

## **AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM CURSO DE GEOMETRIA GRÁFICA PARA ENGENHARIA NO DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE DE VISUALIZAÇÃO ESPACIAL**

**Rodrigo Duarte Seabra** – rodrigo.duarte@poli.usp.br

**Eduardo Toledo Santos** – eduardo.toledo@poli.usp.br

Universidade de São Paulo, Escola Politécnica – Depto. de Engenharia de Construção Civil  
Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n. 83 – Edif. de Eng. Civil – Cidade Universitária  
05508-040 – São Paulo - SP

**Resumo:** *A habilidade de visualização espacial envolve a manipulação mental de imagens e seus componentes no espaço. Pesquisas mostram que esta habilidade pode ser desenvolvida e melhorada através de atividades apropriadas, por exemplo, os cursos de Desenho Técnico e Geometria Descritiva. Sabe-se também que muitos alunos ingressantes em cursos de Engenharia não apresentam um desenvolvimento adequado dessa habilidade. Por ser um tema de muita investigação, vários testes têm sido desenvolvidos e aplicados na mensuração da habilidade de visualização espacial, dentre eles o MRT – Mental Rotation Test e o TVZ – Test de Visualización. Este trabalho descreve um estudo realizado com o objetivo de avaliar a evolução da habilidade de visualização espacial dos alunos do curso de Geometria Gráfica para Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, através da análise estatística dos resultados obtidos em testes de visualização aplicados aos alunos ingressantes em 2006. Os resultados mostraram, com significância estatística, que o referido curso promoveu o incremento da habilidade de visualização espacial da maioria dos estudantes.*

**Palavras-chave:** *Habilidade de visualização espacial, Geometria gráfica, Mental Rotation Test, Test de Visualización.*

### **1 INTRODUÇÃO**

A habilidade de visualização espacial é definida de forma distinta por diferentes autores:

*“(...) a habilidade de mentalmente manipular, rotacionar, torcer ou inverter um objeto apresentado como estímulo visual.” (McGEE, 1979, p.893)*

*“Visualização espacial é a manipulação mental da informação espacial para determinar como uma dada configuração espacial apareceria se partes dessa configuração fossem rotacionadas, dobradas, reposicionadas ou transformadas de alguma maneira.” (SALTHOUSE et al., 1990, p.128)*

*“(...) é o processo mental usado para perceber, armazenar, lembrar, criar, editar, e comunicar imagens espaciais” (BERTOLINE, 1998, p.184)*

*“Habilidade espacial é um dos meios cognitivos usados em atividades de resolução de problemas, particularmente quando manipulando e processando informação visual-espacial.” (RAFI et al., 2005, p.707)*

A partir dessas definições, pode-se concluir que ainda não existe um consenso no que diz respeito à habilidade de visualização espacial e seus componentes, a qual se constitui em um conceito de difícil entendimento e explicação. Porém, sabe-se que a habilidade de visualização e o raciocínio espacial são qualidades essenciais para engenheiros, devido à importância destas no processo da comunicação gráfica e das necessidades dos profissionais em solucionar problemas espaciais.

Além disso, esta habilidade é extremamente importante à Engenharia e necessária na atividade de projeto, pois é para ele que convergem praticamente todas as informações adquiridas durante o curso. A interação entre a representação gráfica e os meios cognitivos de interpretação forma a base do processamento de informações necessária à elaboração de projetos (VELASCO & KAWANO, 2001b).

Embora seja notória a importância da aptidão espacial não só, mas principalmente na Engenharia, nem todos os alunos ingressantes nesse curso apresentam um desenvolvimento satisfatório dessa habilidade. Assim, os professores de Desenho devem trabalhar na tentativa de superar esse obstáculo, encarando o desenvolvimento da aptidão espacial dos estudantes como um desafio, propondo mudanças, quando necessário, no processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, questões relacionadas ao desenvolvimento da habilidade de visualização espacial dos estudantes têm motivado pesquisas sobre métodos de avaliação, assim como as diferenças existentes entre os gêneros e a possibilidade de treinamento dessa habilidade.

Esse trabalho apresenta a análise do comportamento do desempenho dos estudantes em dois testes de visualização espacial, através de uma seqüência computadorizada dos testes *MRT (Mental Rotation Test)* e *TVZ (Test de Visualización)*. O estudo apresenta uma comparação dos resultados obtidos antes e após o curso de Geometria Gráfica para Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), com um experimento aplicado no início do semestre com os alunos ingressantes.

## **2 CONTEÚDO DO CURSO**

A Tabela 1 apresenta o conteúdo do curso de Geometria Gráfica para Engenharia, ministrado aos alunos do primeiro ano, no primeiro semestre de 2006, na EPUSP.

De acordo com a tabela, fazem parte do escopo do curso temas referentes à geometria gráfica, onde o objetivo do professor é fazer com que os alunos dominem o universo gráfico fundamental para o exercício da profissão da Engenharia. Os objetivos principais do curso são o desenvolvimento do raciocínio espacial, a visualização tridimensional e a interpretação da linguagem técnica gráfica.

Com exceção do Desenho Geométrico (Geometria Euclidiana), desenvolvido no plano, os demais tópicos do curso tratam da representação e solução de problemas tridimensionais, porém representados em suporte bidimensional, demandando habilidades espaciais importantes. Na tentativa de compreensão do material apresentado e na solução dos exercícios pedidos, os estudantes têm a oportunidade de exercitar essa capacidade, incrementando seu nível mental de visualização espacial.

Tabela 1 – Conteúdo do curso de Geometria Gráfica para Engenharia.

