

VISUALIZAÇÃO ESPACIAL E DESEMPENHO EM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL

Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly¹ – Universidade São Francisco, Itatiba, Brasil

Luana Comito Muner – Universidade São Francisco, Itatiba, Brasil

Diego Vinícius da Silva – Universidade São Francisco, Itatiba, Brasil

Gerardo Prieto – Universidad de Salamanca, Salamanca, Espanha

RESUMO

A visualização espacial consiste em manipular, realizar rotações e inverter as imagens dos objetos. Essa é a habilidade cognitiva mais importante das aptidões espaciais e considerada como preditiva do desempenho acadêmico. Assim sendo, o presente estudo avaliou o desempenho em habilidades espaciais e sua relação com matemática. O Teste Informatizado de Visualização Espacial-TVZ2006A foi aplicado coletivamente em 255 estudantes, sendo 64,71% destes do sexo masculino. A idade variou de 14 a 19 anos e 92 deles frequentavam Ensino Médio Regular e 163 o Profissionalizante. O desempenho escolar foi avaliado pela média anual na disciplina de matemática. Os escores variaram de 0 a 19 pontos no TVZ2006A e as médias variaram de 1,5 a 10,0. A correlação entre as médias e o TVZ2006A foi significativa, a qual atribui evidência de validade de critério para o TVZ2006A.

Palavras-chave: visualização espacial; desempenho escolar; ensino médio; ensino profissionalizante; avaliação psicoeducacional informatizada.

SPACIAL VISUALIZATION AND PERFORMANCE IN MATHEMATICS IN SECONDARY AND PROFESSIONAL EDUCATION

ABSTRACT

The spatial visualization is defined as the ability to manipulate, rotate and realize objects images inversions. This is the most important cognitive ability of the spatial aptitude and it can be considered as a predictive academic achievement. Consider this, the present study aimed to evaluate the spatial ability achievement and its relationship with mathematic score. The computerized test of Spatial Visualization (TVZ2006A) had a collective administration in 255 students, which 64,71% were male ones. The age variability was from 14 to 19 years old and 92 of the students were in high school and 163 of them were in the professional education. The achievement was assessed by the final Mathematic grade. The average scores were from 0 to 19 points in the TVZ2006A and the Mathematic average was from 1, 5 to 10,0. The correlation between Mathematic average and TVZ2006A score was statistically significant, which is one of the criteria validity evidence to the TVZ2006A.

Keywords: spatial visualization; school achievement; high school; professional education; computerized psycho educational assessment

A tendência educacional internacional expõe a importância da formação geral na educação básica, não só para a continuidade da vida acadêmica como, também, para uma atuação autônoma do estudante na vida social, destacando-se a sua inserção no mercado de trabalho (INEP, 1998). No Brasil, nesse sentido, a escola básica deve ter como objetivo o desenvolvimento de competências por meio das quais os alunos possam assimilar informações e utilizá-las em contextos adequados, interpretando códigos e linguagens e servindo-se dos conhecimentos adquiridos e das tecnologias para a tomada de decisões autônomas e socialmente relevantes.

No Ensino Médio, o objetivo é a formação geral para aquisição de conhecimentos regulados pelos princípios da metodologia científica e sustentados por recursos da Tecnologia da Informação e Comunicação. Além disso, o Ensino Médio está relacionado também com a Educação Profissional Técnica de nível médio, que visa a preparação geral para o trabalho (MEC, 2000). Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), por exemplo, verificou-se na descrição da disciplina de Matemática, dentre seus conteúdos, o estudo da Geometria, que deve possibilitar que o aluno seja capaz de encontrar solução de problemas práticos do dia a dia, orientar-se no espaço, ler mapas, estimar distâncias e aplicar tais conhecimentos no exercício profissional (Brasil, 2008).

Fernández, Cajaraville e Godino (2007) trazem a visualização espacial como os processos e capacidades que as pessoas têm para realizar

¹ Endereço para correspondência:

Rua Alexandre Rodrigues Barbosa, 45 – 12.251-900 – Itatiba-SP.

E-mail: mcrisjoly@gmail.com

Apoio: CNPq e CAPES

determinadas tarefas que exigem “ver” ou “imaginar” mentalmente os objetos geométricos espaciais, assim como relacionar objetos e realizar determinadas operações ou transformações geométricas com os mesmos. Segundo Prieto e Velasco (2008), importantes estudiosos como J. Carroll, D. F. Lohman, M. G. McGee, W. D. Michael, J. P. Guilford, B. Fruchter e W. S. Zimmerman concluem que visualização espacial é a aptidão de manipular, rodar, torcer e inverter as imagens dos objetos, sendo esta o fator mais importante das aptidões espaciais. Em 2002, Prieto e Velasco definiram a visualização espacial como a capacidade para manipular mentalmente figuras tridimensionais complexas.

A visualização espacial é uma importante habilidade cognitiva e é utilizada em várias áreas do conhecimento, com destaque para as Ciências Exatas, especialmente nas Engenharias, área na qual é fundamental como formação básica e ferramenta de raciocínio (Seabra & Santos, 2007; Velasco & Kawano, 2002). Observa-se, em estudos com universitários, que nas habilidades espaciais há diferenças significativas entre os sexos (Sorby, 2001; Gorska, Sorby & Leopold, 1998 citados por Seabra & Santos, 2007; Geary e DeSoto, 2001; Geary, Sauls & Liu, 2000). Referente à avaliação da visualização espacial, Prieto (2008) cita que os testes mais utilizados são compostos por tarefas de quebra-cabeça, cubos e desenvolvimento de superfícies.

