

Visualização Espacial, Raciocínio Indutivo e Rendimento Acadêmico em Desenho Técnico

Visualização, Raciocínio, Desempenho e Desenho Técnico

*Gerardo Prieto
Angela Dias Velasco*

Resumo

As dificuldades de aprendizagem de Desenho Técnico que experimentam os estudantes de Engenharia relacionam-se com seu nível de aptidão. Para melhorar o processo didático, seria necessário detectar de imediato os estudantes que requerem mais apoio. Este estudo descreve a utilidade de um teste de Visualização Espacial e um teste de Raciocínio Indutivo para prever o rendimento dos estudantes em Desenho Técnico. A amostra foi composta por 484 estudantes do primeiro ano do Curso de Engenharia de quatro centros brasileiros de Educação Superior. Os dados foram analisados com o modelo de Rasch. Os resultados sugerem que a aptidão de Visualização Espacial é o melhor previsor.

Palavras chave: Aptidão; Rendimento acadêmico; Universidade.

Spatial visualization, inductive reasoning, and technical drawing

Abstract

The difficulties of First-Year Engineering students toward learning Technical Drawing are related with the aptitude level. In order to effectively plan the didactic process, it is necessary to detect early those students who require more attention and support. This study describes the utility of a Visualization test and a Reasoning test to predicting academic achievement in Technical Drawing. Both tests were applied to a sample of 484 Brazilian Engineering students. The data were analysed by the Rasch Model. The results suggest that Visualization is the best predictor.

Keyword: Ability; Academic achievement; University.

Visualización espacial, raciocinio inductivo y rendimiento académico en dibujo técnico

Resumen

Las dificultades de aprendizaje de dibujo técnico que vivencian los estudiantes de ingeniería se relacionan con su nivel de aptitud. Para mejorar el proceso didáctico sería necesario detectar inmediatamente a los estudiantes que precisan más apoyo. Este estudio describe la utilidad de un test de visualización espacial y un test de raciocinio inductivo para predecir el rendimiento de los estudiantes en dibujo técnico. La muestra ha sido formada por 484 estudiantes del primer año del curso de ingeniería de cuatro centros brasileños de educación superior. Los datos han sido analizados con el modelo de Rasch. Los resultados han sugerido que la aptitud de visualización espacial es el mejor previsor.

Palabras clave: Aptitud, Rendimiento académico, Universidad.

Introdução

A Aptidão Espacial foi definida como a capacidade para formar, reter, recuperar e transformar imagens visuais (Carroll, 1993). Os estudos fatoriais identificaram várias aptidões espaciais, que se caracterizam diferentemente pela ênfase nos diferentes aspectos dos processos implicados: formação, armazenamento, memorização e transformação da imagem (Lohman, 1994). A Aptidão de Visualização é, junto às de Relações Espaciais e Orientação Espacial, um dos fatores mais representativos e ela é definida como a aptidão para manipular mentalmente figuras tridimensionais complexas. Na execução das tarefas empregadas para seu diagnóstico, destaca-se a denominada “desenvolvimento de superfícies”, na qual se põe mais ênfase na precisão do que na rapidez da resposta (Juan-Espinosa, 1997).

Por sua parte, o Raciocínio foi considerado como o núcleo da Inteligência Fluida. Entre as três aptidões, identificadas por Carroll (1993), destaca-se a do Raciocínio Indutivo que requer que as pessoas examinem as semelhanças e as diferenças de estímulos específicos a fim de extrair características, propriedades e regras gerais. Uma das tarefas mais clássicas para avaliar esta aptidão é o preenchimento de matrizes, base de um teste tão conhecido como o *Matrizes Progressivas de Raven* (Raven, Raven & Court, 1998). A relevância dessa tarefa como indicadora da Inteligência Fluida despertou, nos últimos anos, o interesse dos psicólogos cognitivos, gerando um amplo número de investigações acerca dos processos cognitivos implicados na sua execução (Carpenter, Just & Shell, 1990; Embretson, 1998; Green & Kluever, 1992). A conclusão mais importante desses estudos é que os dois fatores que contribuem à dificuldade da tarefa são a complexidade perceptiva das figuras e a quantidade de informação que tem de ser gerenciada (número de elementos e número de regras que os relacionam). A grande importância outorgada à complexidade perceptiva dos estímulos (Primi, 2002a) promove interrogantes sobre a importância deste tipo de testes para prognosticar a aprendizagem e a execução de atividades relacionadas com conteúdos figurativos, tais como o desenho e o projeto gráfico.