<b>Aula</b>	<b>Tema</b>
01	Desenho Geométrico – Lugares Geométricos (mediatriz, bissetriz, tangentes, etc.)
02	Desenho Geométrico – Lugares Geométricos (arco capaz, eixo radical, etc.)
03	Desenho Geométrico – Exercícios
04	Geometria Descritiva – Pontos e Retas
05	Geometria Descritiva – Planos
06	Geometria Descritiva – Intersecção de reta e plano. Exercícios
07	Geometria Descritiva – Mudança de Plano de Projeção
08	Geometria Descritiva – Exercícios Complementares
09	Geometria Cotada – Pontos e Retas
10	Geometria Cotada – Planos
11	Geometria Cotada – Exercícios
12	Superfícies Topográficas – Introdução
13	Superfícies Topográficas – Problemas Práticos

### 3 TESTES DE VISUALIZAÇÃO ESPACIAL

Testes de visualização espacial consistem em instrumentos para avaliar o nível de habilidade de visualização espacial de um indivíduo. Em sua maioria, são realizados utilizando figuras em perspectiva mostrando objetos rotacionados que o indivíduo, através de sua habilidade de realizar rotações e comparações mentais, deve reconhecer se trata-se do mesmo objeto ou não. De forma geral, os testes de aptidão espacial caracterizam-se em:

- Testes de Visualização Espacial: aplicados com limites brandos de tempo, enfatizando a precisão e não a rapidez de execução. Suas tarefas constituem-se principalmente na manipulação interna do estímulo.
- Testes de Rotação Mental: aplicados em condições de velocidade na execução da tarefa. Suas tarefas requerem a comparação de estímulos, normalmente simples, bi ou tridimensionais, para determinar quando se trata de representações do mesmo estímulo ou não.

Segundo Velasco e Kawano (2001a), existem várias estratégias de processamento no que diz respeito às tarefas espaciais, tais como:

- “a preferência pessoal por um modo de processamento, que pode estar relacionada ao nível de habilidade”;
- “a interação entre rotinas de processamento estáveis e automáticas e processos mais instáveis de demanda de atenção”;
- “a influência das instruções das tarefas, que podem forçar ou sugerir uma estratégia particular”;
- “o efeito das demandas das tarefas como velocidade, complexidade e o número de respostas alternativas que caracterizam um problema em particular”;
- “as diferenças individuais no conhecimento básico geral das pessoas e/ou a experiência prévia com problemas espaciais”.

Dessa forma, o desempenho do indivíduo varia, de acordo com a estratégia de processamento utilizada.

No experimento, foi aplicada uma bateria computadorizada fazendo-se uso de formulários eletrônicos, desenvolvidos pelos autores do trabalho, composta pelos testes MRT

e TVZ. Os testes foram administrados aos estudantes em dois laboratórios (cada um com 24 computadores), sendo que o tempo foi automaticamente controlado pelo sistema.

O MRT – *Mental Rotation Test* (VANDENBERG & KUSE, 1978) foi desenvolvido para estimar a habilidade de rotação mental do indivíduo avaliado. O objetivo é encontrar, dentre as quatro alternativas à direita, as duas figuras que representem o objeto de referência, mais a esquerda. A Figura 1 mostra um exemplo, dentre as 20 questões do MRT que são divididas em duas partes com 10 questões cada, com limite de tempo de 5 minutos para cada parte.

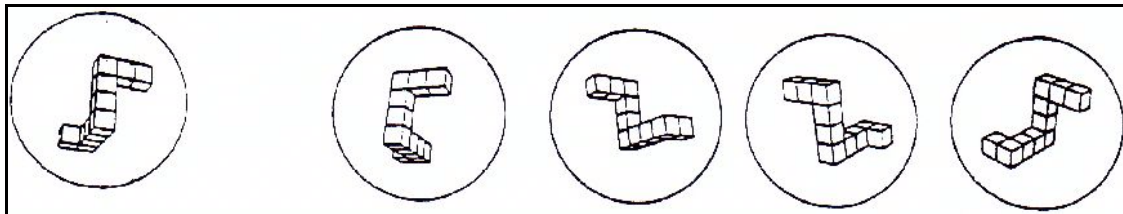


Figura 1 – Exemplo de questão do MRT.

A pontuação no MRT é calculada pelo número de alternativas corretas em cada questão, sendo que uma alternativa errada anula uma certa. Assim, a pontuação máxima no MRT é 40.

O TVZ – *Test de Visualización* (ADÁNEZ & VELASCO, 2002), desenvolvido pelo Prof. Dr. Gerardo Prieto Adánez da Faculdade de Psicologia da Universidade de Salamanca, na Espanha, é aplicado com um limite de 25 minutos, possuindo 18 questões envolvendo o desdobramento de um cubo. O objetivo é identificar qual letra e em qual posição ela aparece na face solicitada do cubo desdobrado. A Figura 2 ilustra um exemplo de questão do TVZ.

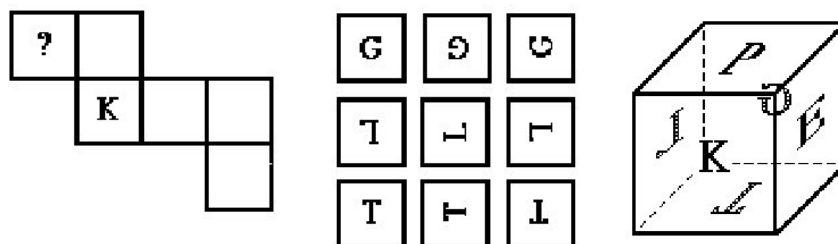


Figura 2 – Exemplo de questão do TVZ.

## 4 EXPERIMENTO

### 4.1 Participantes

A Tabela 2 apresenta o tamanho das amostras utilizadas nos cálculos estatísticos do experimento. O pré-teste refere-se à avaliação feita antes da frequência dos alunos ao curso de Geometria Gráfica e o pós-teste aos dados coletados após o curso. A idade média (em anos) dos estudantes em cada teste também consta na Tabela 2.

Tabela 2 – Tamanho das amostras e idade média dos participantes.

