

VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática



ULBRA - Canoas - Rio Grande do Sul - Brasil

16, 17 e 18 de outubro de 2013

Comunicação Científica



O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE DE VISUALIZAÇÃO ESPACIAL POR MEIO DE ATIVIDADES LÚDICO-PEDAGÓGICAS

Gilson Braviano¹

Giselle Cristiane Martins Lunardelli²

Educação Matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental

Resumo: Este trabalho propõe a realização de atividades lúdico-pedagógicas com o intuito de contribuir para o desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial dos alunos. São analisados os resultados de um experimento realizado com base nas atividades propostas em turmas do ensino fundamental e médio. Tal análise compara, através de testes de inferência estatística, os resultados obtidos pelos alunos, antes e depois das atividades, buscando inferir se poucas horas de atividades lúdicas no campo da percepção visual podem melhorar significativamente a visualização espacial dos estudantes. Os resultados indicam que há melhora significativa da habilidade de rotação mental nos alunos, após um número reduzido de aulas.

Palavras Chaves: Visualização Espacial. Rotação Mental. Mental Rotation Test.

INTRODUÇÃO

No ensino fundamental e médio, poucas são as atividades realizadas especificamente para o desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial - HVE dos alunos, a qual determina a capacidade do estudante para gerar, reter, recuperar e transformar imagens visuais.

A qualidade da HVE é muito requerida em determinadas profissões, tanto na área artística, como no campo técnico e científico, sendo a matemática a disciplina ideal para seu desenvolvimento. Deficiências na HVE fazem com que estudantes, já em nível universitário, apresentem grande dificuldade na aprendizagem dos conteúdos de disciplinas como

¹ Doutor. Universidade Federal de Santa Catarina. Gilson@cce.ufsc.br

² Licenciada em Matemática. Professora no Colégio Visão - Florianópolis. Gisellelunardelli@hotmail.com

Geometria Descritiva, Perspectiva, Desenho Técnico, Projeto Mecânico, Civil, Topográfico, entre outros.

Nas últimas décadas, diversas pesquisas têm sido realizadas neste campo. Em particular, a partir da década de 1970, a Psicologia Cognitiva tem realizado estudos empíricos e teóricos envolvendo a representação mental da informação espacial (DE VEGA e MARSCHARK, 1996). Velasco e Kawano (2002) afirmam que 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.

Os resultados das pesquisas realizadas por Prieto (2008) indicam, na maior parte dos testes de habilidade de visualização espacial, que os homens têm desempenho superior às mulheres, mas nas provas de memória essa situação se inverte. A maioria dos estudos, entretanto, está focado em alunos de nível superior, geralmente cursando alguma engenharia, arquitetura ou artes.

Este trabalho busca contribuir com o desenvolvimento da HVE através da análise da inserção de atividades lúdicas realizadas em salas de aula de ensino fundamental e médio, comparando o impacto dessas atividades no ganho de desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial dos alunos, sobretudo na categoria rotação mental.

HABILIDADE DE VISUALIZAÇÃO ESPACIAL - HVE

A habilidade de visualização espacial – HVE – compreende, de acordo com Choi (2001), três categorias distintas: rotação mental, percepção espacial e visualização espacial, sendo que a primeira delas receberá, neste trabalho, um olhar mais atento, do ponto de vista da Educação Matemática.

A rotação mental é a habilidade de manipular, rotacionar, torcer ou inverter objetos tridimensionais, apenas imaginando-os no nível mental, colocando-os em diferentes posições. Esta categoria prioriza a rapidez, tanto que a aplicação de testes para tal habilidade é feita em um tempo reduzido. A percepção espacial é a capacidade que o indivíduo tem de observar informações visuais e fazer relações espaciais. Já a visualização espacial prioriza a precisão na execução e, portanto, diferente da rotação mental, não avalia o tempo. Nesta categoria são aplicados intervalos de tempo maiores e envolvem construções mentais de imagens tridimensionais. Choi (2001) defende que a rotação mental e a visualização espacial são as duas categorias de maior importância no que se refere o estudo da HVE.

