

Variáveis cognitivas no âmbito do Projecto 3EM: Contributos para a precisão e validade da BPRD*

Fátima Simões**

Manuel Loureiro**

Maria Eugénia Ferrão***

Adriano Tavares****

José Teles****

Resumo: Apresentamos, neste artigo, os resultados de uma investigação efectuada numa amostra 535 alunos dos 7º e 8º anos do Distrito de Castelo Branco. Trata-se de um estudo de precisão e validade da Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial (BPRD, Almeida, 1988) enquanto instrumento aplicado para medir variáveis cognitivas no âmbito do projecto 3EM. Os resultados corroboram os índices de precisão e de validade obtidos pelo próprio autor (Almeida, 1988). As diferenças encontradas nas provas de raciocínio verbal e de raciocínio numérico, ou seja os dois conteúdos mais directamente relacionados com o currículo escolar apresentam-se estatisticamente significativas na análise de variância calculada. Estes valores, tal como noutros estudos, apontam para a relevância das competências linguísticas e numéricas em toda a aprendizagem.

Palavras-chave: variáveis cognitivas; raciocínio; aprendizagem.

Abstract: In this article we present the results of a research based on a sample of 535 7th and 8th grade students from Castelo Branco District. The study concerns the precision and the validity of the “Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial” (BPRD, 1988), used to measure cognitive variables in the 3EM project. The differences found in the verbal and numeric reasoning subtests (the learning curriculum most directly related contents) are statistically significant for the performed analysis of variance. As well as on others studies these differences point out to the relevance of numeric and linguistic competencies involved in the learning process.

Key words: cognitive variables; reasoning; learning.

Introdução

A competência a nível cognitivo constitui um aspecto central para o sucesso escolar. Uma parte significativa da investigação em psicologia e educação aponta para a importância dos processos cognitivos nos

resultados escolares e, embora continue a existir uma grande controvérsia em torno da inteligência e do seu impacto na realização humana, o que é certo é que, de uma forma ou de outra, ela afecta o rendimento escolar dos alunos. De facto, tomando alguma investigação na área,

* Estudo realizado no âmbito do Projecto de investigação Eficácia Escolar no Ensino da Matemática (3EM) co-financiado pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Ensino Superior e pela Fundação Calouste Gulbenkian.

** Departamento de Psicologia e Educação - UBI.

*** Departamento de Matemática - UBI.

**** Alunos da Licenciatura em Psicologia - UBI.

algumas dimensões dos testes de inteligência clássicos encontram-se correlacionadas com os resultados escolares dos sujeitos (Almeida, 1988; Simões, 1994). Contudo, e em prol de alguma controvérsia nesta área, também é verdade que muitos sujeitos com elevados índices de inteligência ou potencial cognitivo continuam a falhar nas tarefas escolares, situação que tem dado também origem a um vasto leque de investigações (ex: Almeida, 1994, 2002; Gardner, 1983).

Este artigo enquadra-se no âmbito do projecto de investigação «Eficácia Escolar no Ensino da Matemática (3EM)», entendendo-se por «escola eficaz» aquela que consegue promover a aprendizagem e o desenvolvimento integral dos alunos. Este desenvolvimento mais lato do aluno, situar-se-ia acima do que seria esperado se tivermos em atenção algumas características dos alunos na entrada para a escola, como por exemplo, os seus conhecimentos prévios e as condições social, cultural e económica de vida (Ferrão, Loureiro, Simões & Guedes, 2005).

O modelo teórico da Eficácia Escolar postula diversos factores, entre os quais os factores de entrada, referindo-se estes últimos, entre outros, às características dos alunos que frequentam a escola (Luyten, 2003; Mortimore, 1992, 1998). Neste contexto, para além das variáveis sociodemográficas de partida, é fundamental avaliar características cognitivas potencialmente implicadas, de acordo com a investigação na área, na aprendizagem e sucesso da Matemática. Se o modelo pretende medir a Eficácia da Escola, ou seja, a mais-valia que a escola acrescenta ao potencial do aluno, então é fundamental caracterizar os alunos do ponto de vista do seu potencial cognitivo no sentido de poder controlar variáveis que possam vir a interferir com esse objectivo.