Apesar da importância da Aptidão Espacial nas teorias sobre a inteligência, os testes espaciais não foram muito usados para a seleção de pessoal e o diagnóstico educativo. Exceção a esta regra geral aparece fundamentalmente no contexto da seleção de pilotos e controladores aéreos. A razão principal deste escasso emprego no âmbito pedagógico origina-se em que as aptidões verbais (leitura, escrita, compreensão e expressão oral) e pelo raciocínio estão mais envolvidos na aprendizagem acadêmica convencional (Lavin, 1965; Primi, Santos & Vendramini, 2002; Kyllonen & Glück, 2003; Aluja & Blanch, 2004). Sem embargo, existem estudos que manifestam que as aptidões espaciais são boas previsoras do rendimento em matérias específicas das especialidades de arquitetura, engenharia, projeto gráfico e mecânico (Peters, Chisholm & Laeng, 1995; Hsi, Linn & Bell, 1997; Ting, 2001; Prieto & Velasco, 2002b).

O papel mediador da Aptidão Espacial no rendimento em matérias técnicas e artísticas, tais como o Desenho Técnico, pode explicar porque os processos de transformação mental de imagens visuais devem ser empregados com precisão pelos aprendizes. Por exemplo, os estudantes destas disciplinas necessitam imaginar a aparência dos objetos em distintas orientações, trasladar a um espaço de três dimensões representações bidimensionais, imaginar como se veriam as partes ocultas de um objeto etc. De fato, os professores de Desenho Técnico manifestam freqüentemente que alguns alunos não progridem adequadamente no processo de aprendizagem devido a seu baixo nível de Aptidão Espacial. Ou seja, para a solução de problemas não é suficiente empregar estratégias analítico-verbais, as estratégias holístico-espaciais são também necessárias a fim de “visualizar” mentalmente o problema (Lohman, 2000).

Neste trabalho, a eficácia de previsão do rendimento acadêmico em Desenho Técnico de um teste de Visualização e de um teste de Raciocínio Indutivo é analisada. Nosso interesse foi dirigido aos estudantes de Engenharia, cuja formação exige o uso desta competência ao longo de toda a carreira. Além disso, seria muito conveniente utilizar testes específicos para identificar os alunos menos capazes,

com o objetivo de programar métodos de ensino adequados para eles.

Método

Participantes

Participaram do estudo 484 alunos do primeiro ano de Engenharia de quatro centros brasileiros públicos e privados de Educação Superior. A idade média dos participantes foi de 19 anos e 9 meses (DP=3,1). A maioria (84%) era do sexo masculino.

Instrumentos

Teste de Visualização Espacial – TVZ2002-C

Trata-se de uma prova extraída de um banco de itens construído *ex profeso* para o diagnóstico específico da Visualização em estudantes de Engenharia e Arquitetura (Prieto & Velasco, 2002a; 2004). Os itens do banco foram construídos a partir de indicadores cognitivos da Visualização (Embretson, 1996) e estão calibrados pelo modelo de Rasch (1960).

A prova, classificada entre os testes de papel e lápis e o material, constituído por um conjunto impresso com 20 itens gráficos, deve ser respondida no tempo limite de 30 minutos.

Os itens se baseiam em uma tarefa de “Desenvolvimento de Superfícies”. A tarefa consiste em um cubo desenhado com todas suas faces identificadas por letras. A sua direita, o cubo se mostra planificado com uma de suas faces identificada e outra marcada com um ponto de interrogação (?). O examinado tem de identificar que letra, em sua posição relativa, corresponde à face onde se encontra o ponto de interrogação. O examinado tem que escolher a resposta correta entre nove alternativas (Figura 1).

