

DIEGO VINÍCIUS DA SILVA



UNIVERSIDADE  
SÃO FRANCISCO

HABILIDADES ESPACIAIS, RACIOCÍNIO E DESEMPENHO  
EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO: ESTUDO  
CORRELACIONAL COM ENSINO MÉDIO

ITATIBA  
2010

DIEGO VINÍCIUS DA SILVA

HABILIDADES ESPACIAIS, RACIOCÍNIO E DESEMPENHO  
EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO: ESTUDO  
CORRELACIONAL COM ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Psicologia da Universidade São Francisco para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR (A): MARIA CRISTINA RODRIGUES AZEVEDO JOLY

ITATIBA  
2010

37.015.3 Silva, Diego Vinícius da.  
S579h Habilidades espaciais, raciocínio e desempenho em  
tecnologias da informação: estudo correlacional com ensino  
médio / Diego Vinícius da Silva. -- Itatiba, 2010.  
87 p.

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação  
*Stricto Sensu* em Psicologia da Universidade São Francisco.  
Orientação de: Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly.

1. Visualização espacial. 2. Raciocínio mecânico.  
3. Raciocínio espacial. 4. Tecnologia da informação.  
5. Educação básica. 6. Teste informatizado. 7. Psicologia  
educacional I. Joly, Maria Cristina Rodrigues Azevedo.  
II. Título.



**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU***  
**EM PSICOLOGIA**

DIEGO VINÍCIUS DA SILVA defendeu a dissertação “**Habilidades Espaciais, Raciocínio e Desempenho em Tecnologias da Informação: Estudo Correlacional em Ensino Médio**” aprovada pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Psicologia da Universidade São Francisco em 05 de março de 2010 pela Banca Examinadora constituída por:

Profa. Dra. Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly  
Orientadora e Presidente.

Profa. Dra. Caroline Tozzi Reppold  
Examinadora

Profa. Dra. Ana Paula Porto Noronha  
Examinadora

## DEDICATÓRIA

*Tem dias em que a realidade nos mostra que os sonhos parecem mecanismos de defesa (fuga), mas há outros em que ela nos mostra que os sonhos são os primeiros passos para as grandes conquistas.*

*Dedico esse título de mestre e essa dissertação aos meus pais, Helena e Alcides, mestres de toda minha vida que nos ensinaram a sonhar.*

## AGRADECIMENTOS

Cada etapa da vida a gente descobre uma nova habilidade, não sei se descobrir é a palavra correta, talvez, desenvolver caísse melhor. Portanto, começo de novo. Em cada etapa da vida desenvolvemos uma nova habilidade (ou várias), que embasa nossos novos conhecimentos e possibilita a busca por novas possibilidades de ser conhecer mais e melhor. Eu penso que algumas habilidades podem ser desenvolvidas sozinhas, mas para se ter reconhecimento, sempre será necessário o outro, alguém que está ao lado possibilitando, incentivando e desenvolvendo junto cada nova habilidade. É sobre esse outro que quero falar nesse capítulo da minha dissertação, na verdade, são muitos outros que participaram dessa etapa da minha vida, e espero que eu consiga agradecer e mostrar a importância que cada um teve para a aquisição das minhas novas habilidades e aprimoramento de habilidades antes adquiridas.

Sempre, e em primeiro lugar agradeço a Deus por acompanhar meus passos, inclusive aqueles em que não havia ninguém fisicamente, e, no qual minhas orações foram no sentido de Ele me apresentar a direção. Agradeço a minha família, sempre presente, ainda que em pensamentos ou orações. Aos meus pais, Helena e Alcides, que me ajudaram a desenvolver muitas habilidades, no qual destaco a fé, ou seja, a credibilidade e a importância que devemos dar aos nossos sonhos, crenças e valores. Essa dissertação foi fruto, também, do incentivo que recebi lá trás, na graduação, quando deixei um local de trabalho para iniciar minha carreira científica. Agradeço aos meus irmãos, Daniel, Valquíria e Denise, que durante a infância promoveram e desenvolveram comigo algumas habilidades, como, altruísmo, fraternidade e algumas vezes, a paciência. Ao meu sobrinho, Carlos Eduardo (Dudu), por existir e insistir para que eu não deixe de lado a criança que tenho dentro de mim.

Agradeço ao meu companheiro, Thiago, pela parceria, apoio e auxílio para o reconhecimento de novos e bons sentimentos, sou muito feliz por você estar presente. Aos amigos, Mec e Priscila, pela acolhida e compreensão, vocês são amigos pra vida toda. Agradeço aos novos amigos conquistados no NAPI, os napeiros, Luana, Maria, Anelise, Cláudio e Josi, sem os quais esse trabalho não seria possível. À Aline Istome, pela partilha de sentimentos e percepções que mantiveram a habilidade de escuta e sensibilidade ao que é humano. À Nayane Piovezan, pela disponibilidade em tornar os novos conhecimentos mais acessível e organizado. Ao amigo Adilson Silva, por se interessar em me ouvir e acompanhar a realização dessa dissertação. Aos colegas de mestrado, Érica Cardoso, Bernadete e Aldarí Souza, e Gisele Alves, que me ajudaram muito nessa etapa.

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) *que concede bolsas de estudo no Brasil visando estimular a formação de recursos humanos de alto nível* e promove a concretização de sonhos. Muito obrigado, também, aos coordenadores das instituições educacionais que cederam espaço para a coleta de dados, e, a cada um dos 237 estudantes que responderam aos testes.

Agradeço à orientadora dessa dissertação de mestrado, minha querida professora, Cristina Joly. Sua percepção e experiência em psicologia aplicada me fizeram avaliar meus objetivos e interesses em minha carreira profissional. Obrigado por me acolher em seu grupo e por nos incentivar para aquisição de novos conhecimentos.

Agradeço ao Professor Doutor Gerardo Prieto, da Universidad de Salamanca, por ao ter autorizado a utilização do TVZ para que pudesse realizar esta investigação, confiou-me seu instrumento com grande generosidade. Sou grato, também, ao professor Moysés Kuhlmann Júnior, orientador de Iniciação Científica, pelos sábios ensinamentos, e, aos professores do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Psicologia da Universidade São Francisco pela indiscutível competência na área de Avaliação Psicológica.

## RESUMO

Silva, D. V. (2010). *Habilidades Espaciais, Raciocínio e Desempenho em Tecnologias da Informação: estudo correlacional com Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Psicologia, Universidade São Francisco, Itatiba.

Esse estudo avaliou alguns construtos diretamente relacionados à inteligência geral, a saber, a habilidade espacial, o raciocínio e o desempenho na utilização de recursos tecnológicos na área educacional. A habilidade espacial foi definida como a capacidade para gerar, reter, recuperar e transformar imagens visuais. A visualização espacial, enquanto fator da habilidade espacial, se refere à capacidade de manipular mentalmente figuras tridimensionais. Já o raciocínio foi definido como o exercício cognitivo que as pessoas utilizam para solucionar problemas diferenciados quanto ao seu conteúdo, por exemplo, verbal, espacial e mecânico. Referente ao desempenho em tecnologias da informação e comunicação destaca-se que na sociedade atual, a utilização de informações em multimídia se tornou mais necessária no cotidiano das pessoas, principalmente o computador. No contexto escolar, por exemplo, a inserção das mídias, como estratégia de ensino ou como veículo de acesso à informação, determina a necessidade de que os estudantes apresentem habilidades para utilizar as tecnologias. Destarte, o objetivo desse estudo foi de avaliar a habilidade de visualização espacial e os raciocínios espacial e mecânico em estudantes do Ensino Médio, e verificar se há diferença dessas habilidades em função do tipo de escola frequentada e desempenho em tecnologias da informação. Buscou-se, também, verificar a relação entre as variáveis, visualização espacial, raciocínio espacial, raciocínio mecânico, uso e desempenho em tecnologias. Participaram dessa pesquisa 237 estudantes que cursavam ou concluíram o Ensino Médio, sendo que 34,6% eram do gênero feminino e 65,4% do gênero masculino, as idades se distribuíram entre 15 e 18 anos, sendo que a idade média foi de 16,10 ( $DP=1,03$ ), 27% dos estudantes frequentavam apenas o Ensino Médio, enquanto 37,6% estavam matriculados também em cursos técnicos e 35,4% em cursos profissionalizantes. Utilizou-se quatro instrumentos que avaliam cada habilidade. Encontrou-se diferença estatisticamente para todas as provas em função do tipo de ensino frequentado, sendo que os estudantes que estavam apenas no Ensino Médio obtiveram desempenho inferior aos demais. Constatou-se, também, associação significativa entre os construtos, exceto entre a visualização espacial com o desempenho em tecnologias.

Palavras-chave: Visualização Espacial; Raciocínio Mecânico; Raciocínio Espacial; Tecnologias da Informação e Comunicação; Educação Básica; Teste Informatizado.



## ABSTRACT

Silva, D. V. (2010). *Spatial Abilities, Reasoning and Performance in Information Technology: correlational study with High School*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Psicologia, Universidade São Francisco, Itatiba.

This study evaluated some constructs directly related to general intelligence, namely, spatial ability, reasoning and performance in the use of technological resources in education. The spatial ability was defined as the ability to generate, retain, retrieve and transform visual images. The display space as a factor of spatial ability refers to the ability to mentally manipulate three-dimensional figures. Since the reasoning was defined as a cognitive exercise that people use to solve different problems in terms of content, for example, verbal, spatial and mechanical. Concerning the performance of information technology and communication is emphasized that in today's society, the use of multimedia information has become more necessary in daily life, especially the computer. In the school context, for example, the insertion of the media as a teaching strategy or as a means of access to information, determines the need for students to present skills to use information technology. Thus the objective of this study was to evaluate the ability of spatial visualization and spatial reasoning and mechanical high school students, and observe the differences of these skills depending on the type of school attended and performance in information technology. We tried to also investigate the relationship between the variables, spatial visualization, spatial reasoning, mechanical reasoning, and use and performance technologies. Participated in this study 237 students who attended or completed high school, and 34.6% were female and 65.4% males, ages were distributed between 15 and 18 years, and the mean age was 16 , 10 (SD = 1.03), 27% of students attended only high school, while 37.6% were also enrolled in technical courses and 35.4% in vocational courses. We used four instruments to assess each skill. We found a statistically for all events depending on the type of school attended, and students who were just in high school got lower performance than the others. It was also a significant association between the constructs, except between the spatial visualization performance with technology.

Keywords: Spatial Visualization; Mechanical Reasoning; Spatial Reasoning; Information

Technology and Communication; Basic Education; Computerized Test.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 - HABILIDADES ESPACIAIS E INTELIGÊNCIA .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 2 - VISUALIZAÇÃO ESPACIAL.....</b>	<b>12</b>
2.1 DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO .....	12
2.2 – DIFERENÇAS POR GÊNERO NAS HABILIDADES ESPACIAIS.....	18
<b>CAPÍTULO 3 - CONCEITUAÇÃO E AVALIAÇÃO DO RACIOCÍNIO MECÂNICO E DO RACIOCÍNIO ESPACIAL.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>MÉTODO.....</b>	<b>38</b>
PARTICIPANTES .....	38
INSTRUMENTOS .....	40
PROCEDIMENTO.....	45
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplo de um item do teste TVZ. A opção correta é a marcada com a seta.....	41
Figura 2. Exemplo de um item de raciocínio espacial.....	43
Figura 3. Exemplo de um item de raciocínio mecânico. ....	43
Figura 4. Distribuição dos estudantes em função da pontuação no TVZ. ....	48
Figura 5. Distribuição dos estudantes em função das pontuações na prova de RE. ....	49
Figura 6. Distribuição dos estudantes por pontuações na prova de RM.....	49
Figura 7. Frequência dos estudantes do desempenho em TIC. ....	50
Figura 8. Distribuição dos estudantes quanto ao uso do computador. ....	51
Figura 9. Box-plot dos estudantes considerando o tipo de ensino e o RM.....	54
Figura 10. Box-plot dos estudantes considerando o tipo de ensino e o RE.....	54
Figura 11. Box-plot dos estudantes considerando o tipo de ensino e a pontuação no TVZ.....	55
Figura 12. Box-plot dos estudantes considerando o tipo de ensino e o desempenho em TIC.. .....	56
Figura 13. Box-plot dos estudantes considerando a idade e a pontuação no TVZ.....	58
Figura 14. Box-plot dos estudantes considerando a idade e a pontuação no TVZ.....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Habilidade espacial e seus componentes .....	10
Tabela 2. Categorias e indicadores de desempenho em tecnologias de comunicação e informação para alunos concluintes do Ensino Médio.....	30
Tabela 3. Distribuição dos estudantes em função da idade. ....	38
Tabela 4. Estatísticas descritivas da média de idade dos estudantes por série.....	38
Tabela 5. Distribuição dos estudantes em função da série e do tipo de ensino.....	39
Tabela 6. Número de estudantes de nível técnico e profissionalizante por curso e semestre. ....	40
Tabela 7. Estatísticas descritivas dos construtos visualização espacial, raciocínio espacial e mecânico e desempenho em tecnologias.....	47
Tabela 8. Estatísticas descritivas e comparação dos fatores da EDTEC.....	52
Tabela 9. Valores da ANOVA e subconjuntos formados pela prova de Tukey em função do tipo de ensino.....	53
Tabela 10. MANOVA para todos os construtos em função da idade, gênero, curso, série e semestre. ....	57
Tabela 11. Subconjuntos formados pela prova de Tukey em função da idade e do desempenho no TVZ. ....	58
Tabela 12. Subconjuntos formados pela prova de Tukey em função do curso e do desempenho no TVZ. ....	59
Tabela 13. Subconjuntos formados pela prova de Tukey em função da série e do desempenho no TVZ. ....	60
Tabela 14. Subconjuntos formados pela prova de Tukey em função da idade e do desempenho no fator FCB da EDTEC. ....	61
Tabela 15. Prova Tukey para idade com o fator CFP e desempenho em TIC.....	62

Tabela 16. Coeficientes de correlação produto momento de Pearson ( $r$ ) e nível de significância ( $p$ ). .....	62
Tabela 17. Correlação Parcial ( $r$ ) da Visualização Espacial com os outros construtos, com o controle da idade, do gênero e da série.....	63
Tabela 18. Correlação Parcial ( $r$ ) do Raciocínio Espacial com os outros construtos, com o controle da idade, do gênero e da série.....	64
Tabela 19. Correlação Parcial ( $r$ ) do Raciocínio Mecânico com desempenho em TIC, com o controle da idade, do gênero e da série.....	64
Tabela 20. Coeficientes de regressão, valores de $t$ e $p$ , e IC das variáveis explicativas para o desempenho em visualização espacial.....	65

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1 – Modelo da Escala de Desempenho em Tecnologias para Educação

ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

ANEXO 3 – TCLE (versão para estudantes com idade inferior a 18 anos)

## APRESENTAÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), nº. 9.394 (Brasil, 1996) estabelece que a educação escolar compõe-se de duas etapas, a Educação Básica e a Superior. O objetivo principal da Educação Básica, que compreende a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, é de desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum e imprescindível para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. Já na Educação Superior o principal objetivo é formar pessoas nas distintas áreas de conhecimento, hábeis para a inserção em âmbitos profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, bem como cooperar na sua formação contínua.

O Ensino Médio, foco do presente estudo, se configura como a etapa da escolaridade básica que procura preparar o educando para o trabalho e para a cidadania, possibilitando a continuação do aprendizado, de modo que ele seja capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores. Conforme dados da Pesquisa Nacional por amostragem de Domicílios do Instituto Brasileiro de Geografia e de Estatística (PNAD/IBGE) de 2005, dos 18 milhões de jovens, na faixa etária entre 15 e 19 anos, cerca de 25%, ou seja, quatro milhões de jovens encontravam-se matriculados no Ensino Médio (Ministério da Educação, MEC, 2007). Em 2006, 2 milhões de alunos concluíram o Ensino Médio, 700 mil concluíram Ensino Técnico e cerca de 400 mil jovens entraram no Ensino Superior (MEC, 2007).

De acordo com o Relatório de Monitoramento Global da Educação para Todos (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO, 2008) em 2005 havia uma população de 24,9 milhões brasileiros com idade entre 11 a 17 anos, porém, constatou que esse número é inferior ao de matrículas na Educação Secundária (25,1 milhões), que compreende as últimas séries do Ensino Fundamental e as três séries do Ensino

Médio. Esse dado se explica pelo fato de haver um significativo número de alunos acima da idade esperada para a série escolar que frequentavam, ou seja, havia ainda estudantes acima de 18 anos matriculados no Ensino Básico. No Brasil, a participação dos alunos de 11 a 17 anos que estão na escola, em qualquer nível, é alta (78%). Quando comparada aos países do grupo chamado E-9, composto por nove países (Brasil, Bangladesh, China, Egito, Índia, Indonésia, México, Nigéria e Paquistão) e com alguns países da América do Sul (Argentina, Chile, Colômbia, Peru e Venezuela), a taxa brasileira supera a de todos, exceção feita à Argentina (79%).

Ao lado disso, cabe destacar que o Ensino Médio se relaciona com a Educação Profissional Técnica de nível médio, de forma independente e articulada, conduzindo obrigatoriamente à preparação geral para o trabalho e facultativamente à habilitação profissional (Brasil, 1996). Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) foram elaborados a partir de uma ampla discussão com as equipes técnicas dos Sistemas Estaduais de Educação, professores e alunos da rede pública, bem como com representantes da comunidade acadêmica, que resultou em sua reorganização em três áreas (Brasil, 2008). Essas áreas são *Linguagens, códigos e suas tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias; e Ciências Humanas e suas tecnologias*.

Na área de *Linguagens, códigos e suas tecnologias* (Brasil, 2008) estão descritos os conteúdos e a organização curricular das disciplinas de Língua Portuguesa, Literatura, Línguas Estrangeiras, Artes e Educação Física. Define-se que pelas atividades de linguagem o homem se constitui como sujeito e por intermédio delas tem condições de refletir sobre si mesmo. Além disso, estimula-se nessa área a discussão sobre a necessidade de se avocar e levar adiante o desafio de criar condições para que os alunos construam sua autonomia nas sociedades atuais, que se configuram como tecnologicamente complexas e globalizadas. Portanto, a escola que pretende configurar-se como inclusiva e aberta à diversidade não deve



prender-se apenas ao letramento da letra, mas deve abrir-se aos múltiplos letramentos, que envolve uma ampla gama de mídias, como textos divulgados pela Internet, vídeos e filmes.

Na área de *Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias* (Brasil, 2008) apresentam-se a composição dos currículos das disciplinas de Biologia, Física, Matemática e Química. Um dos desafios apresentados, já na descrição da primeira disciplina, Biologia, refere-se ao fato do professor possibilitar que o aluno desenvolva as habilidades necessárias para a compreensão do homem na natureza e enfatiza-se a proposta de que temas dessa área possam ser discutidos por meio dos instrumentos de comunicação, como jornais, revistas ou pela rede mundial de computadores, a Internet. Destaca-se dentro dessa área, por conta da aproximação com o construto de interesse do presente estudo, a saber, a habilidade espacial, a disciplina de Matemática que tem dentre os seus conteúdos o estudo da Geometria. Por meio dele visa-se possibilitar que o aluno seja capaz de resolver problemas práticos do cotidiano, como, orientar-se no espaço, ler mapas, estimar e comparar distâncias.

Na terceira e última área, *Ciências Humanas e suas tecnologias* (Brasil, 2008), incluem-se as disciplinas de Filosofia, Geografia, História e Sociologia. Enfatiza-se dessa área, também pela aproximação com o tema de pesquisa do presente trabalho, a disciplina de Geografia. Esta disciplina deve preparar o aluno para localizar, compreender e atuar no mundo complexo, reconhecer as dinâmicas existentes no espaço geográfico, pensar e atuar em sua realidade tendo em vista a sua transformação. Engloba também, a dinâmica social e espacial, que produz, reproduz e transforma o espaço geográfico.

Na perspectiva educacional do Ensino Médio evidenciam-se o destaque dado às habilidades linguísticas, tecnológicas e cognitivas, e especialmente nessa última, as habilidades lógico-matemáticas e espaciais aplicadas à prática profissional. O Ensino Médio se configura como a etapa que finaliza a Educação Básica, precede os estudos universitários, podendo se caracterizar como um momento de transição para a Educação Superior, o que implica realizar uma opção profissional. Nesse sentido, o estudante envolve-se tanto com a

escolha de um curso profissional que pode ser realizado em alguma Universidade, dando ou não continuidade à que cursou no Ensino Médio, caso tenha sido profissionalizante, quanto com a realização dos exames de seleção para ingresso no Ensino Superior.

Destaque será dado no presente estudo à avaliação das habilidades espaciais de estudantes dessa etapa de escolaridade, uma vez que há sustentação empírica recente apontando para a importância do tema. A esse respeito, pesquisas relatadas por Lohman (1993) e por Prieto (2008) indicam que os testes de habilidades espaciais são conhecidos como medidas de habilidades práticas e mecânicas, e revelam-se úteis para prever o sucesso em profissões técnicas ligadas às engenharias (e.g. mecânica, arquitetura, desenho técnico), à aeronáutica (e.g. pilotos, controladores de voo) e à saúde (e.g. cirurgia, odontologia).

No que diz respeito à relevância educacional, social e econômica da questão, as investigações brasileiras realizadas com estudantes do Ensino Médio, em sua maioria, estão associadas ou à orientação vocacional (e.g. Balbinotti & Tétréau, 2006; Teixeira, Bardagi & Hutz, 2007; dentre outros), ou às habilidades e competências necessárias para o ingresso no Ensino Superior (Primi, Santos & Vendramini, 2002 e outros) e adaptação ao Ensino Superior (Mercuri & Polydoro, 2003). Verifica-se, contudo que no Brasil ainda que são escassos os estudos voltados para as habilidades preditivas tanto para a escolha profissional quanto para o ingresso no Ensino Superior.