Teste Data	MRT				TVZ			
	Mulheres	Homens	Total	Idade Média	Mulheres	Homens	Total	Idade Média
Pré-teste	95	510	605	18,3	39	498	587	18,4
Pós-teste	39	194	233	18,8	32	148	180	18,7
Ambos	35	169	204	-	32	135	167	-

## 4.2 Procedimentos

Os testes foram aplicados aos alunos nas duas primeiras semanas de aula do primeiro semestre e novamente na primeira semana de aulas do segundo semestre, após o retorno dos alunos das férias escolares e antes do início das aulas com o conteúdo do segundo semestre. As turmas foram divididas em 18 grupos, de forma que somente um participante por vez ocupou um computador do laboratório em cada teste.

A pontuação, a seqüência, o número de questões e sua representação em ambos os testes não foram alteradas em relação aos testes tradicionais (versão em papel). Apenas a interface foi adaptada para um formato eletrônico e o controle do tempo foi automatizado. As imagens utilizadas nos testes foram digitalizadas, mantendo-se exatamente a mesma qualidade de visualização dos testes em papel (Figuras 3 e 4).

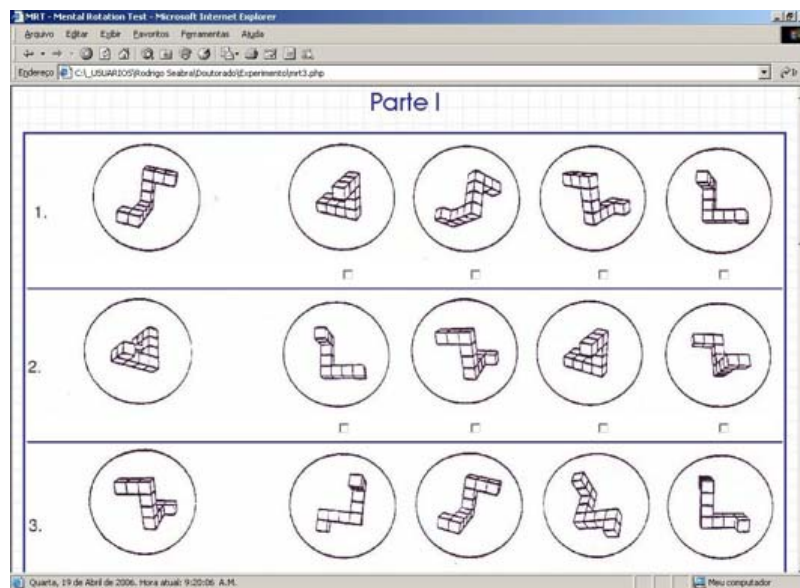


Figura 3 – Versão eletrônica do MRT.

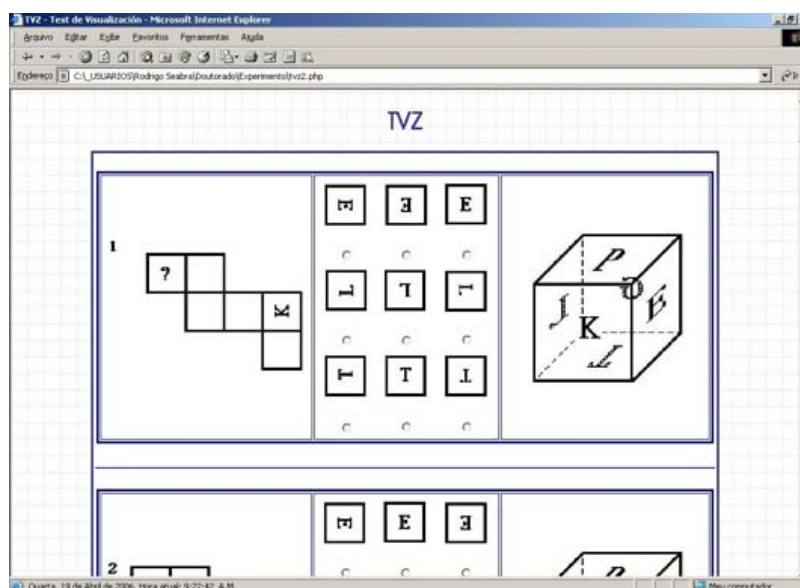


Figura 4 – Versão eletrônica do TVZ.

### 4.3 Questões de interesse no estudo

A partir dos resultados encontrados no experimento aplicado com os alunos ingressantes no primeiro semestre (pré-teste) (SEABRA & SANTOS, 2006), e com os dados obtidos na segunda avaliação (pós-teste), cinco questões de interesse e suas respectivas hipóteses nulas foram investigadas neste estudo:

- Questão 1: Qual o comportamento estatístico das pontuações dos participantes nas amostras totais, assim como nos diferentes gêneros, antes e após o curso de Geometria Gráfica?  
 $H_0$  = a variável aleatória “pontuação nos testes espaciais” tem distribuição normal.
- Questão 2: O gênero influenciou o desempenho dos participantes?  
 $H_0$  = o gênero influencia o desempenho dos participantes nos testes.
- Questão 3: A idade interferiu no desempenho dos participantes?  
 $H_0$  = a idade interfere no desempenho dos participantes.
- Questão 4: Qual a correlação entre o desempenho atingido nos testes MRT e TVZ?  
 $H_0$  = uma correlação moderada entre o desempenho atingido nos testes MRT e TVZ se manteve.
- Questão 5: O curso de Geometria Gráfica promoveu um aumento na habilidade de visualização espacial dos alunos?  
 $H_0$  = o curso aumentou a habilidade de visualização espacial dos estudantes.

### 4.4 Análise dos dados

A Figura 5 ilustra o desempenho dos participantes no MRT nas avaliações realizadas em março (pré-teste) e agosto (pós-teste). O eixo horizontal corresponde ao intervalo de pontuação. A Figura 6 traz os mesmos dados para a avaliação com o TVZ.