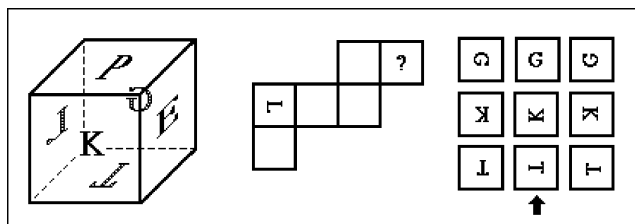


Figura 1. Exemplo de item do TVZ2002-C. A resposta correta está marcada com a seta

Estudos com versões similares deste teste mostram que é um indicador válido e confiável do construto de Visualização (Prieto & Velasco, 2002b; 2004 no prelo).

GfRI – Teste de Raciocínio Analógico Indutivo-Forma B (Primi, 2002b)

Trata-se de uma prova de papel e lápis composta por 16 itens com 8 opções de resposta das quais uma é correta. Os itens foram respondidos no tempo limite de 45 minutos, e baseiam-se numa tarefa de preenchimento de matrizes tipo Raven. De acordo com Marshalek, Lohman e Snow (1983), este tipo de tarefa é muito apropriado para avaliar o raciocínio indutivo e a inteligência fluida.

Cada item consiste em uma matriz com 9 quadros dispostos em três linhas e três colunas. Um dos quadros está vazio e nos outros aparecem 8 figuras geométricas relacionadas por regras. O examinado deve descobrir essas regras e inferir qual, das 8 opções oferecidas, seria a figura apropriada para ocupar o quadro vazio.

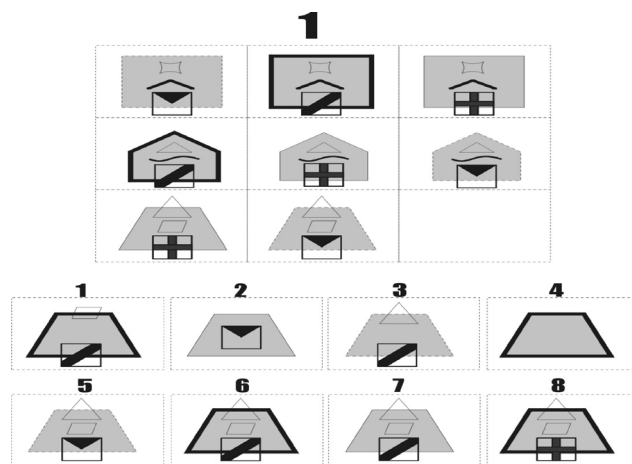


Figura 2. Exemplo do GfRI. A opção 6 é a resposta correta

O teste foi construído a partir de um “desenho cognitivo” derivado da corrente que aplica o enfoque experimental da psicologia cognitiva à construção de testes para medir as diferenças individuais (Embretson, 1998). Desde este enfoque, se desenham as características da tarefa para obter indicadores de distinto nível do construto. Nesta prova, a complexidade da tarefa depende do

número de elementos das figuras, do número de regras que relacionam as figuras, da complexidade das regras, e da complexidade perceptiva dos estímulos.

Exame parcial da disciplina de Desenho Técnico

As qualificações dos alunos em Desenho Técnico foram obtidas a partir das notas das primeiras provas aplicadas na disciplina. Estas provas foram individuais, com similares procedimentos de aplicação, tendo como conteúdo básico a execução das vistas ortográficas de objetos, tanto a partir de suas perspectivas como de outras vistas.

Procedimento

As provas, no início do semestre acadêmico, foram administradas de forma coletiva, em grupos de até 25 alunos. O exame parcial ocorreu dois meses depois.

Resultados

Analisaram-se os dados por meio do modelo logístico de um parâmetro da teoria de Resposta ao Item (Rasch, 1960). A equação básica especifica que a probabilidade de resolver corretamente um item depende somente da diferença no atributo medido entre o nível da pessoa (q_s) e o nível do item (b_i). Os valores escalares das pessoas e os itens se situam na mesma escala. Estes valores podem ser expressos em distintas métricas (Embretson & Reise, 2000). A mais utilizada é a escala *logit*, que é o logaritmo natural de $(Pis / 1 - Pis)$. Ainda que a escala *logit* possa adotar valores entre mais e menos infinito, a grande maioria dos casos se situa na faixa de ± 5 . A localização do ponto 0 da escala é arbitrária. Na tradição de Rasch, situa-se este ponto na dificuldade média dos itens.