Dessa forma, considerando que no contexto das áreas do currículo do Ensino Médio (Brasil, 2008) há duas disciplinas que estão diretamente relacionadas com a habilidade espacial, Geografia (Orion, Ben-Chaim, & Kali, 1997; Primi & Almeida, 2000) e Matemática (Hegarty & Kozhevnikov, 1999; Primi & Almeida, 2000; Rammstedt & Rammsayer, 2000; Garderen, 2006), esta pesquisa buscou comparar o desempenho de estudantes de cursos regulares de Ensino Médio com aqueles que frequentam cursos de formação profissionalizante e Ensino Médio de nível técnico. Avaliou-se se a visualização espacial, raciocínio espacial,

raciocínio mecânico, uso e desempenho em tecnologias de informação e comunicação enquanto habilidades preditivas para os cursos do Ensino Médio de nível técnico.

Em dados avaliados por Corno e cols. (2002) há alguns construtos que estão relacionados com as disciplinas de Matemática e Ciências. Na disciplina de Matemática encontraram dois principais construtos, desempenho superior em recursos tecnológicos e raciocínio, e na disciplina de Ciências, encontraram o raciocínio mecânico e espacial, desempenho em tarefas quantitativas e conceitos básicos. Além disso, as habilidades espaciais, incluindo a rotação mental, têm sido associadas com o bom desempenho nas disciplinas de Matemática e Ciências (Delgado & Prieto, 2004).

Nesse sentido, atendendo aos interesses de investigação do presente estudo o primeiro capítulo apresenta uma breve revisão sobre o tema inteligência, abordando questões referentes à definição, avaliação e relação com as habilidades espaciais. O segundo capítulo foi dividido em duas partes. Na primeira parte é descrita uma revisão de estudos sobre a avaliação da habilidade de visualização espacial, enquanto componente da habilidade espacial. A segunda parte é dedicada à apresentação de estudos que buscaram descrever a existência e inexistência de diferenças por gênero em desempenho em tarefas de habilidades espaciais. O terceiro capítulo conceitua o construto raciocínio, destacando o raciocínio mecânico e o espacial, relatando alguns estudos realizados com esses construtos. O quarto capítulo conta com as pesquisas que buscaram avaliar o desempenho em tecnologias da informação e comunicação e sua relação com as habilidades cognitivas. Em sequência, é apresentado o método, com a descrição dos participantes, dos instrumentos aplicados, além dos procedimentos utilizados para sua aplicação, bem como a descrição e discussão de resultados. Por último, apresentam-se as referências e anexos pertinentes.

## CAPÍTULO 1 - HABILIDADES ESPACIAIS E INTELIGÊNCIA

O construto inteligência configura-se como um dos temas mais estudados pela Psicologia, mas apesar do significativo interesse dos estudiosos há ainda controvérsias quanto a sua definição e formas de avaliação (Almeida, Guisande, Primi & Ferreira, 2008). A questão principal é se esse construto reflete mais uma aptidão ou traço interno associado às propriedades biológicas, ou se trata de uma expressão de um comportamento social e aprendido. Assim, um dos dilemas presentes no estudo da inteligência, desde a primeira metade do século passado, é concernente à definição e a sua estrutura, pois há autores que a compreendem na sua generalidade, ou seja, uma capacidade geral de pensamento que se exprime num fator geral (*g*). Outros, em oposição, estão atentos à sua natureza multifacetada, sugerindo que as diferenças interindividuais no desempenho não podem ser apenas atribuídas aos níveis de capacidade num fator geral, mas sim, a um conjunto de habilidades básicas (Flanagan, Ortiz, Alfonso & Mascolo, 2002; Primi, 2003; Almeida & cols, 2008).

Spearman (1927), um dos pioneiros no estudo da inteligência, no intuito de averiguar se as habilidades intelectuais estavam correlacionadas entre si e dependentes de uma inteligência global, encontrou o que ele denominou de “Teoria dos fatores”. Nessa teoria todas as habilidades humanas teriam um fator comum, ou seja, um fator geral (*g*), um fator específico a cada uma delas (fator *e*), e, além disso, um conjunto de fatores classificados como fatores de grupo, no qual se encontra um conjunto de habilidades relacionadas.

Um modelo atual e convergente da discussão na área se trata da Teoria das Capacidades Cognitivas de Cattell-Horn-Carroll (CHC) (Almeida & cols, 2008), que engloba aspectos cognitivos e habilidades acadêmicas (Flanagan & cols, 2002) e diferencia as diversas capacidades representativas da inteligência (Schelini & Wechsler, 2006). Segundo Almeida e cols. (2008) a Teoria CHC enquanto teoria fatorial de inteligência agrega a possibilidade de avaliar tanto a habilidade considerada como inerente ao indivíduo, relacionada à capacidade de

solucionar problemas (raciocínio e inteligência fluida) quanto à influenciada pela aprendizagem e cultura (inteligência cristalizada).

Essa teoria especifica dez fatores de domínio das capacidades cognitivas, a saber, a Inteligência fluida (*Gf*); Conhecimento quantitativo (*Gq*); Inteligência cristalizada (*Gc*); Memória a curto prazo (*Gsm*); Processamento visual (*Gv*); Processamento auditivo (*Ga*); Armazenamento e recuperação associativa a longo prazo (*Glr*); Velocidade de processamento cognitivo (*Gs*); Velocidade de decisão (*Gt*); e Leitura-escrita (*Grw*). Dentre essas capacidades cognitivas destaca-se a de processamento visual (*Gv*), que envolve a habilidade para processar estímulos visuais, incluindo gerar, perceber, armazenar, analisar, manipular e transformar imagens visuais. Essas habilidades são normalmente mensuradas por meio de tarefas que requerem a percepção e manipulação de formas visuais, como por exemplo, as figuras geométricas (Flanagan & cols, 2002).

No que tange à avaliação da inteligência, Anastasi e Urbina (2000) afirmam que, historicamente, os testes de inteligência tinham sido planejados para mensurar uma ampla variedade de funções com o propósito de observar o nível intelectual geral do indivíduo, mas logo se percebeu a limitação destes testes. A maioria dos testes de inteligência era a priori medida de habilidade verbal e, em menor escala, de habilidades numéricas e outras relações abstratas e simbólicas. Gradativamente, os psicólogos identificaram que o termo teste de inteligência não era apropriado, pois os testes mediam apenas alguns aspectos da inteligência.

Nesse sentido, verificaram que era necessária a utilização de denominações mais adequadas dos testes de acordo com as informações obtidas por eles. Antes mesmo da Primeira Guerra Mundial, os psicólogos reconheceram a necessidade de testes de aptidões especiais para suplementar os testes globais de inteligência. Esses testes, em geral, foram desenvolvidos para aconselhamento vocacional e seleção de pessoal para indústria e exército (Anastasi & Urbina, 2000). De Vega e Marschark (1996) afirmam que desde a década de 1970

a Psicologia Cognitiva tem realizado estudos empíricos e teóricos envolvendo a representação mental da informação espacial.

Para Velasco e Kawano (2002), a aptidão espacial junto com a aptidão verbal e a lógico-matemática explicam a maior parte da variância obtida por meio de testes que avaliam a inteligência. Prieto e Velasco (2006) afirmam que apesar da importância da aptidão espacial observada nas teorias sobre a inteligência, os testes de orientação espacial não têm sido utilizados para a seleção de pessoal e para o diagnóstico educativo.

Na busca pela definição do conceito de aptidões espaciais, observou-se que há duas principais diferentes formas de denominação. Há autores como Lohman (1993) e Carroll (1993) que as denominam como habilidades espaciais. Enquanto outros como Prieto (2008), Velasco e Kawano (2002) as denominam como aptidões espaciais. Gardner (1994) utiliza, ainda, o termo inteligência espacial, que está associado à capacidade de perceber o mundo visual com precisão, efetuar transformações sobre as percepções iniciais e recriar aspectos da experiência visual, mesmo na ausência de estímulos.

No presente estudo, optou-se pela denominação habilidade espacial definida por Lohman (1993), como a capacidade para gerar, reter, recuperar e transformar imagens visuais bem estruturadas. Lohman (2000) sugere ainda que, a habilidade espacial não é um construto unitário, mas tem relação com várias habilidades espaciais, cada qual enfatizando diferentes aspectos do processo de geração de imagem, armazenamento, recuperação e transformação.

Prieto (2008) menciona que durante a segunda metade do século XX, a investigação das diferenças individuais em relação às habilidades espaciais se orientou numa classificação mediante a análise fatorial. Para o autor, os dois modelos fatoriais de maior consenso são o de D.F. Lohman (1993) e de J. B. Carroll (1993).

Lohman (1993) considera a relação espacial, a orientação espacial e a visualização espacial como os três grandes fatores da habilidade espacial. O primeiro fator, relação espacial, caracteriza-se pela rapidez e precisão na rotação de figuras bidimensionais e

tridimensionais. O segundo, orientação espacial, é a capacidade para imaginar como se veria um objeto tridimensional sob diferentes perspectivas do observador. E o terceiro fator, visualização espacial, inclui a aptidão para manipular mentalmente figuras tridimensionais complexas. Este fator é considerado como um dos fatores mais representativos da habilidade espacial (Lohman, 2000; Prieto, 2008).

O modelo fatorial de Carroll (1993) considera cinco dimensões espaciais, sendo que duas coincidem com o modelo de Lohman, visualização e relação espacial. Em sua proposta, Carroll acrescentou mais três dimensões, rapidez de fechamento, flexibilidade de fechamento e rapidez perceptiva. Os fatores rapidez de fechamento e flexibilidade de fechamento caracterizam-se pela capacidade de identificar uma figura apresentada simultaneamente com estímulos que distraem o observador. Apesar das tarefas para aferir os dois fatores serem semelhantes, observa-se que se diferenciam quanto ao conhecimento prévio do observador do estímulo a ser identificado. As tarefas de rapidez de fechamento avaliam a velocidade de acesso à memória de longo prazo, e as de flexibilidade de fechamento estão mais associadas com a capacidade para manter a representação de uma figura na memória de trabalho. As tarefas de rapidez perceptiva se referem à rapidez de localizar uma figura simples entre outras que se difere em pequenos detalhes.

A habilidade espacial pode ser descrita em dois grandes componentes, a visualização espacial e a relação espacial, a Tabela 1, segundo Olkun (2003, p.2), apresenta a definição de cada componente, a descrição de alguns testes utilizados para sua mensuração, os tipos de itens mais comuns nesses testes e nível de complexidade. Güven e Kosa (2008) relatam que independente da definição dos fatores da habilidade espacial o que se tem observado é que esta capacidade tem uma posição relevante no pensamento humano, e há fortes indícios de que ela desempenha um papel importante no trabalho de diferentes áreas, como computação gráfica e engenharia.

Tabela 1. Habilidade espacial e seus componentes

Habilidade Espacial		
Componente	Relação Espacial	Visualização Espacial
Definição	Imaginando as rotações de objetos em duas dimensões (2D) e três dimensões (3D)	Imaginando as rotações dos objetos e suas peças em 3D de forma holística
Testes	Spatial Visualization Test, Primary Mental Abilities Test, French Reference Kit	Spatial Visualization Test, Purdue Spatial Visualization Test, Minnesota Paper Form Board, Differential Aptitude Test, French Reference Kit
Tipos de itens	Rotação mental em 2D, comparação de cubo, rotação mental em 3D.	Dobradura de papel, desenvolvimento de superfícies, transformações em 2D e 3D
Complexidade	Tarefas relativamente simples	Tarefas relativamente complexas

Fonte: Olkun, 2003.

Para determinar se a habilidade espacial poderia ser utilizada como critério de identificação de estudantes promissores na área de ciência, Webb, Lubinski e Benbow (2007) selecionaram estudantes em programas de talentos/superdotados. Na primeira etapa, os interesses e valores dos adolescentes intelectualmente talentosos (617 meninos, 443 meninas) foram comparados com os graduandos em matemática e ciência (368 homens, 346 mulheres) em função de seu desempenho em visualização espacial. Na segunda etapa, análise longitudinal revelou que a habilidade espacial se configura como uma das capacidades pessoais indicativas de ajuste para prosseguir em carreiras científicas e acrescenta validade incremental para além de preferências na previsão matemática em critérios científicos. Na terceira etapa, os dados dos participantes no *Scholastic Aptitude Test* (SAT) foram analisados longitudinalmente, no qual a habilidade espacial revelou correlação positiva com matemática ( $r=0,24$ ;  $p<0,0001$ ), já com o desempenho verbal não encontraram correlação. Os resultados entre as três fases sugerem que a capacidade espacial pode ser acrescentada aos procedimentos de identificação de estudantes intelectualmente talentosos em Matemática e Ciência.



Nesse sentido, a avaliação das habilidades espaciais de estudantes poderia ser utilizada tanto para pesquisa científica, como para atividades de seleção e identificação de estudantes em instituições educacionais. Para Lohman (2000), a investigação sobre as habilidades espaciais sugere que elas podem ser explicadas pelas diferenças individuais em velocidade de realizar transformações analógicas; habilidade para gerar e manter representações mentais que preservam a configuração da informação; na quantidade de informação viso-espacial que pode ser mantida em um estado ativo; ou na sofisticação e a flexibilidade de estratégias disponíveis para resolver tarefas.

Segundo Lohman (1993) os estudos fatoriais da habilidade espacial apontaram para uma ampla gama de fatores espaciais que podem ser organizados hierarquicamente, sendo que a visualização espacial aparece no topo desta hierarquia. Para Prieto (2008), a capacidade de visualização espacial se configura como uma das dimensões mais importante da habilidade espacial. A visualização espacial é um dos construtos de interesse dessa pesquisa, por isso, no próximo capítulo segue a definição e estudos realizados com esse tema.

## **CAPÍTULO 2 - VISUALIZAÇÃO ESPACIAL**

### ***2.1 Definição e avaliação***

A visualização espacial, como mencionado anteriormente, é um dos fatores mais representativos da habilidade espacial (Lohman, 2000; Prieto & Velasco, 2002; Prieto, 2008). Essa habilidade é definida como a capacidade para manipular mentalmente figuras tridimensionais complexas e como a habilidade para gerar uma imagem mental, avaliar as transformações e armazenar as modificações produzidas (Lohman, 1993; Prieto & Velasco, 2002).

Em relação à sua avaliação, os testes mais utilizados são compostos por tarefas de quebra-cabeça, cubos, desenvolvimento de superfícies, dobradura de papel, transformações em duas dimensões (2D) e três dimensões (3D) e outros tipos de itens (Olkun, 2003; Prieto, 2008). As tarefas de visualização espacial, como as de desenvolvimento de superfícies, têm limites brandos de tempo, pois enfatizam mais a precisão do que a velocidade da resposta (Velasco & Kawano, 2002; Prieto & Velasco, 2006).

Com o intuito de investigar a utilização da imagem visual e sua relação com a habilidade de visualização espacial, Garderen (2006) realizou um estudo com 66 alunos de sexta série em uma escola da Flórida. Os alunos foram agrupados de acordo com sua habilidade de resolver problemas (dificuldades de aprendizagem, com desempenho médio, e os talentosos). Os critérios para seleção dos grupos foram indicações dos professores sobre a forma de realizar atividades de matemática e a pontuação na Escala de Inteligência Wechsler revisada para crianças (WISC-R). Os alunos com dificuldades de aprendizagem estavam numa faixa de pontuação na escala de 85 ou menos, já os estudantes talentosos tiveram um escore total de pelo menos 130 no WISC-R. Os alunos foram avaliados por meio de tarefas de

resolução de problemas matemáticos, de representação da imagem visual e habilidade de visualização espacial. Os resultados, por meio da ANOVA, revelaram existir diferenças em função do desempenho em exercícios matemáticos ( $F(2,63)=42.58$ ,  $p<0,001$ ), a prova de Tukey indicou que os alunos mais talentosos apresentaram uma maior habilidade de visualização espacial do que os alunos com dificuldades e com desempenho médio. O uso de imagens visuais foi positivamente correlacionado com o melhor desempenho na resolução de problemas matemáticos ( $r=0,38$ ;  $p<0,01$ ), porém, não se correlacionou significativamente com a habilidade de visualização espacial. A habilidade de visualização espacial se correlacionou com o desempenho em problemas matemáticos ( $r=0,68$ ;  $p<0,01$ ).

As relações entre funcionamento executivo, memória de trabalho viso-espacial e habilidades espaciais (considerando os três fatores que compõem a habilidade espacial, a visualização espacial, relação espacial e rapidez perceptiva) foram investigadas por Miyake, Friedman, Rettinger, Shah e Hegarty (2001). Os universitários ( $n=167$ ) responderam tarefas de memória viso-espacial de curto prazo, tarefas de funções executivas, e um conjunto de testes de habilidades espaciais. Os resultados da análise fatorial confirmatória indicaram que, no domínio espacial, o processamento e armazenamento são igualmente implicados no funcionamento executivo e não são claramente distinguíveis. Encontraram correlações estatisticamente significativas para nível de confiabilidade de 95% ( $\alpha=0,05$ ) entre funcionamento executivo e memória de trabalho viso-espacial ( $r=0,55$ ;  $p<0,05$ ) e com habilidade espacial ( $r=0,56$ ;  $p<0,05$ ), além de correlação entre memória de trabalho viso-espacial e habilidade espacial ( $r=0,86$ ;  $p<0,05$ ). Referente aos fatores específicos da habilidade espacial, a função executiva obteve as seguintes correlações, visualização espacial ( $r=0,91$ ;  $p<0,05$ ), relação espacial ( $r=0,83$ ;  $p<0,05$ ) e rapidez perceptiva ( $r=0,43$ ;  $p<0,05$ ); já a memória de trabalho não se correlacionou com visualização espacial e relação espacial, mas obteve correlação positiva e moderada com rapidez perceptiva ( $r=0,38$ ;  $p<0,05$ ).

Visando investigar a validade convergente e discriminante das Matrizes Progressivas de Raven, considerando o raciocínio e habilidades espaciais, Schweizer, Goldhammer, Rauch e Moosbrugger (2007) aplicaram o teste Raven e quatro escalas uma que avaliava o raciocínio, e três que avaliavam três fatores da habilidade espacial, visualização espacial, rotação mental e fechamento. Participaram do estudo 280 universitários, sendo 122 homens. Os resultados demonstraram a validade convergente do Raven com raciocínio. No estudo da validade discriminante as correlações foram significativas com raciocínio ( $r=0,68$ ;  $p<0,05$ ), mas moderadas entre o Raven e as escalas que representam habilidades espaciais, a saber, visualização espacial ( $r=0,30$ ;  $p<0,05$ ), rotação espacial ( $r=0,27$ ;  $p<0,05$ ) e fechamento ( $r=0,24$ ;  $p<0,05$ ). A análise de regressão indicou que o raciocínio contém 46% da variância do desempenho no teste Raven, visualização 11%, rotação mental 7% e fechamento 6%. O modelo de influência da capacidade espacial no Raven é bastante pequeno em comparação ao modelo de influência implícita do raciocínio. A correlação entre as matrizes de Raven e a escala de Raciocínio sugere, segundo os autores do estudo, que as matrizes de Raven podem ser consideradas como um indicador de inteligência fluida.

Para analisar as propriedades psicométricas de um conjunto de testes elaborados para mensurar a habilidade viso-espacial em relação à estrutura fatorial, unidimensionalidade, validade convergente e discriminante, Gomes e Borges (2009) realizaram um estudo com 558 participantes que cursavam ou concluíram o Ensino Médio, sendo que 50,2% eram do gênero feminino. Utilizaram o Teste de Visualização (Vz), Teste de Flexibilidade de Fechamento (CF), Teste de Memória Visual (MV), Teste de Fluência Figural (FF), Teste de Fluência Ideacional 1 (FI1) e o Teste de Fluência Ideacional 2 (FI2). Utilizaram os procedimentos de análise fatorial exploratória e confirmatória e o ajuste ao modelo Rasch. Os resultados apontaram que os testes investigados possuíam uma estrutura fatorial de dois níveis, porém considerados como unidimensionais no tocante ao construto uma vez que os fatores tinham relação de dependência entre si, convergindo para mensurar a habilidade viso-espacial e

divergindo na mensuração da fluência. Os autores concluíram que o conjunto de Testes da Habilidade Visuo Espacial (Gv) é válido para a amostra do estudo, pois seus testes são unidimensionais e mensuram de forma convergente a habilidade espacial.

Ainda em relação à avaliação da visualização espacial, os testes de papel e lápis, utilizados na maioria dos estudos fatoriais, são construídos com figuras pequenas e estáticas. Nas últimas décadas os estudiosos consideraram outros procedimentos de avaliação das habilidades espaciais, como os que utilizam recursos tecnológicos, conhecidos como testes informatizados, que permitem incluir novos tipos de itens como, por exemplo, as figuras em movimento (Prieto, 2008).

Em pesquisa realizada no Brasil, Velasco e Kawano (2002) procuraram confirmar as correlações existentes entre os testes informatizados psicométricos de aptidão espacial e o rendimento acadêmico nas disciplinas gráficas básicas do curso de engenharia. Participaram dessa pesquisa, 162 alunos do primeiro ano de engenharia de duas instituições de ensino de São Paulo, sendo 17,9% mulheres. Foi aplicada uma bateria computadorizada dos testes, *Mental Cutting Test* (MCT), *Test de Visualización* (TVZ) e *Rotation of Solid Figures* (RSF). Os testes foram analisados por meio da Teoria Clássica dos Testes (TCT) e pela Teoria de Resposta ao Item (TRI). Os dados obtidos indicaram que o RSF resultou numa tarefa fácil, visto que 80% dos alunos resolveram os itens corretamente. A média dos estudantes constatada pela TRI foi de 0,15 ( $DP=0,97$ ) para o MCT e -0,69 ( $DP=1,33$ ) para o TVZ. Na análise de dificuldade estimada pela TRI observa-se que o TVZ mostrou-se mais difícil que o MCT, pois observaram que o MCT tem poucos itens com maior dificuldade já que apenas dois itens apresentaram um índice maior que 1.

