

DIFERENÇAS NA COGNIÇÃO ESPACIAL DE ALUNOS INGRESSANTES EM ENGENHARIA: A PROCEDÊNCIA E O CURSO INTERFEREM NO DESEMPENHO DA VISUALIZAÇÃO ESPACIAL?

Rodrigo Duarte Seabra¹; Eduardo Toledo Santos²

Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil

Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2 – nº 83

CEP : 05508-040, São Paulo, SP

¹rodrigo.duarte@poli.usp.br; ²eduardo.toledo@poli.usp.br

Resumo: *Inúmeros trabalhos relatam não só, mas principalmente, as diferenças de gênero como uma das variáveis mais importantes quanto à influência no desempenho de tarefas que requerem habilidades cognitivas espaciais. Neste contexto, o presente estudo se propôs a examinar se também a procedência e o curso de ingresso se constituem em variáveis que influenciam o comportamento do desempenho de alunos ingressantes em engenharia em um teste de visualização espacial (TVZ). A amostra analisada (349 homens e 80 mulheres) foi submetida ao teste em questão e significativas diferenças em relação ao gênero foram observadas no desempenho dos participantes, com vantagem para os indivíduos do sexo masculino. Nenhuma diferença significativa foi encontrada em relação à variável procedência. Foi detectada uma fraca correlação entre a pontuação dos estudantes no teste e a concorrência no seu curso de ingresso, mas observou-se que o curso de ingresso praticamente não influencia no desempenho dos participantes.*

Palavras-chave: *Cognição espacial, Diferenças de gênero, Teste de visualização espacial, Engenharia.*

1. INTRODUÇÃO

As diferenças de comportamento entre os gêneros em testes de visualização espacial são relatadas e bem documentadas na literatura, com melhor desempenho nos indivíduos do sexo masculino. Apesar das habilidades espaciais serem um componente importante da inteligência humana, essas diferenças ainda são fracamente compreendidas, e uma série de explicações para elas são listadas. A habilidade cognitiva geral (ou *g*) consiste em um instrumento de propósito amplo, utilizado constantemente em situações diárias e em problemas que envolvem habilidades cognitivas específicas (JOHNSON; BOUCHARD JR., 2007).

Segundo ROHDE e THOMPSON (2007), várias habilidades cognitivas específicas apresentam potencial para a compreensão dos componentes da habilidade cognitiva geral, e pesquisas recentes têm procurado identificar e separar a estrutura do *g*, na tentativa de explicar as diferenças individuais na realização de tarefas espaciais. A memória de trabalho e a velocidade de processamento são dois processos cognitivos que têm sido usados para compreender o funcionamento mental e, dessa forma, a habilidade cognitiva geral. A velocidade de processamento é considerada por alguns pesquisadores como a ligação entre a memória de trabalho e *g*. Em sua pesquisa, os autores apresentam um modelo teórico hierárquico da estrutura da habilidade mental humana dividido em camadas. De acordo com o modelo, a habilidade cognitiva geral é composta por três habilidades (verbal, perceptual e

rotação de imagens), que se subdividem em habilidades especializadas que contribuem para o desempenho em testes específicos. A habilidade cognitiva geral e o desempenho acadêmico estão intimamente relacionados, porém são idéias distintas, onde não necessariamente um prediz o outro. A variância do desempenho acadêmico pode não ser fruto somente de *g*, mas sim, de uma composição de outros fatores, não sendo correto afirmar que essas duas medidas sejam equivalentes. Apesar disso, a memória de trabalho, a velocidade de processamento e a habilidade espacial são capacidades cognitivas específicas identificadas como boas candidatas no que diz respeito à influência no desempenho acadêmico, além da habilidade cognitiva geral.

Em uma abordagem mais ampla, a cognição geral pode ser decomposta em duas habilidades espaciais distintas, a habilidade de visualização espacial e a habilidade de rotação mental. CHOI (2001) define a visualização espacial como a habilidade de manipular problemas visuais complexos imaginando-se os movimentos relativos das partes internas de uma imagem. Para o mesmo autor, a rotação mental consiste na habilidade de manipular, rotacionar, torcer ou inverter objetos tridimensionais, sendo que o indivíduo deve ser capaz de visualizar e rotacionar mentalmente objetos em diferentes posições. Em geral, essas habilidades requerem do indivíduo a capacidade de manter uma representação ativa de todas as partes envolvidas em uma tarefa espacial, e as inter-relações entre elas, enquanto simultaneamente rotaciona a imagem em sua mente. Verifica-se na execução dessas tarefas a necessidade de armazenar na memória as partes constituintes da imagem, bem como o processamento simultâneo das representações espaciais envolvidas através do componente de rotação (KAUFMAN, 2007). Neste contexto, indivíduos com baixa habilidade de visualização espacial normalmente repetem o processo de rotação mais vezes que aqueles que possuem esta capacidade mais desenvolvida, pois esquecem determinadas representações intermediárias das imagens envolvidas no processo, o que exige o reinício do mesmo. Por sua vez, indivíduos com alta habilidade espacial dificilmente rotacionam a mesma imagem mais que uma vez, e o fazem em uma velocidade superior aos demais. Em sua pesquisa, KAUFMAN (2007) afirma que as diferenças de desempenho dos gêneros na rotação mental e na habilidade espacial em testes de visualização, estão relacionadas a diferenças na capacidade da memória de trabalho dos participantes.