O modelo de Rasch apresenta algumas propriedades métricas consideradas ótimas que são as estatísticas suficientes, a objetividade específica, a unidimensionalidade, a métrica intervalar, os parâmetros independentes da amostra e as estatísticas para analisar o ajuste ao modelo de itens e pessoas (Santisteban & Alvarado, 2001). Ainda que a

funcionalidade destas vantagens depende do ajuste dos dados às suposições do modelo, é conveniente notar que basta um ajuste razoável para justificar seu uso.

Os estudos, acerca da robustez do modelo de Rasch ante as violações de suas suposições, mostram que os ganhos produzidos pelo uso de outros modelos mais complexos são escassos (Muñiz, 1997). Para analisar o ajuste dos dados ao modelo e estimar os parâmetros dos itens e das pessoas, utilizou-se o programa Winsteps (Wright & Linacre, 1998). Como indicador do ajuste de itens e pessoas empregaram-se as estatísticas *Infit* (média dos resíduos quadráticos ponderados com sua variância) e *Outfit* (a média dos resíduos quadráticos não ponderados), que são médias dos resíduos padronizados ao quadrado (diferenças entre o valor observado e o previsto pelo modelo).

O valor esperado destas estatísticas é 1. Por convenção, considera-se que os valores superiores a 1,5 indicam um desajuste moderadamente alto, e que os valores superiores a 2,0 revelam um desajuste muito alto. Ou seja, são estes últimos os que “degradam” ou prejudicam gravemente as medidas (Wright & Linacre, 1998).

Outfit é um indicador muito sensível aos *outliers* (basta uma resposta muito inesperada para que adote um valor muito elevado). *Infit* é mais robusto, pois os valores altos se devem a padrões de resposta claramente aberrantes.

Como medida da confiabilidade das pontuações empregou-se o coeficiente de confiabilidade calculado pela diferença entre a variância observada e a variância do erro, dividida pela variância observada. A variância observada é a variância dos parâmetros correspondentes (das pessoas ou dos itens) e a variância do erro, o quadrado da média dos erros padrão dos parâmetros.

Os resultados da análise do ajuste ao modelo dos itens e dos participantes são apresentados na Tabela 1, frente à necessidade de evitar que os valores careçam de significado teórico e as vantagens do modelo de Rasch se desvançam. Os dados manifestam um bom ajuste ao modelo dos itens de ambos os testes: por um lado, as médias e os desvios padrões dos valores de *Infit* e *Outfit* são as que cabe esperar quando não há divergências substanciais entre as previsões do modelo e os dados empíricos; por outro, não aparecem itens

Tabela 1. Estatísticas descritivas dos parâmetros de ajuste dos itens e das pessoas

Teste	Parâmetro	<i>Infit</i> (Itens)	<i>Outfit</i> (Itens)	<i>Infit</i> (Pessoas)	<i>Outfit</i> (Pessoas)
TVZ2002-C	Média	0,99	1,04	1,00	1,04
	DP	0,11	0,22	0,16	0,47
	Máximo	1,25	1,56	1,50	4,90
	N e (%) > 1,5	0 (0,00)	1 (5,00)	1 (0,00)	28 (6,14)
	N e (%) > 2,0	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	9 (2,00)
GfRI-B	Média	0,98	1,01	1,00	1,01
	DP	0,08	0,27	0,29	0,86
	Máximo	1,14	1,59	1,99	9,33
	N e (%) > 1,5	0 (0,00)	1 (6,25)	13 (3,32)	30 (7,67)
	N e (%) > 2,0	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	28 (7,16)

em nenhum dos testes com valores de *Infit* maiores de 1,3, e só um item em cada teste apresenta um valor de *Outfit* maior de 1,5. Nenhum item apresenta valores de *Infit* ou *Outfit* maiores de 2.

Assim mesmo, a porcentagem de sujeitos que não se ajustam ao modelo é muito baixa em ambas as provas.