Para descrever a utilidade de um teste de visualização espacial informatizado e outro de raciocínio indutivo na previsão do rendimento de estudantes na disciplina de Desenho Técnico, Prieto e Velasco (2006) realizaram uma pesquisa com 484 estudantes brasileiros do primeiro ano do curso de engenharia, 84% eram do gênero masculino. Para avaliar os

construtos, visualização espacial e raciocínio indutivo utilizaram-se respectivamente os testes, Teste de Visualização Espacial (TVZ2002-C) e Teste de Raciocínio Analógico Indutivo, Forma B (GfRI). Já para avaliar as qualificações dos alunos em desenho técnico recuperaram as notas das primeiras provas aplicadas nas disciplinas. Os dados foram analisados pelo modelo de Rasch e revelaram que a qualidade de ambos os testes foi adequada, pois se ajustaram satisfatoriamente nesse modelo. Observaram que os dois instrumentos medem os itens com alta confiabilidade, no que se refere à confiabilidade das pontuações das pessoas, verificaram que não atingem as mesmas cotas, sendo 0,82 no TVZ2002-C e 0,58 no GfRI. Por meio do teste *t de Student* ( $t(478)=3,11; p=0,002$ ) verificaram que os homens obtiveram média de 0,25 ( $DP=1,78$ ) superior a das mulheres ( $M=-0,99; DP=1,44$ ) no teste de visualização. Já no teste de raciocínio não encontraram diferença significativa entre as médias ( $t(419)=0,13; p=0,899$ ). No que se referem à eficácia preditora, os autores concluíram que o teste de visualização é um preditor mais eficiente do rendimento em Desenho Técnico do que o teste de raciocínio indutivo, e um indicador válido do construto visualização espacial.

Prieto e Velasco (2008) realizaram, também, outro estudo com objetivo de construir e aplicar uma bateria de exercícios informatizados para treinamento da visualização espacial em estudantes do curso Engenharia de uma universidade de São Paulo. A bateria foi composta por quatro exercícios com base em tarefas comuns do Ensino Fundamental da disciplina de desenho técnico, cada exercício continha 18 itens com quatro opções de respostas onde apenas uma era correta, o formato de resposta dos exercícios denomina-se "Responder até acertar", uma vez que se a resposta era incorreta, o aluno recebia um *feedback*. Para avaliar a influência do treinamento na visualização espacial foi administrado o teste TVZ2006-A no começo e o teste TVZ2006-B no final do semestre. Verificaram uma melhora nos alunos após a bateria de exercícios computadorizados, a diferença entre as médias pré-teste e pós-teste (0,75) foi estatisticamente significativa, avaliada por meio do teste *t de Student* ( $t=4,6; p<000$ ). Observaram que os alunos apresentaram uma melhora moderada em visualização espacial e

concluíram que os exercícios informatizados contribuíram para a aprendizagem dos alunos na disciplina em questão.

Já no estudo de Olkun, Smith, Gerretson, Yuan e Joutsenlahti (2009), o objetivo também foi avaliar a eficácia de um programa informatizado para desenvolvimento de habilidades espaciais, e, ainda comparar as habilidades espaciais de professores de quatro países, Taiwan, Finlândia, Estados Unidos (EUA) e Turquia. Participaram do estudo 209 professoras do Ensino Fundamental no seu terceiro ano de faculdade. Utilizaram como pré-teste e pós-teste os instrumentos *The Differential Aptitude Test* e *Space Relations Substet*. O grupo experimental participou de exercícios informatizados de visualização. Os resultados revelaram diferenças significativas entre os países sendo que os estudantes finlandeses obtiveram melhor desempenho, seguido pelos alunos de Taiwan, EUA e Turquia. Os grupos experimentais da Turquia e de Taiwan obtiveram melhora significativa, enquanto os americanos e os finlandeses não aumentaram significativamente as habilidades espaciais após a participação nos exercícios. Ainda assim, os autores ressaltaram que as habilidades espaciais podem ser melhoradas por meio de atividades de aprendizagem, tais como, exercícios de transformações geométricas.

Nesse sentido, observa-se que a visualização espacial, como um dos fatores da habilidade espacial, se refere à capacidade de avaliação das transformações de figuras tridimensionais, armazenamento das modificações produzidas e habilidade para gerar uma nova imagem mental. A partir dos estudos apresentados pode-se afirmar que o bom desempenho em exercícios de matemática foi positivamente correlacionado com a habilidade de visualização espacial, além disso, encontraram correlações positivas entre funcionamento executivo, memória de trabalho viso-espacial e habilidades espaciais. Portanto, destaca-se a importância da avaliação da capacidade de visualização espacial no âmbito educacional com associação de outros construtos e disciplinas, tanto para identificação de talentos como para desenvolvimento dessa habilidade.

## ***2.2 – Diferenças por gênero nas habilidades espaciais***

Os homens e mulheres diferem em diversas habilidades cognitivas, sendo que a maior lacuna foi encontrada na habilidade espacial (Contreras, Rubio, Peña, Colom & Santacreu, 2007). Em estudos apresentados por Prieto (2008) na maior parte dos testes de habilidades espaciais, os homens têm desempenho superior ao das mulheres, mas nas provas de memória essa situação se inverte, além disso, as diferenças por gênero nas habilidades espaciais são um dos temas mais estudados por meio de distintas abordagens metodológicas, sendo que a metodologia psicométrica apresenta mais investigações.

Contreras e cols. (2007) realizaram um estudo com licenciados para testar a função de três fatores de desempenho (latência de resposta, frequência de resposta e o tempo investido) em tarefas de dinâmica espacial. A amostra foi composta por 2.624 candidatos para um curso de formação em Controle de Tráfego Aéreo (CTA), 19% eram graduados em ciências humanas, 37% em ciências sociais, 24% em ciências e 20% em engenharia, 49% eram do gênero feminino. Os participantes realizaram *Spatial Orientation Dynamic Test–Revised* (SODT–R), teste informatizado baseado no ensaio dinâmico espacial, juntamente com outros testes administrados para prever o seu desempenho no curso de formação em CTA. Os resultados mostraram que os homens e as mulheres parecem lidar com a tarefa dinâmica de diferentes maneiras. Os homens, em média, levaram mais tempo para apreciar a primeira orientação dos pontos de entrada em movimento (maior latência) e, em seguida, investiam menos tempo (menor tempo investido) e fizeram menos cliques (frequência de resposta) para completar os itens. Os homens superaram as mulheres no desempenho global da dinâmica espacial, mesmo quando os efeitos dos fatores de desempenho foram isolados, e não explicaram grande parte da variância encontrada na diferença por gênero.

Com objetivo de verificar se a memória de trabalho é um fator importante para as diferenças por gênero na capacidade espacial, Kaufman (2007) realizou um estudo com 50



homens e 50 mulheres. Os participantes realizaram testes de habilidades espaciais, e testes de memória espacial e de memória de trabalho verbal. Diferenças significativas foram encontradas em habilidade espacial ( $t=5,84$ ;  $p<0,0001$ ) e testes de memória espacial ( $t=2,13$ ;  $p<0,05$ ) (que inclui tanto uma componente de processamento espacial e verbal). Os homens obtiveram médias superiores ( $M=17,28$ ;  $DP=3,83$ ) a das mulheres ( $M=12,08$ ;  $DP=5,00$ ) na habilidade espacial, assim como na memória espacial ( $M=16,58$ ;  $DP=3,78$ ) para os homens e ( $M=14,88$ ;  $DP=4,19$ ) para as mulheres. Não houve diferenças significativas na memória de trabalho verbal.

Em pesquisa realizada com estudantes alemães encontraram também diferenças por gênero em algumas habilidades relacionadas com a inteligência, (e.g. inteligência espacial). Rammstedt e Rammsayer (2000) avaliaram os escores de inteligência de 105 estudantes universitários de psicologia, sendo 54 do gênero masculino. Aplicaram uma escala de seis pontos (de -3 à +3), desconsiderando a pontuação zero, baseada no conceito das sete habilidades mentais (fluência verbal, compreensão verbal, habilidade numérica, visualização espacial, memória, rapidez perceptiva e raciocínio) de Thurstone e em quatro tipos de inteligência propostos por Gardner (inteligência musical, sinestésica corporal, inteligência interpessoal e intrapessoal). Essa escala continha 11 itens com breve explicação de cada inteligência, nos quais os estudantes classificaram a sua inteligência e a dos seus pais. Os homens classificaram sua inteligência matemática ( $M=119,1$ ;  $DP=12,7$ ), raciocínio lógico ( $M=122,2$ ;  $DP=15,9$ ) e inteligência espacial ( $M=119,1$ ;  $DP=15,9$ ) superior ao das mulheres, que obtiveram as seguintes médias, 107,0 ( $DP=16,4$ ) para inteligência matemática, 110,1 ( $DP=13,0$ ) para raciocínio e 104,5 ( $DP=14,2$ ) para inteligência espacial. Enquanto as mulheres deram notas superiores em inteligência musical ( $M=105,5$ ;  $DP=16,9$ ) e interpessoal ( $M=122,2$ ;  $DP=2,09$ ), sendo que os homens obtiveram média 94,9 ( $DP=24,0$ ) e 117,1 ( $DP=15,7$ ), respectivamente. Essas diferenças estatisticamente significativas foram encontradas por meio do teste  $t$  de *Student*. Além disso, encontraram correlações significativas entre inteligência

matemática e espacial ( $r=0,27$ ;  $p<0,05$ ) e raciocínio ( $r=0,56$ ;  $p<0,001$ ), e, entre inteligência espacial e raciocínio ( $r=0,38$ ;  $p<0,01$ ) para o gênero masculino. Já para as mulheres houve correlações positivas entre matemática e habilidade espacial ( $r=0,51$ ;  $p<0,001$ ) e raciocínio ( $r=0,53$ ;  $p<0,001$ ), e entre habilidades espacial e raciocínio ( $r=0,45$ ;  $p<0,01$ ).

Com objetivo de examinar as estratégias e diferenças por gênero em resolução de tarefas de visualização espacial, Burin, Delgado e Prieto (2000) realizaram um estudo com 152 estudantes argentinos do curso de psicologia, sendo que 50,65% eram do gênero feminino. Para a avaliação do construto visualização espacial, utilizaram uma versão reduzida e adaptada para o espanhol do *Differential Aptitude Test*, uma versão reduzida do *Mac Quarrie's Block Counting*, e um teste espanhol de quebra-cabeça denominado *Rompecabezas Impressos*. Para avaliar as estratégias de solução de problemas utilizaram um instrumento computadorizado denominado *Rompecabezas-Estrategias* (R-E) e um questionário adaptado denominado *Solution Strategies Questionnaire* (CER) para mensurar as estratégias preferenciais de solução do R-E. O estudo foi realizado em duas sessões, na primeira os participantes responderam, individualmente em pequenos grupos, os testes de visualização espacial. Na segunda sessão, os estudantes foram treinados com o computador e em seguida foi introduzido o R-E. Após a resposta ao R-E os estudantes responderam o CER. Não encontraram diferença significativa entre os gêneros avaliando as estratégias e habilidade de visualização espacial.

As diferenças entre os gêneros nas habilidades cognitivas mensuradas pelo Teste de Habilidades Cognitivas Woodcock-Johnson III foram investigadas por Keith, Reynolds, Patel e Ridley (2008). Participaram deste estudo crianças, jovens e adultos com idades entre 6 a 59 anos. As mulheres apresentaram uma vantagem sobre o gênero masculino no fator de velocidade de processamento cognitivo (Gs) e apresentaram uma pequena vantagem sobre o fator de inteligência cristalizada (Gc). Os homens apresentaram uma vantagem sobre raciocínio quantitativo (Rq) e habilidade visuo-espacial (Gv) na maioria das idades, embora este último tenha sido estatisticamente significativo somente para adultos. Não foram

encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os gêneros para os fatores processamento auditivo, memória a curto prazo, memória a longo prazo e inteligência fluida.

Wechsler e Schelini (2006) realizaram dois estudos com o objetivo de investigar a validade de construto da Bateria Woodcock-Johnson III (WJ-III) para avaliar as habilidades cognitivas de brasileiros. O primeiro estudo foi realizado com 375 participantes de 7 a 18 anos, e o segundo com 64 crianças de 7 a 12 anos. Foram administrados oito subtestes da WJ-III e o teste do Desenho da Figura Humana (DFH-III). Os resultados apontaram a consistência interna dos itens da WJ-III, assim como diferenças significativas entre faixas etárias nos subtestes estudados. Correlações significativas foram observadas entre a WJ-III e o DFH-III nas habilidades espacial, fluida e na rapidez de processamento. Em relação à diferença entre os gêneros, as mulheres apresentaram maiores médias que os homens no teste de relações espaciais (Gv) até a terceira faixa etária (13-15 anos), sendo que na quarta faixa (16-18 anos) ocorreu o contrário. Em relação à inteligência fluída (Gf), o gênero feminino obteve resultados superiores ao masculino somente na primeira faixa etária (7-9anos), tendo, nas faixas seguintes, resultados similares ou inferiores. Concluíram que a WJ-III possui validade de construto para crianças e jovens brasileiros.

As pessoas, independente do gênero, processam a informação espacial de diferentes maneiras (De Veja & Marschark, 1996), elas podem diferir tanto na eficiência em executar os processos mentais na resolução de testes espaciais, como na sequência do tipo de componentes de execução (Prieto, 2008), e também, na utilização de diferentes tipos de estratégias, no qual se destaca a holística (inclui transformações mentais de figuras) e a analítica (baseada na análise e codificação perceptiva e/ou verbal).

Os sistemas de percepção visual captam as informações do ambiente por meio das propriedades visuais dos objetos, relações espaciais entre eles e suas funções dentro do ambiente. A informação viso-espacial, registrada na memória, permite a re-experimentação perceptual anteriores, assim pode-se combinar elementos viso-espaciais de novas maneiras,

realizar transformações sobre elas e engajá-las no raciocínio e resolução de problemas que envolvem informações espaciais (De Vega & Marschark, 1996). Nesse sentido, como já citado anteriormente, verificou-se que o raciocínio enquanto exercício cognitivo utilizado na resolução de problema está associado com a inteligência (Flanagan & cols, 2002), com algumas disciplinas e atividades do Ensino Médio, como Geografia e Matemática (Primi & Almeida, 2000; Rammstedt & Rammsayer, 2000), e, com as habilidades espaciais e rapidez perceptiva (Rammstedt & Rammsayer, 2000).

O raciocínio é considerado núcleo da inteligência fluida (Prieto & Velasco, 2006), que por sua vez, se refere às operações mentais que os indivíduos utilizam quando realizam uma tarefa que não pode ser executada automaticamente (Flanagan & cols, 2002). Nesse estudo, serão avaliados apenas o raciocínio espacial e o mecânico considerando a estreita relação que estabelecem com a habilidade espacial. O raciocínio espacial (RE) está associado à inteligência fluida e à capacidade de processamento visual ( $Gv$ ), e o raciocínio mecânico (RM) associa-se à inteligência fluida e aos conhecimentos práticos mecânicos (Almeida & Primi, 2004). Deste modo, o próximo capítulo é apresentado o conceito de raciocínio, bem como, estudos realizados com intuito de avaliá-lo no contexto educacional.

### **CAPÍTULO 3 - CONCEITUAÇÃO E AVALIAÇÃO DO RACIOCÍNIO MECÂNICO E DO RACIOCÍNIO ESPACIAL**

O raciocínio está associado a outros construtos (e.g. inteligência, resolução de problemas e compreensão/pensamento), e foi definido como o exercício cognitivo que as pessoas utilizam para solucionar problemas diferenciados quanto ao seu conteúdo (numérico, verbal, espacial, abstrato e mecânico). O raciocínio é responsável pelos componentes de tratamento e relacionamento da informação, sendo um dos elementos mais importantes na resolução de problemas, principalmente quando as tarefas a serem resolvidas exigem descobertas de relações, comparação de elementos e a escolha de uma entre várias alternativas propostas como resposta (Almeida, 1988).

O raciocínio pode ser visto como uma capacidade cognitiva exigida na resolução de problemas simples e complexos, tanto de ordem intelectual como de situações do dia-a-dia. Ainda para Almeida (1988), o raciocínio seria caracterizado pela identificação dos elementos de uma tarefa ou problema, conclusões lógicas da informação fornecida e processada, compreensão da sua formulação, investigação e avaliação de outras formas alternativas de resolução, avaliação das diferentes alternativas de resolução e avaliação da adequação da resposta dada ao problema, considerando a especificidade da situação e suas consequências.

Por conta da carência de instrumentos de avaliação das aptidões no Brasil, Primi e Almeida (2000) desenvolveram teste de raciocínio denominado Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5). Esse instrumento é considerado de grande utilidade aos profissionais em suas atividades de psicodiagnóstico, orientação profissional, orientação escolar e seleção de pessoal. Esse teste está subdividido em cinco subtestes que avaliam o raciocínio geral e as diferentes aptidões, Raciocínio Abstrato (RA), Raciocínio Verbal (RV), Raciocínio Espacial (RE), Raciocínio Numérico (RN) e Raciocínio Mecânico (RM). O RE indica a capacidade em formar

representações mentais e manipulá-las, transformando-as em novas representações e RM está associado ao conhecimento prático de mecânica e física. São esses os tipos de raciocínios de interesse no presente estudo, portanto serão esses os subtestes utilizados na pesquisa.

Quando se pensa em fatores específicos, subsidiado pelo modelo CHC, o subteste raciocínio espacial (RE) associa-se à inteligência fluida, mas, principalmente, à capacidade de processamento visual (Gv), definida como a habilidade de representar e manipular imagens mentais (Almeida & Primi, 2004). Já o subteste raciocínio mecânico (RM) associa-se à inteligência fluida e aos conhecimentos práticos mecânicos.

Alguns estudos brasileiros avaliaram os tipos de raciocínio, no qual se observou a utilização da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5) no contexto organizacional (Baumgartl & Nascimento, 2004; Baumgartl & Primi, 2006; dentre outros). Pesquisas com objetivo de relacionar o raciocínio com alguns construtos, como desempenho e interesse profissional (Primi & cols., 2002; Souza, Primi & Miguel, 2007) e inteligência emocional (Primi, Bueno & Muniz, 2006; e outros). Além disso, observou-se a utilização da BPR-5 para a avaliação de crianças (Cruz, 2008) e idosos (Barbosa, 2006).

Para avaliar a capacidade de raciocínio verbal em estudantes do 2º grau (atual Ensino Médio), Andriola (1997) realizou um estudo com 658 estudantes de escolas públicas e privadas de Fortaleza. A idade média dos participantes foi de 17,86 ( $DP=3,19$ ), a maior parte foi do gênero feminino, com 53,5%. Essa avaliação ocorreu por meio da aplicação do Teste de Raciocínio Verbal (RV). Os homens obtiveram um desempenho médio superior às mulheres, assim como os alunos da 3ª série e os alunos mais velhos, mas a ANOVA indicou que essas diferenças não foram estatisticamente significativas..

Para avaliar uma determinada capacidade cognitiva denominada raciocínio abstrato que se refere à capacidade de resolver problemas compostos por analogias em formatos de símbolos abstratos, Andriola e Cavalcante (1999) realizaram uma pesquisa com estudantes do Ensino Médio. Participaram 513 estudantes de escolas particulares e públicas de Fortaleza,

que foram submetidos ao Teste de Raciocínio Abstrato. As mulheres e os alunos da 3ª série obtiveram desempenho médio superior, mas a *ANOVA* indicou não haver diferença estatisticamente significativa. Já os alunos da escola particular obtiveram desempenho superior estatisticamente significativo em relação aos da escola pública. Ressaltaram a importância da avaliação do raciocínio, enquanto capacidade cognitiva utilizada na resolução de problemas e para explicar comportamentos de estudantes com bom desempenho acadêmico.

Almeida e Primi (2004) realizaram uma pesquisa cujo objetivo foi estudar os perfis de capacidades cognitivas pela Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5). Participaram do estudo 3.039 estudantes, sendo 1.444 do Brasil e 1.595 de Portugal. Os perfis foram caracterizados e comparados com o país de origem, gênero, idade, desempenho e áreas de estudo. Os resultados da análise de perfis sugerem que a bateria pode caracterizar o perfil de habilidades cognitivas de estudantes. Observaram a possibilidade de 243 configurações de perfis, sendo 189 no Brasil e 208 em Portugal, 174 perfis apareceram nos dois países. Concluíram que a forma dos perfis pode trazer sistemáticas informações sobre as capacidades dos estudantes, pois estão associadas às algumas variáveis como idade, áreas de estudo, reprovação e gênero.

Em recente estudo realizado por Lemos, Almeida, Guisande e Primi (2008), no qual o objetivo foi analisar a relação entre os resultados nas provas de raciocínio e o rendimento acadêmico, utilizaram também a BPR-5 para avaliar a capacidade de inferir e aplicar relações, recorrendo a tarefas de conteúdo diferenciado (figurativo-abstrato, numérico, verbal, mecânico e espacial). Participaram da pesquisa 4899 alunos portugueses entre o 5º e o 12º ano de escolaridade. Os coeficientes de correlação sugerem uma maior associação entre as habilidades cognitivas e o rendimento escolar nas disciplinas cujo conteúdo curricular mais se aproxima dos itens das provas. Por outro lado, observaram uma diminuição progressiva nos coeficientes de correlação à medida que se avança na escolaridade, apontando para uma menor importância das variáveis cognitivas na predição do rendimento acadêmico nos anos escolares mais avançados.

Com objetivo de verificar em que medida resultados em provas de raciocínio se diferenciam em função da idade e da série escolar, Almeida, Lemos, Guisande e Primi (2008) realizaram um estudo normativo com 1835 estudantes portugueses da 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> série escolar. Para avaliar os diferentes tipos de raciocínio utilizaram a Bateria de Provas de Raciocínio (versão BPR7/9). Em relação à série escolar, houve uma evolução da realização cognitiva média de acordo com o seu avanço, destaque para as provas RA, RN e RV no qual o aumento no desempenho médio é maior da 7<sup>a</sup> para a 8<sup>a</sup> série do que da 8<sup>a</sup> para a 9<sup>a</sup> série. Nas provas RM e RE o aumento ocorreu dentro de um padrão similar entre as séries. Já em relação à idade, verificaram um aumento médio de realização cognitiva em todas as provas até os 14 anos, constataram ainda uma diminuição importante da média a partir dessa idade. Os autores concluíram que houve um maior impacto da série escolar do que da idade na diferenciação cognitiva dos estudantes.