Os instrumentos utilizados para avaliar o nível de habilidade de visualização espacial de um indivíduo são denominados Testes de Visualização Espacial (TVE), sendo que os mais utilizados são compostos por tarefas usando quebra-cabeças, cubos encaixados, desenvolvimento de superfícies, dobraduras de papéis, transformações em duas e três dimensões, entre outros tipos. Dentre esses testes, alguns tem mais tradição de uso: o *Mental Rotation Test (MRT)*, o *Mental Cutting Test (MCT)*, o *Test de Visualización (TVZ)*, o *VR-MRT* e o *MCT-Schnitte*. Neste artigo, será dada ênfase ao MRT, voltado à avaliação da habilidade em realizar rotações mentais. Maiores informações sobre os diversos testes podem ser encontradas em Seabra (2009).

O *Mental Rotation Test (MRT)* foi desenvolvido e aprimorado para avaliar a habilidade de rotação mental do indivíduo. É composto por figuras formadas por 10 cubos sólidos unidos por suas faces, formando três ângulos retos. Em cada questão (Figura 1), contendo um destes objetos, à esquerda, solicita-se que o sólido seja comparado a outros quatro para identificar os dois que, em posição diferente, representam o mesmo objeto.

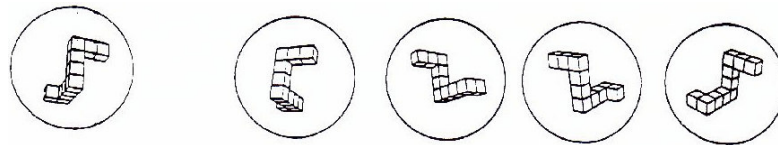


Figura 1 - Exemplo de questão do MRT

O teste é dividido em três partes. A primeira apresenta instruções e exemplos de como resolver o teste, enquanto as duas outras partes, com 10 questões cada uma, devem ser resolvidas em um tempo recomendado de cinco minutos cada, podendo este tempo variar de acordo com o nível de habilidade esperado pelo grupo avaliado. Conforme Shepard e Metzler (1971), é recomendado dar um ponto e considerar a questão correta somente quando apenas as duas alternativas corretas forem marcadas e não creditar ponto em qualquer outro caso. Outros pesquisadores, porém, sugerem dar um ponto para cada resposta correta, mas zerar a questão se for assinalada uma das incorretas. Esta maneira dá ao avaliado a possibilidade de, em caso de dúvida, não assinalar, para não perder a questão caso assinale uma errada. Desta forma o avaliado terá uma pontuação máxima de 40 pontos. Esta é a opção utilizada no estudo apresentado neste artigo, para avaliar a HVE dos participantes do experimento.

PROPOSTA DE ATIVIDADES E DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

As atividades propostas nesta seção foram elaboradas e implementadas no contexto de um TCC – Trabalho de Conclusão de Curso. Para mensurar a HVE dos participantes deste estudo, antes e depois da realização das atividades lúdico-pedagógicas, utilizou-se o teste de rotação mental MRT, apresentado na seção anterior.

Segundo Lunardelli (2012), para evitar que ocorressem erros ocasionados pela não compreensão de como preencher o teste, decidiu-se realizar uma explicação clara, que garantisse o entendimento do preenchimento do teste pelos alunos. Para isso, foram confeccionados modelos de sólidos, semelhantes aos do teste, exemplificando como proceder para responder às questões. Este cuidado foi considerado importante no sentido de minimizar a quantidade de “chutes” no teste, fator prejudicial a análise dos dados.

O experimento foi realizado no período de outubro a dezembro de 2012, no Colégio Visão, uma escola privada localizada em Florianópolis-SC, durante as aulas de matemática, sob a supervisão da Auxiliar de Ensino do Colégio. Das quatro aulas semanais de matemática, com 50 minutos de duração, duas foram previstas para a concretização da primeira etapa, onde foi aplicado o pré-teste; duas para a segunda etapa; e uma última aula, para a terceira etapa, onde foi realizado o pós-teste. Os alunos foram convidados a participar do experimento, sendo permitido que aqueles que não desejassem pudessem fazer outra atividade em sala, desde que isso não atrapalhasse o grupo. O Quadro 1 ilustra a distribuição dos participantes, por turma. Devido à pequena quantidade de alunos do 1º ano e do 2º ano do Ensino Médio, optou-se por colocá-los em um único grupo.