A Tabela 2 mostra as estatísticas descritivas dos parâmetros dos itens e das pessoas. Pode-se observar que em ambas as provas mediram-se os itens com alta confiabilidade. No que diz respeito à confiabilidade das pontuações das pessoas, nota-se que não alcança as mesmas cotas em ambos os testes: 0,82 no TVZ2002-C e 0,58 no GfRI. A menor confiabilidade

das pontuações do teste de Raciocínio é que a prova é muito fácil para os alunos de Engenharia, pois sua média é de 1,5 e 87% têm valores maiores que 0 (a dificuldade média do teste). A faixa medida em ambas as provas é elevada pois é de 6,34 no TVZ2002-C e 5,78 no GfRI.

As diferenças em ambos os testes entre os homens e as mulheres são as esperadas de acordo com a literatura acerca das diferenças de gênero em cognição (Halpern, 1992). Há ausência de diferenças em Raciocínio e maiores pontuações dos homens em Visualização. Como se pode observar na Tabela 3, a diferença entre a média dos alunos e das alunas não é significativa no teste GfRI. Porém, a média dos alunos no teste TVZ2002-C é

Tabela 2. Estatísticas descritivas dos parâmetros das pontuações dos itens e das pessoas

Teste	Parâmetro	Itens	Pessoas
TVZ2002-C	Média	0,00	- 0,31
	DP	0,72	1,50
	Máximo	1,10	3,15
	Mínimo	- 1,43	- 3,19
	Confiabilidade	0,97	0,82
GfRI-B	Média	0,00	1,42
	DP	1,24	1,14
	Máximo	2,27	3,32
	Mínimo	-2,28	-2,46
	Confiabilidade	0,98	0,58

Tabela 3. Valores de média, desvio-padrão e índices de t de Student para o gênero e tamanho do efeito

Teste	Sexo	N	Média	DT	t	gl	p	d
TVZ2002-C	Masculino	364	-0,25	1,78	3,11	478	0,002	0,43
	Feminino	61	-0,99	1,44	--	--	--	--
GfRI	Masculino	364	1,51	1,37	0,13	419	0,899	0,02
	Feminino	57	1,48	1,39	--	--	--	--

t= t de Student; gl= graus de liberdade; d= tamanho do efeito (d de Cohen)

significativamente maior que a das alunas, sendo o tamanho do efeito (0,43) de tipo “médio” segundo o critério de Cohen (Rosenthal & Rosnow, 1991).

A partir dos dados expostos, pode-se considerar que as pontuações de ambos os testes têm suficiente qualidade métrica e são adequadas para avaliar as diferenças nos construtos analisados.

Com a finalidade de verificar a utilidade diferencial do teste TVZ2002-C e do teste GfRI para prognosticar o rendimento acadêmico em Desenho Técnico, analisou-se as correlações entre ambos os testes e a qualificação dos alunos no exame parcial da disciplina. Os resultados aparecem na Tabela 4.

2003). Por exemplo, a correlação semiparcial do teste I é a correlação entre o critério e o teste I; uma vez eliminado do teste I o efeito do teste 2. Desta perspectiva, nota-se que a porcentagem da variância do critério prognosticado diferentemente pelo teste de Visualização (10%) é muito superior ao explicado pelo teste de Raciocínio Indutivo (3%).

De acordo com Cohen e cols. (2003), a correlação parcial é outra solução para o problema de descrever a participação diferencial de cada predictor. Concretamente, o quadrado da correlação parcial entre o critério e o teste I indica que proporção da variância do critério, não associada com o teste 2,

Tabela 4. Correlações entre TVZ2002-C (I), GfRI (2) e Desenho Técnico (Y)

Associação	r	r ²	sr	sr ²	pr	pr ²
Y1	0,42	0,18	0,32	0,10	0,33	0,11
Y2	0,33	0,11	0,17	0,03	0,20	0,04
12	0,42	0,18	--	--	--	--
Y.12	0,46	0,21	--	--	--	--

r = correlação linear; sr = correlação semiparcial; pr = correlação parcial

A correlação com o critério do teste de Visualização é maior (Y1=0,42) do que a do teste de Raciocínio Indutivo (Y2=0,33). Separadamente, cada um destes testes permite prognosticar proporções moderadas da variância do critério ($r^2_{Y1}=0,18$; $r^2_{Y2}=0,11$). A combinação linear de ambos os previsores prevê 21% da variância do critério ($R^2_{Y.12} * 100$). Como era de se esperar a partir dos estudos fatoriais (Carroll, 1993), ambos previsores estão associados ($r_{12}=0,42$).