De forma geral, os estudos recentes têm fornecido evidências para utilização da simulação mental como uma estratégia de raciocínio mecânico. Hegarty (2004) afirma que ao responder às questões de cunho prático as pessoas fazem inferências mecânicas, sendo que inferência é definida como o processo cognitivo em que novas informações são obtidas a partir de determinada informação, e mecânica (um ramo da Física) é a ciência do movimento. Uma inferência mecânica é, portanto, qualquer processo mental que permite obter informações sobre como as coisas mudam fisicamente. Ao resolver problemas que exigem a utilização de raciocínio mecânico, muitas pessoas relatam que simulam mentalmente o que vai acontecer, além disso, a resolução de problemas de raciocínio mecânico está altamente correlacionada com medidas de capacidade espacial.

Para Vicente, Hayes e Williges (1987) os testes psicométricos de vocabulário e de visualização espacial são os melhores indicadores de desempenho da tarefa de busca de informação em ferramentas tecnológicas, correspondendo 45% da variância. O preditor espacial foi considerado mais influente, pois os indivíduos com baixa capacidade espacial levaram o



dobro de tempo para executar a tarefa em relação àqueles com elevada capacidade espacial. A capacidade espacial foi considerada também como habilidade preditiva para o sucesso de busca de informações em sistemas eletrônicos de informação (Downing, Moore & Brown, 2005), portanto, esse estudo buscará avaliar também o raciocínio espacial e o mecânico, verificando se existe diferença por tipo e escola e por frequência na utilização de tecnologias da informação e comunicação (TIC).

O desempenho em TIC está relacionado com capacidade de visualização espacial (Downing, Moore e Brown, 2005). Além disso, nas três áreas do Ensino Médio descritas na introdução observou-se a preocupação em seus currículos com o uso e desempenho em TIC. Na área de *Linguagens, códigos e suas tecnologias* verifica-se a necessidade de criar condições para que os alunos construam sua autonomia nas sociedades tecnologicamente complexas e globalizadas. Na área de *Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias* há a proposta de que seus temas possam ser discutidos por meio dos instrumentos de comunicação, como a Internet. Já na área *Ciências Humanas e suas tecnologias* uma das competências que se objetiva estimular é o entendimento dos princípios das tecnologias associadas ao conhecimento do indivíduo, da sociedade e da cultura (Brasil, 2008).

Para verificar a utilização do computador na educação de alunos do Ensino Fundamental e Médio, Barros, Wainer, Claudio, Ferreira e Dwyer (2008) realizaram uma revisão sistemática da literatura no banco de dados do *Education Research Information Center* (ERIC). De forma geral, os artigos apresentaram o objetivo de comparar o ensino tradicional com o de suporte computacional, mas observaram que as pesquisas experimentais sobre o uso de computadores na educação têm diminuído com o tempo.

Alper e Gülbahar (2009) realizaram uma pesquisa cujo objetivo foi de investigar os artigos publicados na *Turkish Online Journal of Educational Technology* (TOJET). Constataram que de 2005 a 2007 aumentou o número de pesquisas quantitativas, e que a amostra preferencial para coleta de dados foi os estudantes universitários. Os resultados

indicam que para melhorar a qualidade da investigação em tecnologia educacional deve-se buscar uma base teórica, abordar os diferentes níveis de ensino (desde o Fundamental até o Superior) e temas interdisciplinares. Nesse sentido, esse estudo pode contribuir com as investigações na área de tecnologia na educação, pois visa, também, correlacionar o desempenho em TIC com raciocínio espacial, raciocínio mecânico e visualização espacial em estudantes do Ensino Médio, bem como analisar o quanto o desempenho em TIC pode influenciar o desempenho em provas que avaliam tais habilidades.

## **CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO**

Além da preocupação descrita anteriormente referente ao desenvolvimento das habilidades tecnológicas nos estudantes brasileiros do Ensino Médio, faz-se relevante considerar também, que na sociedade atual, a seleção e a utilização de informações em multimídia se tornaram mais necessárias no cotidiano das pessoas. Para Phipps e Merisotis (1999) e Joly (2004), a inserção de tecnologias requer que as pessoas adquiram habilidades e conhecimentos para utilizar os recursos tecnológicos, principalmente o computador, em diversas situações, com intuito de aplicar, se comunicar e buscar informações. No que tange ao ambiente escolar, segundo Joly e Martins (2006), a inserção das mídias (visual, eletrônica e digital), seja como estratégia de ensino ou como veículo de acesso à informação, determina a necessidade de que os estudantes apresentem habilidades para se apropriarem das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Papanastasiou e Angeli (2008) relatam que diversos países têm considerado a função das habilidades tecnológicas para melhoria da educação, e que houve um aumento no investimento de recursos tecnológicos nas salas de aula. O Ministério da Educação da Nova Zelândia, segundo Compton e Harwood (2003), organizou uma ferramenta estruturada denominada *Technology Assessment Framework* (TAF), para o fornecimento de programas tecnológicos com objetivo de desenvolver as habilidades tecnológicas dos estudantes, ao nível mínimo de *technology literacy* (alfabetização tecnológica) que se refere à competência técnica e funcional para desenvolver e aplicar recursos tecnológicos (Joly, 2004). Para Cavas, Cavas, Karaoglan & Kisla (2009) a integração da TIC na educação também tem sido uma preocupação importante para o Ministério da Educação da Turquia, que tem feito grandes esforços e grandes investimentos financeiros para implementação das TIC's no ensino e ambientes de aprendizagem.

Observa-se que o desempenho em TIC está relacionado à competência e envolvimento do aluno em usar os recursos tecnológicos para aprender, buscar informação e se comunicar. Recurso esse relevante para o estudante de Ensino Médio, considerando especialmente os PCN's. Como definição do desempenho em TIC, Martins (2006) apresenta um padrão criado pela *International Society for Technology in Education (ISTE)*, e, utilizado pela *United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)* que define categorias específicas para estudantes, professores e gestores educacionais, e, pode ser tomado como base quanto ao desempenho do professor e do aluno em TIC.

De acordo com esse padrão o estudante deve estar preparado para realizar uma série de atividades como, comunicar-se com os demais utilizando uma variedade de mídias e formatos; acessar e trocar informações; compilar, organizar, analisar e sintetizar informações; tirar conclusões e fazer generalizações baseando-se em dados coletados; ser hábil para buscar informações adicionais ao conteúdo estudado; agir de forma colaborativa e cooperativa em rede; e, interagir com seus pares de forma ética. A Tabela 2 apresenta indicadores de desempenho para Ensino Médio adaptados do ISTE (Martins, 2005, p.197).

Tabela 2. Categorias e indicadores de desempenho em tecnologias de comunicação e informação para alunos concluintes do Ensino Médio.

Categoria	Comportamento característico	Indicadores de desempenho para concluintes do Ensino Médio
1. Operações básicas e conceitos	1.1. Os alunos demonstram entendimento da natureza e operação de sistemas baseados em tecnologia. 1.2. Os alunos são proficientes no uso das tecnologias mais acessíveis.	Habilidade para fazer escolhas dentre os sistemas, recursos e serviços disponíveis, e no uso dos dispositivos e ferramentas mais comuns (e.g. computadores e periféricos, softwares para comunicação, projeção de vídeo, etc.). Habilidade para solucionar problemas rotineiros quanto ao uso de hardware e software.

Tabela 2. Categorias e indicadores de desempenho em tecnologias de comunicação e informação para alunos concluintes do Ensino Médio.

Categoria	Comportamento característico	Indicadores de desempenho para concluintes do Ensino Médio
2. Questões sociais, éticas e humanas relacionadas à tecnologia	<p>2.1. Os alunos entendem os problemas éticos, culturais e sociais relacionados ao uso (ou não) da tecnologia.</p> <p>2.2. Praticam o uso responsável dos sistemas de informações e softwares.</p> <p>2.3. Desenvolvem atitudes positivas acerca do uso da tecnologia como suporte à aprendizagem continuada.</p>	<p>Competência para identificar capacidade e limitações dos recursos tecnológicos emergentes e para avaliar seu potencial para fins pessoais, educação continuada e necessidades profissionais. Competência para analisar vantagens e desvantagens do uso de TIC no local de trabalho e na sociedade como um todo. Competência para defender e demonstrar comportamentos éticos e legais quanto ao uso de TIC no contato com pares, familiares e na comunidade.</p>
3. Ferramentas de produtividade	<p>3.1. Os alunos usam ferramentas da tecnologia para aprimorar aprendizagem, ampliar sua produtividade e promover a criatividade.</p> <p>3.2. Alunos usam ferramentas de produtividade para colaborar na construção de aprimoramentos tecnológicos, preparar publicações e realizar tarefas com criatividade.</p>	<p>Habilidade para usar tecnologias na gestão pessoal e profissional de informação. Habilidade para uso rotineiro e eficaz de recursos de informação <i>online</i> para produtividade.</p>
4. Ferramentas de comunicação	<p>4.1. Alunos usam telecomunicações para colaborar, publicar e interagir com seus pares, com especialistas e outros.</p> <p>4.2. Alunos utilizam uma variedade de mídias e formatos para comunicar idéias de forma eficaz.</p>	<p>Habilidade para usar tecnologias na comunicação pessoal e profissional. Habilidade para uso rotineiro e eficaz de recursos de informação <i>online</i> para colaboração e comunicação</p>
5. Ferramentas de pesquisa.	<p>5.1. Alunos usam tecnologia para localizar avaliar e coletar informações de fontes variadas.</p> <p>5.2. Alunos usam ferramentas para processar dados coletados e comunicar resultados.</p> <p>5.3. Alunos avaliam e selecionam novos recursos e inovações tecnológicas apropriadas para tarefas específicas.</p>	<p>Competência para avaliar opções para aprendizagem continuada baseada em tecnologia, incluindo educação a distância. Habilidade para uso rotineiro e eficaz de recursos de informação <i>online</i> na pesquisa e para publicação. Competência para investigar e aplicar sistemas especialistas, agentes inteligentes e simuladores em situações de pesquisa.</p>

Tabela 2. Categorias e indicadores de desempenho em tecnologias de comunicação e informação para alunos concluintes do Ensino Médio.

Categoria	Comportamento característico	Indicadores de desempenho para concluintes do Ensino Médio
6. Ferramentas de resolução de problemas e apoio na tomada de decisão.	6.1. Alunos usam recursos tecnológicos para solucionar problemas e para tomada de decisões. 6.2 Alunos empregam tecnologia no desenvolvimento de estratégias para resolver problemas do dia-a-dia.	Competência para selecionar e aplicar ferramentas de base tecnológica na análise de informação, resolução de problemas e tomada de decisão. Competência para investigar e aplicar sistemas especialistas, agentes inteligentes e simuladores em situações reais.

Fonte: Martins, 2005.

O desempenho de estudantes em TIC se mostra como um dos focos de pesquisa no âmbito internacional (Campagnoni & Ehrlich, 1989; Palmquist e Kim, 2000; Downing, Moore & Brown, 2005; Pak, Rogers & Fisk, 2006; Czaja, Charness, Fisk, Hertzog, Nair, Roges & Sharit, 2006). Segundo Joly e Martins (2006) observa-se a escassez de instrumentos específicos que contribua para a avaliação do desempenho de estudantes em tecnologias de informação e comunicação no Brasil, por isso, eles construíram e buscaram evidências de validade de construto para a Escala de Desempenho em Tecnologia (EDTEC). Essa escala foi elaborada considerando o padrão definido e utilizado pela ISTE como critério para avaliação de desempenho em recursos tecnológicos. Há estudos interessados em avaliar o desempenho em TIC na área educacional utilizando especificamente a EDTEC (Joly & Martins, 2006; Joly, Nunes & Istome, 2007; Joly, Cardoso, Souza & Silva, 2009).

Joly e Martins (2006) verificaram as relações quanto ao gênero e ao tipo de escola, particular ou pública, em 463 estudantes do Ensino Médio (47,1%) e ingressantes no Ensino Superior (52,9%). No que se refere ao desempenho em TIC, a análise inferencial por meio do teste *t Student* revelou que existe diferença significativa em relação ao escore total, considerado o tipo de escola ( $t[461]=2,57; p<0,01$ ). Os alunos de escolas particulares ( $M=87,38; DP=35,72$ ) apresentaram desempenho superior aos de escolas públicas ( $M=75,74; DP=34,47$ ). Também revelou diferença significativa quando considerado o gênero ( $t[461]=$ -

4,44;  $p < 0,00$ ). Os participantes do gênero masculino apresentaram desempenho superior ( $M=93,49$ ;  $DP=35,34$ ) ao do feminino ( $M=78,67$ ;  $DP=36,34$ ).

Com objetivo de buscar evidências de validade da EDTEC para universitários, por meio da correlação com a Escala Fatorial de Realização (EFR), Joly, Nunes e Istome (2007) realizaram um estudo com 169 universitários. Além disso, objetivaram verificar o desempenho em TIC, considerando a influência de gênero, idade e curso. Participaram da pesquisa estudantes universitários brasileiros dos cursos de engenharia (20,7%), psicologia (14,2%), enfermagem (47,3%) e medicina (17,8%). A média de idade dos estudantes foi 23,18 ( $DP=4,90$ ), e 61,5% eram do gênero feminino. Identificaram-se, por meio da realização de uma *MANOVA*, a influência de gênero ( $p=0,02$ ), curso ( $p=0,05$ ) para todos os fatores da EDTEC e desempenho total, e, idade para o uso das ferramentas de comunicação, ferramentas de solução de problemas e desempenho total ( $p=0,00$ ). Os estudantes do gênero masculino apresentaram média 38,80, superior a média dos estudantes do gênero feminino ( $M=36,58$ ). O curso de engenharia apresentou maior desempenho e o de enfermagem o menor desempenho. Constataram baixas correlações entre os fatores da EDETEC e os da EFR.

A inserção dos recursos tecnológicos na educação exige o desenvolvimento de habilidades dos estudantes para utilizá-las, ainda mais quando se pensa na Educação à Distância (EaD), no qual a mediação didático-pedagógica dos processos de ensino ocorre principalmente por meio das tecnologias de comunicação. Nesse sentido, Joly, Cardoso, Souza e Silva (2009) realizaram uma pesquisa que avaliou o desempenho em TIC verificando a influência da modalidade escolhida, presencial ou à distância, gênero, idade e curso. Participaram do estudo 212 estudantes universitários brasileiros, sendo que 50,5% frequentavam cursos na EaD, 36,8% eram alunos de administração, 63,2% de pedagogia e 82,5% eram do gênero feminino. Constataram que não houve diferenças no desempenho geral em TIC em função da modalidade de ensino e gênero, a idade influenciou no fator de ferramentas básicas de comunicação, sendo que os estudantes de 17 a 25 anos usam mais as

ferramentas básicas de comunicação que àqueles com idade acima de 36 anos. O curso tem influência significativa para todos os fatores da escala e para o desempenho geral, os alunos do curso de administração obtiveram desempenho superior aos alunos de pedagogia e pela análise de regressão linear, considerando o tipo de ensino e curso, o curso prediz 34% do desempenho em TIC.

Visando analisar a recuperação da informação por meio de um hipertexto comercial baseado em sistema de ajuda e a relação com a capacidade de visualização espacial, Campagnoni e Ehrlich (1989). Os indivíduos com melhor capacidade de visualização espacial, medida por um teste padronizado, foram mais rápidos na recuperação de informações e voltou ao topo da hierarquia de informações com menos frequência do que aqueles com baixa capacidade de visualização espacial. Além disso, os resultados demonstraram a importância da capacidade de visualização espacial para uma navegação eficiente e recuperação da informação em um sistema de hipertexto hierárquico.

Considerando o objetivo de investigar os efeitos do estilo cognitivo, *campo dependente* (indivíduos que requerem reforçamento extrínseco em suas atividades) e *campo independente* (indivíduos que tomam como base estruturas internas de referência) e experiência de pesquisa em banco de dados on-line (novatos e experientes) na *World Wide Web*, Palmquist e Kim (2000) avaliaram o desempenho em pesquisa de 48 estudantes universitários. O estudo também tentou encontrar os fatores que poderiam ser utilizados para prever a eficiência em pesquisa. Como desempenho em pesquisa foi considerado o tempo necessário para recuperar um item de informação relevante e o número de dados percorridos para recuperar informações relevantes. Os resultados indicaram que, embora o estilo cognitivo (campo dependente e campo independente) influenciou significativamente o desempenho da pesquisa de pesquisadores iniciantes, a influência foi muito reduzida nos pesquisadores que tinham experiência de pesquisa de banco de dados on-line.



As habilidades cognitivas, para Downing, Moore e Brown (2005), representam um preditor no sucesso de busca de informações em sistemas eletrônicos de informação, sendo que indivíduos com baixa capacidade de visualização espacial podem levar mais tempo para concluir tarefas e experiênciamos de mais erros na primeira tentativa de encontrar informações em comparação com aquelas com alta capacidade. Trinta e cinco universitários foram selecionados entre o corpo discente de duas universidades, e separados em grupos com base na adesão em duas disciplinas específicas: Negócios (n=26) e Biologia (n=9). Para avaliar a visualização espacial utilizaram o *Kit of Factor-Referenced Cognitive Tests (Visualization Tests 1 and 2)*. Cada participante realizou cinco pesquisas, sendo uma pesquisa neutra, duas relacionadas a negócios, e duas pesquisas de biologia. A análise fatorial de variância indicou um efeito significativo da capacidade de visualização espacial ( $F_{(1,32)} = 5,36, p=0,027$ ), bem como um efeito significativo de domínio em tecnologia sobre o tempo necessário para encontrar o primeiro artigo relevante sobre o tema da pesquisa ( $F_{(1,32)} = 7,44, p=0,01$ ). A análise também revelou que não houve efeito principal para capacidade de visualização espacial sobre o número total de artigos relevantes encontradas durante o período de pesquisa ( $F_{(1,32)} = 1,34, p=0,26$ ), mas houve um efeito significativo principal do domínio dos conhecimentos sobre o número total de artigos relevantes ( $F_{(1,32)} = 8,01, p=0,008$ ).

A relação entre dois fatores distintos da habilidade espacial (orientação espacial e visualização espacial) e desempenho em tarefa de busca de informação na web foi estudada por Pak, Rogers e Fisk (2006). Participaram do estudo 101 jovens de 18 a 29 anos de idade. Eles completaram a tarefa experimental (busca de informação em rede), bem como uma bateria de medidas de habilidades cognitivas, que incluiu duas medidas diferentes de habilidade espacial. Os resultados indicaram que a capacidade de orientação espacial foi relacionada ao desempenho na tarefa, enquanto a visualização espacial não estava relacionada com o desempenho.

Estudo sobre o uso da tecnologia entre os adultos foi realizado também por Czaja e cols. (2006) com 1.204 jovens na faixa etária 18 e 91 anos. Todos os participantes preencheram uma bateria que incluía medidas de características demográficas, avaliação da saúde, experiência com tecnologia e habilidades cognitivas. Os resultados indicam que os adultos mais velhos eram menos prováveis do que os adultos mais jovens a usar a tecnologia em geral, computadores e Internet. Os resultados também indicaram que a inteligência fluida e a cristalizada foram importantes preditores do uso da tecnologia. Utilizando a análise de regressão hierárquica constataram que as habilidades cognitivas, experiência tecnológica e idade influenciaram significativamente o desempenho no uso de tecnologias.

Considerando os estudos descritos verifica-se que nos dias atuais o desempenho em TIC é uma habilidade importante a ser desenvolvida. No contexto escolar essa habilidade pode-se configurar como uma ferramenta significativa e facilitadora para o acesso e comunicação de informações e conhecimento. Ainda que se tenha conhecimento dessa questão, verificou-se que há poucos estudos que visaram avaliar as habilidades tecnológicas no país.

Além disso, considerando que existem outras habilidades, como por exemplo, as habilidades espaciais, que são importantes para o bom desempenho escolar já na Educação Básica, mas que foram objetos de pesquisas, principalmente, com população universitária (Burin, Delgado & Prieto, 2000; Rammstedt & Rammsayer, 2000; Miyake, Friedman, Rettinger, Shah & Hegarty, 2001; Velasco & Kawano, 2002; Prieto & Velasco, 2006; Schweizer, Goldhammer, Rauch & Moosbrugger, 2007; Prieto & Velasco, 2008; Olkun, Smith, Gerretson, Yuan & Joutsenlahti, 2009), esse estudo tem como objetivo avaliar a habilidade de visualização espacial e os raciocínios espacial e mecânico em estudantes do Ensino Médio, e verificar se há diferença dessas habilidades em função do tipo de escola frequentada e desempenho em tecnologias da informação. Buscou-se, também, verificar a relação entre as variáveis, visualização espacial, raciocínio espacial, raciocínio mecânico, uso

e desempenho em tecnologias da informação e comunicação (TIC) em estudantes do Ensino Médio, bem como o efeito de gênero e idade.

## MÉTODO

### *Participantes*

Participaram dessa pesquisa 237 estudantes que cursavam ou concluíram o Ensino Médio Regular. Do total de estudantes 34,6% era do gênero feminino e 65,4% do gênero masculino, as idades se distribuíram entre 15 e 18 anos conforme Tabela 3, sendo que a idade média foi de 16,10 ( $DP=1,03$ ).

Tabela 3. Distribuição dos estudantes em função da idade.

Idades	<i>f</i>	%
15 anos	84	35,4
16 anos	76	32,1
17 anos	47	19,8
18 anos	30	12,7

Verificaram-se também as médias da idade por série, com intuito de averiguar se havia defasagem, nessa amostra, da idade em função da série como constatado nos dados do Relatório de Monitoramento Global da Educação para Todos (UNESCO, 2008). A Tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas das idades em função da série frequentada no Ensino Médio Regular.

Tabela 4. Estatísticas descritivas da média de idade dos estudantes por série.