De entre as diferentes provas de inteligência disponíveis em Portugal e para a população adolescente, escolhemos a Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial (BPRD, Almeida, 1986;1992), que descreveremos em pormenor mais à frente. Esta escolha justifica-se por se tratar de uma bateria de aplicação colectiva e de possibilitar a avaliação de diferentes tipos de raciocínio em função do conteúdo das tarefas (1988). Trata-se de um conjunto de testes cuja fundamentação radica na perspectiva cognitivista da inteligência, dando relevo à compreensão de processos cognitivos importantes para a resolução de problemas e para o processamento da informação e, subsequentemente, para o desempenho escolar.

É objectivo deste estudo a apresentação de alguns dados preliminares relativos ao comportamento psicométrico da bateria face a uma amostra de alunos dos 7º e 8º anos do 3º Ciclo do Ensino Básico aproveitando a inclusão das suas aprovas no projecto de investigação em causa. Basicamente, o nosso objectivo é compreender até que ponto as provas são adequadas às características da nossa amostra e em que medida se correlacionam com o desempenho escolar, um dos objectivos mais tradicionalmente mencionados a propósito do uso dos testes de inteligência por parte dos psicólogos escolares.

Método

Amostra

A amostra do estudo é constituída por um total de 535 alunos de 13 agrupamentos da Beira Interior, pertencentes ao Distrito de Castelo Branco. Os alunos da presente amostra encontram-se distribuídos pelo 7º e pelo 8º anos de escolaridade, respectivamente 287 e 248 alunos. Por razões de

facilidade na análise dos dados e respectiva interpretação, não foram considerados nos passos seguintes do estudo os protocolos pertencentes a alunos sinalizados como apresentando necessidades educativas especiais.

Instrumento

O instrumento utilizado foi a BPRD e foram aplicadas as quatro primeiras provas tendo, por opção, deixado a prova de raciocínio mecânico por considerarmos pouco relevante para o estudo. A BPRD (Almeida, 1992) aparece na sequência da aferição para a população portuguesa dos testes de Raciocínio Diferencial (TRD) de Meuris (1969) e é constituída por cinco testes que avaliam a capacidade de raciocínio segundo diferentes formatos: (1) verbal; (2) numérico; (3) espacial; (4) abstracto; e (5) mecânico. As provas avaliam o raciocínio indutivo através da apreensão de relações entre elementos e o raciocínio dedutivo através da aplicação a novas situações de relações anteriormente inferidas.

A prova de **raciocínio numérico** (NR – 30 itens) requer do sujeito muita concentração e um nível elevado de raciocínio analítico, uma vez que aqueles têm de inferir e aplicar relações entre números. Trata-se de uma prova formada por sequências numéricas que podem ser lineares ou alternadas, na qual os sujeitos têm de descobrir a regra de sucessão dos números e aplicá-la para continuar a série. São conteúdos que permitem avaliar a aptidão para lidar com números.

O **raciocínio abstracto** (AR - 35 itens) tem por objectivo avaliar a capacidade de raciocínio puro e é formada por analogias entre figuras sem significado. Os sujeitos têm de apreender as relações entre dois elementos e descobrir uma quarta figura que enquadre a inferência efectuada. É uma

prova próxima dos testes clássicos de *factor g* ou inteligência geral e permite controlar, até zero ponto, a influência de factores culturais e linguísticos no desempenho cognitivo.

A prova de **raciocínio verbal** (VR- 40 itens) é formada por analogias entre pares de palavras e coloca em evidência a capacidade do sujeito para raciocinar de forma analógica. São utilizadas relações semânticas entre palavras e fazem apelo à aptidão verbal, à linguagem e ao raciocínio ou capacidade para estabelecer relações entre elementos.

Uma outra prova, a de **raciocínio espacial** (SR – 30 itens) pretende evidenciar a capacidade de rotação mental e de percepção por reconhecimento de elementos figurativos; para que o sujeito tenha bons resultados tem de possuir uma boa percepção das formas e do movimento das mesmas no espaço. É uma prova que coloca em jogo a capacidade de reflexão e de concentração, bem como de resistência à fadiga.

Finalmente, a prova de raciocínio mecânico, constituída por situações-problema, faz apelo a conhecimentos de Física e de Mecânica.

Procedimento

As provas foram aplicadas colectivamente por psicólogos e por alguns estudantes da licenciatura em Psicologia que haviam tido formação prévia pelo autor da Bateria. A aplicação decorreu em contexto escolar após a necessária autorização por parte dos encarregados de educação e dos professores. Os alunos foram informados do objectivo do estudo e do tipo de provas a realizar. Ainda de acordo com as orientações deontológicas neste tipo de estudos, e antes de expressarem o seu acordo, os alunos foram informados da confidencialidade dos resultados obtidos na presente investigação.