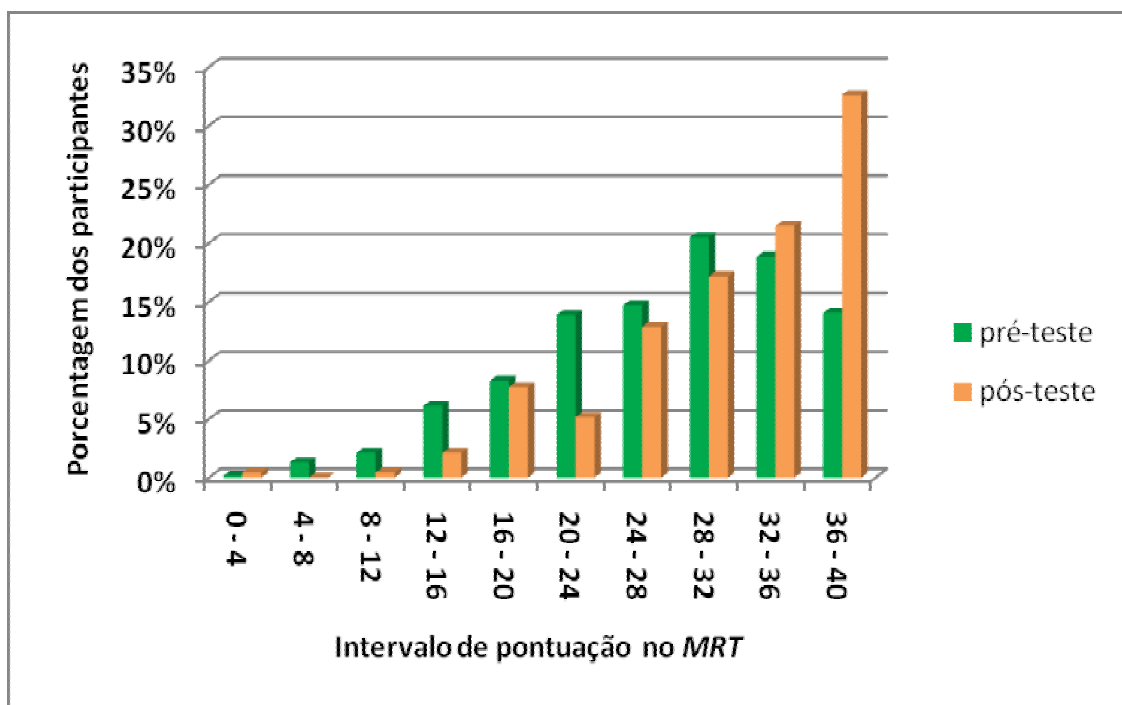


Figura 5 – Pontuação no MRT (amostra total).

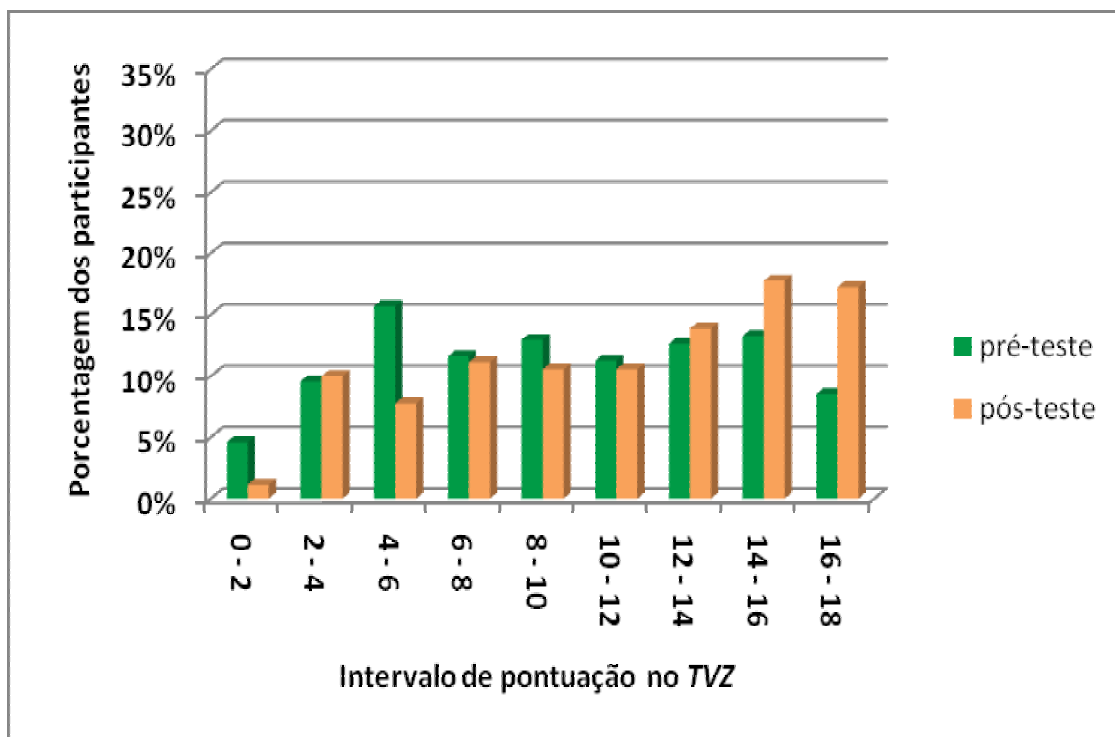


Figura 6 – Pontuação no TVZ (amostra total).

#### *Análise de Normalidade*

A hipótese 1 (normalidade) foi testada através da aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov nas amostras. P-valores maiores que 0,05 indicam que a variável tem adesão à distribuição normal (COSTA NETO, 1977). 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 3 apresenta as estatísticas das amostras, incluindo os resumos estatísticos segundo o gênero.