Série do Ensino Médio	<i>f</i>	Mínimo	Máximo	Média	<i>DP</i>
1 <sup>a</sup>	69	15	17	15,23	0,46
2 <sup>a</sup>	96	15	18	15,84	0,70
3 <sup>a</sup>	51	16	18	17,08	0,63
Concluído	21	16	18	17,71	0,56
Total	237	15	18	16,10	1,03

Constatou-se que a média de idade dos estudantes está compatível com a série escolar frequentada, considerando os padrões educacionais vigentes. Portanto, não houve discrepância da idade em relação à série escolar.

Destaca-se, por conta de um dos objetivos dessa pesquisa (comparação por tipo de ensino), que alguns estudantes frequentavam o Ensino Médio concomitante com Ensino Médio de nível técnico, enquanto outros com cursos profissionalizantes, em escolas públicas do interior do Estado de São Paulo. A Tabela 5 apresenta a distribuição dos estudantes por tipo de ensino e série que frequentavam no Ensino Médio regular.

Tabela 5. Distribuição dos estudantes em função da série e do tipo de ensino.

Série (Ensino Médio)	Ensino Médio Técnico (EMT)		Ensino Médio Regular (EMR)		Ensino Médio Profissionalizante (EMP)		Total	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
1ª	02	3,1	35	39,3	32	38,1	69	29,1
2ª	45	70,3	29	32,6	22	26,2	96	40,5
3ª	15	23,4	25	28,1	11	13,1	51	21,5
Concluído	02	3,1			19	22,6	21	8,9
Total	64	27,0	89	37,6	84	35,4	237	100,0

Observa-se, na Tabela 5, que houve um número maior de estudantes que frequentavam apenas o Ensino Médio Regular ( $f=89$ ), ou seja, eram estudantes que não estavam matriculados em cursos técnicos ou profissionalizantes. Além disso, a maioria dos estudantes ( $f=96$ ), independente do tipo de ensino, estava na 2ª série do Ensino Médio.

Os estudantes de nível técnico e profissionalizante estavam matriculados em diferentes cursos e semestres. Na Tabela 6 pode-se observar a distribuição da frequência de estudantes nesses cursos, bem como, os semestres em que estavam matriculados.

Tabela 6. Número de estudantes de nível técnico e profissionalizante por curso e semestre.

Tipo de Ensino	Cursos	Semestre	<i>f</i>	%
Ensino Técnico	Informática	1º	24	37,5
	Logística	1º	23	35,9
	Eletrônica	1º	17	26,6
Ensino Profissionalizante	Eletricista de manutenção	1º	29	34,5
	Eletroeletrônica	2º	08	09,5
	Mecânica de Usinagem	2º	24	56,0
		3º	23	

Deste modo, conforme especificado acima, houve a participação de estudantes de três cursos de nível técnico, mas todos estavam no 1º semestre (Informática, Logística e Eletrônica). Houve a participação também de três cursos de nível profissionalizante (Eletricista de manutenção, Eletroeletrônica e Mecânica de Usinagem), sendo que neste último curso participaram duas turmas de semestres diferentes.

### ***Instrumentos***

Foram utilizados nesse estudo quatro instrumentos para avaliação dos construtos de interesse. O Teste de Visualização Espacial (Prieto & Velasco, 2002) tem como objetivo avaliar o construto visualização espacial. As provas de Raciocínio Espacial e Raciocínio Mecânico da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5) (Almeida & Primi, 2000) medem, respectivamente, os raciocínios, espacial e mecânico. A Escala de Desempenho em Tecnologia (EDTEC) (Joly & Martins, 2006) visa identificar características de desempenho e de uso eficaz dos recursos tecnológicos. Segue a descrição de cada um desses instrumentos.

Teste Informatizado de Visualização Espacial. (Prieto & Velasco, 2002)

Trata-se de um instrumento informatizado de medida de visualização espacial, no qual os itens foram construídos a partir de indicadores cognitivos. 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 (?). Pede-se ao sujeito que identifique a letra da face marcada com a interrogação e sua aparência. O examinado deve escolher a resposta correta entre as 09 opções fornecidas. A Figura 1 exemplifica essa definição. Para esse estudo, foram utilizados microcomputadores com capacidade de hardware básica (1 GB de memória; 100 GB de disco; Windows XP) para suportar os aplicativos de vídeo e imagem necessários para o teste e armazenamento dos resultados em banco de dados local (MySQL).

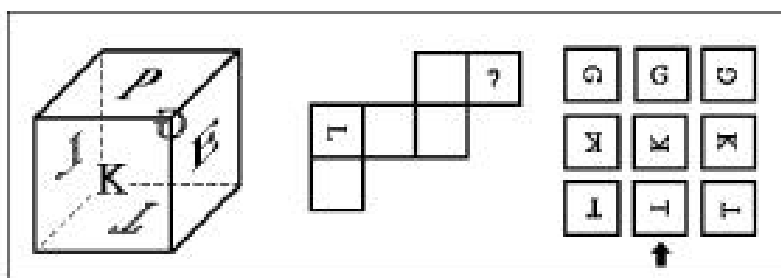


Figura 1. Exemplo de um item do teste TVZ. A opção correta é a marcada com a seta.

Em relação às evidências de validade desse instrumento, 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 ( $p < 0,001$ ), que, segundo os autores, indicou uma associação moderada dada a natureza da tarefa e aferição. 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  $F$  ( $[3, 159] = 3,27$   $p = 0,02$ ) foi significativo, os contrastes *a posteriori* revelam que as médias no teste dos alunos do grupo de baixo desempenho (insuficiente e aceitável),  $M = -1,02$  ( $DP = 1,48$ ) e  $M = -0,76$  ( $DP = 1,14$ ) são 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.

#### Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5) (Almeida & Primi, 2000).

A BPR-5 é constituída por duas formas (A e B), com cinco subtestes cada e com o mesmo número de itens. A Forma A aplica-se aos estudantes da sexta à oitava série do Ensino Fundamental e a Forma B aos alunos da primeira à terceira série do Ensino Médio. Nesse estudo será utilizada a Forma B das provas descritas.

*Prova de Raciocínio Espacial (Prova RE):* Prova composta de 20 itens (12 itens são comuns às Formas A e B) nos quais existem séries de cubos tridimensionais em diferentes posições que indicam movimento. Os movimentos podem ser constantes, por exemplo, sempre para a



direita, ou alternados, por exemplo, para esquerda e para cima. Por meio da análise das diferentes faces pode-se descobrir o cubo que se seguiria se o movimento descoberto fosse aplicado ao último cubo da série. Existem cinco alternativas de resposta e o tempo limite é de 18 minutos. Na Figura 2, apresenta-se um exemplo de um item dessa prova.



Figura 2. Exemplo de um item de raciocínio espacial.

*Prova de Raciocínio Mecânico (Prova RM):* Prova composta por 25 itens (19 itens comuns às Formas A e B) constituídos por gravuras que retratam um problema e opções de resposta. As questões são compostas por problemas práticos que envolvem conteúdos físico-mecânicos. A resposta é dada escolhendo-se, dentre as alternativas, a resposta que melhor responde a questão proposta pelo problema. O tempo limite é de 15 minutos. Na Figura 3 apresenta-se um exemplo de um item dessa prova.



Figura 3. Exemplo de um item de raciocínio mecânico.

Primi e Almeida (2000) realizaram um estudo que teve por objetivo investigar a validade e precisão da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5). A bateria foi aplicada em 1243 alunos, sendo 771 brasileiros e 472 portugueses, da sexta série do Ensino Fundamental até a terceira série do Ensino Médio. Nos alunos brasileiros, destaque para a correlação da

prova RV com a disciplina de Português ( $r=0,51$ ;  $p<0,05$ ) que foi a correlação mais alta. As provas de RE obtiveram correlações significativas com a disciplina de Matemática ( $r=0,26$ ;  $p<0,01$ ) e Física ( $r=0,36$ ;  $p<0,05$ ) e as provas RM não obtiveram correlações significativas com nenhuma disciplina. Já na amostra portuguesa as provas RM obtiveram correlações positivas com as disciplinas de Matemática ( $r=0,21$ ;  $p<0,05$ ), Português ( $r=0,30$ ;  $p<0,05$ ), Filosofia ( $r=0,30$ ;  $p<0,05$ ) e Psicologia ( $r=0,37$ ;  $p<0,05$ ). E as provas de RE com as disciplinas de Matemática ( $r=0,27$ ;  $p<0,05$ ), Português ( $r=0,29$ ;  $p<0,05$ ), Desenho Técnico científico ( $r=0,66$ ;  $p<0,05$ ), Filosofia ( $r=0,28$ ;  $p<0,05$ ), Informática ( $r=0,27$ ;  $p<0,01$ ) e Psicologia ( $r=0,40$ ;  $p<0,05$ ). Observaram-se indícios de que quando o conteúdo dos subtestes e da disciplina escolar se aproximam as correlações tendem a serem maiores. Conclui-se que a BPR-5 constitui-se de um instrumento eficiente e rápido para avaliação simultânea do raciocínio geral e das aptidões.

#### Escala de Desempenho em Tecnologia – EDTEC (Joly & Martins, 2006)

Essa escala (modelo em anexo1) tem por objetivo identificar características de desempenho, relacionadas ao domínio do instrumental e também ao uso eficaz dos recursos tecnológicos, no que se refere à adequação de sua aplicação no cotidiano e também como suporte de aprendizagem. É composta por 56 itens do tipo Likert com quatro pontos (0 = nunca, 1 = algumas vezes, 2 = muitas vezes, 3 = sempre), divididos em três fatores.

As “ferramentas básicas e de comunicação (FBC)” (17 itens, 12, 19, 21, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 44, 47, 48, 51, 52, 54) relacionadas às habilidades no uso de tecnologias para tarefas elementares de obtenção de informação, interação em rede e aprendizagem são o fator 1 (F1). O fator 2 (F2) é denominado “conceitos e ferramentas de produtividade (CFP)” (20 itens, 04, 07, 08, 11, 17, 20, 22, 23, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 38, 43, 45, 46, 55, 56) que se referem ao uso produtivo do instrumental visando ao aprimoramento da aprendizagem de conteúdos, desenvolvimento criativo de tarefas e exposição de idéias. As “ferramentas de

solução de problemas (FSP)” (19 itens, 01, 02, 03, 05, 06, 09, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 24, 25, 28, 39, 49, 50, 53) que se relacionam com a utilização avançada de recursos tecnológicos para solucionar problemas do dia-a-dia e para tomada de decisões são o fator 3 (F3). A pontuação máxima é de 168 pontos (F1=51; F2=60 e F3=57). A aplicação é individual ou coletiva, para formato impresso ou eletrônico, com tempo médio de 20 minutos.

A escala tem evidência de validade de construto obtida por meio de um estudo exploratório desenvolvido por Joly e Martins (2006). Apresentou boa consistência interna ( $\alpha=0,96$ ). A consistência interna (pelo método das metades) foi de 0,87 e revelou homogeneidade dos itens. A análise fatorial indicou a presença de três fatores com ótimos índices de precisão (Ferramentas básicas e de comunicação  $\alpha=0,86$ ; Conceitos e ferramentas de produtividade  $\alpha=0,87$ ; Ferramentas de solução de problemas  $\alpha=0,86$ , respectivamente), explicando 47,48% da variância.

### ***Procedimento***

Primeiramente realizou-se uma busca de escolas que atendessem o objetivo da pesquisa. No total, três instituições de ensino autorizaram a realização da coleta de dados, sendo uma apenas de Ensino Médio, outra de Ensino Médio Técnico e a terceira de Ensino Profissionalizante.

Após a autorização das escolas o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Francisco, no qual houve a aprovação para coleta de dados. Pediu-se também, a autorização, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo2), dos participantes ou dos seus responsáveis, no caso dos estudantes com idade inferior a 18 anos (Anexo3).

Os testes foram aplicados em dias diferentes nas escolas que autorizaram esse estudo. Em cada turma foram necessários dois dias, previamente agendados com a direção das escolas, para a aplicação de todos os instrumentos utilizados nesse estudo. Na primeira sessão

aplicaram-se, nessa ordem, as duas provas da BPR-5, Raciocínio Espacial e Mecânico, e, na segunda sessão o Teste Informatizado de Visualização Espacial e a Escala de Desempenho em Tecnologia.

## RESULTADOS

Considerando os objetivos desse estudo, dentre eles a avaliação da habilidade de visualização espacial, dos raciocínios espacial e mecânico, e, do desempenho em tecnologias da informação, os resultados obtidos com os instrumentos utilizados foram analisados descritiva e inferencialmente. Nesse capítulo serão apresentadas considerações sobre o desempenho dos estudantes nos construtos de interesse, bem como a relação entre estas variáveis, considerando-se inclusive a influência do gênero, idade, série, curso, semestre e tipo de ensino. Na Tabela 7 é possível constatar o desempenho geral dos estudantes nos testes utilizados nessa pesquisa.

Tabela 7. Estatísticas descritivas dos construtos visualização espacial, raciocínio espacial e mecânico e desempenho em tecnologias.

Construtos	Mínimo	Máximo	Média	<i>DP</i>
Visualização Espacial (20)	00	19	4,46	3,66
Raciocínio Espacial (20)	00	20	10,91	4,50
Raciocínio Mecânico (25)	02	23	10,82	4,14
Desempenho em TIC (168)	22	168	102,65	29,78

De forma geral, houve baixo desempenho dos estudantes no teste de visualização espacial, pois a média foi inferior a 25% da pontuação máxima, que poderia ser de 20 pontos (Tabela 7). A Figura 4 apresenta a distribuição de frequência dos estudantes por pontuação nesse teste.

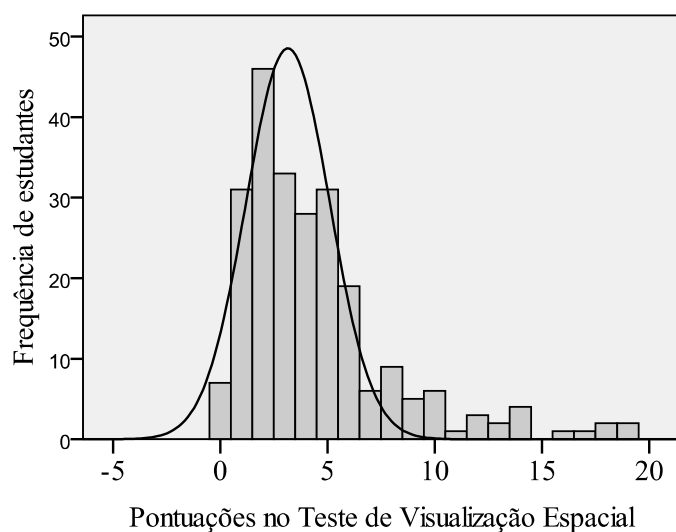


Figura 4. Distribuição dos estudantes em função da pontuação no TVZ.

Houve uma concentração maior de estudantes que pontuaram entre de 00 a 07 pontos, representando 74,3% dos estudantes. A pontuação com maior porcentagem de frequência ( $f=46$ ) foi a nota 02 com 19,4% de estudantes. Já na prova de raciocínio espacial os estudantes obtiveram um melhor desempenho quando comparada à prova de raciocínio mecânico, ainda que na prova de raciocínio espacial a pontuação máxima possível é de 20 pontos, e na de raciocínio mecânico é de 25 pontos, ou seja, além da média ter sido superior a possibilidade de acertos era menor (Tabela 7). A Figura 5 demonstra a frequência de acertos na prova de Raciocínio Espacial (RE).

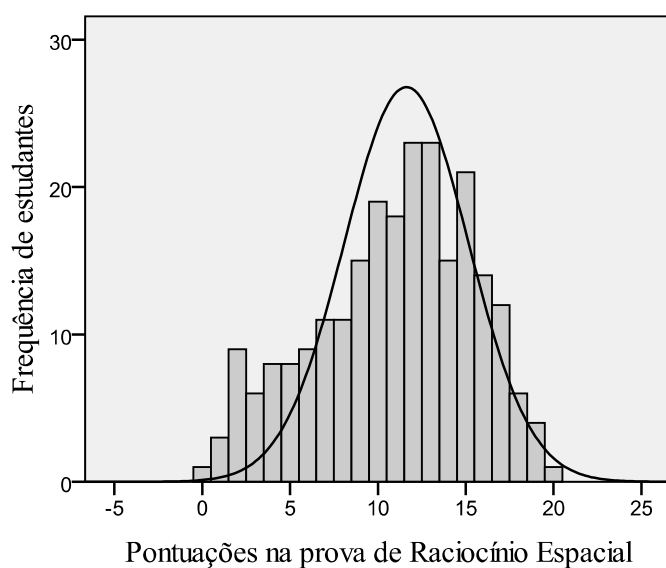


Figura 5. Distribuição dos estudantes em função das pontuações na prova de RE.

Nessa prova a concentração esteve no intervalo de 09 a 16 pontos, que representa 62,5% das pontuações. Observa-se que 23 estudantes acertaram 12 questões, e 23 acertaram 13, foram as maiores pontuações, representando cada uma 9,7% da amostra. A Figura 6 apresenta a frequência de acertos na prova de Raciocínio Mecânico (RM).

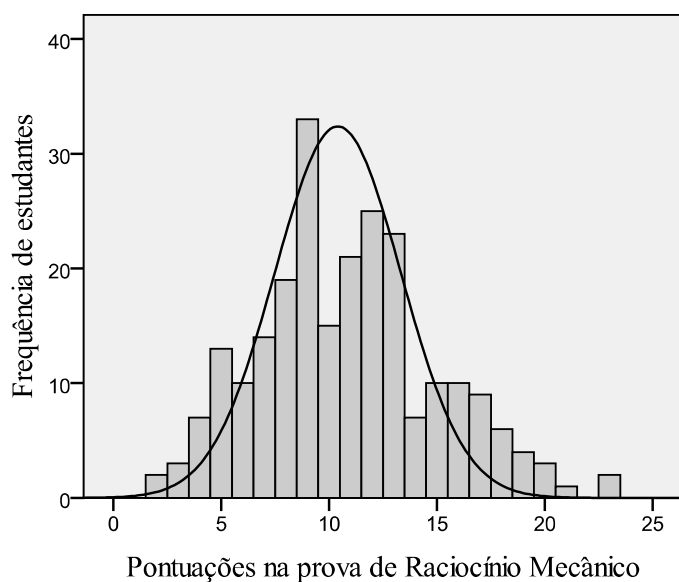


Figura 6. Distribuição dos estudantes por pontuações na prova de RM.

Já na prova de Raciocínio Mecânico a concentração das pontuações ficou no intervalo de 07 a 13 pontos, representando 63,3% das pontuações. Destaque para a pontuação 09 que obteve a frequência de 33 (13,9%) estudantes.

Considerando a média geral ( $M=102,65$ ) em relação ao desempenho em TIC observa-se que os estudantes relataram que utilizam muito dos recursos tecnológicos, a distribuição das pontuações dos estudantes está representado na Figura 7, no qual se pode constatar que o intervalo de 100 a 105 obteve o maior número de estudantes, com 8,9% da amostra.

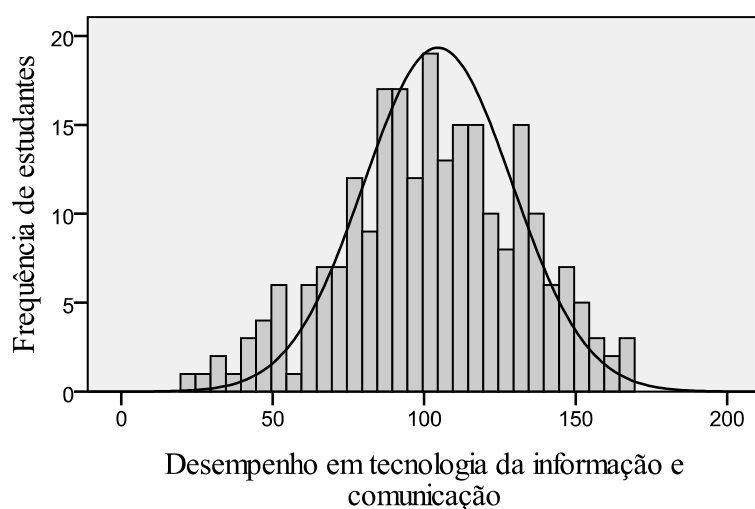


Figura 7. Frequência dos estudantes do desempenho em TIC.

Além disso, quando se questionado em relação à frequência da utilização do computador a maioria dos estudantes relatou que o usam sempre. A distribuição dos estudantes da frequência da utilização do computador está demonstrada na Figura 8.



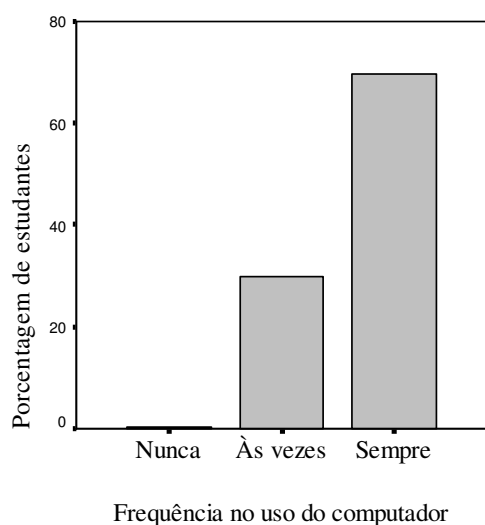


Figura 8. Distribuição dos estudantes quanto ao uso do computador.

Mais da metade (69,8%) dos estudantes respondeu que sempre usa o computador, e, apenas um estudante relatou que nunca usa o computador. Ainda para avaliar o desempenho em tecnologias da informação se verificou as médias ponderadas obtidas em cada fator da Escala de Desempenho em Tecnologias para Educação. O fator “Ferramentas básicas e de comunicação” está relacionado às habilidades no uso de tecnologias para atividades simples de acesso à informação, comunicação em rede e aprendizagem de diferentes conteúdos. O fator “Conceitos e ferramentas de produtividade” se refere ao uso produtivo dos recursos visando ao aprimoramento da aprendizagem de conteúdos, desenvolvimento criativo de tarefas e exposição de idéias. Já no fator “Ferramentas de solução de problemas” avalia-se a utilização avançada de recursos tecnológicos para solucionar problemas do dia-a-dia e para tomada de decisões.