Quadro 1 - Distribuição dos alunos por turma, sexo e faixa etária

Série / Tipo de Ensino	Total de alunos	Feminino	Masculino	Faixa etária
6ºano-Ensino Fundamental	21	12	9	10 a 11 anos
7ºano-Ensino Fundamental	21	8	13	11 a 15 anos
8ºano-Ensino Fundamental	15	9	6	12 a 13 anos
9ºano-Ensino Fundamental	13	7	6	13 a 15 anos
1ºano-Ensino Médio	12	7	5	14 a 16 anos
2ºano-Ensino Médio	4	1	3	15 a 17 anos

Em cada turma onde que ocorreu o experimento, foi explicado de forma breve aos alunos um pouco do que seriam as Habilidades de Visualização Espacial e sua significativa relação com a matemática. Na sequência, foi apresentado o MRT e as devidas orientações sobre o preenchimento do mesmo (Figura 2a). Com o auxílio de um sólido previamente

construído, formado por 10 cubos unidos pelas faces, idêntico ao da figura da orientação do Teste MRT, desenvolveu-se um exemplo, de forma a esclarecer como encontrar as duas alternativas correspondentes à imagem inicial rotacionada (Figura 2b e Figura 2c).

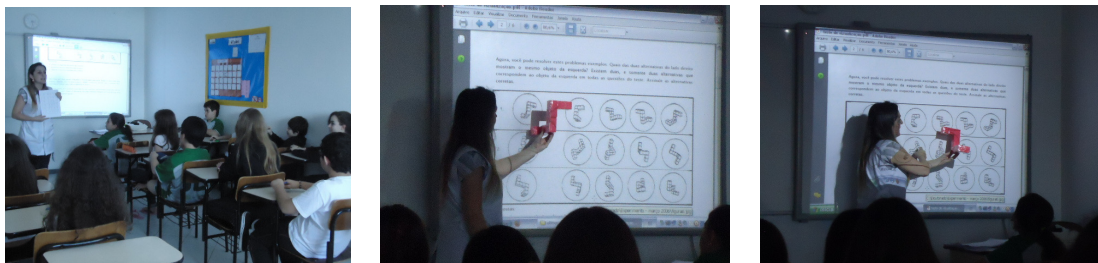


Figura 2 - Orientações sobre o MRT e seu preenchimento

Foram entregues os formulários para preenchimento do teste e, conforme as orientações, os alunos tiveram 10 minutos para resolver cada parte do teste. O *Mental Rotation Test (MRT)* original sugere que cada parte seja feita em 5 minutos, porém, em virtude da faixa etária deste grupo, optou-se por destinar 10 minutos para cada uma das partes, compostas por 10 questões cada. Desta forma, cada aluno teve um tempo médio de um minuto por questão. Ao final do teste, nenhum aluno foi autorizado a levá-lo consigo nem teve acesso ao gabarito, visto que o mesmo teste seria aplicado posteriormente.

As atividades lúdico-pedagógicas foram desenvolvidas em duas aulas de 50 minutos cada. Na primeira delas, os alunos sentaram em duplas, um de frente para o outro. Cada dupla recebeu pequenos cubos de madeira e duas folhas de papel em branco. Foram orientados a encaixar seus cubos, um acima do outro, ao lado, para frente ou para trás, com esses encaixes ficando a critério de cada dupla, usando de 10 a 15 cubos, apenas com a restrição que as montagens não fossem simétricas. Após a montagem das formas, cada aluno deveria desenhar em sua respectiva folha suas vistas frontal, posterior, lateral esquerda, lateral direita e superior, sem se levantar. Após o término dos desenhos, cada dupla teve a tarefa de comparar os desenhos feitos. Na maioria das duplas, houve a percepção que a vista frontal de um equivalia à vista posterior do outro e que a vista lateral esquerda de um era a vista lateral direita do outro. Em algumas situações onde as vistas opostas não coincidiram, eles puderam se levantar para, juntos, identificarem o erro em algum dos desenhos. Com o desenvolvimento desta percepção através de diferentes encaixes, a tarefa de comparar seus desenhos com os do colega de dupla e efetuar possíveis correções foi ficando mais simples e automática.

