apenas uma das dimensões necessárias. Estando a inteligência muito presente nos estudos sobre o sucesso escolar e as altas capacidades (e.g., Ayoub & Aljughaiman, 2016; Barbier et al. 2019; Muammar, 2015), entendida como variável determinante, este artigo centrou-se numa sistematização da bibliografia sobre o constructo da inteligência para responder à questão central deste artigo.

Numa perspetiva histórica, são diversas as teorias explicativas do fenómeno da inteligência, cada uma com um olhar diferente do seu desenvolvimento e descrição, contribuindo para a existência de múltiplas formas de analisar a sua manifestação, nomeadamente no contexto escolar. Sobretudo existem teorias apontando dimensões funcionais gerais e outras apontada a diversidade de aptidões ou, inclusive, de inteligências, possibilitando neste caso a obtenção de perfis de inteligência

diferenciados entre as pessoas. Como esta última leitura é dominante, teremos então que olhar para a natureza multidimensional da inteligência, o que traz implicações importantes para a avaliação da sobredotação. O próprio conceito de “altas capacidades” sugere que a sobredotação deve olhar à diversidade de perfis intelectuais, podendo haver alunos com características de sobredotação não coincidentes no seu perfil intelectual.

Por outro lado, indo mais diretamente à questão central do primeiro artigo, a síntese da bibliografia feita em torno do conceito de sobredotação e das teorias disponíveis sobre o fenómeno alertam para a necessidade de se atenderem a outras dimensões que não apenas a inteligência (e.g., Pfeiffer, 2015, 2019). Olhares díspares acerca deste conceito, mas ao mesmo tempo complementares, apoiam os profissionais na própria identificação e posterior intervenção junto de alunos com altas capacidades. Assim, cada vez mais, torna-se importante compreender o fenómeno da sobredotação, o que estimula o desenvolvimento de tais habilidades, ao invés de procurar definir uma terminologia estanque que seja a base na identificação e intervenção junto destas crianças e jovens (Dai, 2018).

Desta forma, a inteligência assume um papel importante, mas não único no desenvolvimento e expressão da sobredotação ou altas capacidades. A sobredotação está, assim, relacionada com a inteligência, mesmo que outras variáveis confluem para o seu desenvolvimento e expressão. No limite, diremos que a inteligência é condição necessária, mas não suficiente. Na compreensão e no processo avaliativo da sobredotação, outras características como criatividade, personalidade, motivação e as próprias oportunidades (variáveis contextuais com destaque para a família e a escola) devem ser consideradas na manifestação do fenómeno em estudo. Assim, e tendo em consideração a análise teórica basilar à temática em questão, importa que a avaliação e intervenção na sobredotação tenha como foco, não apenas a inteligência, mas de forma complementar os restantes fatores associados à sobredotação seguindo as abordagens teóricas mais abrangentes e compreensivas que nas últimas décadas se têm instituído na compreensão do fenómeno. Esta diversidade permite estar atento a diversos domínios de desenvolvimento e de expressão do potencial cognitivo dos indivíduos.

Tomando o segundo artigo da tese, este teve como foco central as funções executivas e altas capacidades. Compreende-se que tais funções impactam no desenvolvimento do próprio fator de inteligência, porém com este trabalho, de cariz empírico, possibilitou compreender que a relação entre tais funções e sobredotação ainda é pouco investigada, mesmo sendo vários os indícios da associação entre estes conceitos, com o impacto das funções executivas no desenvolvimento de um potencial humano superior, desde indícios neurológicos como intelectuais (Lan et al., 2011).

O papel destas funções no próprio sucesso académico é percebido a partir de várias investigações (e.g., Moffitt et al., 2011), nomeadamente no caso de alunos sobredotados (Barbey, 2018). Esta intervenção por parte das funções executivas nas competências gerais, desde pessoais e académicas, é visível desde os primeiros anos de vida, tendo efeitos nos anos futuros, nomeadamente na *performance* escolar (e.g., Ahmed et al., 2018).

É no seguimento da importância da relação entre funções executivas basilares e superiores e as altas capacidades que foi realizado o estudo apresentado neste segundo artigo, com intuito de compreender e analisar a *performance* nas funções em questão, tanto por alunos com sobredotação como por alunos regulares, comparando os seus resultados. Estes dados foram conseguidos a partir do recurso a vários instrumentos de avaliação que apoiam na análise do desempenho nas tarefas em questão da amostra nas diferentes variáveis. A investigação, que avalia tais funções, obteve resultados que reforçam a noção de que o primeiro grupo de alunos se destaca ao obter uma *performance* superior em tarefas executivas. Mais especificamente, verifica-se uma *performance* superior em tarefas que exige a aplicação das funções executivas flexibilidade cognitiva e memória de trabalho. Tais dados corroboram com investigações anteriores que destacam que estes alunos, ao deter um funcionamento cerebral diferente dos demais, manifestam uma capacidade superior de analisar um problema de múltiplas perspetivas, atendendo às suas condicionantes (Buttelmann & Karbach, 2017; Sastre-Ribas & Viana-Sáenz, 2016), bem como preservar informações previamente adquiridas e processá-las sempre que um problema assim requer (Kornmann et al., 2015; Rodríguez-Naveiras et al., 2019). O mesmo se verifica aquando analisadas as *performances* em tarefas que requerem a utilização de funções cognitivas superiores, nomeadamente no raciocínio, com ênfase no raciocínio indutivo e matemático (Berg & McDonald, 2018; Dunst et al., 2014), e na resolução de problemas (Berg & McDonald, 2018; Bianco & Leech, 2010).

Pelo exposto, é possível compreender que estas funções podem estar na base do próprio desenvolvimento do potencial humano. Assim, tendo em consideração a relação existente entre tais fatores cognitivos e o fenómeno da sobredotação, compreende-se que a análise das funções executivas pode apoiar na própria compreensão das altas capacidades, bem como na prática junto destes alunos. Desta forma, a inclusão da avaliação destas funções no próprio processo de identificação destes alunos é crucial, desde idades precoces, já que o seu impacto pode ser cada vez mais perceptível ao longo do desenvolvimento pessoal e académico destes alunos. Porém, para que seja mais simples a própria avaliação de tais funções importa que sejam criados instrumentos que, a partir de uma só bateria de testes, seja possível aplicar tarefas que avaliam estas funções.

Além disso, atendendo que o grupo destes alunos se pode destacar em tarefas que envolvam funções executivas basilares, bem como superiores, torna-se crucial que o contexto educativo esteja disposto a integrar tais funções aquando da análise de estratégias de aprendizagem e dos próprios planos curriculares. Tal inclusão pode apoiar a que estes alunos manifestem o seu potencial de diferentes maneiras e, por conseguinte, se sintam mais integrados no contexto em questão e possam manifestar um rendimento académico coerente com o seu potencial. Importa ainda realizar mais estudos com uma amostra mais significativa que nos permita analisar com mais pormenor a relação existente entre as funções executivas, o desenvolvimento de altas capacidades e a manifestação de tal potencial.

Por último, no que concerne ao artigo referente às altas capacidades matemáticas, igualmente de cariz empírico, é possível identificar diferenças nos raciocínios e formas de resolução de problemas matemáticos entre alunos sobredotados e alunos regulares com rendimentos matemáticos elevados. Essa identificação de características diferenciadoras foi o objetivo fundamental desta pesquisa, tal como outros estudos que também tomaram esse propósito como referência fundamental (Heinze, 2005; Reyes-Santander & Karg, 2009; Rojas et al., 2009). O desenvolvimento integral dos alunos é uma meta de qualquer sistema educacional, sendo a escolaridade obrigatória o momento ideal para avançar nesse propósito. Por outro lado, não devemos esquecer a natureza instrumental da educação matemática e a sua aplicação em todas as áreas da vida diária que envolvem o indivíduo. Isso reforça a necessidade de esclarecer e identificar estas características na forma de processamento e execução de algoritmos matemáticos por parte dos nossos alunos.