Burin, Delgado e Prieto (2000) examinaram se havia diferença por sexo em relação ao uso de estratégias analíticas ou holísticas para solução de tarefas de visualização espacial. Na estratégia analítica, o examinando pretende verificar a identidade das principais características dos itens do teste para combiná-las com o estímulo alvo. Uma estratégia analítica é a descrição verbal dessas características. Já a estratégia holística envolve movimento mental (e.g. rotação mental) de todas ou algumas das partes alternativas do item, a fim de formar uma imagem mental que é comparada com o estímulo alvo. Para isso, aplicaram as versões reduzidas e em papel dos testes *Differential Aptitude Test* e *Quarrie's Block Counting* e o quebra-cabeça *Rompecabezas Impreso*, e os informatizados *Solution Strategies Questionnaire* (CER) e *Rompecabezas-Estrategias* (R-E). O grupo amostral foi de 152 estudantes de psicologia da Argentina, sendo 77 do sexo feminino e 75 do sexo masculino. Inicialmente, foram aplicados os testes em papel, na segunda sessão os estudantes

responderam ao R-E e ao questionário de autorrelato CER. Os resultados revelaram que 62% dos estudantes relataram utilizar a estratégia analítica e 38% manipulação espacial para a realização da tarefa. Os autores não constataram diferenças significativas por sexo em função das estratégias utilizadas.

A fim de avaliar o padrão da diferença por sexo em habilidades espaciais, Geary e DeSoto (2001) realizaram dois estudos. No primeiro, aplicaram uma bateria de instrumentos que avaliaram as habilidades espaciais, usando o *Card Rotations Test* (CR), *Cube Comparisons Test* (CC) e *Mental Rotation Test* (MRT), em 40 estudantes universitários da China e 66 dos EUA, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 42 anos, com médias de idade 19 anos para a amostra chinesa e 20 anos para a amostra americana. No CR não foi encontrada diferença significativa para a variável sexo. Para os escores do CC houve diferença significativa apenas na amostra de estudantes americanos ($F[1,102]=8,22; p<0,01$). E no MRT, a variável sexo teve efeito sobre os resultados para ambas as amostras ($F[1,102]=14,55; p<0,001$). O segundo estudo proposto contou com a participação de 237 universitários americanos e 218 estudantes chineses, de ambos os sexos, com a média de idade 19 anos para os dois países. Foi aplicado o MRT e os resultados evidenciaram efeito significativo da variável sexo para a amostra dos dois países ($F[1,450]=58,77, p<0,0001$). A nacionalidade não teve efeito significativo em nenhum dos dois estudos. Dados os resultados, os autores consideraram que o sexo é uma variável que pode levar a diferença em desempenho em habilidade espacial.

Prieto e Velasco (2002) realizaram um estudo com o objetivo de construir um teste de visualização, denominado TVZ-2001, baseado em uma tarefa clássica da visualização que se trata do desenvolvimento de superfícies, com 163 alunos do primeiro ano do curso de engenharia de duas instituições de ensino de São Paulo. Como critério para a construção do instrumento, utilizaram o *Mental Cutting Test* (MCT) e qualificações no primeiro exame acadêmico da disciplina de Desenho Técnico. Estimaram a dificuldade dos itens pelo modelo de Rasch, e observaram que a dificuldade está associada a uma condição da tarefa implicada na habilidade para transformar mentalmente as figuras e para manter ativa a informação durante o processo de transformação. Outro objetivo proposto nesse estudo foi o de

avaliar a relação entre as pontuações no TVZ-2001 e o rendimento dos alunos na disciplina de Desenho Técnico. Obtiveram uma correlação de Pearson entre as pontuações do teste e o desempenho no primeiro exame na disciplina de 0,31 ($p < 0,0003$), que indica uma associação moderada. Para verificar a utilidade de previsão do teste, os autores classificaram os alunos em quatro categorias de acordo com a média (X) no primeiro exame da seguinte forma: insuficiente ($X < 5$), aceitável ($5 = X < 7$), bom ($7 = X < 9$) e excelente ($X = 9$). Posteriormente, contrastaram a significação das diferenças entre as médias dos quatro grupos nas pontuações-Rasch do TVZ-2001, mediante ANOVA e contrastes *a posteriori* de Fisher. Observaram que o valor de F (3,27; $p = 0,02$) foi significativo, os contrastes *a posteriori* revelaram que as médias no teste dos alunos do grupo de baixo desempenho (insuficiente e aceitável), $M = -1,02$ ($DP = 1,48$) e $M = -0,76$ ($DP = 1,14$) eram menores que as médias do grupo de melhor desempenho (bom e excelente) $M = 0,18$ ($DP = 1,22$) e $M = 0,18$ ($DP = 1,43$). Os autores concluíram que o teste TVZ-2001 poderia ser um instrumento de diagnóstico útil para identificar os alunos com distinta capacidade para a disciplina de Desenho Técnico.