Além da memória de trabalho, pesquisas mostram que o desempenho inferior das mulheres em testes de visualização espacial pode estar associado a estereótipos atribuídos ao gênero, o que pode representar uma ameaça aos resultados. Neste sentido, para este grupo, o conhecimento da informação de que as mulheres possuem sua habilidade espacial menos desenvolvida pode influenciar seu desempenho na execução das tarefas espaciais, seja por ansiedade, expectativas negativas, sentimento de incapacidade, dentre outros, não refletindo a real habilidade deste gênero (MOË; PAZZAGLIA, 2006). Em seu experimento, as autoras dividiram os participantes em três grupos. O primeiro recebeu a informação que os homens são melhores que as mulheres na execução de tarefas espaciais; o segundo foi informado do contrário; e o terceiro, não recebeu nenhuma referência quanto ao gênero. Os resultados obtidos mostraram que a crença induzida afetou o desempenho dos gêneros. Aqueles que acreditaram serem mais capazes apresentaram uma superioridade em relação ao gênero oposto, e o contrário foi verificado para aqueles com menor expectativa. Outra pesquisa, no âmbito educacional, sobre os efeitos que aspectos sociais e estereótipos podem exercer no desempenho intelectual e no raciocínio espacial de estudantes, de ambos os gêneros, pode ser encontrada em (McGLONE; ARONSON, 2006).

Na área biológica, as principais variáveis apontadas como causadoras de influências na habilidade de visualização espacial são os hormônios sexuais. Efeitos de hormônios têm sido investigados em inúmeros estudos comportamentais (ALEXANDER; SON, 2007; SCHÖNING *et al.*, 2007; YANG *et al.*, 2007). SCHÖNING *et al.* (2007) analisaram o uso de

imagens de ressonância magnética para o estudo da anatomia funcional da memória de trabalho espacial durante atividades de rotação mental, influenciadas pelo sexo, ciclo menstrual e uso de hormônios sexuais. Entre os grupos analisados, as mulheres em ambas as fases do ciclo menstrual (folicular e luteal) apresentaram diferenças significativas nos padrões de ativação de suas áreas cerebrais, com destaque para a fase luteal, durante a execução de tarefas de rotação mental. A pesquisa de YANG *et al.* (2007) examinou a associação entre o hormônio testosterona e o desempenho de homens chineses em um teste de rotação mental. Particularmente, a amostra foi escolhida com base nos valores culturais dessa população, o que possivelmente poderia afetar o desempenho no teste uma vez que os valores culturais chineses são regidos pela filosofia do pensador Confúcius que, em particular, priorizam a precisão e o rigor, mais que puramente a velocidade. Os resultados mostraram que, embora os chineses tenham realizado o teste de forma mais lenta, se comparados a uma amostra de homens americanos testados sob as mesmas condições, foram tão precisos quanto estes. Os autores não encontraram nenhuma associação entre os níveis de testosterona e o desempenho medido entre a amostra chinesa, no entanto, encontraram uma modesta, mas significativa associação negativa entre os níveis deste hormônio e a redução no tempo despendido para a execução do teste, isto é, quanto maior o nível de testosterona menor a desaceleração da velocidade com o aumento da dificuldade da tarefa. ALEXANDER e SON (2007) monitoraram o movimento dos olhos de homens e mulheres durante a realização de um teste de rotação mental. A análise mostrou que os movimentos dos olhos nos homens indicaram maior discriminação no processamento das alternativas corretas, se comparados às mulheres. Além disso, segundo os autores, os androgênios podem aumentar os processos cognitivos que são recrutados diferentemente por homens e mulheres, em função da tarefa. Nas mulheres com maiores níveis de testosterona, foi detectado maior nível de persistência visual na realização das atividades. No estudo e ensino de anatomia, GUILLOT *et al.* (2007) investigaram a relação entre a representação visuo-espacial, a rotação mental e os resultados de exames de anatomia funcional. A análise indicou que os melhores estudantes apresentaram alta habilidade de rotação mental e que esta pode ser considerada um fator de sucesso no aprendizado do tema.

Ainda na apresentação de possíveis explicações para as diferenças de desempenho observadas em testes de visualização espacial e rotação mental, SILVERMAN *et al.* (2007) defendem a “*The Hunter-Gatherer Theory*”, como uma forma de justificar as diferenças de gênero nas habilidades espaciais. Segundo os autores, o fator crítico para a superioridade masculina se deve à divisão do trabalho durante a era Pleistocênica, com os homens assumindo a função de caçadores e as mulheres de coletoras de plantas e alimento. Com isso, as habilidades espaciais associadas à caça foram selecionadas aos homens e as relacionadas à coleta, às mulheres. Devido à necessidade destas localizarem plantas e alimentos comestíveis a partir de várias configurações de vegetação, desenvolveram a capacidade de aprender e lembrar-se do conteúdo de diversos arranjos e do relacionamento dos objetos entre si, dentro dessas configurações. No caso dos homens, a habilidade exigida para o desempenho da caça baseava-se na localização, orientação e direção, como habilidades essenciais para perseguir animais ou rastrear trilhas aleatórias em locais desconhecidos, mantendo a orientação espacial necessária para o retorno. Na referida pesquisa, os autores compararam a habilidade de rotação mental de homens e mulheres, agrupados em sete grupos étnicos, pertencentes a quarenta países. Os resultados observados mostraram a superioridade de desempenho feminina (em 35 dos 40 países, para as 7 etnias) em um teste envolvendo a memória para localização de objetos, e a superioridade masculina no que se refere a rotação mental (para os 7 grupos étnicos, nos 40 países). Inversamente, no experimento de GALLAGHER *et al.* (2006), nenhuma diferença significativa em relação ao gênero foi encontrada em tarefas que exigiram a memória para localização de objetos dispostos em um arranjo.

Outro fator recentemente investigado envolve as diferenças individuais nas estratégias de solução adotadas pelos indivíduos que executam tarefas espaciais, bem como seus padrões de respostas. O estudo de PEÑA *et al.* (2007) identificou os diferentes padrões de resposta ou estratégias usadas por indivíduos que participaram de um teste, o qual possui tarefas espaciais dinâmicas. Os diferentes modos de resolução de uma tarefa e suas relações com fatores de desempenho (latência e frequência da resposta, tempo investido) e aptidão (raciocínio analítico, verbal e estimacão espacial) foram investigados. Os resultados observados mostraram que homens e mulheres empregam diferentes estratégias, com significância estatística. Não só as diferenças individuais, mas também, a relação entre preferências por categorias de jogos de computador têm influenciado a execução de tarefas de rotação mental. QUAISER-POHL *et al.* (2006) relatam o melhor desempenho do grupo de indivíduos pertencentes à categoria de jogos de ação e simulação, se comparados ao grupo dos não jogadores, em um teste de rotação mental. Para as mulheres, não foi observada nenhuma interferência na pontuação com base na preferência por qualquer categoria de jogo. No grupo dos homens, os indivíduos não jogadores obtiveram desempenho inferior em relação à categoria dos jogos de ação e simulação.

