

PRÁTICAS DE ENSINO E APLICAÇÕES DA GEOMETRIA DESCRITIVA NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS TECNOLÓGICOS E DE ENGENHARIA

Resumo

da Costa, Daniel Dinis ¹
Xavier, Amílcar P. da Costa ²

¹Universidade Pedagógica de Maputo, Faculdade de Engenharias e Tecnologias, Dep. de Sistemas de Informação e Comunicação.\

²Universidade Pungué, Extensão de Tete.

O estudo visa explorar os factores subjacentes às concepções e práticas profissionais dos alunos-professores do ensino da geometria descritiva 3D em Moçambique. O estudo também emprega uma abordagem de método misto de teoria fundamentada para a recolha de dados de dois grupos focais, seis entrevistas e um questionário com 150 participantes. Este é um estudo de análise factorial que também se esforçou para realizar uma solução de quatro factores. A Análise de Componentes Principais (PCA) engloba uma estrutura com itens agrupados em quatro factores. O teste Alpha de Cronbach para os 40 itens rendeu uma pontuação de 0,85 com uma boa confiabilidade. O índice Kaiser-Meyer-Olkin Measure de Adequação da amostra foi de 0,58 e o teste de esfericidade de Bartlett significativamente menor que 0,05, demonstrando que o instrumento da matriz de identidade era confiável e confirmando a utilidade da análise factorial. Os dados agrupados emergentes foram, nomeadamente, a visualização espacial e raciocínio relacionado com os fundamentos da geometria 3D; aprendizagem profissional que consiste em aprender a ensinar geometria, avaliação e apoio à aprendizagem. Esses itens categóricos mediam a aprendizagem e a prática no sentido do desenvolvimento de habilidades espaciais. Os resultados mostram alguns pontos fortes em termos de compreensão das concepções e práticas profissionais com uso da plataforma Blender (GNU GPL Versão 2). Novos estudos sugerem uma amostra maior. A análise adicional dos efeitos de uma variável de controle (intervenção) em pares dependentes pode ser realizada usando análise de regressão multivariada.

Palavras-chave: Educação, Geometria Descritiva, Concepções e práticas profissionais.

Abstract

It is anticipated that this study explores the factors which underlie student-teachers' conceptions and professional practices of 3D-descriptive geometry education in Mozambique. The study has also employed a grounded theory mixed-method approach to gather data from two focus groups, six interviews and a questionnaire with 150 participants. This is a factor analysis study that has equally strove to perform a four-factor solution. Principal Component Analysis (PCA) encompasses a structure with items clustered into four factors. Cronbach's Alpha test to the 40 items yielded a score of 0.85, and thus reliability was rated as. The Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy index was 0.58 and Bartlett's test of sphericity significantly smaller than 0.05, demonstrating that the identity matrix instrument was reliable and confirming the usefulness of factor analysis. The emerging clustered data were namely spatial visualisation and reasoning related to 3D-geometry fundamentals; professional learning consisting of learning to teach geometry, evaluation and learning support. These categorical items mediate learning, and practice concerned with developing skills. As the show some strengths in term of understanding the conceptions and professional practices when applying blender software (GNU GPL Versão 2). further studies suggest larger sample. Additional analysis of the effects of a control variable (intervention) on dependent pairs can be performed using multivariate regression analysis.

Keywords: Sanitation of the environment, efficient management, economy and social welfare

© 2023 Waarya Scientific Publishing,LC. All rights reserved.

1. Introdução

O mundo moderno conheceu um avanço científico e tecnológico graças às descobertas e inovações que Gaspard Monge, século XVIII, considerado precursor da geometria descritiva (GD), quando sistematiza os seus princípios teóricos. GD tem por objectivo representar ‘figuras do espaço, a fim de estudar a sua forma, dimensão e posição’. Monge fez a sistematização da dupla projecção ortogonal também chamada ‘sistema ortogonal/ diédrico’. A GD é um ramo da matemática aplicada, que estuda os métodos de representação gráfica das figuras espaciais sobre um plano como figura 1 ilustra.

De acordo com de Santa Rita (2000), ao nível escolar, a GD procura ser “uma disciplina que visa o desenvolvimento das capacidades no aluno de ver, perceber e organizar o espaço envolvente e as formas que nele se situam, através de processos científicos rigorosos e códigos específicos de representação dessas entidades”. De facto, a Geometria Descritiva aguça as capacidades que aprimoram o levantamento de dados formais do espaço e treina o raciocínio lógico e, o seu contributo é requerido por inúmeras profissões artísticas, técnicas e científicas.

O estudo tem como propósito analisar as práticas e aplicações da geometria descritiva na solução de problemas tecnológicos que estudantes não conhecem. A questão de partida é: Como os estudantes aprendem a geometria descritiva através do uso combinado de meios tradicionais e plataformas digitais nos vários domínios tecnológicos e de engenharia?

No contexto da actual dinâmica de aprendizagem da Geometria Descritiva, procura-se explorar as concepções dos estudantes e as práticas que desenvolvem. A presente pesquisa foi desenvolvida sobre um percurso académico vivenciado na UP-Ma-puto e em outras instituições do ensino em

Tete sobretudo na apreciação que se fez dos níveis de motivação, percepção e convicções bem assim de dificuldades na aprendizagem da GD na questão ‘ver no/abstracção/atraves do espaço’ com uso de tecnologias digitais (Blender).

São objectivos deste estudo: (geral) - Analisar as práticas e perspectivas dos estudantes em geometria descritiva; (específicos)-Caracterizar as práticas de ensino da geometria descritiva; identificar os softwares dinâmicos conducentes ao ensino da geometria descritiva; propor domínios de aplicação da geometria descritiva entre outros em tecnologias e engenharia.