Velasco e Kawano (2002) pesquisaram sobre a relação entre aptidão espacial e desempenho em disciplinas gráficas básicas de Desenho Técnico com 102 estudantes de ambos os sexos, do primeiro ano do curso de Engenharia de duas universidades. Foi aplicada, em sessão única, uma bateria informatizada composta por três testes, a saber, *Mental Cutting Test* (MCT), *Teste de Visualización* (TVZ-2001) e *Rotation of Solides Figures* (RSF). Os resultados revelaram que a rotação mental foi uma tarefa fácil para os estudantes, enquanto para a visualização espacial apresentaram alguma dificuldade. Constataram correlações estatisticamente significativas entre o desempenho no MCT e no TVZ-2001 para o rendimento acadêmico referente à primeira prova de Desenho Técnico. Verificaram que o MCT discriminou os alunos de alto desempenho no rendimento acadêmico anual dos demais estudantes e o TVZ-2001 discriminou os com baixo rendimento dos outros estudantes. Tais resultados ratificaram a relação entre aptidão espacial e rendimento acadêmico para estudantes de engenharia.

Prieto e Velasco (2006), a fim de verificarem a eficácia de previsão do rendimento acadêmico em Desenho Técnico por meio da

visualização espacial e do raciocínio indutivo, realizaram uma investigação com 484 estudantes brasileiros de Ensino Superior. Para isso, aplicaram o Teste de Visualização Espacial – TVZ2002-C, uma versão aperfeiçoada do TVZ-2001 (Prieto e Velasco, 2002) e o GfRI – Teste de Raciocínio Analógico Indutivo- Forma B (Primi, 2002) e dois meses depois obtiveram as notas dos alunos na disciplina de Desenho Técnico. A partir da análise dos resultados, os autores constataram que o desempenho no Teste de Visualização Espacial foi o melhor predictor para o rendimento acadêmico.

Seabra e Santos (2007), para avaliar o desempenho dos estudantes em um teste de visualização espacial, utilizaram uma sequência computadorizada do teste *Mental Rotation Test* – MRT como pré e pós medida em um curso de Geometria Gráfica. Participaram 463 estudantes de engenharia com idade entre 16 e 34 anos, sendo, 81,43% do sexo masculino. No pré-teste, a pontuação média foi de 24,90 ($DP = 8,09$), enquanto no pós-teste foi de 27,94 ($DP = 8,26$) para a amostra. O teste de Mann-Whitney apontou diferenças significativas por sexo para o pré ($U = 11124,0$; $p < 0,001$) e pós-teste ($U = 27046,5$; $p < 0,001$), sendo a média masculina mais alta que a feminina. Em relação à variável idade, foram observadas diferenças significativas no desempenho dos participantes no pós-teste ($U = 33973,0$; $p = 0,027$), sendo que os estudantes com menos de 20 anos obtiveram um melhor desempenho. Os autores também observaram um aumento significativo nos escores do MRT do pré para o pós-teste.

Prieto e Velasco (2008) aplicaram uma bateria de exercícios informatizados para treinamento da visualização espacial em 104 alunos do primeiro ano de Engenharia, sendo 76% do sexo masculino, com idade média de 19,25 anos. Tendo por objetivo avaliar a eficácia dessa bateria, aplicaram o teste TVZ2006A como pré-teste e o TVZ2006B como pós-teste. Nos testes de visualização espacial (TVZ2006A e TVZ2006B, versões aperfeiçoadas desenvolvidas a partir do TVZ-2002C), os alunos obtiveram médias 12,5 e 12,1 respectivamente e pela Teoria de Resposta (TRI) ao item, 0,77 e 1,52. A diferença entre pré e pós-teste pela análise por TRI foi estatisticamente significativa, indicando que a bateria de exercícios contribuiu para o aumento no desempenho em visualização espacial dos estudantes investigados. Esse resultado assinalou a importância da visualização espacial como habilidade importante para as atividades gráficas das engenharias.

No estudo realizado por Silva (2010), o objetivo foi avaliar a visualização espacial, o raciocínio do tipo espacial e mecânico e o desempenho em tecnologias da informação. Participaram 237 estudantes que cursavam ou concluíram o Ensino Médio, dos quais, 27% frequentavam apenas o Ensino Médio, 37,6% estavam matriculados também em cursos técnicos e 35,4% em cursos profissionalizantes. Os participantes tinham idades entre 15 e 18 anos ($M=16,10$; $DP=1,03$) e 34,6% eram do sexo feminino e 65,4% do sexo masculino. Foram aplicados, coletivamente, o Teste Informatizado de Visualização Espacial (TVZ2006A), as provas de Raciocínio Espacial (RE) e Raciocínio Mecânico (RM) da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5) e a Escala de Desempenho em Tecnologias para Educação (EDTic).

A média dos escores em visualização espacial foi de 4,46 ($DP=3,66$), o que corresponde a menos de 25% da pontuação máxima. Por meio do teste *post-hoc* de Tukey, verificou-se que o tipo de ensino tem efeito significativo sobre todas as variáveis pesquisadas, mostrando que o baixo desempenho obtido pelos estudantes do Ensino Médio Regular o diferencia dos estudantes de Ensino Técnico e Ensino Profissionalizante. Foi encontrada diferença significativa por idade, mostrando, por meio do *post-hoc* de Tukey, que o desempenho dos alunos de 18 anos foi melhor que o desempenho dos alunos mais novos, destacando os alunos de 16 anos, que foram melhores que os de 17 e não foram diferenciados dos alunos de 18 anos. O teste *post-hoc* de Tukey apontou que o sexo também foi uma variável significativa para o desempenho em visualização espacial, mostrando que os homens se saíram melhor do que as mulheres na habilidade aferida. A série mostrou-se significativa, porém diferenciou os alunos que concluíram dos que ainda cursavam as três séries do Ensino Médio. O autor observou correlações positivas e significativas entre a visualização espacial e os raciocínios espacial ($r=0,37$; $p=0,05$) e mecânico ($r=0,45$; $p=0,05$).

Em síntese, as investigações apresentadas revelaram, de um lado, o caráter preditivo da visualização espacial como habilidade cognitiva para o desempenho acadêmico relacionado à área das engenharias e, de outro, a importância e eficácia de treinamento da visualização espacial para atividades gráficas, no ensino superior. Ao lado disso, cabe destaque para o desempenho diferenciado em função do sexo dos participantes universitários. Os estudos descritos por Seabra e

Santos (2007), Geary, Sauls e Liu (2000), Geary e DeSoto (2001) revelaram que há desempenho superior dos homens em visualização espacial quando comparado ao das mulheres. Em relação à idade, o estudo de Seabra e Santos (2007) mostrou que os estudantes com idades abaixo de 20 anos se saíram melhor que aqueles com mais de 20 anos.

Cabe destacar que as investigações para esta habilidade se deram, em sua grande maioria, apenas com amostras de estudantes universitários. São escassos os estudos com estudantes do Ensino Médio, apesar de os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (MEC, 2000) discutirem acerca da importância da interpretação de códigos e linguagens das diversas áreas do conhecimento como, por exemplo, Geografia e Matemática.

Há de se considerar também que a avaliação do Sistema Nacional de Educação Básica (SAEB)/2001, em Matemática, mostrou que apenas 5,99% dos alunos apresentaram um nível de desempenho adequado. Isso implicava em interpretar e resolver problemas de forma competente, utilizando corretamente a linguagem matemática específica e apresentando habilidades compatíveis com a série (INEP, 2004).

Considerando-se, pois, o exposto, o objetivo do presente estudo foi comparar desempenho em habilidades espaciais, enquanto habilidades relevantes para o desempenho nessa etapa de escolaridade, de estudantes de cursos regulares de Ensino Médio com aqueles que frequentam cursos de formação profissionalizante. Foi verificada a relação entre visualização espacial por meio do Teste de Visualização Espacial – TVZ2006A (Prieto, 2004) e desempenho em Matemática, levando em conta as variáveis sexo, idade, série e tipo de instituição de ensino.

MÉTODO

Participantes

Inicialmente, responderam o teste de visualização espacial 425 estudantes, de Ensino Médio Regular (N=92), Ensino Médio Profissionalizante (N=89) e Ensino Profissionalizante (N=244) de três escolas públicas do Estado de São Paulo. Uma das escolas não forneceu a nota de seus estudantes, portanto, os estudantes que a frequentavam foram excluídos desta pesquisa. No Ensino Profissionalizante, foram desconsiderados os alunos que não tinham a disciplina de matemática. Assim, o número considerado foi de 255 participantes, sendo 92 do

Ensino Médio (36,1%) e 163 do Ensino Profissionalizante (63,9%).

O Ensino Médio é caracterizado como a última etapa de escolarização formal da Educação Básica no Brasil. A proposta é de uma formação geral, pela qual o educando possa desenvolver capacidades de pesquisar, buscar, analisar e selecionar informações; espera-se que seja capaz de aprender, criar, formular com autonomia (MEC, 2000).

O Ensino Profissionalizante frequentado pelos participantes da presente pesquisa tem por base a educação profissional, a qual objetiva promover a capacitação dos educandos para tarefas tecnicamente complexas. Além disso, visa propiciar-lhes a capacidade de “aprender a aprender”, avaliar, criticar, propor e tomar decisões (SENAI, 2008).

Os alunos da escola Profissionalizante frequentavam diferentes cursos, a saber, Eletricista de manutenção ($n=81$) e Mecânica de usinagem ($n=82$). Os alunos da escola de Ensino Médio Regular frequentavam a 1ª ($n=38$), 2ª ($n=29$) e 3ª ($n=25$) séries do Ensino Médio. No Ensino Médio Regular, as mulheres foram maioria, representando 60,87% da amostra. Já no Ensino Profissionalizante, as mulheres representaram 5,52% (Tabela 1).

Os participantes do Ensino Médio Regular (EMR) tinham idades entre 14 e 18 anos ($M=16,09$; $DP=1,00$); já os participantes do Ensino Profissionalizante (EP) tinham idades entre 15 e 19 anos ($M=16,24$; $DP=1,22$). No geral, a idade dos participantes variou entre 14 e 19 anos, com média 16,18 ($DP=1,15$) (Tabela 1).