As correlações semiparciais e parciais esclarecem sobre as contribuições diferenciais de cada teste para prognosticar o critério (Cohen, Cohen, West & Aiken,

está associada com o teste I. A partir desse ponto de vista, observa-se que também é maior a porcentagem da variância explicada pelo teste de Visualização (11%) em relação ao teste de Raciocínio Indutivo (4%).

A utilidade de diagnóstico do TVZ2002-C aparece reforçado se analisar como o teste discrimina entre grupos de alunos com distinto rendimento em Desenho Técnico. Os alunos foram classificados em quatro grupos, em função de suas qualificações, no exame parcial: insuficiente (menores de 5), aceitável (entre 5 e 7), bom (entre 7 e 9) e excelente (iguais ou maiores de 9). Os resultados aparecem na Tabela 5.

Tabela 5. Rendimento em Desenho Técnico (primeiro parcial) e pontuações nos testes

Teste	Rendimento				
	Insuficiente	Aceitável	Bom	Excelente	
N	49	99	184	92	
TVZ	Média	-1,82 a	-0,58 b	-0,17 b	0,65 c
	DT	1,32	1,62	1,62	1,62
N	49	99	184	92	
GfRI	Média	0,57 a	1,34 b	1,67 bc	2,10 c
	DT	1,29	1,22	1,34	1,47

As médias identificadas com a mesma letra não diferem significativamente entre si (contraste de Scheffe $p < 0,05$)

Pode-se observar que o teste TVZ2002-C é um bom previsor do rendimento acadêmico em Desenho Técnico. Os alunos com um rendimento “insuficiente” no exame parcial (Nota inferior a 5) obtêm no teste de Visualização uma pontuação média significativamente inferior a do resto dos alunos. Desta perspectiva, o teste pode ser muito útil para um diagnóstico prévio dos alunos com provável fracasso acadêmico. O teste discrimina entre todos os grupos, exceto entre “bom” e “aceitável”.

Ainda que sejam significativamente mais baixas as pontuações no teste GfRI dos alunos com rendimento acadêmico “insuficiente”, este teste tem uma eficiência previsora menor: não discrimina entre os grupos “bom” e “aceitável”, nem entre “bom” e “excelente”.

Discussão

A Aptidão Espacial apresenta uma indubitável importância teórica no contexto da psicologia científica, porém não ocupou a mesma hierarquia no contexto aplicado. Os modelos hierárquicos da inteligência humana (Carroll, 1993) colocam o fator verbal e o fator espacial no extrato que se situa imediatamente depois da inteligência geral, posto que estes fatores capturam mais variância das baterias de testes de aptidão do que qualquer das outras dimensões. Assim mesmo, as investigações neuropsicológicas sugerem que a diferença entre o processamento analítico-verbal e o analógico-espacial é uma dicotomia imprescindível para compreender a cognição humana (Lohman, 1996). Ao lado disso, existem numerosos estudos acerca da

previsão do rendimento acadêmico nos quais se utilizou uma grande variedade de previsores, tais como a inteligência, o rendimento escolar prévio, os interesses, os traços de personalidade, a motivação, o clima escolar, a classe social etc. Nestes estudos demonstrou-se que, quando se controla o efeito da relação entre a inteligência e o resto dos previsores, o nível intelectual é o melhor previsor do rendimento (Lavin, 1965; Brody, 1992; Jensen, 1980; Juan-Espinosa, 1997).

Porém, em que pese à importância teórica da Aptidão Espacial e seu provável potencial aplicado no âmbito educativo, os testes espaciais não foram suficientemente usados. A explicação mais plausível é a maior efetividade do fator verbal e do fator de raciocínio para prognosticar o rendimento acadêmico nos programas convencionais. Não obstante, alguns estudos publicados na primeira metade do século passado (Holliday, 1943) já manifestavam a importância da Aptidão Espacial para prognosticar o rendimento acadêmico em estudos técnicos, especialmente no âmbito da Engenharia e Arquitetura.