Tabela 3 – Estatística das amostras.

		MRT (pré-teste)	MRT (pós-teste)	TVZ (pré-teste)	TVZ (pós-teste)
<b>Total</b>	<b>Intervalo potencial</b>	0-40	0-40	0-18	0-18
	<b>Intervalo obtido</b>	4-40	4-40	0-18	0-18
	<b>Pontuação média (N*)</b>	28,00 (605)	32,03 (233)	9,86 (587)	11,57 (180)
	<b>Desvio padrão</b>	7,99	7,19	4,68	4,73
	<b>KS (p-valor)**</b>	2,40(p<0,001)	2,11(p<0,001)	2,27(p<0,001)	1,88(p<0,001)
<b>Mulheres</b>	<b>Pontuação Média (N*)</b>	24,01 (95)	28,67 (39)	8,51 (39)	9,84 (32)
	<b>Desvio padrão</b>	9,22	8,39	4,47	4,12
	<b>KS (p-valor)**</b>	0,665 (0,768)	0,724 (0,671)	1,030 (0,240)	0,529 (0,943)
<b>Homens</b>	<b>Pontuação Média (N*)</b>	28,75 (510)	32,71 (194)	10,11 (498)	11,94 (148)
	<b>Desvio padrão</b>	7,52	6,74	4,68	4,79
	<b>KS (p-valor)**</b>	2,201(p<0,001)	2,105(p<0,001)	2,276(p<0,001)	1,861 (0,002)

\* N = Tamanho da amostra    \*\* Teste de Kolmogorov-Smirnov

A partir dos dados apresentados nas tabelas, nota-se que a hipótese nula 1 manteve o mesmo comportamento no pré e no pós-teste, só não podendo ser rejeitada na amostra feminina, tanto para o MRT quanto no TVZ. Nos demais casos, a hipótese é rejeitada. Assim,

conclui-se que apenas a frequência amostral das notas do gênero feminino apresenta adesão à distribuição normal, antes e após o curso de Geometria Gráfica.

### *Análise de Influência do Gênero*

A análise dos dados da Tabela 3 mostra também que a habilidade de visualização espacial se apresenta de forma distinta em ambos os testes, para cada um dos gêneros, como é ilustrado nas Figuras 7 (MRT) e 8 (TVZ).

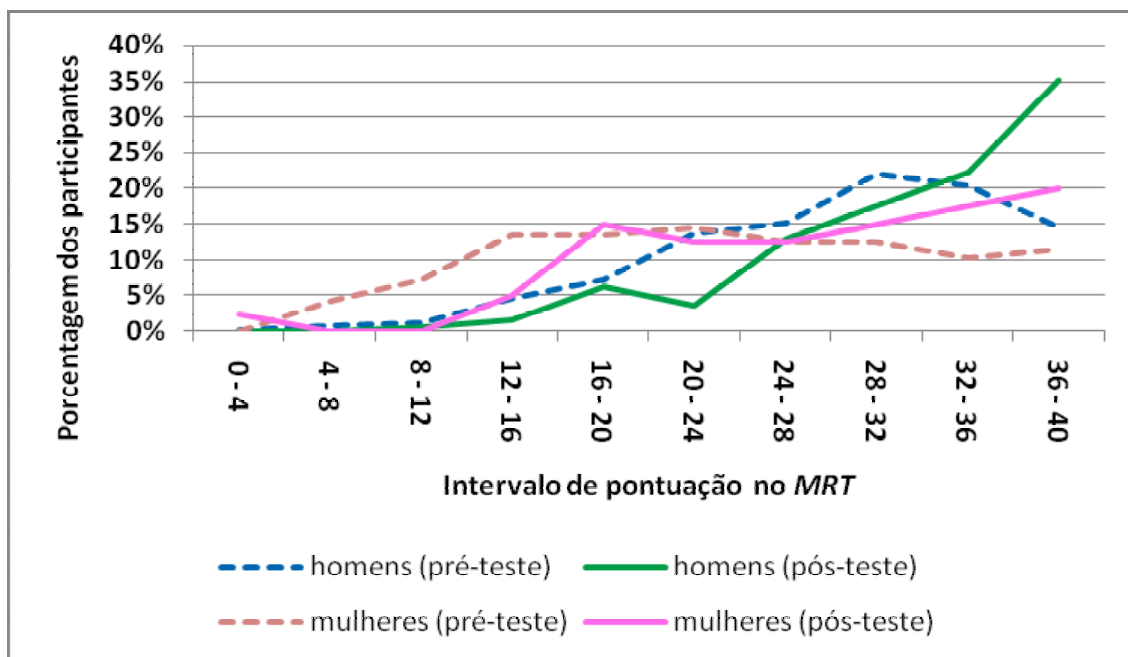


Figura 7 – Diferenças de gênero no MRT.