Tendo em vista as considerações relatadas na literatura e a importância de se identificar possíveis variáveis que possam influenciar o desempenho de tarefas que requerem habilidades espaciais, a partir desta perspectiva, esta pesquisa se propõe a confirmar se os alunos ingressantes em um curso de geometria gráfica, no âmbito da Engenharia, apresentam diferenças de desempenho entre os gêneros em um teste de visualização espacial, com vantagem para o gênero masculino. Não obstante, também será analisada a procedência dos estudantes antes de seu ingresso no curso, e se esta se caracteriza em uma variável que influencia o desempenho dos mesmos.

Outro fator importante examinado consiste no curso de ingresso escolhido pelo estudante, e se este afeta a pontuação obtida no teste, por uma habilidade cognitiva mental intrínseca do indivíduo em desempenhar funções pertinentes a área de trabalho desejada. Possivelmente, os ingressantes que optam por cursos mais concorridos, por exemplo, Engenharia Mecânica (Automação e Sistemas) e de Produção, trazem consigo não só uma motivação atribuída à conquista da vaga, bem como o *status* em relação ao ingresso em um curso concorrido, promovendo sua capacidade intelectual. Esse comportamento ou postura também pode influenciar o desempenho do indivíduo. Nesse contexto, quatro hipóteses foram testadas: (a) o desempenho do participante em tarefas espaciais é influenciado pelo gênero; (b) a procedência do estudante influencia o desempenho do mesmo no teste; (c) o curso de ingresso do estudante tem correlação com a pontuação obtida no teste; (d) o desempenho do estudante ingressante tem correlação com a relação candidato/vaga de seu curso.

O presente estudo visa examinar o comportamento das pontuações dos estudantes em um teste de visualização espacial. A pesquisa avalia as habilidades espaciais de estudantes ingressantes em engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), no início do primeiro semestre de 2008, através de uma versão computadorizada de um teste de visualização espacial.

2. MÉTODOS

2.1 Participantes

Na primeira semana de aula, durante a apresentação da disciplina de Geometria Gráfica para Engenharia, todos os alunos foram comunicados quanto à realização de uma importante atividade didática a ser aplicada no horário destinado à realização da atividade programada (monitoria) da disciplina. Assim, do total de 750 ingressantes, a amostra analisada foi

composta por 429 estudantes (349 homens e 80 mulheres). A idade dos participantes variou de 16 a 24 anos ($M = 18,34$; $dp = 1,26$).

2.2 Materiais

O *Test de Visualización (TVZ)*, desenvolvido a partir de modelos psicométricos da psicologia cognitiva (ADANEZ; VELASCO, 2002), foi o instrumento usado para mensurar a habilidade de visualização espacial dos estudantes. Consiste em um teste de visualização composto por duas partes, sendo que a primeira apresenta as instruções, contendo o objetivo e modo de resolução, fazendo-se uso de exemplos. A segunda parte contém as 18 questões, envolvendo o desdobraimento de um cubo. O objetivo do teste é identificar, dentre as nove alternativas apresentadas em cada questão, qual letra e em qual posição ela aparece na face solicitada do cubo desdobrado. O tempo recomendado pelo autor do teste é de 25 minutos para a aplicação da segunda parte. No entanto, nesta pesquisa, o tempo de execução foi reduzido para 20 minutos, devido à ocorrência de efeitos de saturação (*ceiling effect*) na pontuação da amostra analisada em um estudo anterior (SEABRA; SANTOS, 2007a). A dificuldade de cada item que constitui o TVZ é definida de forma precisa através do controle da distância até a face solicitada (todas as faces são referenciadas) e da rotação necessária para detectá-la (todas as questões exigem, no mínimo, uma rotação). Esses dois últimos parâmetros (distância e rotação) refletem diretamente na dificuldade de processamento do participante. A Figura 1 mostra um exemplo, dentre as 18 questões do TVZ.

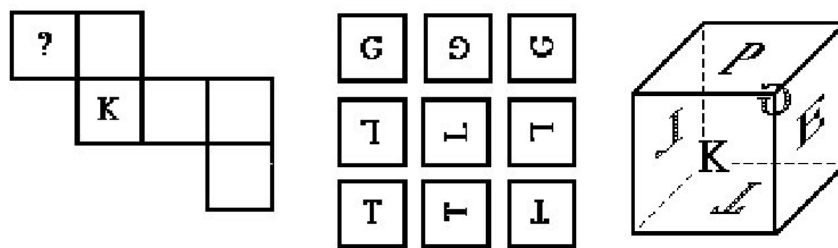


Figura 1 – Exemplo de questão do TVZ.

A representação das questões não foi alterada em relação ao teste tradicional (versão em papel), apenas a interface destes foi adaptada para um formato eletrônico. As imagens utilizadas no teste foram digitalizadas, mantendo-se exatamente a mesma qualidade de visualização do teste em papel. A interface dos formulários apresenta todas as informações necessárias para a compreensão do objetivo do teste, bem como as questões. Cada uma possui um conjunto de respostas, as quais podem ser selecionadas através de cliques do mouse na alternativa desejada, dentre as nove disponíveis em cada questão. Maiores detalhes sobre os procedimentos de uso da versão eletrônica do TVZ podem ser encontrados em (SEABRA; SANTOS, 2007b).

2.3 Procedimentos

Os participantes foram testados individualmente em dois laboratórios, com 24 computadores cada e com boas condições de iluminação e temperatura. Todos foram orientados em relação ao preenchimento das informações solicitadas e pertinentes à execução do teste.

2.4 Análise dos Dados

A Figura 2 ilustra o desempenho dos participantes no TVZ na avaliação realizada em março de 2008. O eixo horizontal corresponde ao intervalo de pontuação.