Neste trabalho, tratamos de retomar o tema, analisando a utilidade para prognosticar o rendimento acadêmico em Desenho Técnico dos estudantes de Engenharia, de um teste de Visualização e de um teste de Raciocínio Indutivo. Desde uma perspectiva teórica, o objetivo era confrontar um clássico previsor do rendimento acadêmico convencional (Raciocínio Indutivo) com um previsor específico da aprendizagem de tarefas “figurativas”. Desde uma perspectiva aplicada, tratou-se de detectar a utilidade dos testes para detectar, no começo do curso, os

alunos com provável fracasso acadêmico na disciplina de Desenho Técnico.

Os dados obtidos revelam que a qualidade psicométrica das pontuações de ambos os testes é adequada: ajustam-se satisfatoriamente ao modelo de Rasch, considerado como um modelo de medida “forte” na Psicometria moderna (Embretson & Hershberger, 1999); apresentam alta variabilidade e são suficientemente confiáveis. Além disso, há evidências sobre sua validade, tais como a presença (TVZ2002-C) e ausência (GfRI) do impacto do gênero. Este dado converge com todos os estudos publicados acerca das diferenças entre sexos em aptidões (Halpern, 1992).

A correlação entre as pontuações dos alunos no TVZ2002-C e o exame parcial de curso na disciplina de Desenho Técnico é de 0,42, magnitude semelhante àquela obtida em outros estudos (Peters, Chisholm & Laeng, 1995; Hsi, Linn & Bell, 1997; Ting, 2001; Prieto & Velasco, 2002b). A correlação entre as pontuações dos alunos no GfRI e o exame parcial de curso na disciplina de Desenho Técnico foi algo menor (0,33). Sua magnitude é também menor que a obtida em uma amostra de alunos de Engenharia Civil, recém ingressados na universidade (Primi, Santos & Vendramini, 2002), ainda que neste caso o critério não era um rendimento acadêmico tão específico. Dado que na população universitária, especialmente na carreira de Engenharia, existe uma forte restrição da faixa produzida pela heteroseleção ao longo do currículo e a auto-seleção dos alunos (Hunter & Schmidt, 1990), estas correlações revelam uma associação moderadamente alta. Como afirma Juan-Espinosa (1997), “a correlação entre a inteligência e o rendimento acadêmico, que normalmente é de 0,50 durante a etapa escolar normal, pode ver-se reduzida inclusive até 0,1 em populações universitárias”.

No que diz respeito à eficácia previsora, pode-se concluir que o teste de Visualização é um previsor mais eficiente e específico do rendimento em Desenho Técnico do que o teste de Raciocínio Indutivo. Por isso, advogamos pelo emprego dos testes espaciais nos currículos de tipo técnico, especialmente nos que compreendem matérias e atividades relacionadas com o desenho e o projeto (Engenharia, Arquitetura, etc). Este tipo de teste poderia ser empregado rotineiramente como uma ferramenta para um diagnóstico precoce dos alunos com dificuldades de

aprendizagem a fim de dedicar-lhes maior apoio, atenção e métodos didáticos específicos.

Referências

- Aluja, A., & Blanch, A. (2004). Socialized Personality, Scholastic Aptitudes, Study Habits, and Academic Achievement: Exploring the Link. *European Journal of Psychological Assessment*, 20, 157-165.
- Brody, N. (1992). *Intelligence*. San Diego, CA: Academic Press.
- Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: a theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices test. *Psychological Review*, 97, 404-431.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: a survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied Multiple Regression/Correlation. Analysis for the Behavioral Sciences*. Mahwah, NJ: LEA.
- Embretson, S. E. (1996). Cognitive design principles and the successful performer: a Study on spatial ability. *Journal of Educational Measurement*, 33, 29-39.
- Embretson, S. (1998). A cognitive design system approach to generating valid tests: application to abstract reasoning. *Psychological Methods*, 3, 380-396.
- Embretson, S., & Hershberger, S. L. (1999). *The new rules of measurement*. Mahwah, NJ: LEA.
- Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, NJ: LEA.
- Green, K. E., & Kluever, R. C. (1992). Components of item difficulty of Raven's matrices. *Journal of General Psychology*, 119, 189-199.
- Halpern, D. F. (1992). *Sex differences in cognitive abilities*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Holliday, F. (1943). The relations between psychological test scores and subsequent proficiency of apprentices in the engineering industry. *Occupational Psychology*, 17, 168-185.
- Hsi, S., Linn, M. C., & Bell, J. E. (1997). The role of Spatial Reasoning in Engineering and Design of Spatial Instruction. *Journal of Engineering Education*, 84, 151-158.

- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (1990). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings*. Newbury Park, CA: Sage.
- Jensen, A. R. (1980). *Bias in Mental Testing*. New York, NY: Free Press.
- Juan-Espinosa, M. (1997). *Geografía de la inteligencia humana. Las aptitudes cognitivas*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Kyllonen, P. C., & Glück, J. (2003). Spatial ability: Introduction to the special issue. *International Journal of Testing*, 3, 215-217.
- Lavin, D. E. (1965). *The prediction of academic performance*. New York, NY: Russell Sage Foundation.
- Lohman, D. F. (1994). Spatial Ability. Em R. Sternberg (Ed.). *Encyclopedia of human intelligence* (pp. 1000-1007). New York, NY: MacMillan.
- Lohman, D. F. (1996). Spatial ability and g. Em I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.). *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 97-116). Mahwah, NJ: LEA.
- Lohman, D. F. (2000). Complex Information Processing and Intelligence. Em R. J. Sternberg (Org.), *Handbook of intelligence* (pp. 285-340). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Marshalek, B., Lohman, D. F., & Snow, R. E. (1983). The complexity continuum in the radial and hierarchical models of intelligence. *Intelligence*, 7, 107-127.
- Muñiz, J. (1997). *Introducción a la Teoría de Respuesta a los Ítems*. Madrid: Pirámide.
- Peters, M., Chisholm, P., & Laeng, B. (1995). Spatial ability, student gender, and academic performance. *Journal of Engineering Education*, 84, 69-73.
- Prieto, G., & Velasco, A. D. (2002a). Construção de um teste de visualização a partir da psicologia cognitiva. *Avaliação Psicológica*, 1, 39-47.
- Prieto, G., & Velasco, A. D. (2002b). Predicting academic success of engineering students in technical drawing from visualization test scores. *Journal for Geometry and Graphics*, 6, 99-109.
- Prieto, G., & Velasco, A. D. (2004). Training visualization ability y technical drawing. *Journal for Geometry and Graphics*, 8, 107-115.
- Primi, R. (2002a). Complexity of geometric inductive reasoning tasks: contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 41-70.
- Primi, R. (2002b). *Contribution to the development of a fluid intelligence scale*. Manuscrito submetido para publicação.
- Primi, R., Santos, A. A., & Vendramini, M. C. (2002). Habilidades básicas e desempenho acadêmico em universitários ingressantes. *Estudos de Psicologia*, 7, 47-55.
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Copenhagen: Danish Institute for Educational Research.
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, J. H. (1998). *Manual for Raven's progressive matrices and vocabulary scales: section 1*. Oxford: Oxford Psychologists Press.
- Rosenthal, R., & Rosnow, R. L. (1991). *Essentials of behavioral research: methods and data analysis*. London: McGraw-Hill.
- Santisteban, C., & Alvarado, J. M. (2001). *Modelos psicométricos*. Madrid: UNED.
- Ting, S. R. (2001). Predicting Academic Success of First-Year Engineering Students from Standardized Test Scores and psychosocial variables. *International Journal of Engineering Education*, 17, 75-80.
- Wright, B. D., & Linacre, J. M. (1998). *WINSTEPS: A Rasch computer program*. Chicago, IL: MESA Press.

Recebido em: 08/08/2005

Revisado em: 29/03/2006

Aprovado em: 23/05/2006

Sobre os autores:

Gerardo Prieto (gprieto@usal.es) é professor catedrático de Metodologia das Ciências do Comportamento da Faculdade de Psicologia da Universidade de Salamanca.

Angela Dias Velasco (avelasco@feg.unesp.br) é docente do Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – UNESP

Endereço para correspondência:

Gerardo Prieto

Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología. Facultad de Psicología

Universidad de Salamanca

Avenida de la Merced, 109-131. 37005 Salamanca