1.1. Base epistemológica da aprendizagem em geometria descritiva – Aprendizagem Multimedia

De acordo com Oliveira (2019) apud Mayer (2001) a aprendizagem é uma animação e narração, processada em três memórias: sensorial, de trabalho e de longo prazo. As informações são captadas pela memória sensorial por meio dos olhos (palavras e imagens) e ouvidos (palavras), depois são processadas e seleccionadas no canal auditivo, e de seguida acontece à selecção das palavras e das imagens. Enquanto na memória de curto prazo há uma organização entre as imagens e palavras formando os modelos pictorial e verbal, no qual Oliveira & Mayer denomina memória de trabalho, depois processa-se a integração das informações, que juntamente com o conhecimento prévio, se constrói a memória de longo prazo.

Por conseguinte, os estudantes adquirem informações e constroem ideias que são guardadas e utilizadas no seu contexto real. As informações armazenadas na memória de longo prazo afectam nossas percepções do mundo e nos influencia na tomada de decisões. Neste principio epistemológico contribui significativamente para as teorias da cognição e da aprendizagem. Por meio de pesquisas experimentais, desenvolveu doze

princípios que podem auxiliar na criação de materiais multimídias, proporcionando ao estudante uma melhor aprendizagem. As animações construídas em ambientes on-line, como vídeos, jogos, aplicativos dinâmicos, os professores podem promover melhor aprendizagem, pois segundo as investigações de, este recurso promove ao estudante o conhecimento. Em geometria descritiva espera-se que professores elaborem materiais multimídias, fazendo uso das ferramentas tecnológicas. O uso da tecnologia permite o acesso à informação de forma massiva, permitindo ambientes de estudo eficazes e diversos como o figura 2 abaixo ilustra.

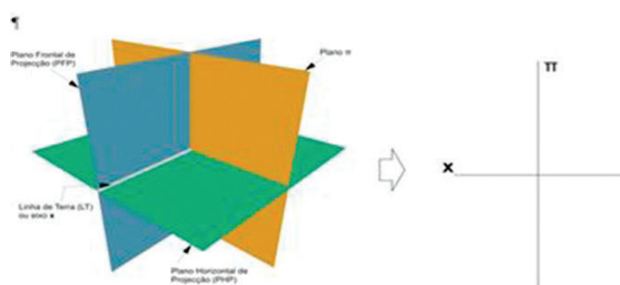


Figura 1: Transposição entre espaço e a épura
Fonte: Adaptado Xavier (2023)

De acordo com de Santa Rita (2000), ao nível escolar, a GD procura ser “uma disciplina que visa o desenvolvimento das capacidades no aluno de ver, perceber e organizar o espaço envolvente e as formas que nele se situam, através de processos científicos rigorosos e códigos específicos de representação dessas entidades”. De facto, a Geometria Descritiva aguça as capacidades que aprimoram o levantamento de dados formais do espaço e treina o raciocínio lógico e, o seu contributo é requerido por inúmeras profissões artísticas, técnicas e científicas.

O estudo tem como propósito analisar as práticas e aplicações da geometria descritiva na solução de problemas tecnológicos que estudantes não conhecem. A questão de partida é: Como os estudantes aprendem a geometria descritiva através do uso combinado

de meios tradicionais e plataformas digitais nos vários domínios tecnológicos e de engenharia?

No contexto da actual dinâmica de aprendizagem da Geometria Descritiva, procura-se explorar as concepções dos estudantes e as práticas que desenvolvem. A presente pesquisa foi desenvolvida sobre um percurso académico vivenciado na UP-Maputo e em outras instituições do ensino em Tete sobretudo na apreciação que se fez dos níveis de motivação, percepção e convicções bem assim de dificuldades na aprendizagem da GD na questão ‘ver no/abstração/através do espaço’ com uso de tecnologias digitais (Blender).

São objectivos deste estudo: (geral) - Analisar as práticas e perspectivas dos estudantes em geometria descritiva; (específicos)-Caracterizar as práticas de ensino da geometria descritiva; identificar os softwares dinâmicos conducentes ao ensino da geometria descritiva; propor domínios de aplicação da geometria descritiva entre outros em tecnologias e engenharia.

1.1. Base epistemológica da aprendizagem em geometria descritiva – Aprendizagem Multimedia

De acordo com Oliveira (2019) apud Mayer (2001) a aprendizagem é uma animação e narração, processada em três memórias: sensorial, de trabalho e de longo prazo. As informações são captadas pela memória sensorial por meio dos olhos (palavras e imagens) e ouvidos (palavras), depois são processadas e seleccionadas no canal auditivo, e de seguida acontece à selecção das palavras e das imagens. Enquanto na memória de curto prazo há uma organização entre as imagens e palavras formando os modelos pictorial e verbal, no qual Oliveira & Mayer denomina memória de trabalho, depois processa-se a integração das informações, que juntamente com o conhecimento prévio, se constrói a memória de longo prazo.

Por conseguinte, os estudantes adquirem in-

formações e constroem ideias que são guardadas e utilizadas no seu contexto real. As informações armazenadas na memória de longo prazo afectam nossas percepções do mundo e nos influencia na tomada de decisões. Neste princípio epistemológico contribui significativamente para as teorias da cognição e da aprendizagem. Por meio de pesquisas experimentais, desenvolveu doze princípios que podem auxiliar na criação de materiais multimídias, proporcionando ao estudante uma melhor aprendizagem. As

animações construídas em ambientes on-line, como vídeos, jogos, aplicativos dinâmicos, os professores podem promover melhor aprendizagem, pois segundo as investigações de, este recurso promove ao estudante o conhecimento. Em geometria descritiva espera-se que professores elaborem materiais multimídias, fazendo uso das ferramentas tecnológicas. O uso da tecnologia permite o acesso à informação de forma massiva, permitindo ambientes de estudo eficazes e diversos como o figura 2 abaixo ilustra.