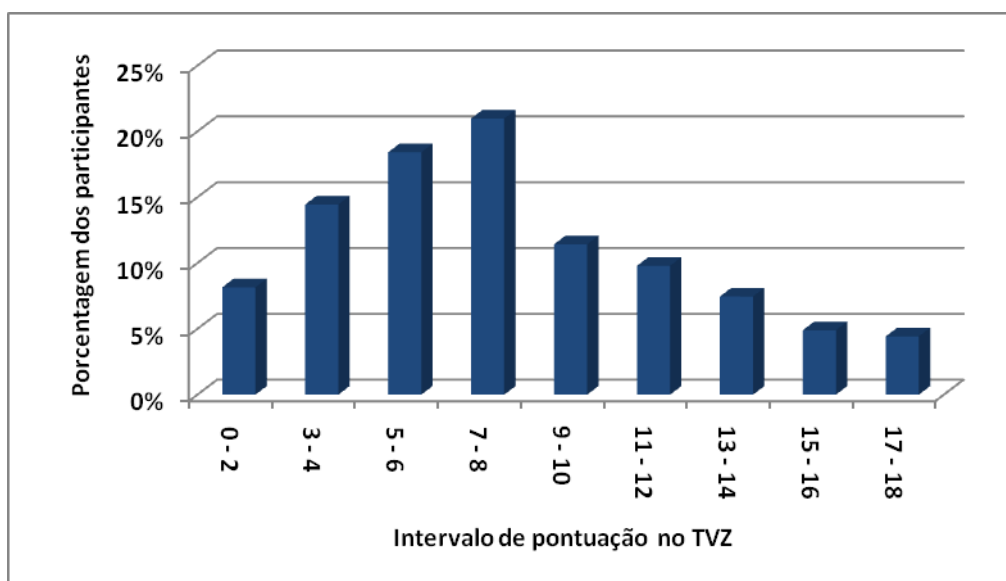


Figura 2 – Pontuação no TVZ (amostra total).

Análise da Normalidade

Para o teste das hipóteses formuladas neste trabalho fez-se necessário analisar o comportamento da variável aleatória dependente “pontuação no TVZ”, em diferentes contextos. Para isso foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) com o objetivo de verificar se os dados apresentam aderência à distribuição de probabilidade normal. Para fins de análise, p-valores maiores que 0,05 indicam que a variável tem adesão à normal. Para o teste das demais hipóteses, os resultados serão considerados estatisticamente significantes se $p\text{-valor} < 0,05$, para um intervalo de confiança de 95%. A Tabela 1 apresenta a estatística da amostra, incluindo os resumos estatísticos segundo o gênero.

A partir dos dados apresentados na Tabela 1, nota-se que a variável apresenta o mesmo comportamento para a amostra total e para o gênero masculino, com a aderência sendo observada somente para as mulheres.

A Tabela 2 apresenta a estatística da amostra com base na procedência dos estudantes. Com base nesse parâmetro, considerou-se que estes podem ser oriundos: do 3º ano do Ensino Médio; cursinho preparatório pré-vestibular; colégio técnico; ou transferidos de outras instituições (nenhuma ocorrência nesse estudo). A Figura 3 ilustra o desempenho dos participantes no TVZ, com base na procedência.

Tabela 1 – Estatística da amostra.

		TVZ
Total	<i>Intervalo potencial</i>	0-18
	<i>Intervalo obtido</i>	0-18
	<i>Pontuação média (N*)</i>	8,00 (429)
	<i>Desvio padrão</i>	4,27
	<i>KS (p-valor)**</i>	2,49 (p<0,001)
Mulheres	<i>Pontuação Média (N*)</i>	6,81 (80)
	<i>Desvio padrão</i>	3,83
	<i>KS (p-valor)**</i>	1,15 (1,142)
Homens	<i>Pontuação Média (N*)</i>	8,28 (349)
	<i>Desvio padrão</i>	4,33
	<i>KS (p-valor)**</i>	2,15 (p<0,001)

* N = Tamanho da amostra

** Teste KS

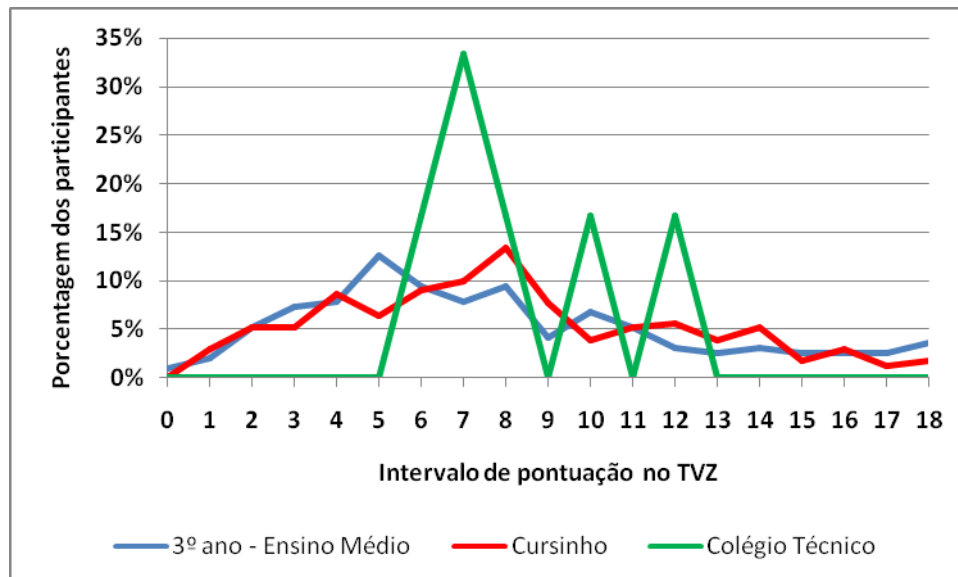


Figura 3 – Pontuação no TVZ segundo a procedência.