Os alunos com maior potencial na matemática colocam em prática, desde tenra idade, uma elevada atividade, empenho e perseverança nas atividades propostas neste constructo, compreensão mais rápida dos conceitos e algoritmos matemáticos, elevada capacidade de abstração, grande flexibilidade e ajustamento do pensamento, e ótimo interesse e motivação pelas tarefas propostas (Reyes-Santander & Karg, 2009). A partir desta pesquisa, procurou-se esclarecer e observar as componentes visíveis na habilidade matemática superior, neste caso por meio da resolução de problemas.

Os resultados sugerem que os alunos sobredotados utilizam procedimentos de resolução de problemas diferentes e mais avançados do que os alunos com bom desempenho matemático, aspeto observado noutras investigações (Freiman, 2006; Geary & Brown, 1991; Kurnaz, 2018), de acordo com os elementos avaliados em cada um dos problemas, utilizados pelos dois ciclos de ensino (e.g., segundo ciclo e terceiro ciclo do ensino básico). Em ambas as provas, os alunos com altas habilidades

alcançaram valores mais elevados, observando-se uma maior complexidade nos raciocínios apresentados, principalmente de natureza analítica, nas formas de representação utilizadas, nomeadamente simbólico-numéricas, e nas estratégias postas em prática, mais genericamente as que se refere a padrões e conjeturas para abordar o problema. No estabelecimento e análise destes raciocínios e formas de representação, múltiplas abordagens teóricas têm sido tomadas como referência, destacando-se entre todas a conceituação de Polya (1986) em relação à resolução de problemas matemáticos.

Pelos resultados apresentados, compreende-se que é crucial que o próprio plano curricular e respetivas estratégias pedagógicas na disciplina de matemática sejam flexíveis, ao ponto de valorizar os diferentes raciocínios e formas de resolução dos problemas (Cázares et al., 2020), respondendo assim às necessidades educativas manifestadas por parte dos alunos com altas capacidades, bem como respeitando os restantes alunos com predisposição de aprender e compreender os múltiplos conteúdos matemáticos apresentados no contexto escolar (Fernández & Pérez, 2011; Llancavil & Lagos, 2016).

Os dados recolhidos são também verificados noutras investigações, uma vez que são visíveis a manifestação de estratégias de resolução de problemas mais sofisticadas por alunos sobredotados em comparação com seus pares não identificados com altas capacidades noutros estudos (García-Perales & Jiménez, 2016; Geary & Brown, 1991; Kurnaz, 2018). Em pesquisas futuras, expandir-se-á a pesquisa para incluir, além da análise dessas estratégias de resolução de problemas, o estudo de habilidades afetivas ou atitude e interesse pela matemática (González, 2019; Muñoz & Mato, 2008; Nortes & Nortes, 2020; Palacios et al., 2014) e as competências de aprendizagem em relação ao aprender a aprender e a sua atenção educacional (Fernández & Pérez, 2011; Valadez & Ávalos, 2010).

Em suma, a partir dos centros educacionais é fundamental adequar os processos de ensino e de aprendizagem às potencialidades, interesses e motivações de todos os alunos. Tudo isso com o objetivo de prevenir estados de tédio, frustração e até rejeição escolar. Uma predisposição favorável para a aprendizagem matemática é essencial (Cueli et al., 2013; Mato et al., 2014). Este artigo procurou assim aprofundar as características desses alunos mais capacitados em matemática, a fim de reduzir a manifestação dos comportamentos descritos acima, procurando favorecer o seu empoderamento e manifestações das suas habilidades inatas, neste caso para a matemática.

## LIMITAÇÕES E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

Tendo em consideração a aplicação das investigações supramencionadas, importa nomear futuros estudos que minimizem as limitações existentes nos apresentados nesta tese de doutoramento, bem como aumente o conhecimento nas áreas estudadas.

É exemplo a necessidade de aplicar uma análise das funções executivas junto de uma amostra mais alargada de alunos sobredotados, não só em número como recolhida em diferentes contextos. Atendendo que a amostra do respetivo estudo foi recolhida numa instituição da área, é importante perceber se alunos sobredotados que não são acompanhados também manifestam tais *performances* superiores aos demais. Além disso, importa também recolher uma amostra de alunos regulares em instituições de ensino e de meios geográficos distintos, tanto a nível nacional como internacional, atendendo que a amostra destes alunos foi recolhida numa só instituição, privada e de um meio geográfico urbano. É igualmente importante aplicar estudos junto de alunos de diferentes anos de escolaridade e/ou de teor longitudinal, de forma a compreender o desenvolvimento do respetivo potencial e a sua manifestação ao longo do tempo.

Ao longo da presente tese de doutoramento, compreende-se a importância de atender cada vez mais à componente neurológica associada às altas capacidades. São vários os estudos que tentam compreender o impacto das funções executivas na sobredotação e conseqüente sucesso académico, porém ainda não é tão linear a relação existente entre tais variáveis. Assim, compreende-se a necessidade de realizar mais investigações acerca do papel destas funções no próprio desenvolvimento das altas capacidades, bem como a associação das mesmas com as várias variáveis basilares à sobredotação (i.e., criatividade, motivação, QI), apoiando na própria compreensão do perfil dos alunos em questão. É no seguimento desta necessidade que se sugere ainda o delineamento ou validação de instrumentos que avaliem a performance em tarefas que espelham as funções executivas. Para o artigo dois foi necessário recolher um leque de instrumentos que, maioritariamente, avaliavam os fatores de forma independente. Tendo em consideração que os mesmos se encontram interligados, importa assim delinear instrumentos que aglomerem na sua avaliação todas estas funções.

A necessidade de aplicar o estudo numa amostra mais alargada também se adequa ao objetivo de investigação no campo matemático. Assim, sugere-se que se avalie tal raciocínio e respetivas estratégias aplicadas em problemas matemáticos junto de alunos com diferentes rendimentos académicos, incluindo ainda outras variáveis que possam estar associadas aos respetivos resultados. São exemplos a criatividade e os raciocínios verbais, pois tal como se verificou nos resultados, estes

fatores podem explicar alguns dos resultados apresentados no artigo em questão. Além disso, importa delinear e validar instrumentos que avaliem tais raciocínios junto dos alunos de vários anos de escolaridade, inclusive no período pré-escolar que, tendo em consideração o papel destes anos precoces no desenvolvimento das capacidades matemáticas, pode apoiar na identificação de lacunas que atualmente se verificam em alunos com idades mais avançadas, travando assim vivência de dificuldades futuras neste campo.

Além das sugestões acima mencionadas, importa ainda destacar a necessidade de avaliar o impacto da inteligência no desenvolvimento e na identificação de alunos sobredotados. Compreende-se que este fator é extremamente pertinente analisar aquando estudadas as altas capacidades, mas importa compreender de que forma este fator espelha um potencial superior e como o mesmo pode interferir com tais rendimentos.

## **IMPLICAÇÕES PRÁTICAS EDUCACIONAIS**

Analisando os três artigos publicados, é transversal a noção de uma necessidade de se rever e ajustar os planos curriculares e estratégias de ensino atualmente aplicados. Tal facto se deve à carência de um olhar mais flexível dos próprios processos e ritmos de aprendizagem, nas demais áreas de inteligência. Assim, é cada vez mais importante que o sistema educativo se torne mais flexível e atenda a outros fatores que possam estar na base do sucesso académico, além da definição das matérias e metas curriculares a aplicar no plano estipulado no ensino obrigatório.