Para verificar qual dos fatores (ferramentas no uso das tecnologias) os estudantes mais utilizam, e verificar ainda, se a diferença por fator era significativa realizou-se o Teste *t* de Student simples pareando cada fator. Na Tabela 8 estão apresentados os resultados dessas análises, mencionando as médias ponderadas.

Tabela 8. Estatísticas descritivas e comparação dos fatores da EDTEC.

Fatores da EDTEC (pareados)	Média Ponderada*	DP
	t(236)=16,448;p=0,000	
Ferramentas básicas e de comunicação	0,69	0,17
Conceitos e ferramentas de produtividade	0,55	0,22
	t(236)=11,165;p=0,000	
Ferramentas básicas e de comunicação	0,69	0,17
Ferramentas de solução de problemas	0,59	0,19
	t(236)=-4,612;p=0,000	
Conceitos e ferramentas de produtividade	0,55	0,22
Ferramentas de solução de problemas	0,59	0,19

\* A média ponderada para os fatores é calculada pela soma dos escores dos seus itens/número de itens.

Constatou-se diferença estatisticamente significativa entre os três fatores (Tabela 8) e, dentre eles, as ferramentas básicas e as de comunicação são as mais utilizadas pelos estudantes, que entre os seus itens estão à utilização do computador para editar e imprimir textos, o acesso e comunicação com pares pela Internet e a busca de informações em rede. Em seguida as ferramentas de solução de problemas obtiveram média superior do que as ferramentas de produtividade, e, estão associadas à identificação de recursos informatizados disponíveis, inclusive na escola, a escolha de equipamentos que facilitem a realização das tarefas cotidianas, a busca de publicações científicas e a utilização da Internet para atividades escolares, entre outros. As ferramentas de produtividade que obtiveram a menor média entre os estudantes se referem, principalmente, à produção de vídeos, o conhecimento de detalhes técnicos e a avaliação da segurança de sites.

Com objetivo de identificar se houve diferença estatisticamente significativa dos construtos por tipo de ensino frequentado foi utilizada a análise de variância (*ANOVA*) e o teste *post-hoc* de *Tukey*, adotando o nível de significância de 0,05. Por meio dessa análise constatou-se efeito significativo do tipo de ensino, sendo que os estudantes do Ensino Médio Regular obtiveram médias inferiores aos outros dois grupos em todas as provas. Na Tabela 9 é possível verificar os resultados encontrados em cada teste, e ainda os resultados obtidos em cada fator da EDTEC.

Tabela 9. Valores da ANOVA e subconjuntos formados pela prova de Tukey em função do tipo de ensino.

Construtos (ANOVA)	Tipo de Ensino	Subconjunto para $\alpha = 0.05$	
		1	2
Raciocínio Mecânico (F[2, 234]=10,311; p=0,000)	Ensino Médio	9,33	
	Ensino Técnico		11,45
	Ensino Profissionalizante		11,93
	<i>p</i>	1,000	0,739
Raciocínio Espacial (F[2, 234]= 6,322; p=0,002)	Ensino Médio	9,60	
	Ensino Técnico		11,64
	Ensino Profissionalizante		11,74
	<i>p</i>	1,000	0,990
Visualização Espacial F[2, 234]= 6,430;p=0,002)	Ensino Médio	3,42	
	Ensino Técnico		4,83
	Ensino Profissionalizante		5,30
	<i>p</i>	1,000	0,693
Ferramentas básicas e de comunicação (F[2, 234]= 3,416; p=0,034)	Ensino Médio	9,60	
	Ensino Profissionalizante		11,64
	Ensino Técnico		11,74
	<i>p</i>	1,000	0,990
Conceitos e ferramentas de produtividade (F[2, 234]= 3,301; p=0,039)	Ensino Médio	28,42	
	Ensino Profissionalizante	31,32	31,32
	Ensino Técnico		33,36
	<i>p</i>	0,289	0,541
Ferramentas de solução de problemas (F[2, 234]= 6,419; p=0,002)	Ensino Médio	30,19	
	Ensino Profissionalizante	33,74	33,74
	Ensino Técnico		36,30
	<i>p</i>	0,096	0,292
Desempenho em tecnologia da informação e comunicação (F[2, 234]= 5,043; p=0,007)	Ensino Médio	95,71	
	Ensino Profissionalizante	103,80	103,80
	Ensino Técnico		110,80
	<i>p</i>	0,200	0,299

Em todos os instrumentos a prova de *Tukey* indicou a formação de dois grupos, sendo que nos construtos Raciocínio Espacial, Raciocínio Mecânico e Visualização Espacial os estudantes de EMT e EMP obtiveram médias superiores aos do EMR. A Figura 9 apresenta o *Box-plot* dos participantes, considerando o tipo de ensino e o Raciocínio Mecânico.

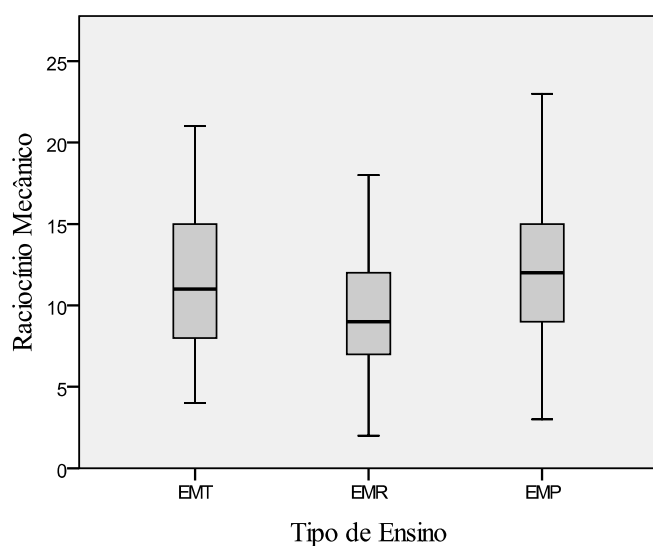


Figura 9. Box-plot dos estudantes considerando o tipo de ensino e o RM.

Esses dados demonstram que os estudantes do EMP e EMT foram melhores do que os do EMR. A Figura 10 apresenta o *Box-plot* dos estudantes, considerando o tipo de ensino e o Raciocínio Espacial.

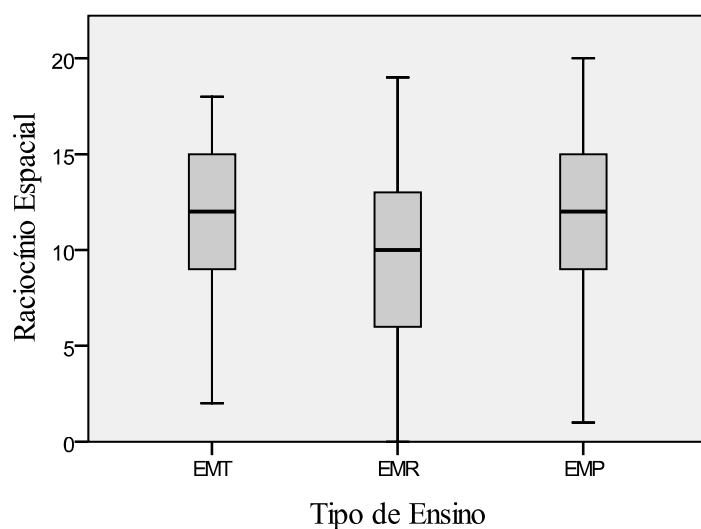


Figura 10. Box-plot dos estudantes considerando o tipo de ensino e o RE.

Esses dados demonstram que os estudantes do EMP e EMT também foram melhores do que os do EMR em raciocínio espacial. Houve inclusive estudantes do EMR que não acertaram nenhum item dessa prova, enquanto no EMP houve aqueles que acertaram todos os

itens. A Figura 11 apresenta o *Box-plot* dos estudantes, considerando o tipo de ensino e a Visualização Espacial.

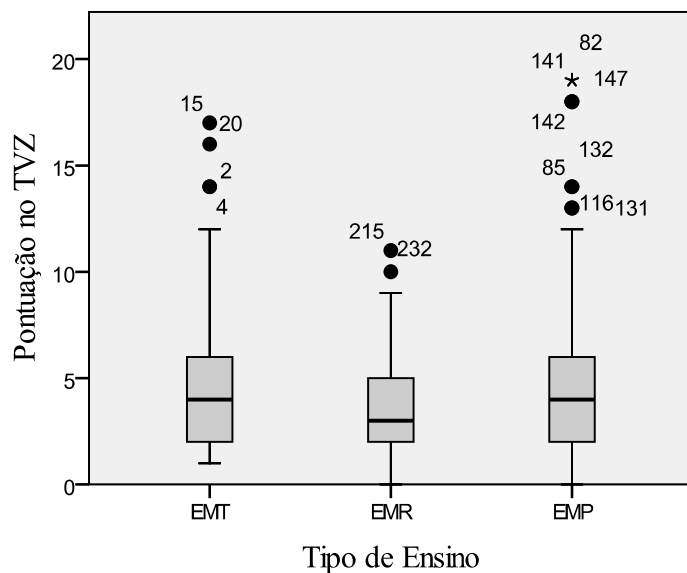


Figura 11. Box-plot dos estudantes considerando o tipo de ensino e a pontuação no TVZ.

Nesse teste os estudantes apresentaram um desempenho inferior aos dos testes de raciocínio. Nesse construto os estudantes do EMR também se saíram piores do que os do EMT e EMP. Destaca-se que houve estudantes que se saíram muito bem nos três tipos de ensino, acima da média de cada tipo, mas houve também estudantes que não acertaram nenhum item nos ensinos regular e profissionalizante.

A formação de grupos descrita anteriormente ocorreu de forma semelhante para o primeiro fator de ferramentas básicas da EDTEC, mas assim como nos outros fatores e no desempenho total em tecnologias da informação os estudantes do EMT obtiveram médias superiores aos demais. Constata-se ainda que nos outros dois fatores da EDTEC e no desempenho em TIC os estudantes do EMP não se diferenciaram dos estudantes do EMR. A Figura 12 apresenta o *Box-plot* dos estudantes, considerando o tipo de ensino e o desempenho em TIC.

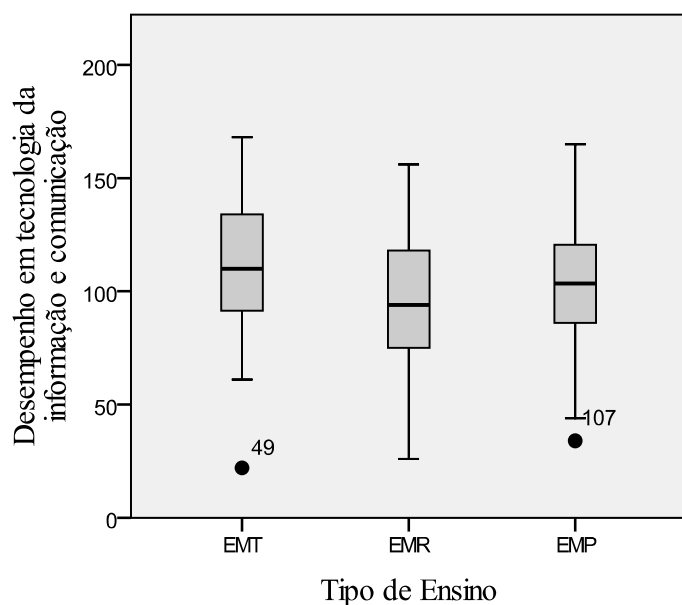


Figura 12. Box-plot dos estudantes considerando o tipo de ensino e o desempenho em TIC.

Nesse teste todos os estudantes do EMT obtiveram desempenho superior aos demais grupos. Destaca-se tanto no EMT quanto no EMP houve estudantes que relataram usar poucos os recursos tecnológicos, pois em cada tipo de ensino um estudante teve desempenho inferior ao grupo.

Para verificar se o desempenho nas tarefas de habilidades espaciais, raciocínio mecânico e utilização de tecnologias têm influência de idade, gênero, curso, série e semestre, considerando a utilização do computador como co-variante, realizou uma análise multivariada (*MANOVA*) adotando o nível de significância de 0,05. A Tabela 10 apresenta essa análise.

Tabela 10. MANOVA para todos os construtos em função da idade, gênero, curso, série e semestre.

Variáveis	Construtos	gl	<i>F</i>	<i>p</i>
Idade	Raciocínio Mecânico	3	1,150	0,331
	Raciocínio Espacial	3	0,831	0,479
	Visualização Espacial	3	2,876	0,038*
	FBC	3	5,843	0,001*
	CFP	3	2,636	0,051*
	FSP	3	1,236	0,298
	Desempenho em TIC	3	3,265	0,023*
Gênero	Raciocínio Mecânico	1	16,035	0,000*
	Raciocínio Espacial	1	1,162	0,283
	Visualização Espacial	1	5,452	0,021*
	FBC	1	0,922	0,338
	CFP	1	2,801	0,096
	FSP	1	1,145	0,286
	Desempenho em TIC	1	2,009	0,158
Curso	Raciocínio Mecânico	4	2,140	0,078
	Raciocínio Espacial	4	1,418	0,230
	Visualização Espacial	4	7,704	0,000*
	FBC	4	0,593	0,668
	CFP	4	0,967	0,427
	FSP	4	0,741	0,565
	Desempenho em TIC	4	0,985	0,417
Série	Raciocínio Mecânico	3	1,422	0,238
	Raciocínio Espacial	3	1,192	0,314
	Visualização Espacial	3	3,124	0,027*
	FBC	3	0,935	0,425
	CFP	3	0,865	0,461
	FSP	3	0,775	0,510
	Desempenho em TIC	3	0,950	0,418
Semestre	Raciocínio Mecânico	1	0,197	0,658
	Raciocínio Espacial	1	2,027	0,156
	Visualização Espacial	1	1,078	0,301
	FBC	1	1,925	0,167
	CFP	1	3,136	0,078
	FSP	1	0,189	0,664
	Desempenho em TIC	1	1,809	0,180

O raciocínio mecânico teve influência estatisticamente significativa apenas do gênero, sendo que os homens ( $M=12,15$ ;  $DP=0,32$ ) obtiveram desempenho superior ao das mulheres ( $M=8,30$ ;  $DP=0,34$ ). Já no raciocínio espacial não se encontrou diferença estatisticamente significativa em nenhuma variável considerando os resultados da MANOVA.

A visualização espacial indicou influência estatisticamente significativa da idade, gênero, curso e série. A prova *post-hoc* de Tukey indicou a formação de dois grupos diferentes considerando a visualização espacial e a idade, como pode ser observado na Tabela 11.

Tabela 11. Subconjuntos formados pela prova de Tukey em função da idade e do desempenho no TVZ.

Idade	N	Subconjunto para $\alpha = 0.05$	
		1	2
15	84	3,90	
17	47	4,04	
16	76	4,79	4,79
18	30		5,87
<i>p</i>		0,490	0,313

Os estudantes com 18 anos foram melhores que os estudantes com 15, 16 e 17 anos, destaque aos estudantes com 16 anos que se saíram melhor do que os estudantes com 17 anos e não se diferenciaram tanto dos estudantes com 18 anos. A Figura 13 apresenta o *Box-plot* dos estudantes, considerando a idade e a Visualização Espacial.

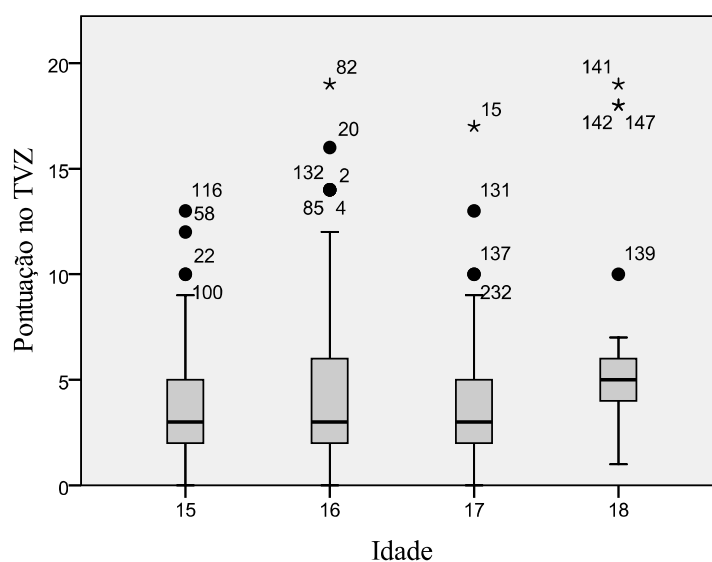


Figura 13. Box-plot dos estudantes considerando a idade e a pontuação no TVZ.



A amplitude da pontuação dos estudantes com 16 anos de idade foi maior que das outras idades, sendo que alguns estudantes não acertaram nenhum item assim como houve aqueles que acertaram 19 itens. Destaca-se que pela mediana, ou seja, os 50% dos estudantes, as idades 15, 16 e 17 anos obtiveram números de acertos semelhantes.

Em relação ao gênero, os estudantes do gênero masculino obtiveram média superior ( $M=5,03$ ;  $DP=0,32$ ) aos estudantes do gênero feminino ( $M=3,39$ ;  $DP=0,29$ ). No que tange ao curso frequentado pelos estudantes (nível técnico e profissionalizante) também se encontrou diferença estatisticamente significativa. A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos pelo teste *post-hoc* de Tukey.

Tabela 12. Subconjuntos formados pela prova de Tukey em função do curso e do desempenho no TVZ.

Curso	N	Subconjunto para $\alpha = 0.05$		
		1	2	3
Logística	23	2,96		
Eletrônica	17	4,59	4,59	
Eletricista de manutenção	29	4,62	4,62	
Mecânica de Usinagem	47	5,02	5,02	
Informática	24		6,79	6,79
Eletroeletrônica	08			9,38
<i>p</i>		0,339	0,262	0,113

Essa análise indicou a formação de três grupos de desempenho no TVZ, os estudantes do curso profissionalizante de Eletroeletrônica obtiveram desempenho superior aos demais, principalmente, quando comparado ao curso técnico de Logística, que obteve a menor média no TVZ. Nas séries frequentadas no Ensino Médio também se encontrou diferença estatisticamente significativa. O teste *post-hoc* de Tukey indicou a formação de dois grupos, esse resultado pode ser encontrado na Tabela 13.

Tabela 13. Subconjuntos formados pela prova de Tukey em função da série e do desempenho no TVZ.

Série do Ensino Médio Regular	N	Subconjunto para $\alpha = 0.05$	
		1	2
1 <sup>a</sup>	69	3,74	
3 <sup>a</sup>	51	4,45	
2 <sup>a</sup>	96	4,53	
Concluído	21		6,57
$p$		0,640	1,000

Referente à série do Ensino Médio destaque aos estudantes que já o concluíram, pois obtiveram desempenho superior aos que ainda estavam estudando. Além disso, semelhante ao resultado obtido com as idades, destaque para os estudantes da 2<sup>a</sup> série do Ensino Médio que obtiveram média superior aos das outras séries, inclusive dos estudantes da 3<sup>a</sup> série. A Figura 14 auxilia a identificação dessas diferenças apresentando o *Box-plot* dos estudantes, considerando a série e a Visualização Espacial.

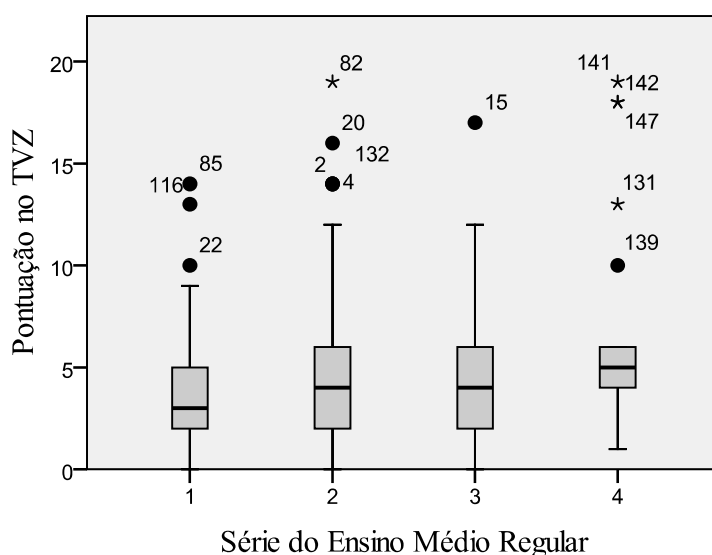


Figura 14. Box-plot dos estudantes considerando a idade e a pontuação no TVZ.

Nessa figura é possível constatar que o aumento das médias dos estudantes que concluíram o Ensino Médio, assim como os da 2<sup>a</sup> série, ocorre por conta dos *outliers*, ou seja,

por conta dos estudantes que se sobressaíram dos demais. Os estudantes da 2ª e da 3ª séries têm praticamente a mesma dispersão desconsiderando os *outliers*.

Referente ao uso dos recursos tecnológicos constatou-se que os fatores, “Ferramentas básicas e de comunicação” e “Conceitos e ferramentas de produtividade”, assim como o desempenho total da EDTEC apresentaram diferença estatisticamente significativa apenas para a variável idade. Já o teste *post-hoc* de *Tukey* indicou a formação de dois grupos, apenas para o fator FBC da EDTEC, que pode ser encontrado na Tabela 14.

Tabela 14. Subconjuntos formados pela prova de *Tukey* em função da idade e do desempenho no fator FCB da EDTEC.