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, nota-se que a distribuição de probabilidades da variável apresenta o mesmo comportamento para a amostra formada pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio e para a amostra oriunda de Cursinho pré-vestibular, com a aderência à normal sendo observada somente para a amostra formada pelos estudantes provenientes de Colégio Técnico.

A Figura 4 ilustra o desempenho dos participantes no TVZ, com base no curso de ingresso.

Tabela 2 – Estatística da amostra segundo procedência.

		TVZ
3º ano do Ensino Médio	<i>Pontuação média (N*)</i>	7,91 (190)
	<i>Desvio padrão</i>	4,50
	<i>KS (p-valor)**</i>	1,69 (0,006)
Cursinho	<i>Pontuação Média (N*)</i>	8,09 (232)
	<i>Desvio padrão</i>	4,13
	<i>KS (p-valor)**</i>	1,77 (0,004)
Colégio Técnico	<i>Pontuação Média (N*)</i>	8,33 (6)
	<i>Desvio padrão</i>	2,25
	<i>KS (p-valor)**</i>	0,55 (0,920)

* N = Tamanho da amostra ** Teste K-S

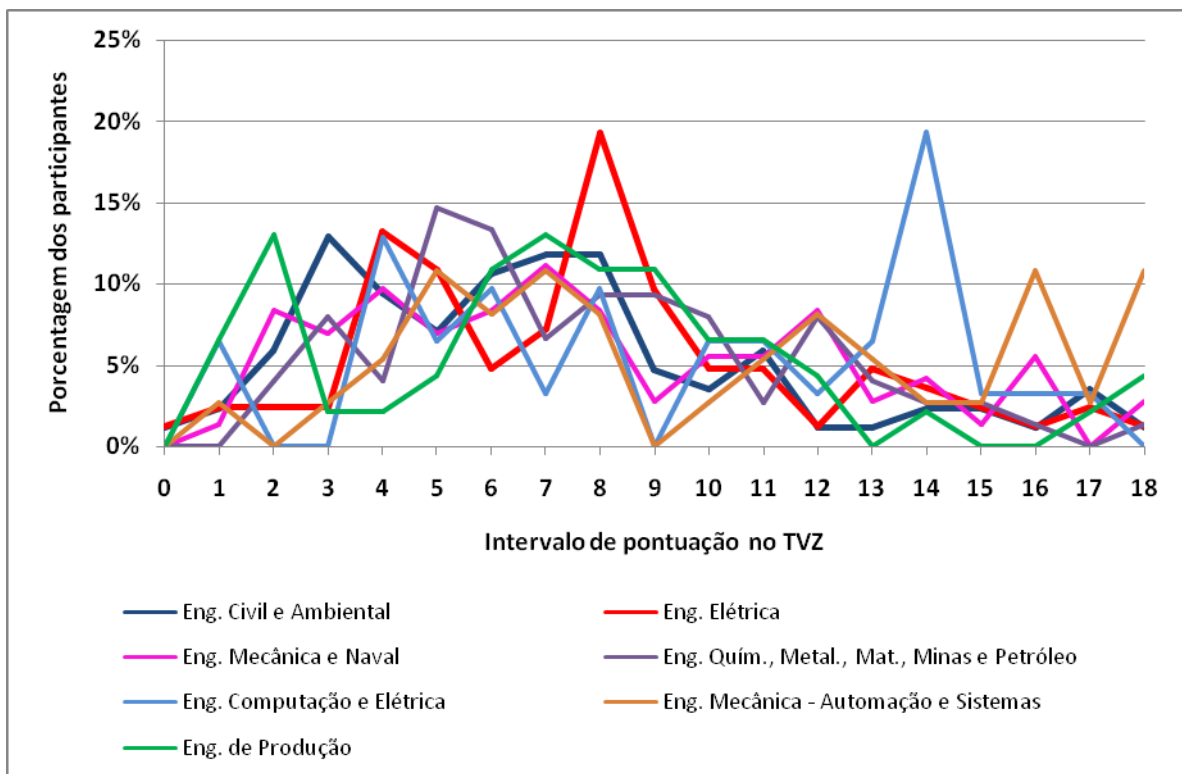


Figura 4 – Pontuação no TVZ segundo o curso de ingresso.

A Tabela 3 mostra os dados estatísticos da mesma amostra, porém segundo a opção de ingresso dos alunos. Assim, os cursos são representados por: 1 – Engenharia Civil e Ambiental; 2 – Engenharia Elétrica; 3 – Engenharia Mecânica e Naval; 4 – Engenharia Química, Metalúrgica, Materiais, Minas e Petróleo; 5 – Engenharia de Computação e Elétrica; 6 – Engenharia Mecânica (Automação e Sistemas); 7 – Engenharia de Produção. A Figura 4 ilustra o desempenho dos participantes no TVZ, com base no curso de ingresso.

Os dados da Tabela 3 mostram que a aderência à distribuição de probabilidade normal é verificada em todos os cursos.

Tabela 3 – Estatística da amostra segundo curso de ingresso.

		TVZ			TVZ
Grande área Civil (1)	<i>Pont. média (N*)</i>	7,06 (85)	Grande área Computação (5)	<i>Pont. média (N*)</i>	9,32 (31)
	<i>Desvio padrão</i>	4,15		<i>Desvio padrão</i>	4,62
	<i>KS (p-valor)**</i>	1,28 (0,072)		<i>KS (p-valor)**</i>	0,78 (0,562)
Grande área Elétrica (2)	<i>Pont. Média (N*)</i>	7,89 (83)	Eng. Mecatrônica (6)	<i>Pont. média (N*)</i>	10,22 (37)
	<i>Desvio padrão</i>	3,93		<i>Desvio padrão</i>	5,05
	<i>KS (p-valor)**</i>	1,16 (0,134)		<i>KS (p-valor)**</i>	0,94 (0,328)
Grande área Mecânica (3)	<i>Pont. Média (N*)</i>	8,03 (72)	Eng. Produção (7)	<i>Pont. média (N*)</i>	7,46 (46)
	<i>Desvio padrão</i>	4,42		<i>Desvio padrão</i>	4,28
	<i>KS (p-valor)**</i>	1,01 (0,255)		<i>KS (p-valor)**</i>	0,66 (0,763)
Grande área Química (4)	<i>Pont. Média (N*)</i>	7,87 (75)			
	<i>Desvio padrão</i>	3,68			
	<i>KS (p-valor)**</i>	1,16 (0,135)			

* N = Tamanho da amostra

** Teste K-S

Análise de Influência do Gênero

A análise dos dados da Tabela 1 mostra que a habilidade de visualização espacial se apresenta de forma distinta, para cada um dos gêneros, como é ilustrado na Figura 5.