Resultados

Pretendendo-se com este estudo contribuir com dados de uma nova amostra de alunos para a análise das propriedades métricas da BPRD, apresentamos de seguida alguns dos valores obtidos a esse propósito. Assim, e no que diz respeito à análise da consistência interna das Provas, foram obtidos os seguintes coeficientes *alpha* de Cronbach: **NR** - .86; **VR** - .80; **SR** - .79; **AR** - .88. Como podemos verificar, as diferentes provas revelam possuir uma razoável consistência interna em termos dos respectivos itens (coeficientes superiores ao nível crítico de .70), sendo as provas de Raciocínio Abstracto e Raciocínio Numérico aquelas que apresentam os índices mais elevados, sugerindo um padrão mais uniforme de formatação e conteúdo dos respectivos itens. Mesmo assim, nenhum índice se situa abaixo do nível crítico (.70).

Num contributo deste estudo para a validade dos resultados na bateria, apresentamos no quadro I os coeficientes de correlação cruzando as provas de raciocínio entre si. Podemos (coeficientes de correlação de Pearson). Antecipando a verificação da teoria inerente à BPRD, esperam-se coeficientes de correlação moderados e de sentido positivo dado o peso importante que a operação do raciocínio assume na realização dos vários subtestes.

Quadro I - Matriz dos coeficientes de correlação entre os subtestes

Subtestes	NR	VR	SR	AR
NR	-	.58**	.49**	.53**
VR	.57**	-	.46**	.51**
SR	.49**	.46**	-	.57**
AR	.53**	.51**	.57**	-

** p<.001

Da análise da matriz de correlações interprovas podemos verificar que os coeficientes apresentam valores de direcção positiva e bastante elevados, em todos os casos estatisticamente significativos para um valor de $p < .001$, deixando antecipar a existência de um factor ou variável subjacente às diferentes provas.

Face aos índices de correlação elevados obtidos (cf. Quadro I), e querendo testar se, de acordo com a teoria, os mesmos são explicáveis por um único factor (raciocínio), avançámos para uma análise factorial em componentes principais dos coeficientes de correlação alcançados. Como seria expectável face à teoria em que assenta a construção da BPRD (Almeida, 1988), os valores sugerem a existência de um único factor com valor-próprio igual ou superior à unidades que, só por si, explica 64% da variância (cf. quadro II), mesmo que um segundo factor pudesse explicar 14,7% da variância sugerindo alguma especificidade das provas em presença (valor-próprio inferior à unidade).

Quadro II – Resultados da análise factorial dos subtestes

Subtestes	Factor I
Raciocínio Numérico	.80
VR	.79
SR	.78
AR	.81
% variância	64,1

Uma análise que não tem sido feita relativamente à estrutura factorial das correlações dos subtestes da BPRD passa pela verificação ou não de uma mesma estrutura factorial ao longo dos vários anos de escolaridade. Assim, mesmo restringidos a alunos do 7º e do 8º ano na presente amostra, quisemos verificar se essa estrutura era similar ou não. No quadro III e

Gráfico 1

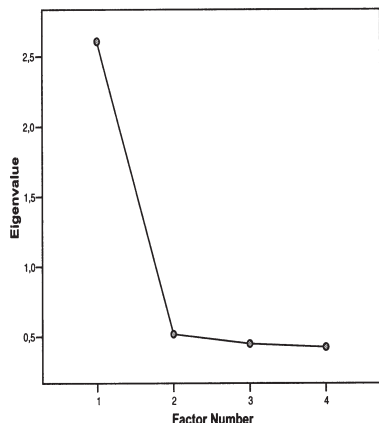
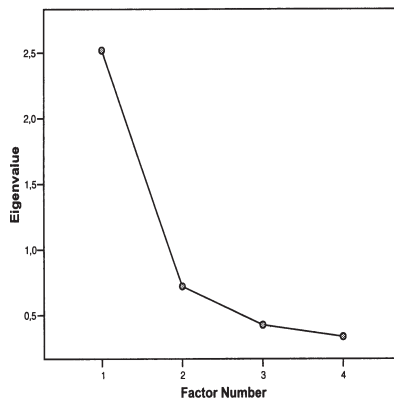


Gráfico 2



Quadro III – Matriz factorial 7º ano

	Factor I
NR	.75
VR	.75
SR	.68
AR	.75
% variância	65,1

Quadro IV – Matriz factorial 8º ano

	Factor I
NR	.72
VR	.66
SR	.72
AR	.74
% variância	62,2

no quadro IV apresentamos uma síntese desses valores, respectivamente para ambos os anos escolares, fazendo acompanhar a matriz do gráfico dos pesos factoriais dos factores isoláveis.