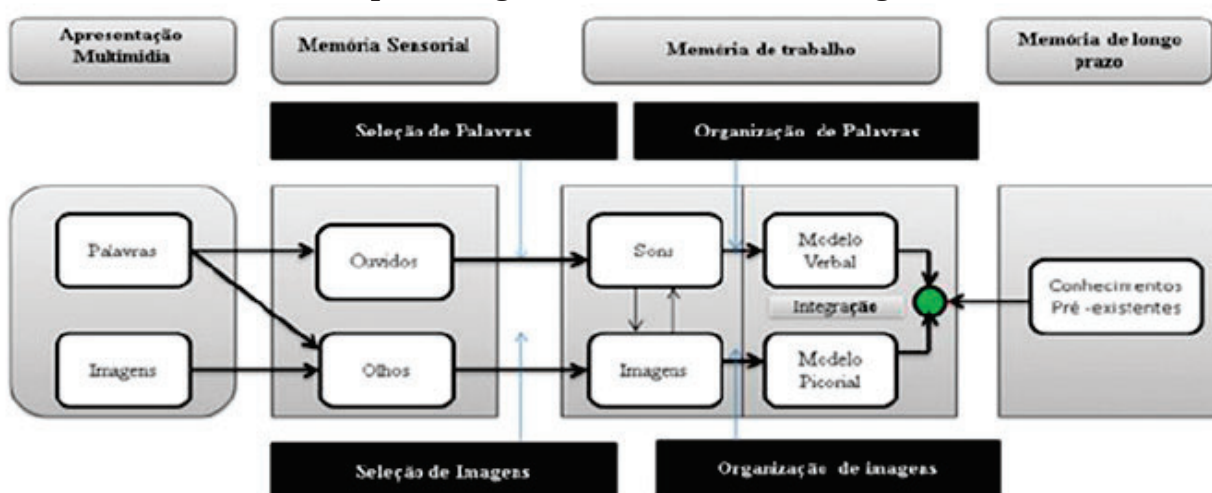


Figura 2: Padrão da aprendizagem multimídia de Richard Mayer
Fonte: Adaptado de Oliveira (2019) apud Mayer (2001)

1.2. O que é a geometria descritiva

Buery (2013) apud Stachel (2007) define a geometria descritiva como um método de projecção dupla para estudar 3D geometria por meio da análise de imagens 2D obtendo informações sobre a estrutura, propriedades métricas, processos e princípios de objectos espaciais, como mostra figura 3.

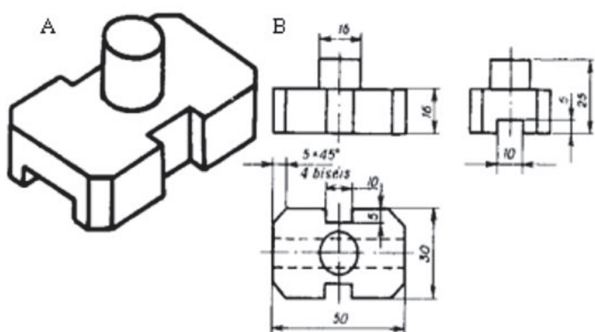


Figura 3: Axonometria (A) e dupla projecção ortogonal (B)

Figura 3: Axonometria (A) e dupla projecção ortogonal (B)

Fonte: Adaptada de da Costa & Mesa (2000)
No entanto, as construções envolvidas no aprendizado da interação entre 3D e 2D, bem como o uso da intuição e do raciocínio, são menos compreendidos. Esses elementos de significado heurístico desempenham um papel importante na geometria descritiva 3D prática quando um método gráfico de resolução de problemas espaciais ou sólidos analíticos (Slaby, 1976) é empregado para aprimorar o raciocínio global e intuitivo pertencente a situações espaciais (Bishop, 1980; Jones & Fujita, 2002).

Acredita-se que a capacidade de entender conceitos geométricos abstratos e oferecer

soluções (Stachel, 2005:1) evolui ao longo da vida através do desenvolvimento da imaginação espacial (Mägi e Meister, 2002). Habilidades de visualização para futuros professores de geometria profissional em escolas secundárias são, portanto, desejáveis.

A prática da geometria 3D também ajuda no desenvolvimento da motricidade fina relacionada por meio de técnicas de modelagem (Kang et al, 2004). No currículo tradicional de formação de professores em Moçambique, ensina-se primeiro a geometria descritiva, depois ensinam-se os princípios fundamentais do ensino nas escolas secundárias (Nhiuane et al., 2003). Um relatório de revisão curricular (INDE, 2005:3-4) indicou que alguns professores estão mal preparados para ensinar a disciplina e hoje ensino e aprendizagem está abaixo do padrão.

2. Materias e Métodos

Este estudo explora os factores subjacentes às práticas, percepções e aplicações dos futuros professores sobre o Geometria em Moçambique. Uma abordagem de método misto (Punch, 2013:159) foi usada para coletar dados de seis discussões de dois grupos focais, seis entrevistas e um questionário autopreenchido com 150 participantes selecionados aleatoriamente em três cursos de educação visual, engenharia civil e design. Nesta parte do estudo, a análise de factores (Tabachnick e Fidell, 2021) foi usada para condensar as 40 variáveis medido relativo às percepções de geometria descritiva 3D educação a um número menor de factores subjacentes significativos.