Idade	N	Subconjunto para $\alpha = 0.05$	
		1	2
18	30	34,53	
17	47	37,36	37,36
15	84	38,57	38,57
16	76		41,54
<i>p</i>		0,134	0,114

Constata-se que os estudantes com 16 anos de idade relataram que utilizam mais as ferramentas básicas de tecnologia e as ferramentas de comunicação. Conforme aumentou a idade diminuiu a média. Essa inversão foi confirmada quando se buscou a correlação de *Pearson* para idade e FBC, que obteve uma correlação nula, porém negativa de -0,13 ( $p=0,043$ ). O teste de *Tukey* não indicou a formação de grupos para o fator CFP e para o desempenho total em TIC, a Tabela 15 apresenta a média de cada idade em cada um desses fatores.

Tabela 15. Prova Tukey para idade com o fator CFP e desempenho em TIC.

CFP		Desempenho em TIC	
Subconjunto para $\alpha = 0.05$			
Idade	1	Idade	1
18	29,10	18	97,70
17	29,53	15	100,43
15	30,13	17	100,91
16	32,93	16	108,13
<i>p</i>	0,386	<i>p</i>	0,296

Tanto para o fator CFP como para o desempenho em TIC os estudantes com 18 anos de idade obtiveram desempenho inferior aos demais, assim como os estudantes com 16 anos foram melhores que os outros. O que difere nesses dois itens é a posição dos estudantes com 15 e 17 anos, no desempenho total os estudantes com 17 anos se sobressaem dos estudantes com 15 e 18 anos.

Contudo verificou-se que, pela análise multivariada, alguns construtos sofreram influência de muitas variáveis, como por exemplo, a visualização espacial, enquanto outros não apresentaram diferença significativa para nenhuma variável (e.g. raciocínio espacial). A partir dessa diferença de influência encontrada em cada construto, e de um dos objetivos dessa pesquisa, verificou-se as correlações entre os construtos pelo método de correlação de Pearson, com nível de significância de 0,05. A Tabela 16 sumaria essas correlações, bem como, os valores de *p*.

Tabela 16. Coeficientes de correlação produto momento de Pearson (*r*) e nível de significância (*p*).

Construtos		Desempenho em TIC	Raciocínio Espacial	Raciocínio Mecânico
Visualização Espacial	<i>r</i>	0,09	0,37(*)	0,45(*)
	<i>p</i>	0,085	0,000	0,000
Desempenho em TIC	<i>r</i>		0,20(*)	0,31(*)
	<i>p</i>		0,001	0,000
Raciocínio Espacial	<i>r</i>			0,52(*)
	<i>p</i>			0,000

\* Correlações estatisticamente significativas.

Observa-se que todos os construtos, exceto o desempenho em TIC com a visualização espacial, obtiveram correlações estatisticamente significativas. A visualização espacial, que se refere à capacidade de manipulação mental de imagens tridimensionais (Lohman, 1993), se correlacionou moderada e positivamente com o raciocínio espacial e com o raciocínio mecânico, enquanto exercício cognitivo utilizado para solucionar problemas diferenciados quanto ao seu conteúdo (Almeida, 1998). Esse dado indica que os estudantes que obtiveram bom desempenho em visualização espacial também foram bem nas provas de raciocínio.

O desempenho no uso de recursos tecnológicos obteve correlações moderadas e positivas também com dois tipos de raciocínio, além disso, houve correlação moderada e positiva entre raciocínio espacial e mecânico. Para averiguar se as tendências das correlações foram mantidas controlando o efeito de variáveis (idade, gênero e série), realizou-se a prova de correlação parcial, no qual as tabelas abaixo apresentam essas análises.

Tabela 17. Correlação Parcial ( $r$ ) da Visualização Espacial com os outros construtos, com o controle da idade, do gênero e da série.

	Com controle do efeito da idade	Com controle do efeito do gênero	Com controle do efeito da série
<b>Raciocínio Espacial</b>			
$r$	0,37	0,33	0,36
$p$	0,000	0,000	0,000
<b>Raciocínio Mecânico</b>			
$r$	0,45	0,41	0,44
$p$	0,000	0,000	0,000
<b>Desempenho em TIC</b>			
$r$	0,09	0,06	0,08
$p$	0,153	0,365	0,233

A análise da correlação parcial indicou que os coeficientes de correlação não se alteraram ao se controlarem os efeitos da idade, assim como também as tendências das correlações, mas os coeficientes de correlação diminuíram um pouco quando se controlou os efeitos do gênero e da série. A Tabela 18 apresenta as correlações parciais do raciocínio

espacial com raciocínio mecânico e desempenho em TIC.

Tabela 18. Correlação Parcial ( $r$ ) do Raciocínio Espacial com os outros construtos, com o controle da idade, do gênero e da série.

	Com controle do efeito da idade	Com controle do efeito do gênero	Com controle do efeito da série
Raciocínio Mecânico			
$r$	0,51	0,45	0,51
$p$	0,000	0,000	0,000
Desempenho em TIC			
$r$	0,20	0,16	0,19
$p$	0,002	0,013	0,003

Considerando a relação entre o raciocínio espacial e o raciocínio mecânico, que obteve um índice de correlação de 0,52 ( $p < 0,001$ ), destaca-se que o coeficiente diminuiu ao se controlar o efeito do gênero, o que também acontece entre raciocínio espacial e desempenho em TIC, que de 0,20 ( $p < 0,001$ ) diminuiu para 0,16 ( $p = 0,013$ ). Já para as outras variáveis, idade e série, não houve grandes alterações. A Tabela 19 apresenta as correlações parciais do raciocínio mecânico com o desempenho em TIC

Tabela 19. Correlação Parcial ( $r$ ) do Raciocínio Mecânico com desempenho em TIC, com o controle da idade, do gênero e da série.

	Com controle do efeito da idade	Com controle do efeito do gênero	Com controle do efeito da série
Desempenho em TIC			
$r$	0,31	0,27	0,30
$p$	0,000	0,000	0,000

A análise de correlação parcial entre raciocínio mecânico e desempenho em TIC teve efeito semelhante ao do encontrado com o raciocínio espacial, no qual houve uma diminuição do coeficiente de correlação quando se controlou o efeito do gênero. O raciocínio mecânico se correlacionou positivamente com o desempenho em TIC ( $r = 0,31$ ;  $p < 0,001$ ), e, esse coeficiente diminuiu para 0,27 ( $p < 0,001$ ) retirando o efeito do gênero.

Uma análise de regressão múltipla (método *enter*) foi conduzida para determinar o efeito do desempenho em visualização espacial (variável critério), a partir de três variáveis explicativas, a saber, raciocínio espacial, raciocínio mecânico e desempenho em TIC. A associação entre as variáveis de critério e explicativas foi positiva e moderada ( $R$  múltiplo=0,48), as variáveis explicativas juntas foram responsáveis por 22% ( $R^2$  ajustado) da variância no sucesso no TVZ, sendo que a ANOVA indicou que o plano de regressão para essas variáveis foi significativa ( $F(3,233) = 23,80$ ,  $p < 0,001$ ), sendo improvável que os resultados tenham sido obtidos por erro amostral. A Tabela 20 sumaria os coeficientes de regressão, valores de  $t$  e  $p$ , e, os intervalos de confiança (IC=95%) para cada variável explicativa.

Tabela 20. Coeficientes de regressão, valores de  $t$  e  $p$ , e IC das variáveis explicativas para o desempenho em visualização espacial.

Preditores	Coeficientes de regressão padronizados ( $\beta$ )	$t$	$p$	IC para regressão (95%)	
				Limite inferior	Limite superior
Raciocínio Espacial	0,19	2,869	0,004	0,05	0,26
Raciocínio Mecânico	0,37	5,401	0,000	0,21	0,45
Desempenho em TIC	-0,06	-1,036	0,301	-0,02	0,01

O coeficiente de regressão para raciocínio mecânico foi de 0,37, ou seja, maior que o coeficiente de regressão para a visualização espacial ( $\beta = 0,19$ ). O desempenho em TIC não obteve índice significativo para o coeficiente de regressão, indicando que essa variável não explica o bom desempenho em visualização espacial. Os dois tipos de raciocínio avaliados nesse estudo estão positivos e significativamente relacionados ao sucesso no TVZ, mas os coeficientes de regressão padronizados indicam que o raciocínio mecânico exerce mais

influência sobre o desempenho em visualização espacial que o raciocínio espacial, para a amostra investigada.

De forma geral, destaca-se que os objetivos propostos nesse estudo foram alcançados, pois os resultados indicaram haver diferença nos construtos avaliados em função de algumas variáveis. O objetivo de verificar a influência do tipo de ensino foi alcançado com êxito, pois se encontrou diferença estatisticamente significativa para essa variável, sendo que os estudantes que não estão matriculados em cursos de nível técnico ou profissionalizante obtiveram desempenho inferior aos demais. Quanto ao gênero encontrou-se diferença apenas para a habilidade de visualização espacial e para o raciocínio mecânico, no qual em ambos os testes os homens foram melhores que as mulheres. No que tange a idade, constatou-se melhor desempenho para os estudantes mais velhos, com 18 anos de idade, para os construtos visualização espacial e desempenho em TIC.

As correlações encontradas nesse estudo foram, em sua maioria, estatisticamente significativas, o que indica haver associações entre os construtos avaliados, o que também havia sido proposto como objeto de investigação. Todas as correlações foram positivas, o que revela que os estudantes com melhor desempenho em visualização espacial obtiveram boas notas nos testes de raciocínio. Essa associação também foi constatada referente ao desempenho em TIC e os dois tipos de raciocínio, e entre o raciocínio espacial e o mecânico.

Destarte, destaca-se que os resultados foram importantes para o objetivo geral deste estudo, que fora avaliar essas habilidades enquanto relevantes a serem desenvolvidas no Ensino Médio, e, necessárias para o bom desempenho em algumas disciplinas de cursos de nível universitário (e.g. engenharia, arquitetura, odontologia, entre outros). Nesse sentido, no próximo capítulo serão discutidos os resultados obtidos, embasados pela fundamentação teórica apresentada nos capítulos iniciais.



## DISCUSSÃO

A habilidade espacial tem reconhecida importância no contexto científico da psicologia, diferente do que ocorre no contexto aplicado, onde predomina a avaliação das habilidades verbais (leitura, escrita, compreensão) e outros construtos, pois se acredita que haja maior efetividade do fator verbal e do raciocínio para prognosticar o rendimento acadêmico (Prieto & Velasco, 2006). A habilidade espacial, enquanto capacidade para manipular imagens visuais, foi avaliada nesse estudo por meio de um dos seus mais representativos fatores, a visualização espacial (Lohman, 2000; Prieto & Velasco, 2002; Prieto, 2008). Isso porque para Lohman (2000) a habilidade espacial não pode ser explicada a partir de um único construto, mas sim em função da relação entre várias habilidades espaciais, onde cada uma realça diferentes aspectos do processo de geração, armazenamento, recuperação e transformação de imagens.

A visualização espacial enquanto fator da habilidade espacial (Lohman, 2000; Prieto & Velasco, 2002; Prieto, 2008) foi avaliada nesse estudo a partir de tarefas de desenvolvimento de superfícies em três dimensões (3D), considerada por Olkun (2003) e por Prieto (2008) como importante medida de habilidade espacial. As tarefas de desenvolvimento de superfícies enfatizam mais a precisão do que a velocidade da resposta (Velasco & Kawano, 2002; Prieto & Velasco, 2006). Destaca-se que no currículo do Ensino Médio há a preocupação com o desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas, como por exemplo, na disciplina de Geografia que deve preparar o estudante para localizar, reconhecer, compreender e atuar no mundo complexo, tendo em vista a sua transformação (Brasil, 2008), ou seja, deve desenvolver no estudante capacidades relacionadas com a habilidade espacial. Nesse sentido, há que se refletir sobre o processo de ensino aprendizagem desta etapa da escolaridade básica

da educação, pois, nesse estudo constatou-se que 74,3% dos estudantes não acertaram mais que cinco de 20 itens (menos de 25% do TVZ) no teste que avaliou a visualização espacial.

Além disso, quando se comparou os três tipos de ensino que participaram do estudo verificou-se que os estudantes que frequentam apenas o Ensino Médio tiveram desempenho inferior aos que estão em cursos técnicos ou profissionalizantes, tanto na prova de visualização espacial quanto nas demais provas aplicadas. Esse dado se explica, talvez, pelo fato de que no ensino técnico e profissionalizante a atenção dos professores e do conteúdo pedagógico está direcionada à aprendizagem de alguma profissão (e.g. mecânico de usinagem, eletricista de manutenção, técnico de informática, entre outros), no qual a habilidade espacial está relacionada para predizer o bom desempenho (Lohman, 1993; Prieto, 2008).

Referente ao desempenho e utilização de tecnologias da informação e comunicação, no qual o Ensino Médio regular também obteve desempenho estatisticamente significativo inferior aos demais, destaca-se que no ensino técnico e profissionalizante das escolas dos participantes, contavam com uma sala de informática mais organizada e acessível do que no Ensino Médio regular, os alunos tinham, dentre as disciplinas, o ensino da informática e a utilização do computador como ferramenta para aprendizagem aplicada a outras disciplinas. Essa concepção, apesar de ser proposta curricular do Ensino Médio, que prevê a necessidade de criar condições para que os estudantes se tornem autônomos nas sociedades tecnologicamente complexas e globalizadas, e, o estímulo ao entendimento dos princípios das tecnologias associadas ao conhecimento do indivíduo (Brasil, 2008), foi constatado nessa investigação como vigente apenas no ensino técnico e profissionalizante.

De qualquer forma, destaca-se que, independente do tipo de ensino, verificou-se que os estudantes relataram que utilizam muito os recursos tecnológicos, o computador, por exemplo, é utilizado sempre por 69,8% dos estudantes. Para Joly e Martins (2006), a inserção das tecnologias na educação determina a necessidade de que os estudantes apresentem habilidades tecnológicas básicas, o que foi constatado nesse estudo, pois as ferramentas básicas e as de

comunicação, relacionado às habilidades para atividades de acesso à informação e comunicação em rede, foram as que os estudantes relataram ter maior domínio.

Considerando o padrão apresentado por Martins (2006), no qual o estudante deve estar preparado para acessar e trocar informações e agir de forma colaborativa em rede, os estudantes desta pesquisa também obtiveram bom desempenho. De forma geral, eles relataram que sempre utilizam as ferramentas de solução de problemas, que se refere à identificação e utilização de recursos informatizados na realização das tarefas cotidianas e escolares.

Assim como nos estudos de Czaja, Charness, Fisk, Hertzog, Nair, Roges e Sharit (2006), Joly, Nunes e Istome (2007) e de Joly, Cardoso, Souza e Silva (2009), a idade influenciou significativamente no uso dos recursos tecnológicos nesta investigação. Foi constatado que nos fatores básicos e de comunicação, na utilização das ferramentas de produtividade e no desempenho total em TIC, os estudantes mais jovens apresentaram desempenho superior do que os mais velhos, os estudantes com 16 anos de idade relataram que utilizam mais as ferramentas básicas de tecnologia e as ferramentas de comunicação do que os estudantes com 18 anos. Diferente do encontrado por Joly e Martins (2006), Joly, Nunes e Istome (2007), e por Joly, Cardoso, Souza e Silva (2009) não houve influência de gênero ou de curso de nível superior frequentado pelos estudantes para o desempenho em tecnologias.

O desempenho no uso de recursos tecnológicos obteve correlações estatisticamente significativas, moderadas e positivas, com o raciocínio mecânico e com o raciocínio espacial. Esse dado indica que as pessoas que apresentaram bom desempenho em TIC também tiveram bom desempenho nos instrumentos que avaliaram esses dois tipos de raciocínio. Para Martins (2006), o bom desempenho em tecnologias se refere à habilidade para buscar informações por meio de recursos tecnológicos, já para Almeida (1998) o raciocínio pode ser visto como uma capacidade cognitiva exigida na resolução de problemas simples e complexos, tanto de ordem intelectual como de situações do dia-a-dia, sendo responsável, também, pelos componentes de

tratamento e relacionamento da informação, e está implicado na resolução de tarefas que exigem descobertas de relações. Portanto, a relação entre esses dois construtos encontrada nesse estudo pode ser explicada pelo fato de ambos exigirem uma compreensão e escolha de aplicação de informações.

Na prova de raciocínio espacial os estudantes obtiveram bom desempenho, 62,5% dos estudantes acertaram entre 09 e 16 itens e a média geral ( $M=10,91$ ;  $DP=4,50$ ) foi maior que o ponto médio da prova. Referente o tipo de ensino os estudantes do EMR tiveram desempenho inferior aos estudantes do EMT e do EMP. Não houve influência de nenhuma variável (idade, gênero, curso, série ou semestre) para o raciocínio espacial, distinto do que ocorreu no estudo de Almeida, Lemos, Guisande e Primi (2008), no qual ocorreu um aumento entre as séries e idade. Os autores verificaram um aumento médio de realização cognitiva até os 14 anos, mas houve uma diminuição da média a partir dessa idade.

Já na prova de Raciocínio Mecânico, 63,3% dos estudantes acertaram entre 07 e 13 questões, mas a média geral ( $M=10,82$ ;  $DP=4,14$ ) foi menor que o ponto médio da prova. Houve diferença estatisticamente significativa por tipo de ensino, semelhante ao que ocorreu com raciocínio espacial. O raciocínio mecânico teve influência estatisticamente significativa apenas do gênero, sendo que os homens obtiveram desempenho superior às mulheres.

Para Hegarty (2004) o raciocínio mecânico é definido como o processo cognitivo em que novas informações são obtidas sobre coisas que mudam fisicamente. Ao resolver problemas que exigem a utilização de raciocínio mecânico, as pessoas relatam que simulam mentalmente o que vai acontecer, além disso, o raciocínio mecânico está correlacionado com a capacidade espacial. Esse dado foi confirmado nesse estudo, pois se encontrou correlação estatisticamente significativa positiva entre raciocínio mecânico e raciocínio espacial, e entre os dois tipos de raciocínio com a visualização espacial, assim como, Rammstedt e Rammsayer (2000) que encontraram correlações significativas entre inteligência espacial e raciocínio. Já

os resultados encontrados por Schweizer e cols. (2007) demonstraram haver relação entre raciocínio e visualização espacial.

Nessa pesquisa o construto visualização espacial foi o que mais apresentou influência das variáveis estudadas. No teste de visualização espacial encontrou-se influência estatisticamente significativa para a idade, gênero, curso e série. Referente à idade os estudantes com 18 anos foram melhores que os estudantes com 15, 16 e 17 anos.

Em relação ao gênero os estudantes do gênero masculino obtiveram média superior ( $M=5,03$ ;  $DP=0,32$ ) aos estudantes do gênero feminino ( $M=3,39$ ;  $DP=0,29$ ). Para Prieto (2008) essa diferença já foi encontrada em diversos estudos com estudantes universitários e adultos. Em pesquisa realizada por Rammstedt e Rammsayer (2000), por exemplo, os homens classificaram sua inteligência matemática, raciocínio lógico e inteligência espacial superior ao das mulheres. Prieto e Velasco (2006) também encontraram diferença entre os gêneros utilizando o mesmo teste de visualização espacial aplicado nessa pesquisa. Já no estudo de Contreras e cols. (2007) os homens superaram as mulheres no desempenho global da dinâmica espacial. Kaufman (2007) também encontrou diferenças significativas em testes de memória espacial de trabalho, sendo que os homens obtiveram médias superiores a das mulheres na habilidade espacial, assim como na memória espacial. Assim, o presente estudo aponta para diferenças de gênero em desempenho em visualização espacial para adolescentes, estudantes de Ensino Médio.

No curso frequentado pelos estudantes (nível técnico e profissionalizante) também houve diferença estatisticamente significativa, os estudantes do curso profissionalizante de Eletroeletrônica obtiveram desempenho superior aos demais, principalmente, quando comparado ao curso técnico de Logística, que obteve a menor média. Nas séries frequentadas no Ensino Médio houve diferença estatisticamente significativa, sendo que os estudantes que já o concluíram obtiveram desempenho superior aos que ainda estavam estudando.

Constatou-se nesse estudo a influência principalmente do raciocínio mecânico para o bom desempenho em visualização espacial. Segundo Lohman (1993) testes de habilidades espaciais são conhecidos também por avaliar habilidades práticas e mecânicas, ou seja, para se responder a um item de testes de habilidade espacial o respondente pode utilizar estratégias associadas com o raciocínio mecânico. Além disso, Hegarty (2004) afirma que ao responder às questões práticas as pessoas fazem inferências mecânicas, entende-se por inferência mecânica qualquer processo mental que permite a obtenção de informações sobre como as coisas mudam fisicamente, neste caso, como as figuras tridimensionais do teste de visualização espacial ficaram após sofrerem as transformações simuladas mentalmente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que as pesquisas relatadas por Lohman (1993) e por Prieto, (2008) concluíram que as habilidades espaciais são habilidades preditivas para o sucesso em profissões ligadas às algumas áreas do Ensino Superior (e.g. engenharias, aeronáutica e saúde), esse estudo foi relevante inclusive por avaliá-las na etapa precedente, ou seja, no Ensino Médio. Nesse sentido, essa avaliação poderia ser utilizada como subsídio para o aconselhamento de carreiras. O currículo nacional do Ensino Médio também considera importante desenvolver e avaliar diversas habilidades, no qual se destacam as habilidades tecnológicas e espaciais (Brasil, 2008), que foram junto com o raciocínio mecânico e raciocínio espacial objetos de investigação nessa pesquisa.

A utilização dos recursos tecnológicos no contexto educacional, principalmente como instrumento de acesso a informações, se configura como importante objeto de pesquisa, já que para Phipps e Merisotis (1999) e Joly (2004), a inserção dessas tecnologias determina a aquisição de novas habilidades, as habilidades tecnológicas. Essas habilidades estão descritas em todas as áreas do PCNEM (Brasil, 2008), como pré-requisito para o bom desempenho nas disciplinas do Ensino Médio, principalmente por facilitar o acesso e comunicação de conhecimentos. Portanto, destaca-se que a avaliação do desempenho em TIC, realizada nessa pesquisa, está condizente com o que vem sendo proposto para se avaliar e desenvolver no contexto escolar.

No tangente a avaliação dos raciocínios, destaca-se principalmente a associação que vem sendo encontrada para algumas disciplinas do Ensino Básico (Almeida & Primi, 2004; Lemos & cols., 2008; Almeida & cols., 2008). Além disso, nesse estudo constatou-se a influência do raciocínio mecânico (RM) para o bom desempenho em visualização espacial.