De acordo com os *valores-próprios* apresentados nos **gráficos** (*scree plot test*, Cattell, 1966), seja em relação ao 7º seja em relação ao 8º ano (cf. Quadros III e IV), podemos, com segurança, afirmar que há um factor muito forte que daria conta da variância dos resultados obtidos no conjunto dos quatro subtestes da bateria, para os alunos de ambos os anos de escolaridade. Com efeito, nos dois casos, os resultados da análise factorial apontam para a existência de um factor explicando mais que 60% da variância dos resultados. Depois de analisadas as características das provas, quisemos saber como se compor-

tavam as médias dos resultados em função do ano de escolaridade. Assim, no quadro V apresentamos as médias e os desvios-padrão dos resultados nos quatro subtestes tomando os alunos repartidos por ano escolar.

Como poderíamos antecipar, dever-se-ia verificar uma melhoria na média dos alunos na passagem do 7º para o 8º ano de escolaridade. Não só estamos face a alunos mais velhos, como possuindo mais um ano de experiência de vida e de aprendizagens escolares. No entanto, os valores obtidos no presente estudo não estão assim tão diferenciados de acordo com esta variável. Na Prova SR observa-se uma estabilidade nos valores da média, aliás com ligeira descida junto dos alunos do 8º ano. Nas três provas restantes observa-se já um padrão de valores de acordo com

Quadro V – Média e desvio-padrão dos resultados nas provas de raciocínio em função do ano de escolaridade

Ano de Escolaridade	N	NR		VR		SR		AR	
		média	d.p.	média	d.p.	média	d.p.	média	d.p.
7º Ano	287 (54%)	9.0	5.26	17.0	5.70	12.5	4.90	17.8	6,67
8º Ano	248 (46%)	10.3	4.84	18.7	5.28	12.3	5.28	18.9	6.63
Total	535 (100%)	9,6	5,13	17.8	5.57	12.4	5.27	18.3	6.66

o esperado: os alunos do 8º ano quase que suplantam em todas as provas um ponto na média face aos colegas do 7º ano (aspecto que de novo atesta a validade dos resultados nas provas da BPRD). Aliás, procedendo-se a uma análise da variância, verificámos uma diferença estatisticamente significativa a favor dos alunos do 8º ano seja no subteste de Raciocínio Numérico ($F=7.29$; $p < .05$) seja de Raciocínio Verbal ($F=13.47$, $p < .001$).

A não verificação deste padrão tomando a Prova SR pode decorrer da especificidade do conteúdo dos seus itens (material especial, rotações de figuras, orientação espacial...), ou seja, aquisições nem sempre trabalhadas e valorizadas por parte do currículo escolar (daí menos influenciadas pelos anos de escolaridade possuídos). No mesmo quadro, e no sentido de relativizarmos a análise de variância efectuada, importa atender à amplitude da medida de variabilidade dos resultados (desvio-padrão). Trata-se, de facto, de índices de variabilidade bastante acentuados, uma vez que, numa distribuição normal, esperar-se-iam 68% dos sujeitos no intervalo de um desvio-padrão abaixo e acima da média, o que se aproxima já bastante dos extremos dos resultados possíveis em cada subteste. Nesta nossa amostra, e sem razões conhecidas, os alunos divergiram bastante entre si nas pontuações obtidas, observando-se um valor bastante elevado de desvio-padrão.

Em futuros trabalhos, justificar-se-á uma análise mais aprofundada deste ponto, nomeadamente se de novo verificado.

Discussão

Como ponto prévio ao uso dos testes psicológicos na investigação e intervenção psicológicas, importa verificar como os seus resultados se comportam em termos de coerência, precisão e validade. Assim, tomando uma nova amostra, quisemos apreciar tais parâmetros nos quatro subtestes da BPRD, contribuindo por um lado com novos dados para a sua validação nacional, e por outro à verificação das propriedades métricas necessários ao seu correcto uso na nossa pesquisa. Os resultados obtidos no nosso estudo não esgotam, logicamente, todas as análises que poderiam ser feitas, mesmo assim elas cobrem a precisão e a validade.