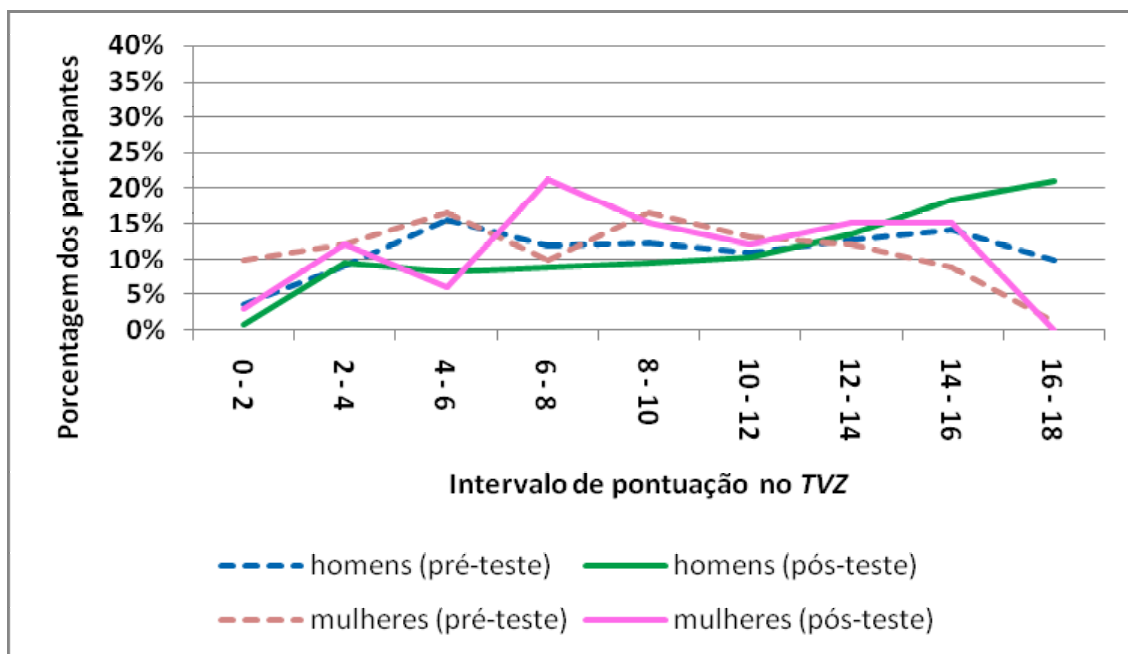


Figura 8 – Diferenças de gênero no TVZ.



Para o teste da hipótese 2 (influência do gênero no desempenho), foram analisados os dados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação do desempenho pelo gênero.

	Feminino (pré-teste)		Feminino (pós-teste)		Masculino (pré-teste)		Masculino (pós-teste)		Teste* (pré) (p-valor)	Teste* (pós) (p-valor)
	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp		
<b>MRT</b>	24,01	9,22	28,67	8,39	28,75	7,52	32,71	6,74	16858,5 (p < 0,001)	2690,0 (0,004)
<b>TVZ</b>	8,51	4,47	9,84	4,12	10,11	4,68	11,94	4,79	21418,5 (0,004)	1709,5 (0,014)

\* Teste de Mann-Whitney

De acordo com os dados apresentados, pode-se concluir que a hipótese nula 2 não pode ser rejeitada em nenhum dos testes e, por isso, conclui-se que o gênero influencia o desempenho dos participantes, com melhor desempenho para os homens, mesmo após o curso. Esse resultado é coerente com outros sistematicamente relatados na literatura sobre o tema (GEARY et al. 2000; GORSKA et al., 1998; SORBY, 2001).

#### *Análise de Influência da Idade*

Outro fator a ser analisado se refere à idade refletir algum ganho ou perda no desempenho dos participantes. Como critério de partição estabeleceu-se a idade de 20 anos. Para o teste da hipótese 3, foram analisados os dados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resumo estatístico para as partições da idade

	< 20 anos (pré-teste)		< 20 anos (pós-teste)		≥ 20 anos (pré-teste)		≥ 20 anos (pós-teste)		Teste** (pré) (p-valor)	Teste** (pós) (p-valor)
	Méd. (N*)	dp	Méd. (N*)	dp	Méd. (N*)	dp	Méd. (N*)	dp		
<b>MRT</b>	28,15(541)	7,95	32,03 (186)	7,30	26,78(64)	8,29	32,00 (47)	6,78	15688,0 (0,219)	4233,0 (0,737)
<b>TVZ</b>	9,91(520)	4,62	11,67 (152)	4,73	9,51(67)	5,15	11,00 (28)	4,80	16670,0 (0,565)	1949,0 (0,479)

\* N = Tamanho da amostra    \*\* Teste de Mann-Whitney

Os dados indicam que a hipótese nula 3 pode ser rejeitada e, com isso, conclui-se que a idade, para as amostras analisadas neste trabalho, não influencia o desempenho dos participantes nos testes. Sabe-se que a idade normalmente tem influência no que diz respeito à execução de tarefas que envolvem a habilidade de visualização espacial, porém, devido à pequena faixa de variação deste parâmetro nas amostras (estudantes jovens), não pôde ser detectada nenhuma influência.

#### *Análise da Correlação entre os resultados dos testes MRT e TVZ*

Para o teste da hipótese 4, foram analisados os dados da Tabela 6. Foi encontrada uma correlação moderada ( $0,4 \leq r \leq 0,6$ ) entre as pontuações nos testes ( $r = 0,494$ ,  $p < 0,001$ ), confirmando a hipótese estabelecida. Porém, novamente não foi encontrada qualquer correlação significativa entre a idade e o desempenho nos testes.

Tabela 6 – Correlação\* entre o MRT, o TVZ e a idade

	Idade	MRT	TVZ
Idade	1,000	-0,065 (0,322)	-0,126 (0,092)
MRT	-0,065 (0,322)	1,000	0,494 (p < 0,001)
TVZ	-0,126 (0,092)	0,494 (p < 0,001)	1,000

\* r = coeficiente de correlação de Spearman (p-valor)

### **Análise da diferença de habilidade de visualização**

Finalmente, um aumento no nível de habilidade de visualização espacial foi verificado (hipótese nula 5). A Tabela 7 mostra as análises de variância do desempenho dos estudantes (somente os que participaram das duas avaliações), para as amostras em ambos os testes.

Tabela 7 – Análise de variância dos experimentos (Teste ANOVA).