Importa atender às demais variáveis associadas às altas capacidades para delinear um processo de avaliação fidedigno, de forma a evitar enviesamentos nos próprios despistes que de tais competências. Isto é, ao não estar estipulado um procedimento de avaliação, com foco em variáveis associadas à sobredotação, podemos correr o risco de (não) identificar alunos com tais capacidades para posterior intervenção, quer por realizar avaliações somente focadas no quociente de inteligência, quer por avaliar outros fatores que não associados às altas capacidades. Até ao momento, na prática, verifica-se o foco nas variáveis associadas à Teoria dos Três Anéis de Renzulli, sendo por isso importante avaliar a criatividade e o envolvimento na tarefa além do QI. Porém, cada vez mais importa incluir vertentes mais de foro social, cultural e de personalidade, apoiando assim a identificação de diferentes perfis de sobredotação. Assim, atendendo à importância de realizar despistes fidedignos, importa realizar investigações que identifiquem instrumentos válidos para avaliação das variáveis

supramencionadas, além de outras referenciadas por autores de outras teorias identificadas no capítulo um, permitindo assim evitar falsas identificações.

Este cuidado no próprio processo de identificação de altas capacidades apoiará na própria intervenção junto destes alunos, evitando a vivência de instabilidade emocional e social, além de resistência ou mesmo recusa em permanecer na escola. Tal como referenciado nos pontos anteriores, quando estes alunos não vêm as suas necessidades educativas respeitadas, podem deixar de manifestar o seu potencial no contexto escolar, tendo resultados inferiores às suas capacidades. Assim, a primeira medida a ser aplicada passa por analisarmos a sobredotação por várias lentes, pois mesmo entre alunos sobredotados, eles têm competências e manifestação do seu potencial de formas díspares, desde os que se destacam no campo matemático aos que se manifestam no campo intra e interpessoal.

Atendendo à importância do processo de avaliação, uma das sugestões práticas é a inclusão de processos de sinalização por parte dos educadores e professores. Para tal, importa reforçar e aumentar momentos de formação junto destes profissionais de educação, para que os mesmos consigam ao longo do seu percurso profissional sinalizarem alunos com potencial superior à média. Esta sinalização inicial torna-se imprescindível para posterior avaliação e identificação de altas capacidades. Importa assim sensibilizar os estabelecimentos de ensino para a formação dos seus profissionais, com especial foco nas características de alunos sobredotados e posteriores medidas educativas a aplicar.

São várias as medidas educativas que podem ser aplicadas junto destes alunos, desde enriquecimento curricular à aceleração escolar. Porém, muitos professores ou mesmo elementos das equipas multidisciplinares não têm formação acerca de como aplicá-las junto de alunos mais capazes. Mais uma vez, reforça-se a necessidade de formação junto desta população.

Em suma, uma escola e uma educação inclusivas assumem o desafio diário nas suas práticas de uma atenção diferenciada às características e necessidades de cada criança e jovem tendo como objetivo o desenvolvimento máximo dos seus recursos e potencialidades, proporcionando respostas educativas mais adequadas a estes alunos, respondendo assim às características pessoais de cada aluno e à diversidade cultural, com foco no seu bem-estar, sucesso académico e desenvolvimento do seu potencial (Miranda & Almeida, 2018). Para tal, sugere-se que, além da necessidade de sensibilizar e formar os agentes educativos para responder às necessidades destes alunos, importa igualmente analisar de forma exaustiva os processos de avaliação e respetivos instrumentos de avaliação, de forma a melhor orientar os profissionais responsáveis pela sinalização destes jovens. Estas análises

mais cautelosas, e a formação de profissionais de educação, apoiarão no surgimento de medidas e estratégias adequadas a aplicar junto destes alunos, como por exemplo o programa de enriquecimento escolar *Odisseia*, ferramenta esta que assegura a existência de igualdade e oportunidades educativas para alunos sobredotados (Miranda, 2008). As suas características cognitivas, socioemocionais, motivacionais e de personalidade merecem ser atendidas pelos pais, professores e outros profissionais que organizam e implementam as práticas educativas e que moldam o seu desenvolvimento psicossocial. Vários avanços têm sido conseguidos na explicação e desenvolvimento nesta área, visões mais otimistas se vislumbram sobre o desenvolvimento, o bem-estar, a autorrealização ou a excelência dos alunos com características de sobredotação. Num quadro de inclusão educativa e social, há que incrementar os recursos que atendam aos alunos com características de sobredotação, alunos talentosos ou com altas capacidades. O potencial elevado é necessariamente escasso, mostrando a evolução socioeconómica e tecnológica que são mais pobres os países e as sociedades que não o estimulam ou desenvolvem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, S. F., Tang, S., Waters, N. E., & Davis-Kean, P. (2018). Executive Function and Academic Achievement: Longitudinal Relations From Early Childhood to Adolescence. *Journal of Educational Psychology, 111*(3), 446–458. <http://doi.org/10.1037/edu0000296>
- Ayoub, A. E., & Aljughaiman, A. M. (2016). A predictive structural model for gifted students' performance: A study based on intelligence and its implicit theories. *Learning and Individual Differences, 51*, 11–18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2016.08.018>
- Barbey, A. K. (2018). Network neuroscience theory of human intelligence. *Trends in Cognitive Sciences, 22*(1), 1–13. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2017.10.001>
- Barbier, K., Donche, V., & Verschueren, K. (2019). Academic (Under)achievement of Intellectually Gifted Students in the Transition Between Primary and Secondary Education: An Individual Learner Perspective. *Frontier Psychology, 10*, Article 2533, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02533>
- Berg, D. H., & McDonald, P. A. (2018). Differences in mathematical reasoning between typically achieving and gifted children. *Journal of Cognitive Psychology, 30*(3) 281–291. <http://doi.org/10.1080/20445911.2018.1457034>
- Bianco, M., & Leech, N. L. (2010). Twice-Exceptional Learners: Effects of Teacher Preparation and Disability Labels on Gifted Referrals. *Teacher Education and Special Education, 33*(4), 319–334. <http://doi.org/10.1177/0888406409356392>
- Buttelmann, F., & Karbach, J. (2017). Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood. *Frontiers in Psychology, 8*(1040), 1–6. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01040>
- Cázares, M. J., Páez, D. A., & Pérez, M. G. (2020). Discusión teórica sobre las prácticas docentes como mediadoras para potencializar estrategias metacognitivas en la solución de tareas matemáticas. *Educación Matemática, 32*(1), 221–240. <http://doi.org/10.24844/EM3201.10>
- Cueli, M., García, T., & González-Castro, P. (2013). Autorregulación y rendimiento académico en Matemáticas. *Aula Abierta, 41*(1), 39–48.
- Dai, D. Y. (2018). A History of Giftedness. In S. I. Pfeiffer (Ed.), *APA Handbook of Giftedness and Talent* (pp. 3–24). American Psychology Association.

- Dunst, B., Benedek, M., Jauk, E., Bergner, S., Koschutnig, K., Sommer, M., Ischebeck, A., Spinath, B., Arendasy, M., Bühner, M., Freudenthaler, H., & Neubauer A. C. (2014). Neural efficiency as a function of task demands. *Intelligence*, *42*, 22–30. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2013.09.005>
- Fernández, M., & Pérez, A. (2011). Las altas capacidades y el desarrollo del talento matemático. *Revista iberoamericana de educación matemática*, *27*, 89–113. [http://www.fisem.org/www/union/revistas/2011/27/union\\_027\\_011.pdf](http://www.fisem.org/www/union/revistas/2011/27/union_027_011.pdf)
- Freiman, V. (2006). Problems to discover and to boost mathematical talent in early grades: A challenging situations approach. *The Montana Mathematics Enthusiast*, *3*(1), 51–75. <https://scholarworks.umt.edu/tme/vol3/iss1/3>
- García-Perales, R., & Jiménez, C. (2016). Diagnóstico de la competencia matemática de los alumnos más capaces. *Revista de Investigación Educativa*, *34*(1), 205–219. <http://doi.org/10.6018/rie.34.1.218521>
- Geary, D. C., & Brown, S. C. (1991). Cognitive addition: strategy choice and speed-of-processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, *27*(3), 398–406. <http://doi.org/10.1037/0012-1649.27.3.398>
- González, R. M. (2019). Evaluación de estrategias formativas para mejorar las actitudes hacia las matemáticas en secundaria. *Educación Matemática*, *31*(1), 176–203. <http://doi.org/10.24844/em3101.07>
- Heinze, A. (2005). Differences in problem solving strategies of mathematically gifted and non-gifted elementary students. *International Education Journal*, *6*(2), 175–183. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ854968.pdf>
- Kornmann, J., Zettler, I., Kammerer, Y., Gerjets, P., & Trautwein, U. (2015). What characterizes children nominated as gifted by teachers? A closer consideration of working memory and intelligence. *High Ability Studies*, *26*(1), 75–92. <https://doi.org/10.1080/13598139.2015.1033513>
- Kurnaz, A. (2018). Examining Effects of Mathematical Problem-Solving, Mathematical Reasoning and Spatial Abilities on Gifted Students' Mathematics Achievement. *World Scientific Research*, *5*(1), 37–43. <https://doi.org/10.20448/journal.510.2018.51.37.43>
- Llancavil, D. R., & Lagos, L. F. (2016). Importancia de la Educación Inclusiva para el trabajo con niños con Talento Académico. *Perspectiva Educacional. Formación de Profesores*, *55*(1), 168–183. <https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.55-Iss.1-Art.391>

- Mato, M. D., Espiñeira, E., & Chao, R. (2014). Dimensión afectiva hacia la matemática: resultados de un análisis en educación primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 32(1), 57–72. <https://doi.org/10.6018/rie.32.1.164921>
- Miranda, L. C. (2008). *Da identificação às respostas educativas para alunos sobredotados: Construção, aplicação e avaliação de um programa de enriquecimento escolar* [Tese de doutoramento, Universidade do Minho]. Biblioteca da Universidade do Minho. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8943>
- Miranda, L. C., & Almeida, L. S. (2018). Sobredotação em Portugal: Legislação, investigação e intervenção. In L. S. Almeida & A. Rocha (Coords.), *Sobredotação: Uma responsabilidade coletiva!* (pp. 257-287). CERPSI.
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., Ross, S., Sears, M. R., Thomson, W. M., & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *PNAS*, 108(7), 2693–2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Muammar, O. M. (2015). Intelligence and Self-Control Predict Academic Performance of Gifted and Non-gifted Students. *Turkish Journal of Giftedness and Education*, 5(1), 68–81. <https://doi.org/10.1080/10800000.2015.1055555>
- Muñoz, J. M., & Mato, M. D. (2008). Análisis de las actitudes respecto a las Matemáticas en alumnos de ESO. *Revista de Investigación Educativa*, 26(1), 209–226.
- Nortes, R., & Nortes, A. (2020). Actitud hacia las matemáticas en el Grado de Maestro de Primaria. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(2), 225–239. <https://doi.org/10.6018/reifop.348061>
- Palacios, A., Arias, V., & Arias, B. (2014). Attitudes Towards Mathematics: Construction and Validation of a Measurement Instrument. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), 67–91. <https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.8961>
- Pfeiffer, S. I. (2015). *Essentials of gifted assessment*. Wiley.
- Pfeiffer, S. I. (2019). Giftedness and talent development in children and youth. In P. Ward, J. M. Schraagen, J. Gore, & E. M. Roth (Eds.), *The Oxford Handbook of Expertise* (pp. 103–127). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198795872.013.5>
- Polya, G. (1986). *A arte de resolver problemas: Um novo aspeto do método matemático*. Interciência.
- Reyes-Santander, P., & Karg A. (2009). Una aproximación al trabajo con niños especialmentedotados en matemáticas. En M. J. González, M. T. González, & J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 403–414). SEIEM.

- Rodríguez-Naveiras, E., Verche, E., Hernández-Lastiri, P., Montero, R., & Borges, A. (2019). Differences in working memory between gifted or talented students and community samples: A meta-analysis. *Psicothema, 31*(3), 255–262. <http://doi.org/10.7334/psicothema2019.18>
- Rojas, S., Jiménez, W., & Mora, L. C. (2009, Outubro 8–10). *El uso de la resolución de problemas como instrumento para la caracterización de talento en matemáticas*. 10º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa, San Juan de Pasto, Colômbia.
- Sastre-Ribas, S., & Viana-Sáenz, L. (2016). Funciones ejecutivas y alta capacidad intelectual. *Neurodesarrollo, 6*(1), 565–571. <http://doi.org/10.33588/rn.62S01.2016025>
- Valadez, M., & Ávalos, A. (2010). Atención educativa en alumnos sobresalientes y talentosos en escuelas inclusivas. En J. Giraldo y C. Núñez (Eds.), *Inclusión, talento y equidad en una educación de calidad* (pp. 25–35). Buinania.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. DECLARAÇÃO DE ACEITAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DO ARTIGO ROCHA, A., PERALES, R. G., VISEU, F., & ALMEIDA, L. S. (NO PRELO). RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EN ALUMNADO CON Y SIN SUPERDOTACIÓN INTELECTUAL. REVISTA DE PSICOLOGÍA.**

## Constancia de Aceptación

La *Revista de Psicología* que edita el Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, agradece al Dr. **Alberto Fernando Moreira Rocha** de la Universidade do Minho su participación como autor para el Volumen 39 del año 2021 con el artículo titulado “Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual”.

A la espera de continuar contando con su valiosa colaboración.

Atentamente,



**Dra. SHEYLA BLUMEN**  
Directora

## Letter of Acceptance

The academic journal *Revista de Psicología* edited by Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, is pleased to thank Dr. **Alberto Fernando Moreira Rocha** from Universidade do Minho, for his contribution as an autor for the Volumen 39, year 2021, with the article entitled “Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual”.

Sincerely,



**Dra. SHEYLA BLUMEN**  
Director

## **ANEXO 2. PROVAS DE MATEMÁTICA**

## Provas de Resolução de Problemas Matemáticos 1 (PRPM1)

Nome: \_\_\_\_\_ Ano escolar: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Vais ter 45 minutos para resolveres os problemas que te são propostos. Tendo maior dificuldade num problema, não percas tempo e avança para a resolução de outro que te pareça mais fácil. Nas tuas resoluções apresenta esquemas, tabelas ou outras estratégias que ilustrem a forma como pensaste na resolução de cada problema.

1. O Mateus e o Carlos contaram os cromos que cada um tem. O Mateus tem o dobro de cromos mais 3 do que o Carlos. Se o Mateus tem 17 cromos, quantos tem o Carlos?
2. Num bar existe um total de 16 mesas. Algumas delas têm 4 'pernas' e as restantes têm 3. Existem, no total, 54 'pernas'. Quantas mesas têm 4 'pernas'?
3. Realizando as operações básicas que crês serem oportunas e utilizando cada um dos seguintes números apenas uma vez atinge o resultado 348.

3    50    7    8    30    1

4. Se lançares um dado duas vezes, qual será o valor que mais se repete da soma dos números obtidos nos dois lançamentos? Explica a tua resposta.

## Provas de Resolução de Problemas Matemáticos 2 (PRPM2)

Nome: \_\_\_\_\_ Ano escolar: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Vais ter 45 minutos para resolveres os problemas que te são propostos. Tendo maior dificuldade num problema, não percas tempo e avança para a resolução de outro que te pareça mais fácil. Nas tuas resoluções apresenta esquemas, tabelas ou outras estratégias que ilustrem a forma como pensaste na resolução de cada problema.