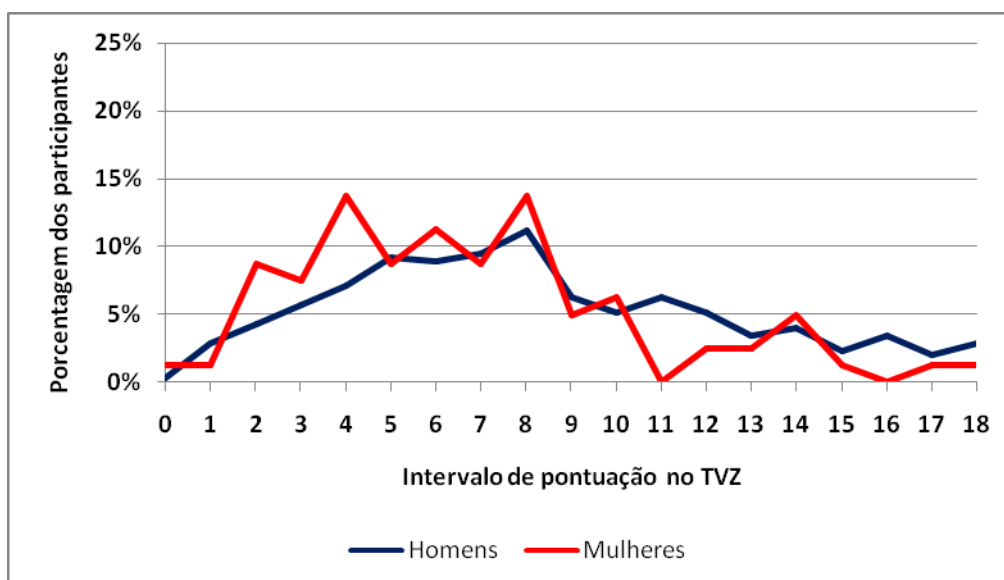


Figura 5 – Diferenças de gênero no TVZ.

Para o teste da Hipótese 1, foram analisados os dados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação do desempenho pelo gênero.

	Feminino		Masculino		Teste* (p-valor)
	Média (N)	dp	Média (N)	dp	
TVZ	6,81 (80)	3,83	8,28 (349)	4,33	11182,5 (0,005)

* Teste de Mann-Whitney

De acordo com os dados apresentados, conclui-se que o gênero influencia o desempenho dos participantes, com melhor desempenho para os homens, e a Hipótese 1 não pode ser rejeitada.

Análise de Influência da Procedência

Para determinar se as pontuações dos estudantes são homogêneas para os três grupos analisados (de acordo com a procedência), o estudo utiliza em sua análise as pontuações de cada grupo como variável dependente. Nos três casos, o teste de homogeneidade da variável (Tabela 5) mostra que não existem evidências estatísticas significantes de uma diferença de desempenho entre os grupos. Assim, de acordo com os dados apresentados, conclui-se que a procedência não influencia o desempenho dos participantes, e a Hipótese 2 não pode ser aceita.

Tabela 5 – Teste de homogeneidade da variável com base na procedência.

	3º ano - EM	Cursinho	Colégio Técnico	df	Teste* (p-valor)
	MR (N)	MR (N)	MR (N)		
TVZ	208,39 (190)	218,86 (232)	239,42 (6)	2	1,000 (0,607)

* Teste de Kruskal Wallis

Na tentativa de detectar alguma influência de desempenho da amostra pela procedência, a mesma análise foi realizada para cada um dos gêneros, como mostra a Tabela 6. Novamente, nenhuma diferença significativa foi encontrada.

Tabela 6 – Teste de homogeneidade da variável com base na procedência e no gênero.

	3º ano - EM	Cursinho	Colégio Técnico	Df	Teste* (p-valor)
	MR (N)	MR (N)	MR (N)		
TVZ (mulheres)	40,87 (39)	38,89 (38)	56,00 (3)	2	1,540 (0,463)
TVZ (homens)	168,57 (151)	179,01 (194)	181,50 (3)	2	0,933 (0,627)

* Teste de Kruskal Wallis

Análise de Influência do Curso de Ingresso

Com o objetivo de verificar se as variâncias das pontuações dos estudantes são homogêneas para os sete grupos analisados, o teste de Levene foi aplicado (Tabela 7). O resultado mostra que o teste alcançou um nível significativo, o que contradiz assumir que as variâncias dos grupos são homogêneas. Quando a igualdade de variâncias dos grupos não pode ser assumida, recomenda-se o uso de um teste mais robusto como uma alternativa ao ANOVA (SCHNEIDER; PENFIELD, 1997). Foi escolhido o teste de Welch.

A partir de $p = 0,03$ da análise de variância (Tabela 8), nota-se que há diferença significativa entre as médias dos grupos. Assim, uma comparação múltipla foi conduzida via Método de Scheffé. De acordo com os dados da Tabela 9, conclui-se que o curso de ingresso influenciou o desempenho dos participantes apenas em um par de comparações (Civil x Mecatrônica), não sendo significativo para os demais 42 pares de cursos comparados, e a Hipótese 3 não pode ser rejeitada.

Tabela 7 – Teste de homogeneidade de variância com base no curso de ingresso.

	Levene	df 1	df 2	p-valor
TVZ	2,436	6	422	0,025

Tabela 8 – Análise de variância dos grupos com base no curso de ingresso.