	Fonte da Variação	SQ	gl	MQ	F	P-valor	F crítico
MRT (Total)	Entre os experimentos	1906,67647	1	1906,67647	32,66015	p<0,001	3,864471
	Dentro dos experimentos	23701,9902	406	58,3792862			
	Total	25608,66667	407				
MRT (Mulheres)	Entre os experimentos	330,05714	1	330,05714	4,49803	0,037	3,981895
	Dentro dos experimentos	4989,7142	68	73,3781512			
	Total	5319,77142	69				
MRT (Homens)	Entre os experimentos	1576,62721	1	1576,62721	30,15005	p<0,001	3,869274
	Dentro dos experimentos	17570,3432	336	52,292688			
	Total	19146,97041	337				
TVZ (Total)	Entre os experimentos	255,28143	1	255,28143	11,981	p<0,001	3,869615
	Dentro dos experimentos	7073,98802	332	21,307192			
	Total	7329,26946	333				
TVZ (Mulheres)	Entre os experimentos	21,390625	1	21,390625	1,09336	0,2997	3,995893
	Dentro dos experimentos	1212,96875	62	19,564012			
	Total	1234,35937	63				
TVZ (Homens)	Entre os experimentos	240,833333	1	240,833333	11,43902	p<0,001	3,876394
	Dentro dos experimentos	5642,385185	268	21,053676			
	Total	5883,218519	269				

O desempenho para as amostras totais é ilustrado nas Figuras 9 e 10.

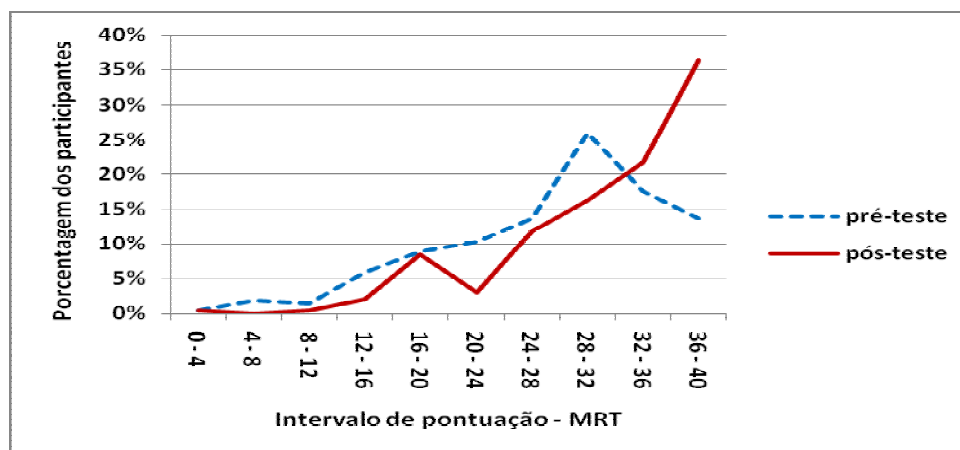


Figura 9 – Melhora do desempenho no MRT após o curso

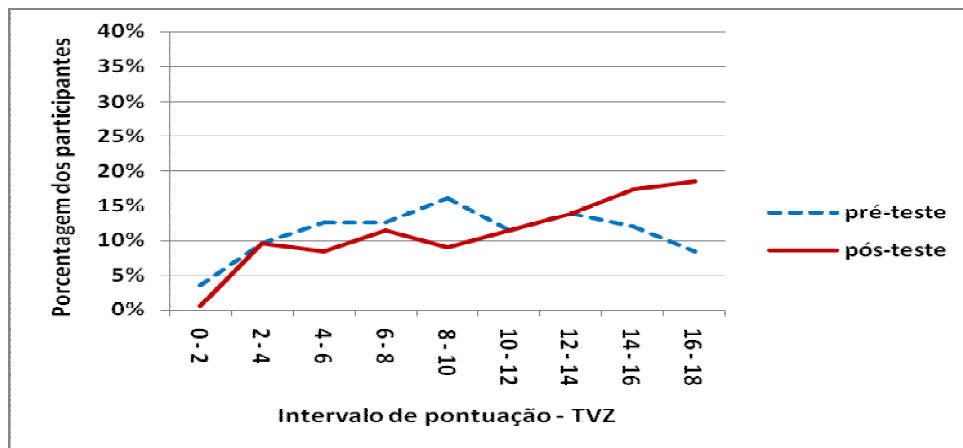


Figura 10 – Melhora do desempenho no TVZ após o curso

De acordo com os dados apresentados, pode-se concluir que a hipótese nula 5 (o curso melhora a visualização espacial) pode ser rejeitada apenas no caso dos resultados obtidos para as mulheres que participaram do TVZ.

Acredita-se que esse resultado, além de estar associado com o pequeno tamanho da amostra no segundo experimento, deve-se também à dificuldade do teste, já que o TVZ possui uma dificuldade maior em sua execução, se comparado ao MRT.

De forma geral, o nível de habilidade de visualização espacial que os estudantes possuíam ao ingressar no curso de Geometria Gráfica e a evolução obtida após o mesmo, evidencia a eficácia do curso para essa finalidade, uma vez que o nível de habilidade de visualização espacial dos alunos aumentou de forma significativa.

#### ***Análise da ocorrência de ceiling effect (saturação)***

Para examinar a possibilidade de um efeito de saturação (*ceiling effect*) nas pontuações, foi levantado, de acordo com a metodologia exposta por Wick (2002), a pontuação em cada amostra para o percentil 99% e verificado o quanto sobra de espaço de pontuação para crescimento em cada caso. Quanto menor o espaço de crescimento, maior a probabilidade de ocorrência de saturação. Para todos os casos, o espaço de crescimento foi nulo, com exceção do pré e pós-teste TVZ para mulheres (2 pontos em ambos), indicando ocorrência de saturação.

A ocorrência de *ceiling* ou *floor effect* pode causar distorções não só na normalidade, mas obviamente também nos resultados de ganho/redução de desempenho (*effect size*) (CRIBBIE & JAMIESON, 2004). Como a saturação de pontuação foi maior ainda no pós-teste, como pode ser observado nos gráficos das Figuras 9 e 10, presume-se que os resultados reais são iguais ou melhores que medidos na avaliação.

## **5 CONCLUSÃO**

O trabalho apresentou a análise do comportamento do desempenho dos estudantes em dois testes de visualização espacial, através de uma seqüência computadorizada dos testes MRT e TVZ, apresentando uma comparação dos resultados obtidos após o curso de Geometria Gráfica para Engenharia da EPUSP, com um experimento realizado com os alunos ingressantes. O objetivo principal do trabalho consistiu na verificação de cinco questões de interesse. Os principais resultados encontrados foram:

- As pontuações em ambos os testes apresentaram adesão à distribuição de probabilidade normal apenas para os dados do gênero feminino, ao contrário do

que se poderia esperar. Isso provavelmente ocorre devido a efeitos de saturação na pontuação (*ceiling effect*), especialmente no pós-teste onde a maior porcentagem dos alunos está na maior faixa de pontuação. Para evitar isso, na aplicação de novos testes, o tempo para execução do MRT (o teste mais fácil) será reduzido para 4 minutos por parte;

- Os resultados indicam uma diferença significativa entre homens e mulheres, mantendo-se a vantagem para o gênero masculino, conforme prevê a literatura internacional;
- A idade dos participantes, para a amostra analisada neste trabalho, não influenciou o desempenho dos mesmos nos testes;
- Foi encontrada uma correlação moderada entre as pontuações no MRT e TVZ.
- Em geral, foi detectado um aumento significativo na habilidade de visualização espacial dos estudantes, em ambos os testes.

De acordo com a análise, pôde-se concluir que o curso foi eficaz no que se refere ao desenvolvimento da habilidade de visualização espacial dos estudantes.

### ***Agradecimentos***

Os autores agradecem a contribuição dos professores, monitores e alunos do curso de Geometria Gráfica para Engenharia, a Viviane Caroline Abe pelo auxílio na realização do experimento, ao Prof. Gerardo Prieto Adánez e a Prof<sup>a</sup>. Angela Dias Velasco pela sua contribuição com o TVZ e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Brasil, por financiar o primeiro autor nesta pesquisa.

## **6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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

BERTOLINE, G. R. Visual science: an emerging discipline. **Journal for Geometry and Graphics**, v.2, n.2, p. 181-187, 1998.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1997.

CRIBBIE, R. A.; JAMIESON, J. Decreases in Posttest Variance and The Measurement of Change. **Methods of Psychological Research Online**, v.9, n.1, p. 37-55, 2004.

GEARY, D. C. et al. Sex Differences in Spatial Cognition, Computational Fluency, and Arithmetical Reasoning. **Journal of Experimental Child Psychology**, v.77, p. 337-353, 2000.

GORSKA, R.; SORBY, S. A.; LEOPOLD, C. Gender Differences in Visualization Skills – An International Perspective. **Engineering Design Graphics Journal**, v.62, n.3, p.9-18, 1998.

McGEE, M. G. Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. **Psychological Bulletin**, v.86, n.5, p. 899-918, 1979.

RAFI, A. et al. Improving spatial ability using a web-based virtual environment (*WbVE*). **Automation in Construction**, v.14, p. 707-715, 2005.

SALTHOUSE, T. A. Age and experience effects in spatial visualization. **Developmental Psychology**, v.26, n.1, p. 128-136, 1990.

SEABRA, R. D; SANTOS, E. T. Evaluation of the spatial visualization ability of entering students in a Brazilian engineering course using computerized version of MRT and TVZ. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOMETRY AND GRAPHICS – ICGG’2006, 12., Salvador. **Proceedings...** Salvador: ISGG, 2006.

SORBY, S. A. Assessing and Improving Spatial Visualization Skills of Engineering Students: International Collaborations and Studies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 4., 2001. **Proceedings...** São Paulo:USP, 2001. p.1285-1313

VANDENBERG, S. G.; KUSE, A. R. Mental rotations, a group test of 3D special visualization. **Perceptual and Motor Skills**, v.47, p. 599-604, 1978.

VELASCO, A. D.; KAWANO, A. A aptidão espacial é um dom? **Graf&Tec**, v.9, p. 24-34, 2001a.

VELASCO, A. D.; KAWANO, A. Avaliação da aptidão espacial em estudantes de engenharia e as correlações com o desempenho em desenho técnico. **Graf&Tec**, v.9, p. 35-45, 2001b.

WICK, J. **Independent Assessment of the Technical Characteristics of the Illinois Standards Achievement Test (ISAT)**. Wick Partners, Inc, 2002. Disponível em: [http://www.isbe.net/assessment/pdfs/wick\\_report.pdf](http://www.isbe.net/assessment/pdfs/wick_report.pdf). Acesso em: 12 mai. 2007.

## **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF AN ENGINEERING GRAPHICS GEOMETRY COURSE IN THE DEVELOPMENT OF THE SPATIAL VISUALIZATION ABILITY**

**Abstract:** *Spatial visualization ability involves the mental manipulation of images and its components in space. Research shows that this ability can be developed and improved through appropriate activities like, for example, Technical Drawing and Descriptive Geometry courses. It is also known that many entering students in Engineering courses do not show adequate development of this ability. Because it is a subject of much inquiry, several tests have been developed and applied for the measurement of the spatial ability, among them the MRT – Mental Rotation Test and the TVZ – Test de Visualización. This work describes a study carried out with the purpose of evaluating the evolution of the spatial visualization ability of students of the Engineering Graphical Geometry course of the Escola Politécnica of the University of São Paulo, through statistical analyses of the results obtained from visualization tests applied to the entering students in 2006. The results shown the course promoted a statistically significant improvement on most students’ spatial abilities.*

**Key-words:** *Spatial Visualization Ability, Graphics Geometry, Mental Rotation Test, Test de Visualización.*