



**Desempenho de Estudantes
Pré-universitários Moçambicanos
em Geometria Descritiva com uso
de 'Projector Ortogonal'**

1. INTRODUÇÃO

A visualização espacial constitui um dos componentes das habilidades espaciais que permitem o Homem resolver problemas abstractos da geometria descritiva, desenvolver a acção reflexiva e aprimorar capacidades que proporcionam o levantamento de dados formais do espaço. Estudos sobre a visualização espacial são ainda embrionários e escassos em Moçambique. Daí que, a relevância da pesquisa em que se subordinou a análise das habilidades de visualização espacial dos estudantes da classe na aprendizagem de desenho e geometria descritiva, na Escola Secundária 11a de Lhanguene, é indiscutível, uma vez que esta conduziu os alunos do abstracto ao concreto. A habilidade de visualização espacial é inata e pode ser treinada através de exercícios progressivos e sistemáticos com o uso de materiais didácticos manipuláveis, que foi a intenção do presente estudo.

2. ESTADO-DE-ARTE DA VISUALIZAÇÃO ESPACIAL EM GEOMETRIA 3D

2.1 À guisa de introdução

Em geometria espacialmente dependente, ou seja, geometria 3D, uma das capacidades que os engenheiros, médicos (cirurgiões sobretudo), técnicos de construções (civil, mineiros) e das artes (alfaiates, modistas, carpinteiros, marceneiros entre outros), professores e estudante devem desenvolver, são as habilidades espaciais. Visualização espacial e cognição estão no centro das mudanças em tecnologias computacionais (da Costa 2014 apud da Costa 2007). Nesta secção, as habilidades espaciais são definidas como sendo uma importante componente da inteligência humana (Cf. Kaufman, 2006).

2.2 Quadro conceptual em visualização espacial

As habilidades espaciais para geometria 3D são difíceis de definir (Da Costa, 2014, p.26) pela sua natureza elusiva pese embora se reconheça são uma capacidade mental. Thurstone (1938) define-as como sendo uma habilidade mental primária. Vários estudos debruçam-se sobre esta temática das habilidades

espaciais. Por exemplo, Vernon (1971) afirma que a existência desta capacidade: (i) Factor verbal-existem dois factores (abaixo de g) para a educacional e (2) factor espacial-mecânico. Ainda assim, Horn (1974) expande esta teoria (gd-gc) ao propôr um segundo nível (stratum): O pensamento visual. Nessa sequência, Carroll (1993) conduz uma análise extensiva desta teoria e propõe para este segundo nível do modelo de Vernon o factor geral da percepção visual. Uma classificação Hergarty & Waller (2004); McGee (1979) olha a visualização espacial sob dois ângulos diferentes: (i) Visualização e (ii) orientação. Por visualização entende-se que seja a habilidade de rodar mentalmente ou manipular os objectos enquanto a orientação presta-se a habilidade de retenção da orientação espacial com respeito ao corpo de alguém. Todavia, importa referir-se à Linn & Peterson (1985), Voyer, Voyer & Bryden (1995) que distingue as habilidades de rotação mental e habilidade espacial, classificando-as em três pomos principais: a) Percepção espacial, b) Rotação mental e c) visualização espacial. Com efeito, foram desenvolvidos respectivamente os seguintes três testes: (i) Teste de nível de água (Inhelder & Piaget, 1958), teste MRT (Vanderberg &

Kruse, 1978), e sub-teste do DAT sobre relações espaciais (The Psychological Corporation, 1995). Para melhorar os testes acima, Johnshon & Bouchard (2005), sugere que o nível de inteligência fluída e cristalizada devia ser substituído com o nível (stratum) da habilidade de rotação verbal, perceptual e de imagem. Neste estudo participaram 436 indivíduos que completaram 42 testes de habilidade mental, comparando com os estudos de Vernon, Cattell e Carroll, no qual usaram a análise de factores (Maximum likelihood confirmatory factor Analysis). Este estudo conclui que —o processo de visualização envolvido em tarefas de rotação mental de imagem não foi dado a devida atenção como contribuinte importante e relativamente independente na manipulação da inteligência humana (Ibidi. p.17).

2.3 Como medir a visualização espacial?

Numa abordagem meta-analítica, Hyde (1981) frisa que, nos estudos publicados antes de 1973, os testes de habilidades visuo-espacial apontam para a existência de uma diferença média de 0.45d que favorecem os homens. —O tamanho da diferença de

gênero varia consideravelmente nos diferentes tipos de testes (Kaufman, 2007, p.212). Um outro estudo meta-analítico conduzido por Linn & Peterson (1985), Voyer et al. (1995) por 50 anos, cujos resultados indicam a existência de diferenças significativas favorecendo homens em tarefas, requer a rotação mental e manipulação de imagens mentalmente. Embora tais diferenças existam, elas não foram tão fortes para a percepção espacial e foram ainda mais fracas para a visualização espacial. Importa destacar estudos de Masters & Sanders (1993) que reportam diferenças de 0.9d (homens/mulheres) no teste da habilidade de rotação mental 3D. Este estudo assinala que desde 1945 a 1995 houve tendência de declínio desta diferença ainda que muito pequena em relação às tarefas de rotação mental. Várias hipóteses não menos importantes são as biológicas (Kumura & Humpson, 1992; Lyn, 1994, Ploton, Detries & McClean, 1990), ambientais (Aston, Sax & Mahong 1995; Harries, 1995, Lytton & Romney, 1991) e psicológicas (Helpern, 1997; Helper & LaMay, 2000) que foram apresentadas para explicar diferenças de gênero em habilidades espaciais. Contudo, estudos sobre diferenças de sexo no

desempenho da visualização espacial não mostram a natureza dessas diferenças entre os vários testes usados ou diferenças nas operações psicológicas em que elas se engajam (Mackintosh, 1998, p.191). A visualização espacial é um fenómeno que ocorre na esfera encoberta do processo cognitivo associado às influências que um individuo sofre do meio circundante. Ora, a questão é, que testes podem ser usados para explicar ou resolver tarefas espaciais em que se demonstre a diferença de género? Kaufman (2006) propõe dois tipos de testes: O primeiro é das Tarefas de Rotação Mental (Mental Rotation Tasks), por exemplo, Shepard-Mstzler 3D rotation task e o segundo das tarefas de Visualização Espacial (Spacial Visualization Task), que gera o Sub-teste de Relação Espacial do Teste de Aptitude diferencial (Differential Aptitude Test). Estes testes requerem a habilidade de manter uma representação activa de todas as partes e de inter-relação das mesmas, enquanto simultaneamente faz a rotação da imagem na mente. O processo guardar (storage) ou seja, conservar na memória e o processamento das representações espaciais (Rotação) estão

intimamente ligadas às concepções da Memória Funcional (working memory). Evidências sugerem que há de facto uma relação entre Memória Funcional e Rotação Mental. Um estudo sobre o desempenho em tarefas de comparação de cubos (Just & Carpenter, 1985) indicam que participantes universitários com habilidades baixas e altas tinham que julgar, se as duas vistas de blocos de alfabetos para crianças, podiam representar o mesmo bloco. Análise de fixação de olhos demonstra que os participantes com habilidades baixas as vezes tinham que rodar uma face do cubo por mais de uma vez, como já se tivessem esquecido a representação imediata. Ao passo que os participantes com habilidades altas raramente tinham que rodar o mesmo mais de que uma vez. Just & Carpenter (ibid.) igualmente analisaram a Tarefa de Rotação de Shepard-Metzler. O resultado indica que aqueles cujo desempenho foi baixo na tarefa, rodaram as figuras num ritmo mais brando que aqueles que tiveram bom desempenho (cf. Lohman, 1986). O que se conclui é que os participantes com baixo desempenho têm dificuldades de manter a

representação espacial, enquanto fazem as representações (Just & Carpenter, 1985, p.236).

2.4 As questões de género na visualização espacial

Ao sustentar a tese da ligação entre a Visualização Espacial e memória funcional, o estudo de Salthouse, Babcock, Mitchell, Palmon & Skovronek (1990) mostra que as diferenças na visualização espacial foram mais pronunciadas quando alguma informação estava a ser processada. Que as diferenças individuais nas habilidades de visualização espacial não podem ser atribuídas a variações na qualidade de representação ou na eficiência transformacional. O estudo peca por envolver apenas 50 estudantes masculinos de uma instituição de ensino superior técnica portanto, não generalizável ao resto da população estudantil. Ainda sobre a ligação entre a Visualização Espacial e memória funcional, Miyake, Friedman, Rettinger, Shah & Hergarty (2001) realizaram um estudo em que o factor SV consistia na dobragem de papel (paper folding) e Teste sobre Relação Espacial DAT com alto grau de envolvimento na execução [...] e foi o melhor predictor de desempenho nas tarefas de

memória funcional e espacial (Rotação de letras e tarefas de matriz de ponto) que o teste de relação espacial. Portanto, poucos estudos tentaram usar a acepção do termo memória funcional para ilustrar diferenças de género nas habilidades espaciais (Memória Funcional, WM) (Duff & Hampson, 2001, Geizer & Liwiller, 2005, Vecchi & Girelli, 1988). Miyake (1996) conduziu um estudo de natureza experimental em que dados sobre o género/sexo não foram recolhidos. Por sua vez, Vecchi & Girelli (1988) realiza estudos com falta de vários testes e o tamanho da amostra foi pequena e Duff & Hampson (2001) usou WM e MRT mas não os relacionou (Componentes de conservação e processamento). O estudo de Da Costa (2014) emprega, por conseguinte, a análise regressiva multivariada em que as percepções sobre a visualização espacial são melhor previsor da prática. Neste estudo propõe-se o uso do PO, como objecto de aprendizagem (vide apêndice), em estudo longitudinal com emprego de teste de teste de McNemar.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa é experimental do tipo longitudinal na qual a mesma amostra de indivíduos é

medida em mais de um momento ao longo do tempo (NERY et al, p.2). Neste estudo participaram 100 estudantes de duas turmas com igual número, grupo- alvo (turma B11) e grupo de controlo (turma C1), das três da escola em estudo. Ambos grupos eram constituídos por 32 estudantes do sexo masculino (64%) e 15 (36%) do sexo feminino. Numa primeira fase, entrevistou-se os estudantes da 11a classe que aprendem a geometria descritiva, para auscultar opiniões e sentimentos sobre a disciplina. Seguidamente aplicou-se um teste de visualização (pré-teste) ao grupo-alvo e de controlo com o objectivo de verificar o seu nível de visualização. Depois do teste, seguiu-se a actividade de intervenção que consistiu na introdução do PO (meio de ensino) somente no grupo-alvo com o objectivo de explicar a sua finalidade e demonstrar o funcionamento do mesmo para eles e, no final desta actividade, aplicou-se um questionário para que se colhesse as opiniões dos estudantes sobre o uso do projector ortogonal; Finalmente voltou-se a aplicar o mesmo teste de visualização (pós-teste) aos dois grupos-alvo e de controlo com vista a verificar a

mudança do nível de visualização (antes e depois). O método de análise estatística dos dados provenientes do teste de visualização (pré e pós-testes) e, os referentes ao questionário baseou-se no pacote estatístico SPSS versão 20. Neste contexto, o teste de McNemar foi empregue para avaliar a significância da mudança do estado errado para o certo do grupo-alvo com emprego do projecto ortogonal durante a intervenção. De acordo com MAROCO (2007, p.117), o teste de McNemar é utilizado para testar contagens ou proporções em populações de onde foram extraídas duas amostras emparelhadas com variáveis nominais dicotómicas. Este teste é particularmente apropriado para estudos do tipo "Antes" vs "Depois" para testar a significância de mudanças de estado, opinião, e condição. E, para avaliar a confiabilidade dos resultados o coeficiente alfa de Cronbach foi de 0.71, sendo passível a realização de testes adicionais.

4. CONCLUSÕES

O presente estudo visava testar a eficácia do projecto ortogonal como objecto de aprendizagem em geometria descritiva. Com efeito, aos estudantes foi verificado como aprendem a disciplina na base do

programa de ensino da 11a classe. Segundo, foi verificado que durante as aulas não se usava nenhum modelo real e concretizador do assunto tratado, o que cria desinteresse nos estudantes na construção dos saberes do tipo visuo-espaciais. Por último, foi observado que, o programa de ensino da 11a classe orienta para o uso de modelos tridimensionais; ou seja visualização espacial (INDE/MINED, 2010, p.8).

Observando-se os resultados pode-se concluir que o projector ortogonal facilita à visualização tridimensional de objectos e sua representação em bidimensional e tem impacto positivo no seio dos estudantes. 4.1 Sugestões Sugere-se que os professores usem o projector ortogonal na mediação das aulas para potenciar à visualização espacial na compreensão dos conteúdos inerentes à geometria espacialmente dependente. Estudos posteriores devem apontar para testes com critérios mais robustos para certificar até que ponto medem o que medem quanto às habilidades de visualização espacial.

BIBLIOGRAFIA

Almeida, D.; Aurélio, R.; & Marco, F. B. —Aplicação do um questionário para avaliação de desempenho da coeficiente alfa de Cronbach dos resultados de saúde pública. || XXX encontro nacional de engenharia de produção. São Paulo, 2010. Astin, A. Sax, B, Korn, W., & Mahoney, K. The American freshman. National norms for fall 1995. Los Angeles: Higher education Research Institute , 1995. Carroll, J.B. Human Cognitive ability: Survey of factor-analytic studies. NY: Cambridge University Press, 1993. da Costa, D.D. —Exploratory factor analysis of student-teachers' perceptions of 3D-descriptive geometry education in Mozambique, . || In D. Küchemann (Ed.). Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics,. Northampton: British Society for Research into Learning Mathematics, November 2007. 27, 3,.; —. —Mozambican Student-teachers' perceptios of developing their understanding of teaching spatially dependent geometry. || African Journal of research in Mathematics, Science and technology Education 18.1 (2014): 25-39. Duff, S.J. & Hampson, E. —A sex difference on a novel spatial working memory test in human. . || Brain and Cognition (2001): 47, 470-493 . Geiger, J.F. & Litwiller, R.M., R.M. —Spatial working

memory and gender differences in science. || Journal of Instructional Psychology 32 .1 (2005): 49-57. Hagarty, M.G. & Waller, D. A. — A dissociation between mental rotation and perspective- taking abilities. || Intelligence 32 (2004): 175-191. Harris, J. R. — Where is the child's environment? A group socialization theory of development. || Psychological Review 102 (1995): 458-489. Haydt, R.C. Didáctica geral. São Paulo: Ética, 2009.; Helper, D.F. & LaMay, M.L. —The smarter sex. A critical review of sex differences in intelligence. || Educational psychology review 12.2 (2000): 229-246.; Horu, J.L. —Theory of fluid and crystallized intelligence. || Encyclopedia of human intelligence) 1994: 443-451. Hyde, J.S. —How large are cognitive gender differences? || American Psychologist 36 (1981): 892-901. INDE/MINED. Desenho e Geometria Descritiva, Programa da 11a Classe. Maputo: INDE, 2010. Inhelder, B. & Piaget, J. The growth of logical thinking from childhood to adolescence. NY: Basic, 1958.; Johnshon, W.& Boucherd, Jr. T.J. —The structure of human intelligence: It is verbal, perceptual and image rotation (VPR), not fluid and crystallized. || Intelligenc

33 (2005): 393-416. Just, M.A. & Carpenter, P.A.
—Spatial ability: An information processing approach to Psychometrics. || Advances in the Psychology of human intelligence 3 (1986). Kimura, D. & Hampson, E. —Neural and hormonal mechanisms mediating sex differences in cognition. || Biological approaches to human intelligence 1992. Lynn, R. —Sex differences in intelligence and brain size: A paradox resolved. || Personality and individual differences 17.2 (1994): 257-271. Lytton, H & Romney, D.M. —Parents' differential socialization of boys and girls: A meta-analysis. || Psychological Bulletin. Vol. 109. 1991. 267-296.
Machintosh, N.J. IQ and human intelligence. NY: Oxford University press, 1998. Maroco, João. Análise estatística - Com utilização do SPSS. 3a ed. Lisboa: Sílabo, 2007. McGee, M.G. — Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, geometric, hormonal and neurological intelligences. || Psychological Bulletin. Vol. 86. s.d. 889- 918. Miyake, A, N.P, Rettinger, D.A. Friedman e P. & Hergerty, M. . JI, 130,, Shah. —How are visuospatial working memory, executive functions and spatial abilities related? A latent-variable analysis. || Journal of

Experimental Psychology: General 130 (2001): 621-641.

Miyake, M. l. Models of working memory:

Mechanisms of active maintenance and executive center. NY: Cambridge University Press, 1999. NERY,

Fabricia Creton, et al. —Delineamento longitudinal. ||

s/m de s/d. Slideshare. Slideshare.net. 12 de Outubro

de 2012 <

[http://www.slideshare.net/HenriqueGomide/estudos-](http://www.slideshare.net/HenriqueGomide/estudos-longitudinis-psicologia)

[longitudinis-psicologia](http://www.slideshare.net/HenriqueGomide/estudos-longitudinis-psicologia)>. PILETTI, Claudino. Didáctica

Geral. 23a ed. 5a impressão . São Paulo: Ática, 2004.

Plomin, R. Defries, J.C. & McClean, G.E. Behavior

genetics: A primer. NY: Freeman, 1990. Salthouse,

T.A., Bacock, R.L., D.R.D. Michell e R. & Skovronek, E.

Palmon. —Sources of individual differences in spatial

visualization ability. || Intelligence 14 (1990): 187- 230.

Shah, P. & Miyake, A. — The separability of working

memory resources for spatial thinking and image

processing: An individual differences approach. ||

Journal of Experimental Psychology: General 125.1

(1996): 4-27. The Psychological Corporation . DAT for

selection – virtual reasoning (European Adaptation).

Hercourt Brace & Company, 1995. Vandenberg. S.G. &

Kruse,

A.R. —Mental rotations: Group tests of three-dimensional spatial visualization. || Perceptual and motor skills 47 (1995): 599-604. Vernon, P.E. The structure of human abilities. London: Methuen, 1971 . Vicchi, T. & Girelli, L. —Gender differences in visio-spatial processing: The importance of distinguishing between passive storage and active manipulation. || Acta Psychologica 99 (1988): 1-16. Voyer, D., S. Voyer e M.P. & Bryden. —Magnitude of sex differences in spatial abilities. A meta-analysis and consideration of critical variables. || Psychological Bulletin 117 (1995): 250-270.