1. Uma tartaruga caminha lentamente dia após dia, e faz o seguinte percurso em cada dia:

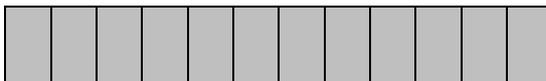
Dia 1:



Dia 2:



Dia 3:



Quanto terá percorrido no dia 10? Expressa o resultado de forma numérica.

2. Se jogares 2 dados 2 vezes, e multiplicares os valores dos seus números, será mais comum obteres um resultado par, ímpar, ou ambos por igual? Justifica a tua resposta.



### **ANEXO 3. PARECER DO CONSELHO DE ÉTICA - CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS**



Universidade do Minho

Conselho de Ética

### **Conselho de Ética - Ciências Sociais e Humanas**

Identificação do documento: SECSH 075/2018

Título do projeto: *Diferenciação cognitiva entre alunos regulares e alunos com altas capacidades: Estudo com alunos do 5º ao 9º ano de escolaridade*

Investigador(a) Responsável: Alberto Fernando Moreira da Rocha, Doutoramento em Ciências da Educação – Psicologia da Educação, Instituto de Educação, Universidade do Minho

Outros Investigadores: Leandro S. Almeida, Instituto de Educação, Universidade do Minho e Ramón García Perales, Universidad de Castilla-La Mancha (Orientadores)

### **PARECER**

O Conselho de Ética analisou o processo relativo ao projeto de investigação acima identificado, intitulado *Diferenciação cognitiva entre alunos regulares e alunos com altas capacidades: Estudo com alunos do 5º ao 9º ano de escolaridade*.

Os documentos apresentados revelam que o projeto obedece aos requisitos exigidos para as boas práticas na investigação com humanos, em conformidade com as normas nacionais e internacionais que regulam a investigação em Ciências Sociais e Humanas.

Face ao exposto, o Conselho de Ética nada tem a opor à realização do projeto, emitindo o seu parecer favorável.

Braga, 31 de outubro de 2018.

A Presidente

Assinado por: **GRACIETTE TAVARES DIAS**  
Num. de Identificação Civil: BI071230157  
Data: 2018.11.06 09:12:49 GMT Standard Time



**Anexo:** Formulário de identificação e caracterização do projeto



## Formulário de identificação e caracterização do projeto

### Identificação do projeto

<b>Título do projeto</b>	Diferenciação cognitiva entre alunos regulares e alunos com altas capacidades: Estudo com alunos do 5º ao 9º ano de escolaridade.		
<b>ata prevista de início</b>	22/10/2018	<b>Data prevista fim</b>	22/10/2020

<b>Investigador principal e filiação</b>	Alberto Fernando Moreira da Rocha, Doutoramento em Ciências da Educação – Psicologia da Educação		
<b>Orientador(es) e filiação</b>	Leandro S. Almeida (Universidade do Minho) e Ramón García Perales (Universidad de Castilla-La Mancha)		

**Nota:** No caso de projetos de mestrado ou doutoramento deve ser indicado o estudante como investigador principal e o nome do mestrado ou doutoramento

<b>Instituição proponente</b>	Universidade do Minho		
<b>Instituição(ões) onde se realiza a investigação</b>	ANEIS – Associação Nacional para o Estudo e Intervenção na Sobredotação e Colégio Paulo VI.		

<b>Entidades financiadoras</b>	N/A (não aplicável)		
--------------------------------	---------------------	--	--

<b>Questões relativas ao envolvimento de investigadores exteriores</b>		
Estão envolvidos no projeto, colegas de outra (s) Escola(s)/Instituição(ões)?	<input type="checkbox"/>	Não
Se sim, este pedido de parecer cobre o seu envolvimento?	<input type="checkbox"/>	

<b>Qualificação dos investigadores</b>
descreva a especialidade/formação dos investigadores que os prepara para levar a cabo a investigação e que papel terão

## Caracterização do projeto e questões de carácter ético relativas à sua execução

### Introdução justificativa do projeto e sumário dos seus objetivos

- a) Forneça uma explicação breve do objetivo do estudo, incluindo as hipóteses específicas, objetivos e racional.

Esta investigação pretende analisar diferenças nas habilidades cognitivas e nas habilidades matemáticas de dois grupos de adolescentes: com e sem altas capacidades (sobredotação). Esta análise diferencial, para além da comparação entre os dois grupos de alunos, pretende verificar o papel das funções cognitivas no talento matemático dos alunos. Mais concretamente, na linha de estudos que são realizados, tomando a relação entre capacidades cognitivas e rendimento académico na disciplina de matemática, o nosso projeto pretende responder às seguintes questões: (i) que funções cognitivas melhor explicam a aprendizagem e o rendimento na matemática, diferenciando nesta disciplina diferentes componentes do currículo; (ii) que funções cognitivas e que componentes do currículo da matemática melhor explicam as diferenças nos resultados de acordo com os dois grupos de alunos em análise (com e sem sobredotação); e (iii) que impacto certas variáveis sociodemográficas poderão ter nos desempenhos cognitivos e académicos dos alunos em dois ciclos da escolaridade básica (2º e 3º Ciclos).

- b) Inclua a contextualização relevante

Nas últimas décadas analisou-se a sobredotação não exclusivamente definida pelo elevado quociente de inteligência (QI). Renzulli (2005) refere uma sobredotação na área da inteligência abstrata e académica, a par de uma sobredotação mais criativa e prática. Na mesma linha, Gagné (2004) postula diversos tipos de talentos que não se reduzem ao talento académico. Por sua vez, no campo da inteligência, Gardner (1999) postula mais sete inteligências para além da matemática e da linguística, tradicionalmente identificadas com o talento académico, assim como Sternberg (1985), a par de uma inteligência analítica (académica), menciona a inteligência criativa e prática. No quadro deste projeto, assume-se que a habilidade matemática se baseia num conjunto de habilidades cognitivas e conhecimentos específicos de matemática, que são apoiados por fatores motivacionais (Fias, Menon, & Szűcs, 2013; Myers, Carey, & Szűcs, 2017; Szűcs, 2016; Szűcs, Devine, Soltesz, Nobes, & Gabriel, 2014). Por último, a inteligência, segundo Almeida e Araújo (2014), abarca funções cognitivas básicas (atenção, perceção, memória), funções executivas (planeamento, monitorização, avaliação) e funções superiores (raciocínio, compreensão de frases), procurando-se neste projeto tomar várias destas funções na diferenciação cognitiva dos dois grupos de alunos e no seu desempenho a matemática.

### Participantes

- a) Descreva a população alvo referindo, idade, sexo, etnia, língua materna, e nível educacional  
A amostra será composta por estudantes do 5º e 6º anos de escolaridade (2º Ciclo do Ensino Básico) e estudantes do 7º ao 9º ano de escolaridade (3º Ciclo do Ensino Básico), com idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos, de ambos os sexos (masculino e feminino).
- b) Refira o total de participantes necessários e quantos terá de recrutar para conseguir o tamanho da amostra. Explique como calculou o número necessário  
Este estudo abrangerá uma amostra de 80 estudantes entre o 5º e o 9º ano de escolaridade, 40 estudantes identificados com altas capacidades (sobredotação) e 40 estudantes não identificados como sobredotados. Tratando-se de uma população específica (sobredotados), o critério usualmente

estabelecido para a classificação de sobredotação situa-se em dois desvios-padrão acima da média, ou seja, QI igual ou superior a 130 (Pereira, Seabra-Santos, & Simões, 2003).

Se atendermos à baixa frequência das crianças sobredotadas na população geral, é fácil percebermos que a dimensão restrita das amostras, constitui uma propriedade específica incontornável e inerente à metodologia de investigação neste domínio.

- c) Se os participantes propostos são crianças/menores, prisioneiros, mulheres grávidas, participantes com impedimentos físicos ou cognitivos ou outros considerados vulneráveis a coerção ou influência indevida refira o racional para o seu envolvimento
- O estudo incide em adolescentes e não envolve crianças/menores, prisioneiros, mulheres grávidas, participantes com impedimentos físicos ou cognitivos ou outros considerados vulneráveis a coerção ou influência indevida.

### **Recrutamento e triagem**

- a) explique como, quando, onde e quem identificará/selecionará potenciais participantes. Se o investigador é docente, médico, terapeuta ou supervisor ou se um grupo de participantes é recrutado, explique que precauções serão tomadas para minimizar potencial coerção ou influência indevida para a participação.
- A amostra deste estudo é formada por dois grupos de estudantes entre o 5º e o 9º ano de escolaridade, 40 estudantes identificados com altas capacidades (sobredotação) e 40 estudantes não identificados como sobredotados. Procurar-se-á estratificar a amostra em termos de idade, género e comunidade de residência (urbana/rural) e interior/litoral), procurando assim equiparar os dois grupos de alunos. Estes alunos serão provenientes do Colégio Paulo VI em Gondomar e das delegações da ANEIS-Associação Nacional para o Estudo e Intervenção na Sobredotação.
- b) Descreva qualquer material de recrutamento (e.g., cartas, desdobráveis, cartazes, mensagens, etc.) e as autorizações/cooperação de instituições ou organizações fora da UM em que o recrutamento terá lugar.
- O pedido de autorização para aplicação dos testes e questionário sociodemográfico será submetido aos encarregados de educação e às direções do Colégio Paulo VI e da ANEIS – Associação Nacional para o Estudo e Intervenção na Sobredotação. Após a obtenção do consentimento informado por escrito dos encarregados de educação, será obtido o assentimento dos adolescentes à sua participação no estudo. Será garantida a confidencialidade da informação recolhida, e a informação sobre o rendimento escolar dos alunos na disciplina de matemática será reportada às classificações anteriores à aplicação das provas por forma a não ser necessária a inclusão da identificação (nome) dos alunos nos protocolos de recolha dos dados.
- c) descreva a população proposta, incluindo critérios de inclusão e exclusão.
- Este estudo abrangerá uma amostra de 80 estudantes entre o 5º e o 9º ano de escolaridade, 40 estudantes identificados com altas capacidades (sobredotação) e 40 estudantes não identificados como sobredotados. Previamente serão excluídos os alunos com Necessidades Educativas Especiais do grupo dos alunos regulares para não afetar a aplicação das provas avaliando as funções cognitivas (como são necessários apenas alguns dos alunos das turmas, esta situação de não realização não é percebida como segregação). Não serão ainda considerados os alunos com uma história escolar de duas ou mais retenções.
- d) Se os participantes forem triados através de testes, entrevistas etc., antes do estudo principal, explique como, quando, onde e quem será responsável pela triagem. NOTA: Deve ser obtido consentimento para os processos de triagem bem como para o estudo principal. Conforme for apropriado, crie dois formulários separados, ou inclua a informação sobre o processo de triagem no formulário de consentimento
- Não haverá triagem antes do estudo principal, apenas o preenchimento de um questionário sociodemográfico. Os professores indicarão em cada turma um pequeno grupo de alunos regulares a quem se vai pedir aos encarregados de educação a sua participação no estudo.

### Compensação e custos

- a) descreva o plano de compensação pela participação no estudo. Se não houver lugar a compensação isto deverá ser referido. Se os sujeitos forem recompensados pela participação explique em detalhe o montante e método de pagamento  
Não haverá lugar a qualquer compensação.
- b) Inclua qualquer plano para pagamentos parcelares se os sujeitos desistem do estudo  
N/A (não aplicável)
- c) Se for necessário obter NIF para obter pagamento esta informação deve ser obtida separadamente da documentação de consentimento  
N/A (não aplicável)
- d) Se compensação não monetária for oferecida, explique como será feito  
N/A (não aplicável)
- e) Discuta o racional do processo de compensação, incluindo a adequação da compensação para a população em estudo e de modo a evitar influenciar inadequadamente a participação  
N/A (não aplicável)
- f) Custos para os participantes: Se aplicável refira quais os custos para os sujeitos (e.g., preço de consulta). Se não houver compensação isto deve ser referido  
Não existe qualquer compensação.

### Procedimento

- a) descreva por ordem cronológica dos eventos como será conduzida a investigação, fornecendo informação acerca dos procedimentos do estudo (e.g., todas as intervenções/interações com os participantes, recolha de dados, etc.) incluindo procedimentos de seguimento (follow-up)

Ano/Mês	Ações a desenvolver
fevereiro – julho de 2018	Elaboração do Projeto de Investigação
julho de 2018 – outubro de 2018	Pedido de autorização do Colégio Paulo VI, ANEIS, Comissão de Ética da Universidade do Minho e à Subcomissão de Ética para as Ciências Sociais e Humanas (SECSH).
julho de 2018 – outubro de 2018	Pedido de autorização aos autores para utilização dos instrumentos.
julho de 2018 – novembro de 2018	Revisão de literatura e construção do quadro teórico que acompanhará o trabalho empírico. Preparação dos instrumentos para a recolha de dados.
novembro de 2018 – fevereiro de 2019	Administração dos testes e questionários.
março de 2019 – maio de 2019	Análise estatística, triangulação e descrição dos resultados, discussão dos mesmos de acordo com o estado da arte. Elaboração das conclusões, das limitações e de possíveis desenvolvimentos futuros. Nova revisão da literatura e pesquisa bibliográfica.
outubro de 2018 – fevereiro de 2020	Elaboração de 3 artigos científicos que sejam considerados relevantes na base da informação obtida.
março – junho de 2010	Apresentação pública da Tese de Doutoramento

- b) Explique quem conduzirá os procedimentos, quando e onde terá lugar. Indique a frequência e duração das visitas/sessões bem como a duração total da participação dos participantes no estudo. Os procedimentos serão conduzidos pelo investigador e terão lugar no Colégio Paulo VI, em Gondomar, assim como aos sábados durante os programas de enriquecimento a cargo das Delegações da ANEIS (grupo de alunos com características de sobredotação). As sessões serão semanais e de aproximadamente 1h30m, sendo a duração prevista de novembro de 2018 a fevereiro de 2019.
- c) Identifique qualquer procedimento experimental e explique de que modo difere dos procedimentos standard (e.g., intervenções psicológicas, educacionais). Se aplicável distinga entre os procedimentos a que o participante será sujeito independentemente do estudo e quais os que são específicos do estudo.  
N/A (não aplicável)
- d) Se for utilizada alguma estratégia de decepção/engano ou explicação parcial for utilizada, explique o racional e o procedimento de *debriefing* pós-tarefa experimental  
N/A (não aplicável)
- e) refira se ocorrerá gravação vídeo e/ou áudio. Descreva o que ocorrerá às gravações depois do projeto (e.g., serão utilizadas em apresentações, ou aulas) e o que lhes acontecerá no final (e.g., destruídas após transcrição)  
Não serão utilizadas gravações vídeo e/ou áudio.

#### **Benefícios, Riscos e Desconforto**

- a) descreva os potenciais benefícios para os participantes. Se não há benefício esperado isso deve ser assinalado  
Não há benefício esperado.
- b) descreva todos os riscos e desconforto conhecidos que estejam associados aos procedimentos do estudo, quer sejam físicos, psicológicos, económicos ou sociais (e.g., dor, stress, invasão da privacidade, quebra de confidencialidade) referindo a probabilidade e o grau de dano potencial  
Não estão previstos danos potenciais.
- c) descreva as medidas que serão levadas a cabo para minimizar o risco ou desconforto dos participantes  
**Caso se verifique que algum dos alunos não apresenta condições (físicas, psicológicas, emocionais) será suspensa a aplicação das provas psicológicas.**

#### **Confidencialidade**

- a) explique como será protegida a privacidade dos participantes e como a confidencialidade será mantida. Refira quem terá acesso aos registos e como estes serão guardados  
Os dados serão codificados por forma a proteger a privacidade dos participantes. O acesso aos registos é exclusivo do investigador. Os registos serão guardados num armário próprio para o efeito, sendo de acesso restrito ao investigador.
- b) será pedido aos sujeitos que autorizem a divulgação de dados identificáveis (e.g., vídeo gravações). Se sim explique e refira no formulário de consentimento  
Não serão divulgados dados identificáveis por parte do investigador.
- c) os dados serão recolhidos de um modo anónimo (e.g., não será recolhida/registada informação identificadora dos participantes que possa ligá-los aos dados do estudo) NOTA: os dados não são anónimos se existir um código que os ligue a cada participante. De igual modo, gravações vídeo e/ou áudio não são consideradas anónimas  
Os dados serão recolhidos de modo anónimo e não será recolhida/registada informação identificadora dos participantes que possa ligá-los aos dados do estudo.

- d) se dados e a informação identificadora forem recolhidos, explique em que passo esta será removida dos dados. Se os dados identificadores forem mantidos explique porque é necessário e como será mantida a confidencialidade

**Os dados serão removidos imediatamente.**

- e) se os dados forem codificados, explique onde serão guardadas as chaves que permitem identificar os participantes, como serão protegidos e quem tem acesso às mesmas  
As chaves que permitem identificar os participantes serão guardadas num armário de acesso restrito ao investigador.
- f) indique quanto tempo serão guardados os dados que não forem destruídos, como e quanto tempo serão guardados e quem tem acesso aos mesmos  
Os dados serão destruídos no final da investigação, até à destruição serão de acesso restrito do investigador.
- g) explique como serão guardados os instrumentos, gravações, fotografias, etc., quem tem acesso às mesmas e em que altura serão transcritas e/ou destruídas  
Em armário próprio e de acesso restrito ao investigador, após o término da investigação os protocolos serão destruídos por intermédio de uma máquina trituradora de papel.

**Conflito de interesses**

Declara-se para os devidos efeitos, que não existe conflito de interesses.

**Consentimento Informado**

A investigação envolve apenas voluntários saudáveis?	Sim	
A investigação envolve grupos vulneráveis: crianças, menores, idosos ou outras pessoas com incapacidade temporária ou permanente?	Sim	
O pedido de parecer inclui a declaração de consentimento informado, livre e esclarecido?	Sim	

Aqui tem de escolher o formato de consentimento informado

- [ x ] Consentimento informado, livre e esclarecido para participação em investigação - de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo
- [ ] Consentimento informado não assinado - E.g. formulário para questionários preenchidos online. Deverá adicionar a informação incluída e o modo de os participantes concordarem em participar
- [ ] Consentimento informado alterado - Um formulário de consentimento informado que omite informação requerida. E.g., se não indica o objetivo do estudo para evitar o viés na resposta dos participantes. Deve explicar o racional no procedimento e os processos de *debriefing*

Isenção de consentimento – quando não é obtido consentimento informado – esta opção pode ser apropriada para utilização de dados já disponíveis. Justifique

Anexe o formulário de consentimento informado e outro material informativo relevante quando adequado, ou justifique a isenção de consentimento

### **Assinatura do Investigador Responsável**



.....

### **Documentação a anexar**

- cópia dos questionários ou formulários de recolha de dados a utilizar, se aplicável;
  - modelo de consentimento informado e outro material informativo relevante;
  - modelo de declaração de compromisso para outros investigadores ou colaboradores na investigação, se aplicável, destinada a documentar o seu envolvimento nas garantias de confidencialidade dadas pelo investigador principal no processo apresentado;
  - cópia da notificação às autoridades nacionais ou internacionais competentes, juntamente com o parecer das mesmas, se emitido; (e.g., Direção Geral de Educação, no caso dos inquéritos em ambiente escolar)
  - informação sobre o enquadramento, apoio e viabilidade do projeto facultada pelo responsável pela unidade/subunidade orgânica onde se vai desenvolver o projeto;
  - curriculum vitae* resumido de todos os investigadores.
- Deverá ser seguido o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD), com entrada em vigor em 25 de Maio de 2018, - REGULAMENTO (UE) 2016/679 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 27 de abril de 2016, relativo à proteção das pessoas singulares no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados, que revoga a Diretiva 95/46/CE (Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados).

**ANEXO 4. PROTOCOLO ENTRE A UNIVERSIDADE DO MINHO E A UNIVERSIDADE DE  
CASTILLA-LA MANCHA PARA O DOUTORAMENTO EUROPEU**



Universidade do Minho



**PROTOCOL ENTERED BETWEEN  
THE UNIVERSITY OF MINHO, PORTUGAL  
AND  
THE UNIVERSITY OF CASTILLA-LA MANCHA, SPAIN  
FOR THE CONFERRAL OF A EUROPEAN DOCTORATE TITLE**

Considering the provisions laid down by the Academic Regulation of the University of Minho, approved by RT Order 43/2017, on 24<sup>th</sup> July 2017, and the specific provisions concerning the European Doctorate set out in articles 147-150

the present Protocol is signed and entered

between the

the **University of Minho**, hereinafter referred as UMinho, a public higher education institution of foundational nature, in accordance with Law n° 62/2007 of 10th September, located at Largo do Paço, 4704-553 Braga, Portugal, VAT 502 011 378, represented by its Rector, Professor Rui Vieira de Castro, and

the **University of Castilla-La Mancha** located at Plaza de la Universidad, 3, 02071, Albacete, represented by its Rector, D. Miguel Ángel Collado Yurrita.

**Article 1**

The present Protocol provides a framework for the period of stay at the University of Castilla-La Mancha of doctoral student Alberto Fernando Moreira da Rocha from the University of Minho, with a view to the obtainment of a European Doctorate title.

**Article 2**

1 – The doctoral student is enrolled in Doctoral Program of Education Sciences, specialization Psychology of Education at the University of Minho since July 27, 2017, having registered the topic and plan of the thesis on October 1, 2018.

2 – The doctoral thesis is supervised by Professor Leandro S. Almeida, of the Institute of Education of the University of Minho and by Professor Ramón García Perales, of the Faculty of Education of the University of Castilla-La Mancha.

### Article 3

The doctoral student shall complete a period(s) of studies at the University of Castilla-La Mancha, with the duration of 3 months, under the supervision of Professor Ramón García Perales.

### Article 4

After the study period, a certificate shall be issued by the University of Castilla-La Mancha, attesting to the period of stay as well as the work developed, which shall be sent to the University of Minho.

### Article 5

The doctoral student shall comply with the requirements established by the University of Castilla-La Mancha as regards the issuance of the certificate mentioned to in the previous article.

### Article 6

The work plan(s) and respective schedule(s) for the study periods spent by the doctoral student Alberto Fernando Moreira da Rocha at the University of Castilla-La Mancha shall be attached to the present Protocol.

Braga, 15th March of 2019

Albacete, 28th May of 2019

The Rector of the University of Minho,

The Rector of the University of Castilla-La Mancha

Rui Vieira de Castro

Rui Vieira de Castro



Miguel Ángel Collado Yurrita  
Miguel Ángel Collado Yurrita



Universidade do Minho



h

**Work plan and respective schedule  
for the study periods at University of Castilla-La Mancha**

The doctoral student has completed 1 year of study. Earlier the doctoral student has carried out the following work:

- Synthesis of the bibliography (continuous process).
- Collect the sample for the thesis project.
- Development of a database for future statistical analysis.
- Communications on the subject area of the thesis project at scientific congresses.

The doctoral student will complete 3 months at University of Castilla-La Mancha. Schedule and work plan during the period of studies at University of Castilla-La Mancha – Faculty of Education, with supervision of Professor Ramón García Perales.

<b>Date</b>	<b>Workplan</b>
From 1 <sup>st</sup> March 2019 to 31 <sup>th</sup> March 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bibliography revision.</li> <li>- Preparation of database for data analysis.</li> <li>- Training on data analysis.</li> </ul>
From 1 <sup>st</sup> May 2019 to 31 <sup>th</sup> May 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bibliography revision (continuous process)</li> <li>- Analysis of data through measures with SPSS.</li> <li>- Preparation of 2 articles to publish in international journal.</li> </ul>
From 1 <sup>st</sup> October 2019 to 31 <sup>th</sup> October 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bibliography revision (continuous process)</li> <li>- Analysis of data through measures with SPSS.</li> <li>- Preparation of 2 articles to publish in international journal (continuation).</li> </ul>

**ANEXO 5. CERTIFICADO DE ESTÂNCIA (DOUTORAMENTO EUROPEU)**

D. Ramón García Perales, Secretario del Departamento de Pedagogía de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), CERTIFICA QUE:

D. Alberto Fernando Moreira da Rocha de la Universidade do Minho (Braga, Portugal), ha realizado una estancia universitaria en la Facultad de Educación de Albacete durante tres meses: 1-31 de marzo de 2019, 1-31 de mayo de 2019 y 1-31 de octubre de 2019. A lo largo de la presente estancia se ha trabajado en el desarrollo de su Doctorado en Ciencias de la Educación, Especialidad de Psicología de la Educación (año de inicio: 2017). En este sentido, se han analizado las diferencias en las habilidades cognitivas y las habilidades matemáticas de los adolescentes identificados o no por sus altas habilidades. Este análisis diferencial, aparte de los dos grupos mencionados, ha tenido por objetivo verificar el papel en esta diferenciación de varias funciones cognitivas y, al mismo tiempo, apreciar cómo pueden explicar el talento matemático de los estudiantes. Este periodo de estancia se ha incluido dentro del convenio existente entre la Universidade do Minho y la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) para la obtención del Doctorado Europeo por parte del alumno, acuerdo firmado con fechas de 15 de marzo de 2019 (Universidade do Minho, Portugal) y 28 de mayo de 2019 (Universidad de Castilla-La Mancha, España).

Y para que así conste donde proceda y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente certificado, en la fecha abajo indicada.

SECRETARIO DEL DEPARTAMENTO

ID. DOCUMENTO	UU5jX0Wocv		Página: 1 / 1
FIRMADO POR		FECHA FIRMA	ID. FIRMA
GARCIA PERALES RAMON		09-12-2019 23:00:48	1575928848190
 UU5jX0Wocv			

**ANEXO 6. PARECER DOUTORAMENTO EUROPEU (ALBERT ZIEGLER)**



FRIEDRICH-ALEXANDER  
UNIVERSITÄT  
ERLANGEN-NÜRNBERG

PHILOSOPHISCHE FAKULTÄT  
UND FACHBEREICH THEOLOGIE



**Prof. Dr. Dr. Albert Ziegler**

Chair Professor of Educational Psychology and  
Research on Excellence

Department of Psychology

University of Erlangen-Nuremberg

Regensburger Str. 160

90478 Nuremberg, Germany

Tel: +49-911-5302596

Email: [albert.ziegler@fau.de](mailto:albert.ziegler@fau.de)

December 28, 2020

Dear members of the PhD Committee

I, Albert Ziegler, Full Professor of Educational Psychology and Research on Excellence at the University of Erlangen-Nuremberg, was asked to evaluate the work of Mr. Alberto Fernando Moreira da Rocha (CC 11111553) from the point of view of whether it was sufficient to award him a PhD in Sciences of Education (Educational Psychology). I had the following scientific papers as a basis for my evaluations of his thesis „Diferenciação cognitiva entre alunos regulares e alunos com altas capacidades: Estudo com alunos do 5º ao 9º ano de escolaridade“:

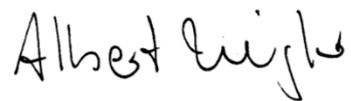
1. Rocha, A., Perales, R. G., & Almeida, L. S. (2020). Inteligência: necessária e suficiente para explicar a sobredotação? *Talincrea*, 6(12), 59-76.
2. Rocha, A., Almeida, L. S., & Perales, R. G. (2020). Comparison of gifted and non-gifted students' executive functions and high capabilities. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1397-1409. doi: 10.17478/jegys.80879
3. Rocha, A., Perales, R. G., Viseu, F., & Almeida, L. S. (no prelo). Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual. *Revista de Psicología*.

Since I do not speak the original language of some articles, I had the non-English papers translated by Google Translate and with DeepL. The quality of the translation was completely sufficient for me to form a qualified opinion after a thorough study of the papers.

The articles are of excellent quality and meet the requirements for a PhD in Educational Psychology in every respect. They are scientifically of the highest standard, methodologically impeccable, and contain many brilliant thoughts. Overall, they enrich national and international research on the gifted. Indeed, in reading the articles, I have learned many new, interesting things through Mr. da Rocha's research on cognitive processes, learning, and success factors of

the gifted in the domain of mathematics. There is therefore no question in my mind that Mr. da Rocha is without a doubt deserving of the academic title of *PhD in Sciences of Education* (Educational Psychology). I therefore strongly recommend that the PhD Committee recognize the articles submitted as sufficient for a PhD.

Sincerely

A handwritten signature in black ink that reads "Albert Ziegler". The signature is written in a cursive style with a large, prominent 'A' and a long, sweeping tail on the 'l'.

(Prof. Dr. Dr. Albert Ziegler)

## **ANEXO 7. PARECER DOUTORAMENTO EUROPEU (ÁFRICA BORGES)**

María de África Borges del Rosal, catedrática de universidad del Área de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, del Departamento de Psicología Clínica, Psicobiología y Metodología y directora del Aula Cultural de Altas Capacidades de la ULL,

DECLARA:

Que D. Alberto Fernando Moreira da Rocha (CC 1111553) va a defender la tesis doctoral que lleva por título “*Diferenciação cognitiva entre alunos regulares e alunos com altas capacidades: Estudo com alunos do 5.º ao 9.º ano*” de escolaridade”, dentro del Doutoramento em Ciências da Educação, especialidade de Psicologia de Educação, por la Universidad de Minho (Portugal).

El modelo de la tesis es por compendio de publicaciones. Ha realizado y publicado tres estudios en ese sentido:

- Inteligência: necessária e suficiente para explicar a sobredotação?, publicado en la revista TALINCREA.
- Comparison of gifted and non-gifted students’ executive functions and high capabilities, publicado en Journal for the Education of Gifted Young Scientists.
- Resolución de problemas matemáticos en alumnado con y sin superdotación intelectual, aceptado para su publicación en la

África Borges del Rosal  
Facultad de Ciencias de la Salud. Sección de Psicología y Logopedia  
Campus de Guajara.  
Apartado 456. 38200 La Laguna  
Tenerife. España  
 aborges@ull.edu.es.  +34 922 31 7568  
ull.es

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3123136 Código de verificación: zrDqYeae

Firmado por: María de África Borges del Rosal  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 20/12/2020 20:27:26



Revista de Psicología que edita el Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Tras la revisión realizada, puedo afirmar que los artículos poseen el adecuado rigor y calidad científica, resultando en contribuciones importantes en el estudio de la superdotación, a nivel tanto nacional como internacional, dentro del dominio de los procesos cognitivos y del aprendizaje y éxito académico de los alumnos superdotados en el campo de las matemáticas.

La Laguna, 21 de diciembre de 2020

África Borges del Rosal

Catedrática de Metodología de las Ciencias del Comportamiento

Directora del Aula Cultural de Altas Capacidades

ull.es

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.  
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3123136 Código de verificación: zrDqYeae

Firmado por: María de África Borges del Rosal  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 20/12/2020 20:27:26