Na aula seguinte, foi aplicado o *Jogo dos Empilhamentos*, criado por Paulo César Sanfelice e Anvimar Gasparello, em 2010. Este Jogo consiste em fazer uma combinação com faces de dois grandes dados, sendo que uma delas representará a vista lateral e a outra a vista frontal de um sólido. Para tanto, se tem seis possibilidades de vistas laterais (A a F) e seis possibilidades de vistas frontais (1 a 6).

Ao jogarem-se os dados, previamente construídos (Figura 3a), ocorre uma combinação (exemplo: 3E) e deve-se procurar, dentre a representação de 36 sólidos, aquele representado pela combinação.

Nesta atividade, os alunos sentaram-se em duplas, um de frente para o outro, cada um com sua cartela, a qual continha a representação de 36 sólidos (Figura 3b). A cada vez que os dados eram lançados, os alunos buscavam individualmente identificar o sólido correspondente à combinação das vistas dos dois dados. Após ser dada a resposta, comparavam sua resposta com a de seu companheiro de dupla, computando um ponto para cada acerto. Ganharia o jogo aquele aluno da dupla que fizesse mais pontos.

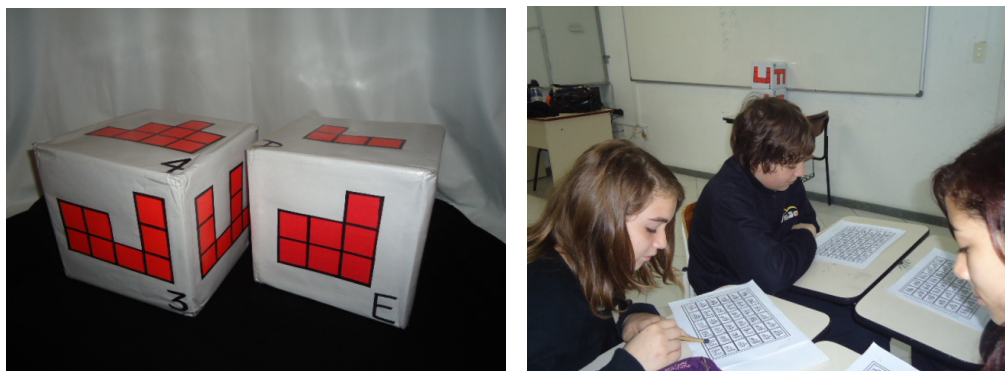


Figura 3 – (a) Dados usados no Jogo dos Empilhamentos e (b) atividade com alunos

Segundo Lunardelli (2012), não houve dificuldades para a compreensão do jogo pelos alunos e percebeu-se em todas as turmas alto grau de entusiasmo, talvez por esta atividade ter caráter competitivo. Os alunos se envolveram muito e não queriam parar de jogar.

Após as duas aulas onde os alunos vivenciaram atividades lúdicas, cujo objetivo foi trazer à tona referenciais associados à HVE já presentes em sua memória, realizou-se uma segunda aplicação do MRT (Figura 4), tomando o cuidado de explicar que não se tratou de teste de inteligência e instigando-os para que se esforçassem na melhora do desempenho. Explicou-se, em cada turma, que o intuito dos jogos realizados nas duas aulas anteriores foi de estimulá-los ao desenvolvimento do raciocínio espacial para verificar se ocorreria melhora

significativa ao responderem às mesmas questões. Relembrou-se as orientações para preenchimento do MRT e o pós-teste foi aplicado com dez minutos para a resolução de cada parte.



Figura 4 - Alunos resolvendo o MRT

DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A pontuação de cada aluno, antes e depois do experimento descrito na seção anterior, foi inserida em uma planilha do Excel e se procedeu a uma análise comparativa baseada em testes de inferência estatística, visando inferir se poucas horas de atividades lúdicas no campo da percepção visual, com foco na HVE, poderiam melhorar significativamente a visualização espacial dos alunos. Os resultados são apresentados e discutidos a seguir.

Optou-se por utilizar testes não-paramétricos de inferência estatística, devido a não comprovação de normalidade em todas as distribuições analisadas.