Tabela 1. Estatística descritiva da idade dos participantes em função do tipo de instituição de ensino e sexo

Ensino	N	Idade				
		Min	Máx	M	DP	
Profissionalizante	Feminino	9	15	18	16,11	1,45
	Masculino	154	15	19	16,25	1,21
	Total	163	15	19	16,24	1,22
Médio Regular	Feminino	56	14	18	15,98	1,00
	Masculino	36	14	18	16,25	1,00
	Total	92	14	18	16,09	1,00
Geral	Feminino	65	14	18	16,00	1,06
	Masculino	190	14	19	16,25	1,17
	Total	255	14	19	16,18	1,15

Instrumento

Teste Informatizado de Visualização Espacial – TVZ2006A (Prieto, 2006)

Trata-se de um instrumento de medida de visualização espacial, no qual os itens foram construídos a partir de indicadores cognitivos calibrados pelo modelo de Rasch, de acordo com estudos realizados por Prieto (2006). A prova é constituída por 20 itens que se baseiam na tarefa de

“Desenvolvimento de Superfícies”. A tarefa consiste em um cubo que tem todas as faces identificadas com letras. À direita do cubo, aparece seu desdobramento no plano com uma de suas faces identificada e outra marcada com uma interrogação (?). Pedese ao sujeito que identifique a letra da face marcada com a interrogação e sua aparência. O examinado deve escolher a resposta correta entre as 10 opções fornecidas.

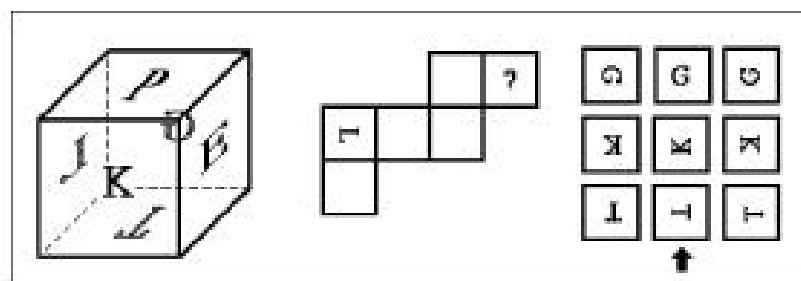


Figura 1. Exemplo de um item do teste TVZ2006A. A opção correta é a marcada com a seta

Para este estudo, foram utilizados microcomputadores com capacidade de hardware básica (1 GB de memória; 100 GB de disco; Windows XP). Isso se deveu ao fato de terem que suportar os aplicativos de vídeo e imagem necessários para o teste e armazenamento dos resultados em banco de dados local (MySQL).

Desempenho em Matemática: foi solicitada uma planilha com as notas referentes ao 1º e 2º semestres de 2009, por disciplina, de cada instituição de ensino participante. Utilizou-se a média aritmética simples das notas dos dois semestres como medida de desempenho.

Procedimento

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade São Francisco e foi submetido à análise por escolas de Ensino Médio, buscando-se autorização das mesmas para que se pudesse viabilizar a coleta de dados. Foi solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos participantes ou seus responsáveis (para os que eram menores de 18 anos). A aplicação ocorreu em apenas uma sessão, na qual foi aplicado o Teste Informatizado de Visualização Espacial (TVZ2006A). As aplicações foram coletivas e aconteceram no laboratório de informática de cada escola, com turmas equivalentes ao número de computadores disponíveis para comportar os participantes que responderam individualmente ao teste. O horário foi previamente agendado com a direção, sob a coordenação de dois aplicadores, os quais foram previamente treinados para a tarefa. O tempo máximo para aplicação do instrumento foi de 30 minutos, uma vez que o próprio teste é interrompido ao finalizar este tempo. A planilha de notas foi solicitada às escolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que tange à visualização espacial avaliada pelo TVZ2006A, os escores variaram entre 0 e 19 pontos, sendo a média geral 4,51 ($DP=3,45$), pontuação média que atinge 22,55% do escore total a ser obtido no teste (20 pontos), com distribuição normal ($K=1,098$). Tais resultados corroboram o estudo de Silva (2010), no qual a média dos estudantes do Ensino Médio foi baixa, não atingiu 25% do escore máximo a ser obtido no teste. O desempenho do maior número de participantes se concentrou entre as pontuações 0 e 6.

É importante destacar que, para os alunos do EMR, a média foi 3,43 ($DP=2,41$) e para os alunos do EP 5,12 ($DP=3,80$). Constatou-se melhor desempenho do EP, apesar da variabilidade média ser maior do que do EMR.

A fim de verificar se houve diferença significativa de desempenho dos participantes em função do tipo de ensino, analisou-se o desempenho dos grupos por meio do Teste *t* de Student. Constatou-se que há diferença estatisticamente significativa entre as médias obtidas, sendo o desempenho do EP superior ao do EMR ($t[250,32]=-4,34$; $p<0,00$). Foi ratificado o estudo de Silva (2010), que identificou diferenças entre as médias em visualização dos estudantes, apontando que os estudantes do Ensino Médio Regular tiveram desempenho pior que os estudantes do Ensino Técnico e Ensino Profissionalizante. Considerando a escassez de estudos brasileiros sobre avaliação da visualização espacial para essa etapa de escolaridade, que possibilitem análises comparativas com o presente estudo, cabe a hipótese de que a variável curso (Eletricista de Manutenção e Mecânica de Usinagem), presente no EP, e sua especificidade de conteúdo possibilitaram a diferença de desempenho observada.

Tabela 2. Estatística descritiva da pontuação final no TVZ2006A em função do tipo de instituição de ensino e sexo do participante

Ensino		Pontuação final no TVZ2006A			
		Min	Máx	<i>M</i>	<i>DP</i>
Profissionalizante	Feminino	1	9	3,89	2,52
	Masculino	0	19	5,19	3,85
	Total	0	19	5,12	3,80
Médio Regular	Feminino	0	11	3,41	2,52
	Masculino	0	9	3,47	2,26
	Total	0	11	3,43	2,41
Geral	Feminino	0	11	3,48	2,51
	Masculino	0	19	4,87	3,66
	Total	0	19	4,51	3,45

A pontuação média por tipo de ensino e sexo (Tabela 2) revela que os rapazes apresentaram escore superior ao das moças. Considerando-se a distribuição da pontuação para as variáveis tipo de

ensino e sexo combinadas (Figura 2), observa-se a concentração de estudantes com escore no TVZ2006A abaixo da faixa de 10 pontos.

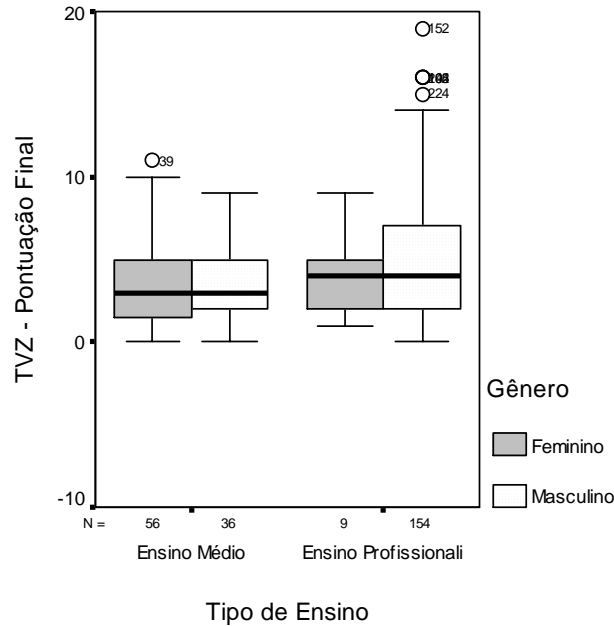


Figura 2. Pontuação final no TVZ por tipo de instituição de ensino e sexo dos participantes

A despeito dos escores diferentes para participantes homens e mulheres, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa por sexo para os estudantes de EMR ($t[90]=-0,12; p=0,906$) e EP ($t[163]=-1,02; p=0,311$). Esse resultado corrobora o estudo de Burin, Delgado e Prieto (2000), no qual o sexo dos universitários não foi significativo para o desempenho em visualização espacial. Tal resultado diferencia-se dos estudos de Seabra e Santos (2007), Geary, Sauls e Liu (2000), e Geary e DeSoto (2001) que mostraram que os universitários do sexo masculino apresentaram melhor desempenho que as mulheres na habilidade de visualização espacial. Diferencia-se também do estudo com alunos de Ensino Médio, realizado por Silva (2010), que

apontou diferenças entre os sexos, apontando maior média dos estudantes homens.

Quanto à influência da escolaridade do participante no desempenho em visualização espacial, observou-se que a série frequentada não foi uma variável cuja diferença de médias tenha sido estatisticamente significativa para os estudantes do EP ($F[3,159]=1,509; p=0,214$). Já para os alunos do EMR, houve diferença estatisticamente significativa ($F[2,89]=3,706; p=0,028$) para série frequentada. O Teste *post hoc* de Tukey indicou a diferenciação do desempenho dos estudantes do 2º em relação aos do 3º ano (Tabela 3). Isso foi diferente do que aconteceu na pesquisa de Silva (2010), na qual se diferenciaram os alunos que concluíram daqueles que ainda cursavam o Ensino Médio.

Tabela 3. Estatísticas relativas ao Teste *post hoc* de Tukey por série do Ensino Médio Regular

Série do Ensino Médio Regular	Grupos para $\alpha = 0,05$	
	1	2
2º Ano $N=29$	2,97	
1º Ano $N=38$	3,08	3,08
3º Ano $N=25$		4,52
p	0,981	0,051

A idade mostrou-se marginalmente significativa ($F[5,249]=2,161$; $p=0,059$) no geral, mas não foi encontrada diferença quando se separou por tipo de instituição de ensino em EMP ($F[4,87]=1,939$; $p=0,111$) e EP ($F[4,158]=1,833$; $p=0,125$). Isso pode revelar que a diferença está pelo tipo de ensino e as habilidades específicas pertinentes a cada um e não pela idade em si

mesma. Seabra e Santos (2007) encontraram diferenças de idade em sua pesquisa, evidenciando que participantes com menos de 20 anos tiveram desempenho melhor em visualização espacial. Silva (2010) também encontrou diferença significativa para essa variável, apontando para o desempenho superior dos alunos de 18 anos quando comparados aos mais novos.

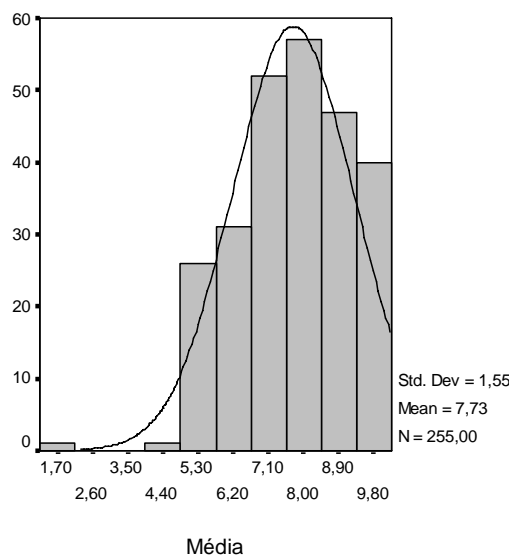


Figura 3. Histograma da média dos participantes em Matemática

Na Figura 3, observa-se a concentração das médias dos estudantes entre 5 e 10 pontos. O maior número de participantes teve um desempenho médio entre 7 e 8 pontos. Constata-se que a

distribuição das médias em Matemática para a amostra populacional é normal, com índice de Kurtosi de $K=-0,104$ (Dancey & Reidy, 2004).

Tabela 4. Estatística descritiva do desempenho em Matemática em função tipo de instituição de ensino e sexo do participante

Ensino		Média			
		Min	Máx	M	DP
Profissionalizante	Feminino	5,0	10,0	8,39	1,58
	Masculino	1,5	10,0	7,90	1,56
	Total	1,5	10,0	7,93	1,56
Médio Regular	Feminino	4,0	10,0	7,68	1,56
	Masculino	5,0	9,0	6,86	1,18
	Total	4,0	10,0	7,36	1,47
Geral	Feminino	4,0	10,0	7,78	1,57
	Masculino	1,5	10,0	7,71	1,55
	Total	1,5	10,0	7,73	1,55

No desempenho escolar, (Tabela 4), avaliado pela média na disciplina de matemática, os alunos apresentaram média 7,73 ($DP=1,55$). Não se verificou diferença estatisticamente significativa

para o tipo de ensino pelo Teste t de *student* ($t[253]=-2,92$; $p=0,004$).

O Teste t de *Student* não indicou diferença significativa em função do sexo para as médias em

Matemática ($t[253]=-0,276$; $p=0,783$), quando se considerou a amostra populacional independente do tipo de ensino. Quando se levou em conta as duas variáveis relacionadas (sexo e tipo de ensino), constatou-se desempenho superior com diferença estatisticamente significativa para os homens em relação às mulheres que frequentavam o EMR ($t[90]=-2,69$; $p=0,009$); já para o EP não se verificou tal diferença ($t[161]=-0,885$; $p=0,378$).

Visando verificar a relação entre habilidade em visualização espacial e matemática, recorreu-se ao Teste de Correlação de Pearson. Verificou-se

correlação positiva e estatisticamente significativa entre o TVZ2006 e o desempenho dos estudantes em Matemática ($r=0,230$; $p=0,01$ para $\alpha=0,05$). Tais resultados corroboram o estudo de Velasco e Kawano (2002) e Prieto e Velasco (2002) com universitários que apontaram para a existência de correlação entre o desempenho e a visualização espacial para estudantes de Engenharia, apesar do baixo índice de correlação, dada a diversidade de atividades imbricadas na disciplina de Matemática e a especificidade da tarefa exigida pelo TVZ2006A.

Tabela 5. Correlação entre pontuação final no TVZ2006A e média em matemática por tipo de instituição de ensino

Tipo Ensino		Média em Matemática
Ensino Médio Regular n=92	Pontuação Final	0,244**
	TVZ	$p=0,010$
Ensino Profissionalizante n=163	Pontuação Final	0,184**
	TVZ	$p=0,009$

Verificou-se também correlação positiva e significativa entre o TVZ2006A e o desempenho em Matemática quando considerado o tipo de ensino (Tabela 5). Isso mostra ser relevante esta variável para estudantes de Ensino Médio.

Constatou-se, considerando a relação existente entre as duas variáveis, que a média em matemática, de 0 a 10 pontos, dividida em quartis, mostrou-se com diferença estatisticamente significativa em relação ao desempenho em visualização espacial ($F[2,252]=5,676$; $p=0,004$) para os participantes da presente investigação. Quando considerada a análise pela ANOVA por tipo de ensino, verificou-se diferenças estatísticas significativas para EMR ($F[2,89]=3,089$; $p=0,052$), mas não para EP ($F[2,159]=2,116$; $p=0,10$).

Em síntese, os resultados da presente investigação revelaram que os estudantes obtiveram média geral em visualização espacial de 4,51 ($DP=3,45$) e em desempenho em matemática de 7,73 ($DP=1,55$). As variáveis idade, tipo de instituição de ensino e desempenho em matemática apresentaram diferenças de média estatisticamente significantes para o desempenho em visualização espacial. Para o desempenho em matemática, o sexo foi significativo para o EMR e para o EP. A correlação entre o desempenho escolar em Matemática e visualização espacial também foi significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dadas as correlações significativas observadas entre o desempenho em visualização espacial e matemática e a discriminação do TVZ2006A para os grupos organizados em função do desempenho em Matemática, o presente estudo revelou evidências de validade para o Teste Informatizado de Visualização Espacial (TVZ2006A). Isso posto, revela que as características psicométricas do instrumento o tornam eficaz para avaliação da visualização espacial com estudantes do Ensino Médio. Cabe destacar que a diferenciação de desempenho por tipo de ensino revelou que a visualização espacial, como aferida pelo TVZ2006A, pode estar relacionada com a característica de formação geral do Ensino Médio e formação específica proposta pelo Ensino Profissionalizante, na amostra investigada.

Sugere-se que outros estudos sejam realizados, com amostras maiores e com heterogeneidade das variáveis escola e tipo de ensino, incluindo-se a variável Ensino Médio Profissionalizante. Pode vir a ser interessante, também, um estudo equivalente do número de participantes, na variável sexo, para uma nova análise em relação à visualização espacial, uma vez que na amostra da presente pesquisa pode não ter sido encontrada diferença estatisticamente significativa dada a grande diferença no número de sujeitos por sexo, visto que a amostra foi predominantemente masculina.

REFERÊNCIAS

- Burin, D. I., Delgado, A. R. & Prieto, G. (2000). Solution strategies and gender differences in spatial visualization tasks. *Psicológica*, 21, 275-286.
- Brasil (2008). *Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*/Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação.
- Dancey, C. P. & Reidy, J. (2004). *Estatística sem Matemática*. Porto Alegre: ARTMED.
- Fernández B., Cajaraville M T. P, J. & Godino, A. J. D. (2007). Configuraciones epistémicas y cognitivas en tareas de visualización y razonamiento espacial. Tenerife Fecha: XI Simposio de la SEIEM, Actas del Simposio.
- Geary, D. C. & DeSoto, C. (2001). Sex differences in spatial abilities among adults from the United States and China. *Evolution and Cognition*, 7(2), 172-177.
- Geary, D. C., Saults, S. J. & Hoard, M. K. (2000). Sex differences in spatial cognition, computational fluency, and arithmetical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 337-353.
- Gorska, R., Sorby, S. & Leopold, C. (1998). Gender differences in visualization skills – an international perspective. *Engineering Design Graphics Journal*, 62(3), 9-18.
- INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais “Anísio Teixeira” (1998). *Documento básico do Exame Nacional do Ensino Médio*. Obtido em 12 de maio de 2009 do world wide web: www.inep.gov.br/enem.
- INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais “Anísio Teixeira” (2004). *Qualidade da educação: uma nova leitura do desempenho dos estudantes da 3ª série do Ensino Médio*. Obtido em 06 de maio de 2010 do world wide web: www.inep.gov.br/saeb.
- MEC – Ministério da Educação (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*. Brasília: Gráfica do Governo Federal.
- Prieto, G. (2006). *Teste Informatizado de Visualização Espacial*. (Teste em desenvolvimento). Departamento de Psicologia, Universidad de Salamanca.
- Prieto, G. (2008). Las Aptitudes Espaciales. Em A. Candeias; L. Almeida; A. Roazzi & R. Primi. (Orgs) *Inteligência: definição e medida na confluência de múltiplas concepções*. (pp. 81-126) São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Prieto, G. & Velasco, A. D. (2002). Construção de um Teste de Visualização a partir da Psicologia Cognitiva. *Avaliação Psicológica*, 1(1), 39-47.
- Prieto, G. & Velasco, A. D. (2006). Visualização espacial, raciocínio indutivo e rendimento acadêmico em desenho técnico. *Psicologia escolar e educacional*, 10(1), 11-20.
- Prieto, G. & Velasco, A. D. (2008). Entrenamiento de la visualización espacial mediante ejercicios informatizados de dibujo técnico. *Psicologia escolar e educacional*, 12(2), 309-317.
- Seabra, R. D. & Santos, E. T. (2007). *Avaliando a aptidão espacial de estudantes em um curso de geometria gráfica*. Em XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, Anais do GRAPHICA 2007, Curitiba.
- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI (2008). *Classificação das ações do SENAI*. Obtido em 22 de junho de 2010 do world wide web: www.senai.br.
- Silva, D. V. (2010). *Habilidades espaciais, raciocínio e desempenho em tecnologias da informação: estudo correlacional com Ensino Médio*. (Dissertação de mestrado). Universidade São Francisco, Itatiba, São Paulo.
- Sorby, S. (2001). *Assessing and improving spatial visualization skills of engineering students: international collaborations and studies*. In: International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Proceedings. São Paulo, Brazil.
- Velasco, A. D. & Kawano, A. (2002). Avaliação da aptidão espacial em estudantes de engenharia como instrumento de diagnóstico do desempenho em desenho técnico. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*. São Paulo: EPUSP.

Recebido em junho de 2010
Reformulado em maio de 2011
Aceito em maio de 2011

SOBRE OS AUTORES

Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly: doutora em Psicologia da Aprendizagem e Desenvolvimento Humano pela Universidade de São Paulo e tem estágio de pós-doutoramento em Avaliação Psicológica na Universidade do Minho. É docente na graduação e pós-graduação em Psicologia da Universidade São Francisco.
e-mail:napi.pesquisa@gmail.com

Luana Comito Muner: graduanda do curso de Psicologia na Universidade São Francisco. É bolsista de Iniciação Científica pelo PIBIC/CNPq orientada pela Profa. Dra. Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly.
e-mail:napi.pesquisa@gmail.com

Diego Vinícius da Silva: psicólogo e doutorando em Avaliação Psicológica pela Universidade São Francisco. É docente na graduação em disciplinas relacionadas à Psicologia na Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Extrema.
e-mail:napi.pesquisa@gmail.com

Gerardo Prieto: doutor em Psicologia pela Universidade de Salamanca (Espanha). É docente na graduação em Psicologia e pós-graduação em Neuropsicología da Universidade de Salamanca (Espanha).
e-mail:gprieto@usal.es