	Welch	df 1	df 2	p-valor
TVZ	2,407	6	151,293	0,03

Tabela 9 – Comparação múltipla da variância com base no curso de ingresso.

Curso (I)	Curso (J)	Diferença de Média (I – J)	dp	p-valor	Intervalo de confiança (95%)	
					Lim. Inf.	Lim. Sup.
1	6	-3,157	0,830	0,027	-6,12	-0,20

* Método de Scheffé

Análise de Influência da Concorrência

A concorrência no exame vestibular em 2008, para os cursos de engenharia da EPUSP, apresentou o seguinte comportamento (em ordem de concorrência) (FUVEST, 2008): Engenharia Mecânica (Automação e Sistemas): 24,6 candidatos/vaga; Engenharia de Produção: 22,6 c/v; Engenharia de Computação e Elétrica: 22,1 c/v; Engenharia Mecânica e Naval: 12,8 c/v; Engenharia Química, Metalúrgica, Materiais, Minas e Petróleo: 12,1 c/v; Engenharia Civil e Ambiental: 8,8 c/v; Engenharia Elétrica: 8,1 c/v.

Uma possível correlação do desempenho dos participantes no TVZ com a concorrência do curso de ingresso foi verificada (Hipótese 4), como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 – Correlação do curso, concorrência e pontuação.

	Concorrência	Pontuação
Concorrência	1,000	0,097 (0,044)
Pontuação	0,097 (0,044)	1,000

* Coeficiente de correlação de Spearman

Foi encontrada uma fraca correlação entre a concorrência do curso de ingresso dos estudantes e a pontuação destes no TVZ ($r = 0,097$; $p = 0,044$). Assim, a Hipótese 4 não pode ser rejeitada, ainda que o índice de correlação não apresente um valor representativo ($r < 0,4$). Acreditamos que a análise da correlação da nota média na prova de ingresso de cada curso com a pontuação no TVZ possivelmente revelaria uma correlação mais acentuada, já que inteligência é ligada à habilidade de visualização espacial (KAUFMAN, 2007).

3. DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES

O objetivo principal do trabalho consistiu na investigação do comportamento da pontuação de estudantes ingressantes nos cursos de Engenharia da EPUSP em um teste de visualização espacial, com base em variáveis como a procedência e o curso de ingresso, que possivelmente poderiam influenciar o desempenho dos participantes. Para atingir esse objetivo, a amostra de alunos foi submetida ao TVZ, que requer habilidades cognitivas como a rotação mental e a visualização espacial do indivíduo testado.

Para o teste das hipóteses formuladas no trabalho, foi analisado o comportamento da variável aleatória dependente “pontuação no TVZ” e sua possível aderência à distribuição de probabilidade normal. Os principais resultados encontrados mostraram que somente o gênero feminino apresentou aderência à normal ($KS = 1,15$; $p = 1,142$), ao contrário da amostra total ($KS = 2,49$; $p < 0,001$) e do gênero masculino ($KS = 2,15$; $p < 0,001$).

Os resultados do teste de visualização espacial mostraram que homens e mulheres diferem significativamente no que diz respeito à execução de tarefas que requerem habilidades cognitivas espaciais, com vantagem para o gênero masculino. Esse resultado confirma as diferenças de gênero relatadas em inúmeros estudos (ALEXANDER; SON, 2007; COOKE-SIMPSON; VOYER, 2007; GALLAGHER *et al.*, 2006; GUILLOT *et al.*, 2007; JOHNSON; BOUCHARD JR., 2007; KAUFMAN, 2007; MOÈ; PAZZAGLIA, 2006; PEÑA *et al.*, 2007; SEABRA; SANTOS, 2007a).

Tendo em vista o objetivo principal do trabalho, verificação da correlação entre procedência do aluno e pontuação no TVZ, os resultados encontrados mostraram que o teste de homogeneidade de variância não apresentou evidências estatísticas significantes de uma diferença de desempenho entre os grupos analisados ($H = 1,000$; $p = 0,607$). A mesma análise foi realizada para cada um dos gêneros e, novamente, nenhuma diferença significativa foi encontrada ($H = 1,540$; $p = 0,463$ para as mulheres; e $H = 0,933$; $p = 0,627$ para os homens). Devido ao tamanho representativo da amostra, este resultado se apresenta como um importante parâmetro para os professores de Desenho em geral, uma vez que são os principais responsáveis pelo desenvolvimento da habilidade de visualização espacial dos alunos dos cursos de engenharia. A pesquisa mostrou que a procedência do aluno (3º ano do Ensino Médio, Cursinho pré-vestibular e Colégio Técnico) ingressante não representa um fator de influência no desempenho de tarefas espaciais.

Mais um importante fator analisado neste trabalho consistiu na análise de uma possível influência do curso de ingresso escolhido pelos estudantes no desempenho obtido pelos mesmos no teste. Possivelmente, alunos que optam por cursos, por exemplo, como Engenharia Civil e Ambiental, ao contrário daqueles que preferem Engenharia de Computação e Elétrica, etc., poderiam apresentar melhor desempenho na execução de tarefas espaciais, por uma habilidade cognitiva mental intrínseca do indivíduo associada às atividades esperadas na área de trabalho almejada. Inversamente ao que se esperava e, particularmente neste exemplo, os resultados mostraram que a amostra dos alunos pertencentes ao curso de Engenharia Civil e Ambiental obteve média de 7,06 ($dp = 4,15$) e os de Engenharia de Computação e Elétrica alcançaram uma pontuação média de 9,32 ($dp = 4,62$), o que contradiz, *à priori*, esta hipótese. Além disso, a análise apontou uma diferença significativa em uma das comparações, contradizendo a hipótese de homogeneidade dos grupos (Levene = 2,436; $p = 0,025$ e Welch = 2,407; $p = 0,03$). A comparação múltipla das variâncias indicou uma diferença significativa entre os grupos Engenharia Civil e Ambiental e Engenharia Mecânica – Automação e Sistemas ($p = 0,027$). Com base nesse resultado, pode-se imaginar que possivelmente os ingressantes em cursos mais concorridos, como este último (24,6 c/v), apresentam uma motivação superior aos demais atribuída à conquista da vaga, e uma

associação direta a sua capacidade intelectual. Tal comportamento pode se caracterizar em uma possível variável de influência no desempenho dos indivíduos. Ao contrário do que se esperava, foi encontrada uma fraca correlação entre a concorrência do curso de ingresso dos estudantes e a pontuação destes no TVZ ($r = 0,097$; $p = 0,044$). Isso pode ser explicado pelo desempenho inferior do grupo formado pelos alunos do curso de Engenharia de Produção que, apesar de apresentar uma grande concorrência (22,6 c/v), ocupou a penúltima colocação em termos de desempenho ($M = 7,46$; $dp = 4,28$). Acredita-se que este resultado esteja associado a um provável desinteresse destes alunos em atividades ou tarefas que requerem habilidades espaciais, acreditando não serem importantes para sua atuação profissional. Outros estudos se fazem necessários para maiores observações.

Agradecimentos

Os autores agradecem a contribuição dos professores, monitores e alunos do curso de Geometria Gráfica para Engenharia, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Brasil, por financiar o primeiro autor nesta pesquisa e aos professores Gerardo Prieto Adanez e Angela Dias Velasco por permitirem o uso do teste TVZ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADANEZ, G. P.; VELASCO, A. D. Construção de um teste de visualização a partir da psicologia cognitiva. **Avaliação Psicológica**. Porto Alegre, v.1, n.1, p. 39-47, 2002.

ALEXANDER, G. M.; SON, T. Androgens and eye movements in women and men during a test of mental rotation ability. **Hormones and Behavior**. London, v.52, p.197-204, 2007.

CHOI, J. Sex differences in spatial abilities in humans: two levels of explanation. In: VOKEY, J. R.; ALLEN, S. W. **Psychological Sketches**. Lethbridge: Department of Psychology and Neuroscience, 5.ed., 2001.

COOKE-SIMPSON, A.; VOYER, D. Confidence and gender differences on the Mental Rotations Test. **Learning and Individual Differences**. Oxford, v.17, p. 181-186, 2007.

FUVEST. **Fundação Universitária para o Vestibular**. Disponível em: <<http://www.fuvest.br/scr/inscurtb.asp?anofuv=2008&fase=1>>. Acesso em: 05 mai. 2008.

GALLAGHER, P. *et al.* Sex differences in object location memory: some further methodological considerations. **Learning and Individual Differences**. Oxford, v.16, p. 277-290, 2006.

GUILLOT, A. *et al.* Relationship between spatial abilities, mental rotation and functional anatomy learning. **Advances in Health Sciences Education**. Norwell, v.12, p. 491-507, 2007.

JOHNSON, W.; BOUCHARD JR., T. J. Sex differences in mental ability: a proposed means to link them to brain structure and function. **Intelligence**. Oxford, v. 35, p. 197-209, 2007.

KAUFMAN, S. B. Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability: can they be accounted for by differences in working memory capacity? **Intelligence**. Oxford, v. 35, p. 211-223, 2007.

McGLONE, M. S.; ARONSON, J. Stereotype threat, identity salience, and spatial reasoning. *Journal of Applied Developmental Psychology*. Oxford, v. 27, p.486-493, 2006.

MOÈ, A.; PAZZAGLIA, F. Following the instructions! Effects of gender beliefs in mental rotation. **Learning and Individual Differences**. Oxford, v. 16, p. 369-377, 2006.

PEÑA, D. *et al.* Solution strategies as possible explanations of individual and sex differences in a dynamic spatial task. **Acta Psychologica**. 2007.

QUAISER-POHL, C. *et al.* The relationship between computer-game preference, gender, and mental-rotation ability. **Personality and Individual Differences**. Oxford, v.40, p. 609-619, 2006.

ROHDE, T. E.; THOMPSON, L. A. Predicting academic achievement with cognitive ability. **Intelligence**. Oxford, v. 35, p. 83-92, 2007.

SCHÖNING, S. *et al.* Functional anatomy of visuo-spatial working memory during mental rotation is influenced by sex, menstrual cycle, and sex steroid hormones. **Neuropsychologia**. London, v.45, p.3203-3214, 2007.

SCHNEIDER, P. J.; PENFIELD, D. A. Alexander and Govern's approximation: providing an alternative to ANOVA under variance heterogeneity. **The Journal of Experimental Education**. Washington, v.65, p.271-286, 1997.

SEABRA, R. D.; SANTOS, E. T. Avaliação da eficácia de um curso de geometria gráfica para engenharia no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2007, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UNICENP, 2007a.

SEABRA, R. D.; SANTOS, E. T. Uso de formulários eletrônicos para aplicação online dos testes MRT, MCT e TVZ. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 2007, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UFPR, 2007b.

SILVERMAN, I. *et al.* The Hunter-Gatherer Theory of sex differences in spatial abilities: data from 40 countries. **Archives of Sexual Behavior**. Toronto, v.36, n.2, p. 261-268, 2007.

YANG, C. J. *et al.* Testosterone levels and mental rotation performance in Chinese men. **Hormones and Behavior**. London, v.51, p.373-378, 2007.

SPATIAL COGNITION DIFFERENCES OF ENTERING ENGINEERING STUDENTS: SCHOOL OF ORIGIN AND COURSE INFLUENCE PERFORMANCE ON SPATIAL VISUALIZATION?

Abstract: *Many researchers report gender as the most important variable affecting performance on tasks requiring spatial abilities. This work aims to exam if, not only gender, but also school of origin type and engineering course are variables that influence the performance of entering engineering students in a spatial visualization test (TVZ). The analyzed sample (349 men and 80 women) took the test and significant differences on performance were detected, related to gender, with men performing better. No significant*

difference was found related to the type of school of origin. A weak correlation between the course candidates / places ratio and student's TVZ score was detected but it was observed that the course has almost no influence on students' test performance

Key-words: *Spatial cognition, Gender differences, Spatial visualization test, Engineering.*