Inicialmente, objetivando analisar o experimento como um todo, sem considerar a divisão dos estudantes por turmas, testou-se a significância do aumento da média de 21,10 pontos (com desvio padrão 11,24 no pré-teste) para 24,24 pontos (com desvio padrão 12,30 no pós-teste) considerando os 86 alunos participantes das duas etapas. Para tanto, utilizou-se o Teste não paramétrico pareado da Dupla Análise de Variância de Friedman, que forneceu um valor $p < 0,001$. Este resultado confirma que o experimento gerou melhoras significativas no aumento da HVE dos alunos em geral.

A Figura 5 ilustra o aumento percentual do desempenho após a aplicação dos jogos em cada uma das turmas. O 8º ano foi aquele onde houve o menor progresso, com notas no pós-

teste superiores na faixa de 6% em relação ao pré-teste. Já o 7º ano apresentou o maior aumento percentual, que ultrapassou a faixa dos 20%.

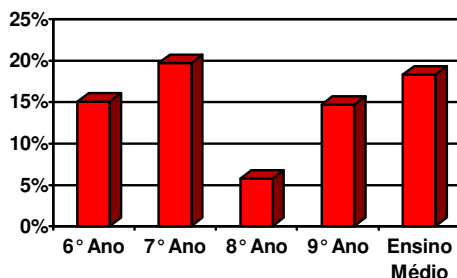


Figura 5 - Aumento percentual médio do desempenho das turmas no MRT

Sendo pequena a quantidade de alunos por turma e grande o desvio padrão associado a cada distribuição, decidiu-se verificar se esses aumentos são estatisticamente significativos em cada turma. Deste modo, utilizou-se o Teste da Dupla Análise de Variância de Friedman para todas as turmas isoladamente, sendo que foram obtidos os níveis de significância $p=0,126$ para o sexto ano, $p=0,059$ para o sétimo ano, $p=0,781$ para o oitavo ano, $p=0,405$ para o nono ano e $p=0,002$ para o agrupamento contendo o primeiro e o segundo anos do ensino médio. Esses valores somente permitem afirmar com uma confiança de 95% que houve aumento significativo com os alunos do ensino médio. Ressalta-se que mesmo o aumento percentual associado ao ensino médio não tendo sido o maior, dentre as turmas que participaram do experimento, foi aquele que ofereceu maiores indícios de que o experimento teve efeito positivo no desenvolvimento da HVE dos alunos, devido ao fato de os desvios padrões terem sido relativamente menores que aqueles observados nas outras turmas e, também, ao número de pessoas analisadas neste grupo ser superior. Observa-se que o valor de p para o sétimo ano ficou muito próximo dos tradicionais 95% de confiança, chegando ao patamar de 94,1%.

Optou-se por agrupar as turmas de ensino fundamental e testar se ocorreu diferença significativa no aumento entre os alunos do ensino fundamental, agrupados, e do ensino médio. O Teste de Kruskal-Wallis forneceu a probabilidade de significância $p=0,2541$, indicando que a melhora dos resultados não está estatisticamente relacionada ao fato de os alunos estarem cursando ensino fundamental ou médio. Assim, este estudo indica que a capacitação dos alunos tem potencial para gerar aumentos tanto no nível fundamental como no médio.

A Figura 6 permite que se visualize como se deu o aumento, tanto no grupo masculino como no feminino. Percebe-se que os indivíduos do sexo masculino tiveram melhor desempenho tanto antes quanto depois da aplicação dos jogos. Objetivando analisar se houve diferença significativa entre o progresso dos alunos, em função do sexo, o Teste não paramétrico de Kruskal-Wallis forneceu uma probabilidade de significância $p=0,9586$, indicando que a melhora dos resultados não está estatisticamente relacionada ao sexo. Assim, este estudo indica que a capacitação dos alunos gera aumentos estatisticamente similares tanto no grupo masculino quanto no feminino.

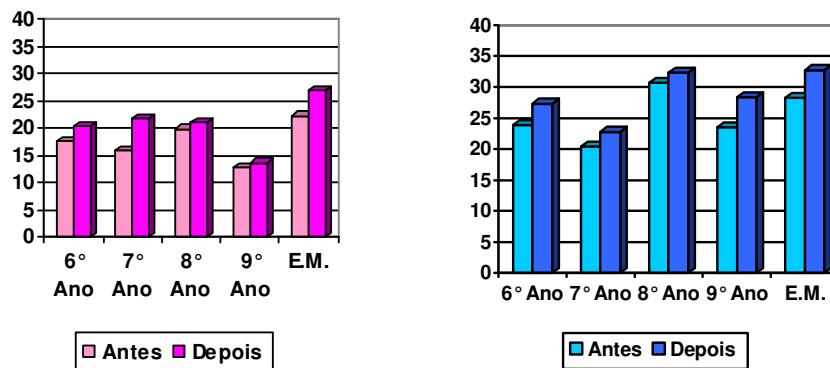


Figura 6 - Desempenho médio no MRT, por turma e sexo (feminino à esquerda e masculino à direita), antes e depois do experimento

A Figura 7 permite que se visualize como os aumentos percentuais variaram em função do sexo, em cada turma. O nono ano foi o único em que o grupo masculino obteve maior aumento e, dentro os outros grupos onde ocorreu o experimento, o sétimo ano se destacou como aquele com maior diferença percentual de aumento em favor do grupo feminino.

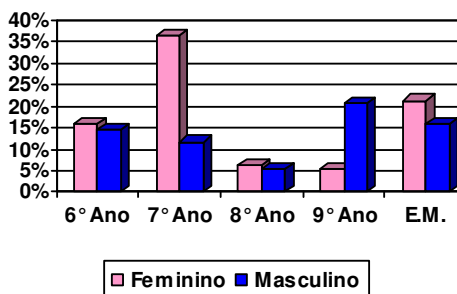


Figura 7 - Aumento percentual do desempenho no MRT, por sexo, após o experimento

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da Habilidade de Visualização Espacial ser muito importante em diversas áreas, os alunos da educação básica não apresentam bons resultados quando são submetidos a testes específicos. Possivelmente tais alunos terão dificuldades nos campos da matemática relacionados à geometria espacial e, mesmo aqueles cursando graduação em cursos como arquitetura, engenharias e artes, necessitarão preencher a lacuna deixada na sua trajetória escolar.

O estudo apresentado neste artigo objetivou mostrar que, com poucas horas de atividades lúdico-pedagógicas um indivíduo poder melhorar significativamente sua HVE. A análise dos resultados do experimento descrito indicou que a melhora dos resultados não está estatisticamente relacionada à série que os alunos estão cursando, já que o experimento gerou melhoras significativas na HVE em todas as turmas, independente da idade dos alunos. Isto significa que o uso de algumas aulas em turmas do ensino fundamental com esta temática tem o potencial de trazer à tona conhecimentos que no cotidiano são usados de forma intuitiva, e usá-los para alavancar seu desenvolvimento e ampliação.

Os resultados dos testes mostraram ainda que os alunos do sexo masculino obtiveram um melhor rendimento na pontuação nas duas etapas de realização do teste, porém ambos os sexos obtiveram melhora semelhante após a aplicação dos jogos.

Esta pesquisa confirma a importância de se explorarem mais recursos lúdicos como estratégias didáticas, aumentando o estímulo e o potencial de contribuição do processo ensino-aprendizagem na formação dos alunos. Os resultados específicos apontam para a validade de uma capacitação dos estudantes para melhorar a HVE, o que pode contribuir para minimizar problemas futuros na vida acadêmica e profissional. As aulas de matemática mostram-se um espaço adequado para a realização destas atividades.

REFERÊNCIAS

CHOI, J. **Sex Differences in Spatial Abilities in Humans: Two Levels of Explanation**. In: Vokey, J. R.; Allen, S. W. *Psychological Sketches*, Department of Psychology and Neuroscience, University of Lethbridge, 5ª ed., 2001.

DE VEGA, M. & MARSCHARK M. **Visuospatial cognition: an historical and theoretical introduction.** In: 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, 1996.

LUNARDELLI, G. C. M. **Habilidade de visualização espacial.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

PRIETO, G. **Las Aptitudes Espaciales.** In: A. Candeias, L. Almeida, A. Roazzi, & R.Primi. (Orgs), *Inteligência: definição e medida na confluência de múltiplas concepções*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2008.

SEABRA, R. D. **Uma ferramenta em realidade virtual para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Urbana) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SHEPARD, R. N. & METZLER, J. M. **Mental Rotation of Three-Dimensional Objects.** In: *Science*, 1971.

VELASCO, A. D., & KAWANO, A. **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, 2002.