A Análise de Componentes (PCA) para uma solução de quatro factores foi realizada, o que produziu uma estrutura interpretável com itens agrupados em quatro factores subjacentes. Assim, a técnica de análise factorial foi considerada apropriada para este estudo de pesquisa.

2.1. Estrutura do factor

Nesta etapa do estudo foi aplicada a análise factorial exploratória (EFA). Essa consistiu na análise de componentes principais (PCA) e rotação ortogonal realizada com os 38 itens reais, conforme mostrado na figura 4.

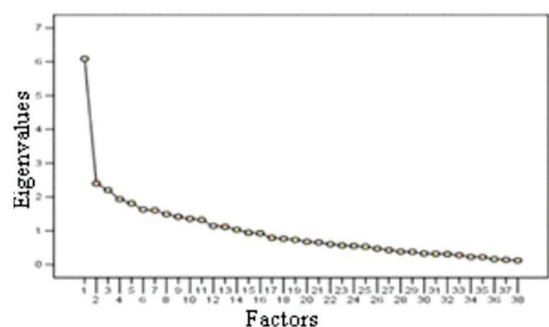


Figura 4: Rotação ortogonal (scree plot)

Fonte: Autor

Hair et al (2006) apud Matos & Rodrigues (2019) definiu a rotação de factores como “um processo de manipulação ou ajuste dos eixos factoriais para alcançar um fator mais simples e pragmaticamente mais significativa solução”. Os dois métodos mais amplamente utilizados são o rotação ortogonal e o oblíquo. Foram examinados seis critérios de adequação da análise factorial para esses dados, pertencentes a: os itens emergentes dos resultados das entrevistas, que foram então usados para projetar o questionário (Kline, 1994 apud Ssemakalu et al. 2018); a heterogeneidade e o tamanho da amostra dos respondentes do questionário (> 100) (idem.); a proporção do tamanho da amostra para o número de construções de medição (> 3:1) (Hair et al, 2006 apud Matos & Rodrigues (2019)); e testes de scree plot e de rotação aplicados aos dados do questionário. Concluiu-se que todos os critérios técnicos necessários foram atendidos e os resultados são apresentados a seguir.

2.2. Rotação de factores

Neste estudo, foi utilizado o nível de critério de carga factorial de 0,35 (Stevens, in Field, 2000:436-37) para identificar a estrutura

das relações entre as variáveis. A inspeção do scree plot na figura 2 corrobora os resultados do PCA ilustrado na tabela 5.

Tabela 5: Componente de Análise Principal (PCA)

Factor	Eigenvalues	% of variances	Cumulative % of variances
1	6.09	16.02	16.02
2	2.39	6.31	22.33
3	2.20	5.79	28.12
4	1.94	5.08	33.19
KMO measure of sampling adequacy: 0.08; Barlett's Test of Sphericity: 1478.222, DF=703, Sig: .001			

Fonte: Autor

Essa técnica permitiu que os factores e seus relativos poderes explicativos fossem identificados (Cattell, em Field, 2000:437). Os quatro factores juntos explicam 33,2% da variação dos dados, e a adequação da amostragem é de 0,58, juntamente com um valor-p significativo < 0,001.

2.3. Rotação ortogonal

Para as técnicas de rotação ortogonal escolhidas, o método utilizado foi a matriz factor-padrão apud Ssemakalu et al. 2018). Esta técnica é uma das mais simples de interpretar (Hinton et al, 2004:346). Usando o Varimax como o melhor método de rotação (Kline, 1994; Hair et al, 2006 apud Matos & Rodrigues (2019), os resultados são apresentados a seguir.

3. Resultados e Discussão

Uma solução de quatro factores dos 40 itens resultou na carga de 38 itens nos 4 factores reduzidos a subescalas variando de 11 a 6 itens. Os itens 32, 9, 14 e 1 ficaram abaixo do ponto de corte (< 0,35) e, portanto, foram retirados da interpretação dos f

Tabela 1: Factor 1-Visualização espacial

Items	Factors			
	1	2	3	4
20	0.60			
35	0.58			
17	0.57	0.36		-0.18
33	0.53			
10	0.48	0.19	-0.13	
19	0.47			
36	0.46	0.24	-0.13	
22	0.45	-0.15	0.30	0.15

Fonte: Autor

Tabela 2: Factor 2-Aprendizagem profissional

Items	Factors			
	1	2	3	4
18	0.58			
14	0.56			
25	0.56			
21	0.46	0.44		-0.11
1	0.45			
34	0.43	0.18	-0.24	
24	0.42			
3	0.42			
4	0.42	0.34	0.28	
11	0.42	0.22	0.31	
6	0.42			

Fonte: Autor

Tabela 3: Factor 4-Avaliação e o apoio à aprendizagem

Items	Factors			
	1	2	3	4
12	0.61			
9	0.57			
3	0.49			
40	0.48			
1	0.47			
13	0.46			
31	0.45			
6	0.45			

Fonte: Autor

Tabela 4: Factor 4- prática

Items	Factors			
	1	2	3	4
15	0.55			
39	0.53			
30	0.52			
16	0.51			
37	0.50			
38	0.49			
32	0.48			
14	0.47			
2	0.46			
11	0.45			

Fonte: Autor

Fonte: Autor

Para uma interpretação substantiva dos factores, apenas cargas significativas foram consideradas (BMDP Statistical Software, 2023).

3.1. Visualização espacial

No que diz respeito ao factor um, uma inspecção cuidadosa da ordem de carregamento e do número de itens indica que os itens 20, 17, 35, 33, 10 e 22 dizem respeito ao aprendizado relacionado ao conteúdo e baseado em pesquisa de relações espaciais (3D), problemas e soluções. Eles também descrevem habilidades de visualização e representação gráfica (2D). Além disso, o item 36 envolve aspectos de especificidade e recursos de aplicação no aprendizado de geometria descritiva 3D. Itens de menor carga, como 18 e 19, dizem respeito ao conhecimento relacionado ao conteúdo sobre ser um professor de geometria descritiva 3D. No geral, o rótulo abrangente dado a este factor é visualização espacial e raciocínio (Nº de itens: 9, p= 0,73, média da escala = 4,0).

3.2. Aprendizagem profissional

A partir da ordem de carregamento e número de itens e categorias reunidos em factor 2,

este foi nomeado tornar-se professor de geometria - uma dimensão que carrega muito (item 28 seguido de 26). A partir do mesmo sistema de agrupamento, verificou-se que uma dimensão referente às actividades de aprendizagem de geometria descritiva 3D contribuiu para este fator com a segunda maior carga (como pode ser observado nos itens 25, 7 e 24). Um único item (16) carregou altamente para retratar percepções motivacionais relevantes para a geometria descritiva 3D. Assim, estes itens que incluíam facetas da aprendizagem do ensino da geometria foram retidos num factor combinado denominado aprendizagem profissional da geometria descritiva 3D (n.º de itens: 11, $p = 0,73$, média da escala = 3,9).

3.3. Avaliação e apoio à aprendizagem

Os itens carregados no factor 3 incluem um conjunto bastante misto de participantes. Percepções sobre formadores de professores e a avaliação e apoio para a aprendizagem geometria (contendo itens 12, 2, 11), recursos de geometria 3D (3, 13), interação (5 e 6) e um elemento de geometria pós-treino (40). Assim, o rótulo atribuído, quanto à avaliação consensual da validade de forma e de conteúdo deste factor, foi a 'avaliação e o apoio à aprendizagem' (n.º de itens: 8, $p = 0,70$, média da escala = 3,6).

3.4. Prática

As percepções mantidas pelos participantes sobre a geometria descritiva 3D no factor 4 foram relacionadas à tarefas práticas relevantes para os processos de visualização e raciocínio (contendo os itens 15, 30 e 34) que carregaram altamente, autoaprendizagem e percepções motivacionais de descritivo 3D competências de ensino de geometria (39 e 38) que contribuíram com cargas relativamente altas. O item 23, com sinal negativo, foi considerado um item de anomalia na escala e, portanto, foi desconsiderado. Como o

fator inclui aspectos da aprendizagem prática da geometria baseada na construção, ele foi rotulado como prática (Nº de itens: 6, $p = 0,73$, média da escala = 4,1).

Resumindo, esta análise factorial forneceu uma compreensão clara de quais variáveis podem actuar juntas/em concerto e quantas variáveis têm impacto na análise.

3.5. Aplicações práticas

Nesta secção apresentam-se aplicações práticas seleccionadas enquanto actividades de aprendizagem da geometria descritiva.

3.5.1. Antena

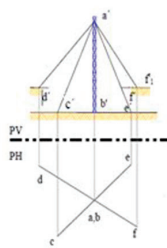


Figura 5: Problema
Fonte: Adaptado de Araújo & Fernandes, 2001

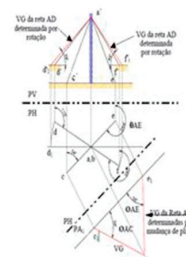


Figura 6: Solução do problema de ângulos entre rectas concorrentes
Fonte: Ibid.

3.5.2. Trajectória uma

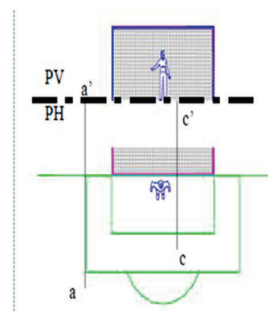


Figura 7: Dados do problema
Fonte: Ibid.

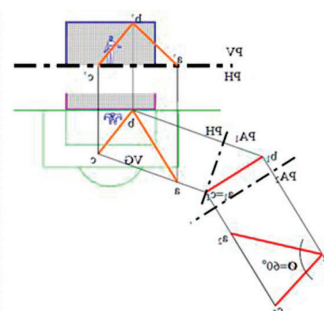


Figura 8: Resolução do problema de ângulo entre Rectas
Fonte: Ibid.

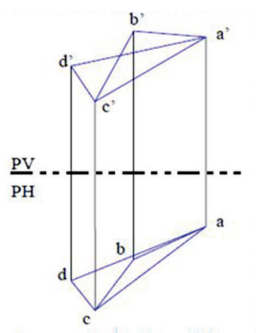


Figura 9: dados do problema
Fonte: Ibid.

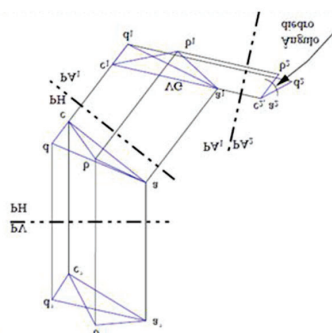


Figura 10: determinação do ângulo diedro
Fonte: Ibid.

Para a realização destas actividades práticas, um conjunto de conhecimentos devem ser adquiridos que apontam para a determinação da Verdadeira Grandeza, Direcção e Inclinação de Rectas. Procura-se que o estudante determine a Direcção (Forseth, 1987), Inclinação, Ângulo entre Rectas Concorrentes (Herrero, 1975, Distância Perpendicular entre Duas Rectas Reversas (Wellman, 1957), Ângulo Diedro (Slaby, 1957) e a Planificação (Lobjois, 1977). Duval (1998) apud Karpuz & Atasoy (2019) descreve a ligação entre visualização espacial e raciocínio (SVR) na prática como tríplice, envolvendo processos de visualização, processos de construção e processos de raciocínio.

3.6. Multimedia e Tecnologias Interactivas para a aprendizagem da GD

Vectary: software de modelagem paramétrica e de malha baseado em navegador de internet tida como

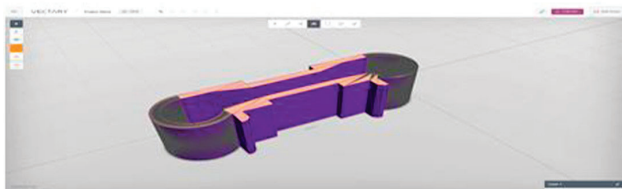


Figura 11: Vectary
Fonte: All3DP, 2023

Tinkercad: pretende ser um software com uma interface simples, clara, e variedade de recursos educacionais acessado e suportado por navegador de internet. O agrupamento de formas permite que se crie modelos 3D complexos para projectar, programar e simular montagens eletrónicas, e disponibilizar um recurso chamado 'Codeblocks', que usa linhas de código para criar objetos 3D com o OpenSCAD.

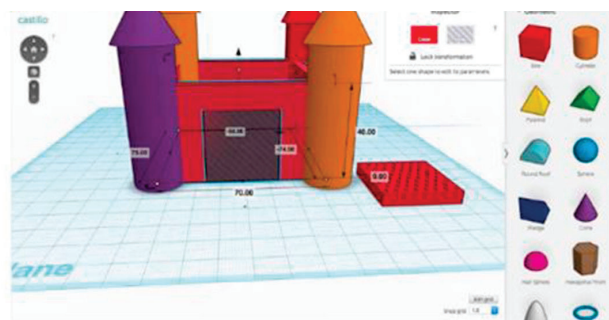


Figura 12: Tinkercad
Fonte: Ibid.

Meshmixer: configura-se ser um programa de modelagem 3D leve da Autodesk para manipular, adicionar, mesclar e corrigir modelos sólidos e orgânicos com facilidade com adição de estruturas de suporte, posicionar e otimizar modelos para impressão 3D, com tutorial Autodesk.

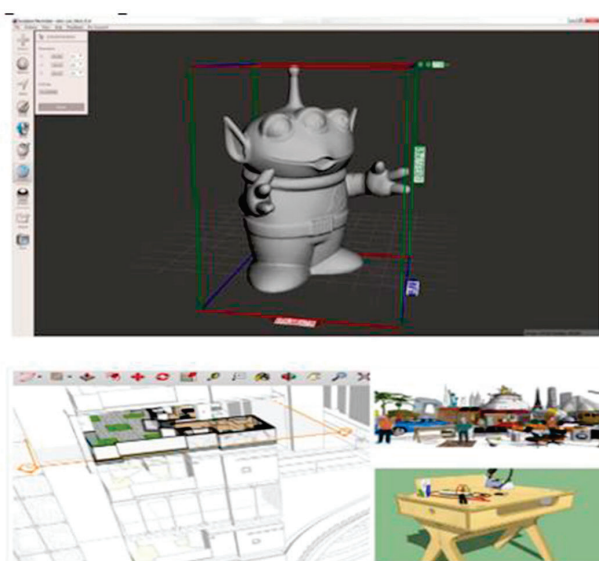


Figura 13: Meshmixer
Fonte: ibid.

SketchUp: constitui-se como um programa CAD de esboço e extrusão para modelagem directa onde se desenha uma forma 2D e adiciona uma profundidade a ela com uma ferramenta de extrusão (extrude) com interface acessível e amigável, apresenta modelos pré-existent e tutoriais no YouTube.

Blender: afirma-se ser um programa de modelagem e animação 3D poderoso para criar filmes de animação completos, como por exemplo o 'Next Gen' da Netflix, com variedade de técnicas de modelagem 3D, guia os usuários através da interface, renderização, tutoriais e usufruto de uma larga experiência em arte digital.

componentes escritas, imagens e animações/vídeos.

3.6.1 Prototipagem digital em blender

O recurso ao software de design, Blender (GNU GPL Versão 2), permitiu a resolução de problemas atinentes ao estudo do alfabeto do ponto e da recta, o que se podem observar as diferentes posições em que um ponto e recta podem ter no espaço geométrico. Permite também a leitura

da passagem da recta dum quadrante para o outro no espaço, determinar traços e definir projecções nos planos de projecção como documentam as figuras 16 e 17.

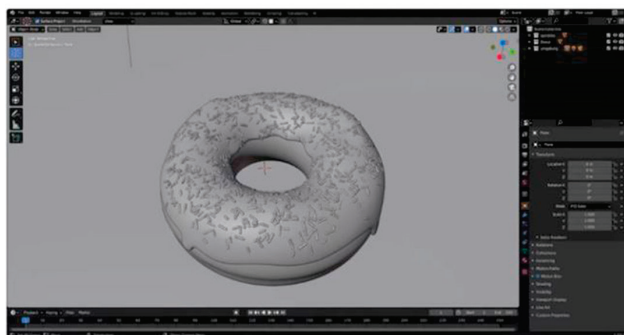


Figura 15: Blender
Fonte: Ibid.

Foram aqui apresentadas apenas algumas plataformas de modelagem 3D para lá das outras como AutoCAD; SculptGL; ZBrush-CoreMini; Wings 3D; Leopold; BlocksCAD entre outras e sobre quais Ribeiro (2012) cauciona que uma aplicação multimédia facilita o acesso aos conteúdos; a compreensão da informação; minimiza a complexidade e a consequente [des]orientação do utilizador quando navega pelo espaço de informação, associado aos factores relacionados com o domínio do aplicativo e o sua interface mais familiar entre outras facilidades encontradas no seu uso. Durante a pesquisa foi aplicado o software Blender cuja concepção considera-se relevante ao ensino e aprendizagem da geometria descritiva por concorrer para uma aprendizagem multimedia da qual ressaltam

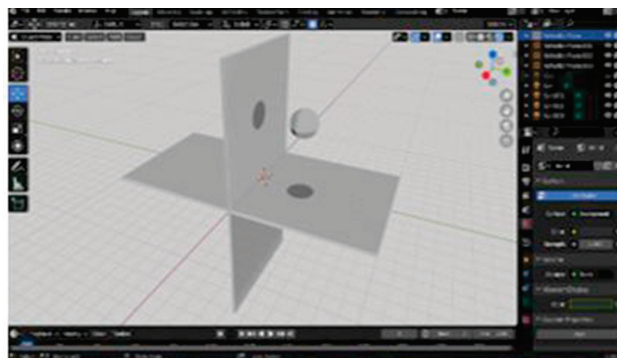


Figura 16: Interface do Blender com representação do ponto
Fonte: Xavier (2022)

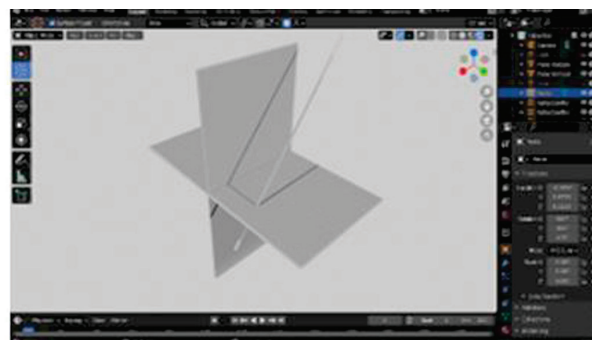


Figura 17: Interface do Blender com representação da recta
Fonte: Xavier (2022)

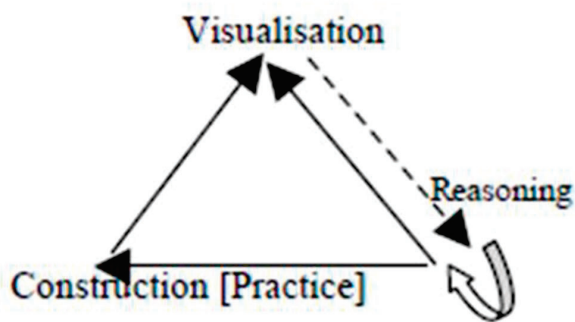


Figura 18: Modelo de proficiência na prática da GD
 Fonte: Adaptado de Karpuz & Atasoy (2018) apud Duval (1998)

A Figura 18 mostra como os processos cognitivos no uso de uma plataforma digital podem influenciar os outros durante a aprendizagem de geometria descritiva, e também indica que o raciocínio nem sempre é influenciado pela visualização (3D para 2D ou vice-versa), mas pode desenvolver bastante independentemente de outros processos de construção (prática) visualizados pela seta circular. No entanto, a visualização pode se desenvolver separadamente; e este estudo mostra que o SVR em conjunto exerce influência na prática. Brisson (1992) sugeriu que a visualização é fundamental para a compreensão de outros componentes.

4. Conclusões

O objectivo deste estudo foi de investigar as práticas e concepções dos futuros professores sobre a geometria descritiva, que foram agrupadas em quatro variáveis latentes. A interpretação de factores foi puramente intuitiva, com atenção à validade de conteúdo.

À guisa de conclusão, no objectivo sobre práticas e perspectivas dos estudantes na aprendizagem da geometria descritiva, quatro factores por PCA emergiram dos dados por Rotação ortogonal Verimax de factores que explicam 33,2% da variação dos dados, e uma adequação da amostragem

de 0,58, $p < 0,001$; ou seja, Visualização espacial ($n=9$, $p=0,73$); Aprendizagem profissional ($n=11$, $p=0,73$); Avaliação e apoio à aprendizagem ($n=8$, $p=0,70$, e Prática ($n=6$, $p=0,73$). Foram, neste estudo, identificadas e caracterizadas três práticas de ensino da geometria descritiva, viz: de construção dum Antena [Solução do problema de ângulos entre rectas concorrentes]; de cálculo e traçado da trajectória duma bola [resolução do problema de ângulo entre Rectas] e do objecto voador [determinação do ângulo diedro]. Um modelo de proficiência na prática da geometria descritiva foi de igual modo proposto (Adaptado de Karpuz & Atasoy 2018 apud Duval, 1998:38). O estudo identificou alguns softwares dinâmicos e propôs o uso do software Blender (figuras 16 e 17) cujo características multimedia conduzem ao ensino e aprendizagem da geometria descritiva afectivo em tecnologias e engenharia com alto grau de visualização e abstracção.

Os resultados têm poder probabilístico no desenvolvimento de um modelo específico projectado para fornecer estimativas dos efeitos de variáveis independentes em variáveis dependentes.

O estudo envolve uma série de limitações; particularmente a natureza não experimental do estudo em que não foi realizada medição pré e pós-teste. A pesquisa exige ainda um maior refinamento do questionário usando diferentes amostras e procedimentos de validação, uma vez que os 'construtos' sugeridos requerem uma análise mais aprofundada. No entanto, a amostra do estudo foi escolhida aleatoriamente, pode também oferecer motivos para generalização, ainda que restrita, a populações equivalentes.

Futuros estudos podem explorar a combinação entre os métodos tradicionais e tecnologias digitais no ensino e aprendizagem da geometria descritiva. Novos estudos sugerem uma amostra maior. A análise adicional dos efeitos de uma variável de controle (intervenção) em pares dependentes pode ser

realizada usando análise de regressão multivariada.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Amílcar Xavier pela disponibilidade e apoio na pesquisa.

Referências

All3DP. Modelagem 3D: 10 softwares 3D gratuitos e fáceis em 2023, disponível em: [www.https://all3dp.com/pt/1/software-modelagem-3d-iniciantes/#vectary](https://all3dp.com/pt/1/software-modelagem-3d-iniciantes/#vectary), acessado a 29.10.2023

Araujo, I. F. & Fernandes, M. C. V. Aplicação da geometria descritiva Na Solução De Problemas De Engenharia, In Cobango, 2001.

Bishop, A. J. Spatial abilities and mathematics education—A review. Educational studies in mathematics, v. 11, n. 3, p. 257-269, 1980.

BMDP Statistical Software Inc. (Computation with solo power analysis. LA: BMDP Statistical Software, 2023.

Brisson, H.E. Visualization in art and science, Leonardo, Visual Mathematics: Special double issue, Vol. 25, No. 2(4), pp. 257-262, 1992.

Buery, Cristina Cerqueira. O ensino da representação gráfica digital aplicada ao desenvolvimento do projecto: O caso da FAU-UFRJ, Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, 2013.

Da Costa, D. D. & Mesa, A. Desenho – 9ª classe, Maputo: Diname, 2000.

Duval, R. Geometry from a cognitive point of view. Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century, p. 37-52, 1998.

Field, A. Discovering statistics using IBM

SPSS statistics. sage, 2013.

Forseth, K. Projetos de Arquitetura, Hemus Editora, SP: 1987, p. 22-45.

George, D.; Mallery, P. edition 4. SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update. 2003.

Herrero, M. B. Geometria Descritiva Aplicada, Urmo, Servilla, Espanha: 1975, p. 13-48.

Lobjois, C. H. Desenvolvimento de Chapas, Hemus, São Paulo: 1977. p. 3-19.

Hair, J.F. et al. Multivariate data analysis, 6th Edition. 2006.

Hinton, P. R. Statistical Explained. Routledge Taylor & Francis Group. London and New York. 2004.

INDE, Proposta de Estrutura para o Ensino Secundário Geral. Maputo: INDE, (DOC/08/05), 2005.

Jones, K. & Fujita, T. The design of geometry teaching: Learning from the geometry textbooks of Godfrey and Siddons. Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, 22(2), 13-18, 2002

Kang, FM., Tai, D.W.S, Ching-Lang, J. & Bin-Jium, J., Study on development of spatial ability scale for vocational high school students, 7th UICEE Annual Conference on Engineering Education, Mumbai-India, 3-13th February, 2004.

Kline, P. An easy guide to factor analysis. London, Routledge, 1994.

Karpuz, Y. & Atasoy, E. Investigation of 9th Grade Students' Geometrical Figure Apprehension. In European Journal of Education-

- al Research. Volume 8, Issue 1, 285 - 300. ISSN: 2165-8714 <http://www.eu-jer.com/>, 2019.
- Mägi, R. & Meister, K. (2002) Geometry and students, engineering graphics, BALTGRAF, Proceedings of the Sixth International Conference, Riga, Latvia, June 13-14, 2002, 98-102.
- Matos, D. A. S. & Castilho, R. E. Análise fatorial, Brasília: ENAP, 2019.
- Mayer, R. Multimedia learning. New York: Cambridge University Press, 2001.
- Nhiuane, E. P. et al. Proposta curricular do curso de bacharelato e licenciatura em ensino de desenho. Maputo: UP, (DOC/02/03), 2003.
- Oliveira, M.J.S. et al. O uso do app inventor no aprendizado conectivo: prensa hidráulica para o ensino da lei de pascal. Redin-Revista Educacional Interdisciplinar, v. 8, n. 1, 2019.
- Punch, K. F. Introduction to Social Research: Quantitative and Qualitative Approaches. Sage, London, 2013.
- Ribeiro, N. Multimédia e Tecnologias Interativas. 5a Ed. Lisboa, FCA-Editora Informática, 2012
- Santa Rita, J. F. Desenho e Geometria Descritiva A - 10º Ano. 2ª Ed. Texto Editora, Lisboa, 2000.
- Slaby, S.M. Fundamentals of three-dimensional descriptive geometry, 2nd ed. London: John Wiley & Sons. 1976.
- Slaby, S. M. Descriptive geometry, Barnes & Noble, Inc. New York, 1957, p. 245-240.
- Stachel, H. Status of today's descriptive geometry-related education in Europe. 40th Anniversary of the Japan Society for Graphics Science, May 12-13, University of Tokyo. 2007.
- Tabachnick, B. G.; Fidell, L. S. Using multivariate statistics, 3rd edition. NY: Harper Collins, 1996.
- Tabachnick, Barbara G & Fidell, Linda S. Using Multivariate Statistics, 7th edition, Pearson, Northridge, 2021.
- Ssemakalu, S.T.; Edimu, M.; Serugunda, J.; Kabanda, P. Network Reliability Analysis as a Tool to Guide Investment Decisions in Distributed Generation. Journal of Power and Energy Engineering, Vol.6 No.9, September 29, 2018
- Wellman, B. L. Technical descriptive geometry. 2ª Edição, McGraw-Hill Book Company, New York, 1957, p. 585-605.