Globalmente, os valores agora obtidos não se afastam dos observados pelo seu autor (Almeida, 1988). Em termos de precisão (fidelidade dos resultados), os índices de consistência interna dos itens situaram-se nos quatro subtestes sempre bastante acima de .70, apontado nalguns autores como o nível exigido (Almeida & Freire, 2003). Por outro lado, em termos da análise da validade dos resultados, observaram-se elevadas e positivas intercorrelações dos resultados nos quatro subtestes, atestando

que, mais que os respectivos conteúdos específicos, o raciocínio acaba por ter um papel determinante do desempenho dos alunos. Aliás, tendo-se avançado para uma análise factorial dos resultados, seja na amostra geral, seja no 7º e 8º ano de escolaridade separadamente, verifica-se a existência de um único factor com valor-próprio superior à unidade, aliás explicando sempre um pouco mais de 60% da variância dos resultados. De novo, a BPRD avalia essencialmente a capacidade dos alunos apreenderem e aplicarem relações lógicas entre elementos (raciocínio), independentemente dos conteúdos verbais, numéricos, figurativos e espaciais em que as tarefas se apresentam formuladas. Finalmente, observaram-se diferenças a favor dos alunos mais velhos (8º ano) nos subtestes da bateria. Esta situação, que nos parece lógica em termos de desenvolvimento psicológico e de escolarização, não se observou na prova de Raciocínio Espacial, podendo isso traduzir que os conteúdos desta prova estão mais relacionados com o quotidiano dos alunos fora da escola do que reflexo das suas aprendizagens curriculares. Vai neste sentido, aliás, porque as diferenças nas provas de raciocínio verbal e de raciocínio numérico, ou seja os dois conteúdos mais directamente relacionados com o currículo escolar, se apresentam estatisticamente significativas na análise de variância calculada. Estes valores, como noutros estudos, apontam para a relevância das competências verbais, linguísticas e numéricas em toda a aprendizagem escolar, havendo mesmo quem afirme a importância das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem da Matemática. A este respeito Snowling, Adams, Bishop, & Stothard (2001) destacam que as crianças com problemas de linguagem poderão ter problemas em áreas diferenciadas, como parece ser o caso da

matemática, pois as crianças com problemas de linguagem apresentariam limitações no processamento *top-down* (conceptual - a forma como o pensamento influencia os resultados ou performance) e *bottom-up* (a forma como a informação visual e auditiva é recebida). Em conjunto, as limitações nestes dois processos ou formas de processamento da informação contribuem para uma maior vulnerabilidade dos alunos às exigências das tarefas.

Referências bibliográficas

- Almeida, L. S. (1986). *Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial*. Porto: Faculdade de Psicologia e de Ciência da Educação.
- Almeida, L. S. (1988). *O raciocínio diferencial dos jovens*. Porto: INIC.
- Almeida, L. S. (1992). *Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial*. Vila Nova de Gaia: Edipsico.
- Almeida, L. S. (1994). *Inteligência: definição e medida*. Aveiro: CIDInE.
- Almeida, L. S. (2002). As aptidões na definição e avaliação da inteligência: O concurso da análise factorial. *Paidéia*, 12 (23), 5-7.
- Almeida, L. S. & Freire, T. (2003). *Metodologia de investigação em psicologia e educação*. Braga: Psiquilíbrios.
- Ferrão, M.E., Loureiro, M.J., Simões, F. e Guedes, P. (2005). *À Procura da Escola Eficaz: Referencial Teórico do Projecto de Investigação Eficácia Escolar no Ensino da Matemática*. Covilhã: Universidade da Beira Interior.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.

- Luyten, H. (2003). School effects versus teacher effects. *School Effectiveness and School Improvement*, 14 (1), 31-51.
- Mortimore, P. (1992). To teach the teachers : teachers training for effective schools. In J. Bashi, Z. Sazz (Eds). *School Effectiveness and School Improvement: Proceedings of the Third International Congress for School Effectiveness*. Jerusalem: Magnes Press.
- Mortimore, P. (1998). *The road to improvement. Reflections on school effectiveness*. Netherlands: Swets & Zeitlinger
- Meuris, G. (1969). *Tests de Raisonnement Differentiel*. Bruxelles: Editest.
- Simões, M. R. (1994)
- Snowling, M.J., Adams, J.W., Bishop, D.V.M., & Stothard, S.E. (2001). Educational attainments of school leavers with a preschool history of speech-language impairments. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 36, 173-183.2