Nessa pesquisa além de se ter avaliado habilidades importantes a serem consideradas no Ensino Médio também se avaliaram àquelas pouco utilizadas para identificação do bom rendimento em testes de inteligência (Prieto & Velasco, 2006; Webb & cols., 2007). Dessa forma, enfatiza-se a importância que a habilidade espacial tem para identificação de talentos, principalmente, se houver interesse em áreas ligado às profissões técnicas, bem como, correlação positiva com bom desempenho em problemas matemáticos (Garderen, 2006).

Entre as limitações encontradas ao longo dessa pesquisa, sublinha-se o fato das escolas de Ensino Médio, mesmo com o grande interesse dos governos federal e estadual (São Paulo) em desenvolver as habilidades tecnológicas, não possuem sala de informática. Algumas escolas de Ensino Médio regular que autorizaram a aplicação do estudo não tinham uma sala de informática estruturada, e a que tinha o acesso só foi possível com agendamento prévio da sala e auxílio do técnico de informática. Essa situação foi bem diferente no Ensino Profissionalizante e Ensino Técnico. Além dessa dificuldade com materiais de aplicação, a quantidade de estudos na área de Avaliação Psicológica com os construtos estudados ainda é bastante restrita, pois como bem observou Prieto e Velasco (2006) o maior interesse está em avaliar as habilidades verbais.

Considerando a inteligência como construto abrangente, formado por um conjunto de habilidades básicas (Flanagan, & cols., 2002; Primi, 2003; Almeida & cols, 2008), sugere-se a avaliação da relação da visualização espacial com outros fatores da inteligência (e.g. raciocínio verbal, compreensão da leitura). Para estudos posteriores pode-se utilizar como desempenho em TIC a habilidade do participante em buscar informações em rede, e, verificar a influência do bom desempenho nessa tarefa para a habilidade espacial. Pode-se também verificar o desempenho dos estudantes em visualização espacial após a participação em programas de desenvolvimento dessa habilidade, utilizando inclusive exercícios informatizados, pois como observaram Prieto e Velasco (2008) e Olkun e cols. (2009), as



habilidades espaciais podem ser melhoradas por meio de atividades de aprendizagem. Sugere-se também verificar a relação da visualização espacial com outros construtos como atenção e memória e com as notas obtidas em disciplinas do Ensino Médio.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, L. S. (1988). *Teorias da inteligência*. Porto: Edição Jornal de Psicologia.
- Almeida, L. S., & Primi, R. (2000). *Baterias de Provas de Raciocínio (BPR-5): Manual técnico*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Almeida, L. S., & Primi, R. (2004). Perfis de capacidades cognitivas na Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5). *Psicologia escolar e educacional*, 8(2), 135-144.
- Almeida, L. S., Guisande, M. A., Primi, R., & Ferreira, A. (2008). Construto e medida da inteligência: construtos da abordagem fatorial. Em A. Candeias; L. Almeida, A. Roazzi, R. Primi (Orgs), *Inteligência: definição e medida na confluência de múltiplas concepções*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Almeida, L. S., Lemos, G., Guisande, M. A., & Primi, R. (2008). Inteligência, escolarização e idade: normas por idade ou série escolar? *Avaliação Psicológica*, 7(2), 117-125.
- Alper, A., & Gülbahar, Y. (2009). Trends and issues in educational technologies: a review of recent research in TOJET. *The Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 8(2), 124-135.
- Anastasi, A., & Urbina, S. (2000). *Testagem Psicológica*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Andriola, W. B. (1997). Avaliação do raciocínio verbal em estudantes do 2º grau. *Estudos de Psicologia*, 2(2), 277-285.
- Andriola, W. B., & Cavalcante, L. R. (1999). Avaliação do raciocínio abstrato em estudantes do ensino médio. *Estudos de Psicologia*, 4(1), 23-37.
- Balbinotti, M. A. A., & Tetreau, B. (2006). Níveis de maturidade vocacional de alunos de 14 a 18 anos do Rio Grande do Sul. *Psicologia em estudo*, 11(3), 551-560.
- Barbosa, M. A. (2006). *Evidências de validade da Bateria BPR-5 para Idosos*. Dissertação de Mestrado, Universidade São Francisco, Itatiba, São Paulo.

- Barros, A. C., Wainer, J., Claudio, K., Ferreira, L. R. R., & Dwyer, T. (2008). Uso de computadores no ensino fundamental e médio e seus resultados empíricos: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 16 (1), 57-68.
- Baumgartl, V. O., & Nascimento, E. (2004). A Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5) aplicada a um contexto organizacional. *Psico-USF*, 9(1), 1-10.
- Baumgartl, V. O., & Primi, R. (2006). Evidências de validade da bateria de provas de raciocínio (BPR-5) para seleção de pessoal. *Psicologia. Reflexão e Crítica*, 19(2), 81-86.
- Brasil (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília: Ministério da Educação.
- Brasil (2008). *Linguagens, códigos e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica*. Brasília: Ministério da Educação.
- Brasil (2008). *Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica*. Brasília: Ministério da Educação.
- Brasil (2008). *Ciências Humanas e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica*. Brasília: Ministério da Educação.
- Burin, D. I., Delgado, A. R., & Prieto, G. (2000). Solution strategies and gender differences in spatial visualization tasks. *Psicológica*, 21, 275-286.
- Campagnoni, F. R., & Ehrlich, K. (1989). Information retrieval using a hypertext-based help system. *ACM Transactions on Information Systems*, 7(3), 271-291.
- Cavas, B., Cavas, P., Karaoglan, B., & Kislal, T. (2009). A study on science teachers' attitudes toward information and communication technologies in education. *The Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 8(2), 20-32.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.

- Compton, V., & Harwood, C. (2003). Enhancing technological practice: an assessment framework for technology education in New Zealand. *International Journal of Technology and Design Education* 13,1–26.
- Contreras, M. J., Rubio, V. J., Peña, D., Colom, R., & Santacreu, J. (2007). Sex differences in dynamic spatial ability: The unsolved question of performance factors. *Memory & cognition*, 35(2), 297-303.
- Corno, L., Cronbach, L. J., Kupermintz, H., Lohman, D. F., Mandinach, E. B., Porteus, A. W., & Talbert, J. E. (2002). *Remaking the concept of aptitude: Extending the legacy of Richard E. Snow*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cruz, M. B. Z. (2008). Estudo de Validade e Precisão da Bateria de Provas de Raciocínio Infantil – BPR-5i. *Dissertação de Mestrado*, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Universidade São Francisco, Itatiba.
- Czaja, S. J., Charness, N., Fisk, A. D., Hertzog, C., Nair, S. N., Rogers, W. A., & Sharit, J. (2006). Factors Predicting the Use of Technology: Findings From the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE). *Psychol Aging*, 21(2), 333-352.
- Delgado, A. R., & Prieto, G. (2004). Cognitive mediators and sex-related differences in mathematics. *Intelligence*, 32, 25–32.
- De Vega, M. & Marschark M. (1996) Visuospatial cognition: an historical and theoretical introduction. Em M. De Vega, M. J. Intons-Peterson, P. N. Johnson-Laird; M. Denis, & M. Marschark (Orgs), *Models of Visuospatial Cognition*. New York: Oxford University Press.
- Downing, R. E., Moore, J. L., & Brown, S. W. (2005) The effects and interaction of spatial visualization and domain expertise on information seeking. *Computers in Human Behavior*, 21(2005) 195–209.

- Flanagan, D. P., Ortiz, S. O., Alfonso, V. C., & Mascolo, J. T. (2002). *The Achievement Test Desk Reference (ATDR): comprehensive assessment and learning disabilities*. Boston: John Allyn & Bacon.
- Garderen D. V. (2006). Spatial visualization, visual imagery, and mathematical problem solving of students with varying abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 39(6) 496-506.
- Gardner, H. (1994) *Estrutura da mente: A teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- Gomes, C. M. A., & Borges, O. N. (2009) Propriedades psicométricas do conjunto de testes da habilidade visuo espacial. *Psico-USF*, 14(1), 19-34.
- Güven B., & Kosa T. The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 7(4), 100-107.
- Hegarty, M. (2004). Mechanical reasoning by mental simulation. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 8(6), 280-285.
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), 684-689.
- Joly, M. C. R. A. (2004). Evidências de validade de uma escala de desempenho docente em informática educacional. *Psico-USF*, 9 (2), 173-180.
- Joly, M. C. R. A., & Martins, R. X. (2006). Estudo de validade de uma escala de desempenho em tecnologias para estudantes. *Psicologia escolar e educacional*, 10(1), 11-20.
- Joly, M. C. R. A., Nunes, C. H. S. S., & Istome, A. C. (2007). Desempenho em tecnologia e traços de personalidade: estudo de validade com universitários. *PSIC - Revista de Psicologia da Vetor Editora*, 8(2), 205-214.
- Kaufman, S. B. (2007). Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability: Can they be accounted for by differences in working memory capacity? *Intelligence*, 35, 211–223.

- Keith, T. Z., Reynolds, M. R., Patel, P. G., Ridley, K. P. (2008). Sex differences in latent cognitive abilities ages 6 to 59: Evidence from the Woodcock-Johnson III Tests of Cognitive Abilities. *Intelligence*, 36 (6), 502-525.
- Lemos, G., Almeida, L., Guisande, A., & Primi, R. (2008). Inteligência e rendimento escolar: análise da sua relação ao longo da escolaridade. *Revista Portuguesa de Educação*, 21(1), 83-99.
- Lohman, D. F. (1993). *Spatial Ability and G*. Paper presented at the first Spearman Seminar, University of Plymouth.
- Lohman, D. F. (2000). *Complex information processing and intelligence*. Em R. J. Sternberg (Ed.) Handbook of human intelligence. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Martins, R. X. (2006). Tecnologias da informação e comunicação: avaliação de desempenho dos estudantes. Em M. C. R. A. Joly, & C. Vectore (Orgs.), *Questões de pesquisa e práticas em Psicologia Escolar*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Mercuri, E. ,& Polydoro, S. A. J. (2003). *Estudante universitário: características e experiências de formação*. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária.
- MEC, Ministério da Educação (2007). [online] Disponível em <[http:// www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)>. Acessado em 25/08/2008.
- Miyake, A., Friedman, N. P, Rettinger, D. A., Shah, P., Arbor A., & Hegarty, M. (2001) How Are Visuospatial Working Memory, Executive Functioning, and Spatial Abilities Related? A Latent-Variable Analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 621-540.
- Olkun, S. (2003). Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities International Journal of Mathematics Teaching and Learning. [online] Disponível em <<http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/sinanolkun.pdf>>. Acessado em 21/08/2009.

- Olkun, S, Smith, G. G., Gerretson, H., Yuan, Y., & Joutsenlahti, J. (2009). Comparing and Enhancing Spatial Skills of Pre-service Elementary School Teachers in Finland, Taiwan, USA, and Turkey. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 1545–1548.
- Orion, N., Ben-Chaim, D., & Kali, Y. (1997). Relationship between earth-science education and spatial visualization. *Journal of Geoscience Education*, 1(45), 129-132.
- Palmquist, R. A., & Kim, K. S. (2000). Cognitive style and on-line database search experience as predictors of web search experience. *Journal of the American Society for Information Science*, 51(6), 558–566.
- Pak, R., Rogers, W. A., & Fisk, A. D. (2006). Spatial Ability Subfactors and Their Influences on a Computer-Based Information Search Task. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 48(1), 154-165.
- Papanastasiou, E. C., & Angeli, C. (2008). Evaluating the Use of ICT in Education: Psychometric Properties of the Survey of Factors Affecting Teachers Teaching with Technology (SFA-T3). *Educational Technology & Society*, 11 (1), 69-86.
- Phipps, R.; Merisotis, J. (1999). What's the difference: A review of contemporary research on the effectiveness of distance learning in higher education. *Journal of Distance Education*, 14. (1), 102-114.
- Prieto, G. (2004). *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*. 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. *Psicología escolar e educacional*, 12(2), 309-317.
- Primi, R. (2003). Inteligência: avanços nos modelos teóricos e nos instrumentos de medida. *Avaliação psicológica*, 2(1), 67-77.
- Primi, R., Bighetti, C. A., Munhoz, A. H., Noronha, A. P. P., Polydoro, S. A. J, Nucci, E. P. D., & Pellegrini, M. C. K. (2002). Personalidade, Interesses e Habilidades: Um estudo correlacional da BPR-5, LIP e do 16PF. *Avaliação Psicológica*, 1(1), 61-72.
- Primi, R.; Almeida, L. S. (2000). Estudo de validação da bateria de provas de raciocínio (BPR-5). *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 16 (2) 165-173.
- Primi, R., Santos, A. A. A., & Vendramini, C. M. M. (2002). Habilidades básicas e desempenho acadêmico em universitários ingressantes. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 7(1), 45-55.
- Primi, R., Bueno, J. M. H., & Muniz, M. (2006). Inteligência Emocional: validade convergente e discriminante do MSCEIT com a BPR-5 e o 16PF. *Psicologia Ciência e Profissão*, 25(1), 26-45.
- Rammstedt, B., & Rammsayer. T. H. (2000). Sex differences in self-estimates of different aspects of intelligence. *Personality and Individual Differences*, 29(2000) 869-880.
- Schelini, P. W., & Wechsler, S. (2006). Estudo da estrutura fatorial da bateria multidimensional de inteligência infantil. *Estudos de Psicologia*, 23(2), 105-112.
- Schweizer, K., Goldhammer, F., Rauch, W., & Moosbrugger, H. (2007). On the validity of Raven's matrices test: Does spatial ability contribute to performance? *Personality and Individual Differences*, 43(8), 1998-2010.
- Souza, C. V. R., Primi, R., & Miguel, F. K. (2007) Validade do teste Wartegg: correlação com 16PF, BPR-5 e desempenho profissional. *Avaliação Psicológica*, 6(1), 39-49.



- Spearman, C. (1927). *Las habilidades del hombre: su naturaleza y medición*. Editorial Paidós: Buenos Aires.
- Teixeira, M. A. P., Bardagi, M. P., & Hutz, C. S. (2007). Escalas de exploração vocacional (EEV) para universitários. *Psicologia em Estudo*, 12(1), 195-202.
- 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.
- Vicente, K. J., Hayes, B. C., & Williges, R. C. (1987). Assaying and Isolating Individual Differences in Searching a Hierarchical File System. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 29(3), 349-359.
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2008). Relatório de monitoramento de educação para todos Brasil 2008: educação para todos em 2015; alcançaremos a meta? Brasília.
- Webb, R. M., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2007). Spatial ability: A neglected dimension in talent searches for intellectually precocious youth. *Journal of Educational Psychology*, 99(2), 397-420.
- Wechsler, S. M., & Schelini, P. W. (2006) Bateria de Habilidades Cognitivas Woodcock-Johnson III: validade de construto. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 22(3), 287-296.

## **ANEXOS**

ESCALA DE DESEMPENHO EM TECNOLOGIAS PARA EDUCAÇÃO – EDTE (Joly & Martins, 2006).<sup>1</sup>

Baseado nos padrões da International Society for Technology in Education - ISTE: *Resources for assessment, Standards for Students* (ISTE, 2003)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Sr(a)

Estamos realizando a pesquisa com o objetivo de conhecer quais são os recursos tecnológicos usados em seu cotidiano. O nosso estudo visa caracterizar, no contexto educacional, as novas tecnologias presentes em atividades de aprendizagem e no meio social, a fim de analisar qual é sua real importância como estratégia educacional. Portanto, sua participação será de extrema importância. **Os seus dados serão guardados de forma confidencial, protegendo assim seu anonimato.** Caso concorde em participar desse estudo, identifique-se no espaço abaixo.

Eu, \_\_\_\_\_ portador do R.G. \_\_\_\_\_  
residente à rua \_\_\_\_\_, n° \_\_\_\_\_ cidade \_\_\_\_\_, estado de \_\_\_\_\_,  
concordo em participar como voluntário (a) da pesquisa acima citada.

Assinatura do (a) participante \_\_\_\_\_

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO:**

1. Iniciais do nome: \_\_\_\_\_
2. Data de nascimento: // \_\_\_\_\_
3. E-mail (caso possua): \_\_\_\_\_
4. Sexo: Feminino ( ) Masculino ( )
5. Está cursando: \_\_\_\_\_  
Médio ( )  
Tecnológico ( )  
Graduação: ( )  
Nome do Curso: \_\_\_\_\_
6. Trabalha: ( ) Sim ( ) Não
7. Uso o computador ( ) nunca ( ) às vezes ( ) sempre

**INSTRUÇÕES PARA RESPONDER À ESCALA**

A *Escala de Desempenho em Tecnologias para Educação* tem por objetivo verificar o perfil do aluno quanto ao uso da tecnologia. No espaço ao lado de cada item marque com um "X" um dos números, conforme os critérios abaixo definidos. **Escolha apenas uma resposta para cada item e, por gentileza, responda a todos os itens, sempre com uma das opções.**

ESCALA: 0 *Nunca* / 1 *Algumas Vezes* / 2 *Muitas Vezes* / 3 *Sempre*

Recebo e-mails.	0	1	2	3
Sei imprimir textos usando o computador.	0	1	2	3
Acesso sites.	0	1	2	3
Sei usar Palm.	0	1	2	3
Faço download de filmes e/ou musicas.	0	1	2	3
Sei avaliar se um site é seguro.	0	1	2	3

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (1ª via)  
AREA DE CIÊNCIAS HUMANAS E EXATAS  
CEP – CHE/USF

<sup>1</sup> Este documento é um exemplo da EDTE, não devendo ser utilizado para avaliação.

Habilidades Espaciais, Raciocínio e Desempenho em Tecnologias da Informação: estudo correlacional com Ensino Médio

Eu,....., dou meu consentimento livre e esclarecido para participar como voluntário do projeto de pesquisa supra-citado, sob a responsabilidade do(s) pesquisador(es) Diego Vinícius da Silva, aluno do curso de Mestrado em Avaliação Psicológica, e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly, professora da Universidade São Francisco.

Assinando este Termo de Consentimento estou ciente de que:

1 - O objetivo da pesquisa é avaliar as habilidades espaciais, raciocínio mecânico e desempenho em tecnologias da informação.

2 - Durante o estudo serão utilizados quatro instrumentos para avaliação dos construtos de interesse. O Teste Informatizado de Visualização Espacial avalia o construto visualização espacial. As provas de Raciocínio Espacial e Raciocínio Mecânico da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5) medem, respectivamente, os raciocínios espacial e mecânico. A Escala de Desempenho em Tecnologias para Educação – EDTE visa identificar características de desempenho e de uso eficaz dos recursos tecnológicos. Tempo estimado para aplicação é de duas horas.

3 - Não causará riscos conhecidos na saúde física ou mental, mas poderá causar constrangimento.

4 - Obtive todas as informações necessárias para poder decidir conscientemente sobre a minha participação na referida pesquisa;

5 - Estou livre para interromper a qualquer momento minha participação na pesquisa;

6 - Os dados pessoais do participante serão mantidos em sigilo e os resultados gerais obtidos através da pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos do trabalho, expostos acima, incluída sua publicação na literatura científica especializada;

7 - Poderei contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Francisco para apresentar recursos ou reclamações em relação à pesquisa através do telefone: 11 – 4534 8117.

8 - Poderei entrar em contato com o responsável pelo estudo, mestrando Diego Vinícius da Silva, sempre que julgar necessário pelo telefone 11 4534 8103.

9- Este Termo de Consentimento é feito em duas vias, sendo que uma permanecerá em meu poder e outra com o pesquisador responsável.

Itatiba, de ..... de 200\_\_.

.....

Assinatura do Voluntário ou do Responsável Legal:

.....

Diego Vinícius da Silva

.....

Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly

Habilidades Espaciais, Raciocínio e Desempenho em Tecnologias da Informação: estudo correlacional com Ensino Médio

Eu,.....abaixo assinado, dou meu consentimento livre e esclarecido para o menor de minha responsabilidade .....participar como voluntário do projeto de pesquisa supracitado, sob a responsabilidade do(s) pesquisador(es) Diego Vinícius da Silva, aluno do curso de Mestrado em Avaliação Psicológica, e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly, professora da Universidade São Francisco.

Assinando este Termo de Consentimento estou ciente de que:

1 - O objetivo da pesquisa é avaliar as habilidades espaciais, raciocínio mecânico e desempenho em tecnologias da informação.

2- Durante o estudo serão utilizados quatro instrumentos para avaliação dos construtos de interesse. O Teste Informatizado de Visualização Espacial avalia o construto visualização espacial. As provas de Raciocínio Espacial e Raciocínio Mecânico da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5) medem, respectivamente, os raciocínios espacial e mecânico. A Escala de Desempenho em Tecnologias para Educação – EDTE visa identificar características de desempenho e de uso eficaz dos recursos tecnológicos. Tempo estimado para aplicação é de duas horas.

3- Não causará riscos conhecidos na saúde física ou mental, mas poderá causar constrangimento.

4 - Obtive todas as informações necessárias para poder decidir conscientemente sobre a participação de meu filho na referida pesquisa;

5 – Meu filho livre para interromper a qualquer momento a participação na pesquisa;

6 – Os dados pessoais do participante serão mantidos em sigilo e os resultados gerais obtidos através da pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos do trabalho, expostos acima, incluída sua publicação na literatura científica especializada;

7 - Poderei contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Francisco para apresentar recursos ou reclamações em relação à pesquisa através do telefone: 11 – 4534 8117.

8 - Poderei entrar em contato com o responsável pelo estudo, mestrando Diego Vinícius da Silva, sempre que julgar necessário pelo telefone 11 4534 8103.

9- Este Termo de Consentimento é feito em duas vias, sendo que uma permanecerá em meu poder e outra com o pesquisador responsável.

Itatiba, de \_\_\_\_\_ de 200\_\_.

.....

Assinatura do Voluntário ou do Responsável Legal:

.....

Diego Vinícius da Silva

.....

Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly