

APLICAÇÃO DE ENGENHARIA DIDÁTICA NO ENSINO DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA

Aplicación de la ingeniería didática en la enseñanza de la Geometría Descriptiva.

Application of didactic engineering in teaching Descriptive Geometry

António Blez Jovelino Pascoal¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2297-7516>

Resumo: Neste artigo, abordamos sobre como aplicar as fases da metodologia de Engenharia Didáctica na disciplina de Geometria Descritiva na sala de aula, a representação, construção de modo normalizado e sistematizado de objectos complexos; o uso com rigor de materiais, instrumentos cometidos a Geometria Descritiva e a colaboração em trabalhos de grupo, contribuindo para a realização de projectos, quer a nível da organização do plano de trabalho, quer a nível da sua execução, com os estudantes da 12^a Classe do Liceu N.º 292, 4^a Divisão no Município do Cuito, Província do Bié, Angola. Para o sucesso da pesquisa científica, tivemos em conta abordagem quantitativa, uma natureza aplicada a um procedimento técnico de pesquisa participante. Destacamos dois subtemas “*Estrutura do Sistema, elementos de Organização e Coordenadas; Representação e Projecções do Plano*” para a construção de objectos complexos, observação e análises das sequências de ensino, a partir da resolução de problemas, propostos pelo Ministério da Educação Angolana. Através dos subtemas mencionados os estudantes exploraram as fases da Engenharia Didáctica: análises preliminares, construção e análise a priori, a experimentação, análise a posteriori e a validação. Porém, com a dedicação e cooperação resolveu-se problemas através de construções geométricas; se estabeleceu relações entre conteúdos; e foi possível ter conhecimento de outros recursos e materiais manipuláveis que favoreçam o ensino de Geometria Descritiva.

Palavras-chave: Engenharia Didáctica; Ensino; Geometria Descritiva.

Determine as projecções da recta n que tem 3 cm de cota e o seu vertical tem -2 cm de abcissa. A recta faz um ângulo de 45º (a. d.) com plano frontal de projecção.

Parece sugerirmos você a resolver? Desculpe!

INTRODUÇÃO

O presente artigo com o título “Aplicação da Engenharia Didáctica no ensino de Geometria Descritiva”, é empenhado para a comunicação na **VI Feira Estadual de Matemática do Rio Grande do Sul** a ter lugar na **Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI – Campus Santa Rosa, República Federativa do Brasil** no dia **26 de Setembro de 2025**.

Para Leonardo (2006), a Geometria Descritiva é definida como:

Ciência que estuda os métodos de representação gráfica, das figuras do espaço em que se consideram até três dimensões para um plano de estudo. (p. 5)

Propomos a resolução do problema proposto, sabendo que a recta de nível, n , também denominada Recta Horizontal, Leonardo & Barros (2015), defendem que a recta de nível consiste em toda a recta que seja paralela a plano horizontal de projecção v_0 e oblíqua ao plano frontal de projecção ϕ_0 . Quanto as suas projecções, a projecção

¹Professor do Ensino Primário e Secundário 4.º Grau. Liceu n.º 292, 4^a Divisão Município do Cuito, Província do Bié. Professor Doutor, Professor Visitor no Instituto Superior Politécnico Intercontinental de Luanda polo de Benguela, Angola. filgeduca2006@gmail.com, +244935693693.

horizontal é oblíqua ao eixo **X** e a projecção frontal é paralela ao eixo **X**, isto é, todos os seus pontos têm cota igual. No que diz respeito aos seus pontos notáveis é possível determinar o traço frontal e os traços nos $\beta_{1/3}$ e $\beta_{2/4}$.

Analizando os dados do problema proposto

Recta n (Recta de Nível)

Rectas: n, n_1 e n_2

$$F_0 = -2 \text{ } cm$$

$$F_1 = 0 \text{ cm}$$

$$F_2 = 3 \text{ cm}$$

$$\alpha = 45^0 \text{ (a. d.)}$$

Representação gráfica

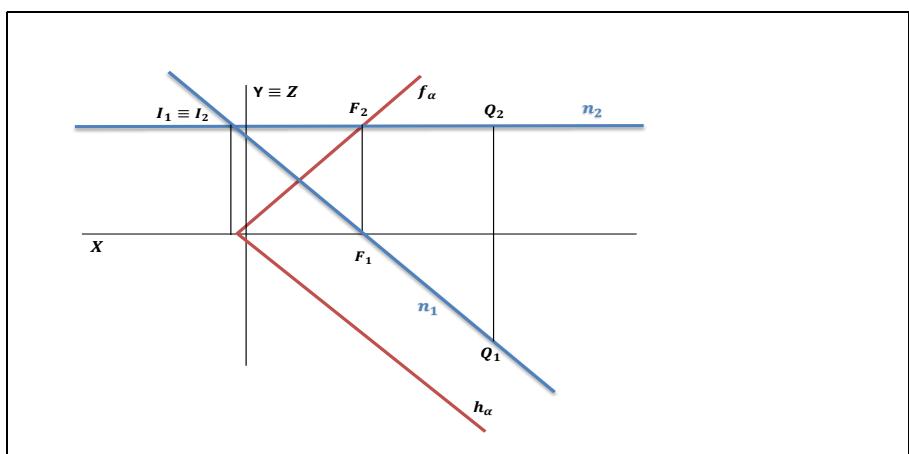


Figura 1: resolução - representação de projecções do problemas - Geogebra - Excel

1. Engenharia didáctica

A Engenharia Didáctica surge como tendência da metodologia de ensino, foi sistematizada e desenvolvida por MICHELLE ARTIGUE na década de 1980, em França na Escola Francesa de Educação. Pommer (2013) afirma que as discussões sobre as metodologias de ensino da Matemática, foram responsáveis pela sistematização, desenvolvimento e estudos da metodologia de Engenharia Didáctica em França pela *Michelle Artigue*.

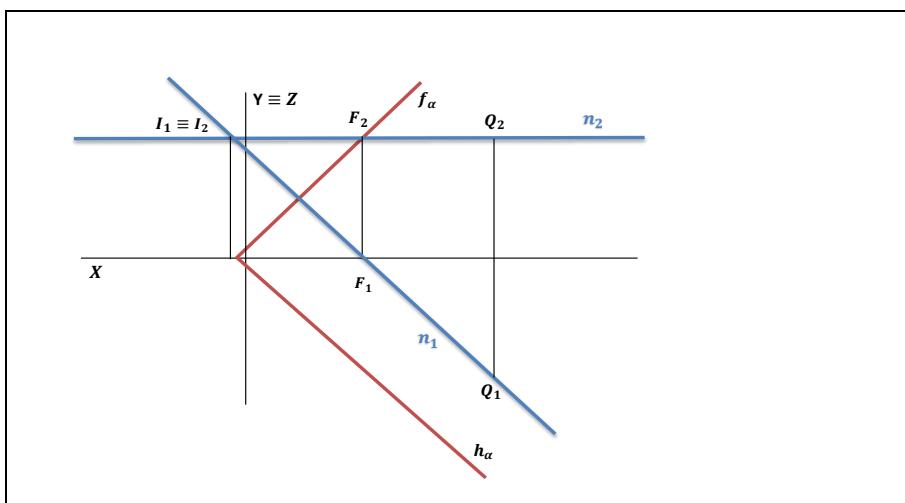


Figura 5: resolução - representação de projecções do problemas - Geogebra – Excel.

Aplicação da Engenharia Didáctica
1ª Fase: Análises Preliminares

Ponderações envolvendo o quadro teórico didáctico mais geral, sobre o problema apresentado **Determine as projecções da recta n que tem 3 cm de cota e o seu vertical tem -2 cm de abcissa. A recta faz um ângulo de 45^0 (a.d.) com plano frontal de projecção.**

Sobre as condições de trabalho, os professores usaram a “Oficina Móvel”, que usam para as aulas práticas de Geometria Descritiva. Preparamos os materiais necessários e suficientes para a representação e construção de objectos, tais como: Aquisição de avião plástico que funciona com comando”, baixar imagem de avião para a respectiva projecção, régua, esquadro, compasso, transferidor, afia lápis, cartolina (cores diferentes), marcadores, lápis, navalha, palitos, stick, cola branca, cola patax, fita cola, tesoura, papel do formato A3 e A4 e cartolina A3. Os estudantes usaram a sala de aula e em alguns casos, outros preferiam discutir alguns pormenores fora da turma. E os estudantes têm conhecimentos sobre: Convenções gráficas; Sistema Mongeano de Representação; plano nos bissectores; representação de um ponto, de uma recta e de um plano; projecção de uma recta frontal ou horizontal; posições relativa a rectas; localização de pontos; traços da recta e do plano.

Aplicação da Engenharia Didáctica

2ª Fase: Construção de análise a priori

Deve ser concebida como uma análise do controle do sentido; muito esquematicamente, se a teoria construtivista coloca o princípio do compromisso do estudante na construção dos seus conhecimentos por intermédio das interacções com determinado meio, a teoria das situações didácticas que serve de referência à metodologia de engenharia didáctica, teve desde a sua origem a ambição de se construir como uma teoria de controle das relações entre sentido e situações (Michelle Artigue, 1996).

Todavia, fizemos a distribuição dos enunciados, tendo em conta o que queríamos projectar e construir. Notamos que os estudantes estavam preocupados com os materiais a usar. Entre eles, estavam a dialogar se teríamos materiais suficientes para todos os grupos; e para além de entregar o material a cada grupo, era necessário orientar como usar; e também orientá-los a consultar sobre eventuais dúvidas.

Os dados do problema proposto:

Recta n (Recta de Nível)

Rectas: n, n_1 e n_2

$F_0 = -2\text{ cm}$

$F_1 = 0\text{ cm}$

$F_2 = 3\text{ cm}$

$\alpha = 45^\circ$ (a. d.)

Representação gráfica

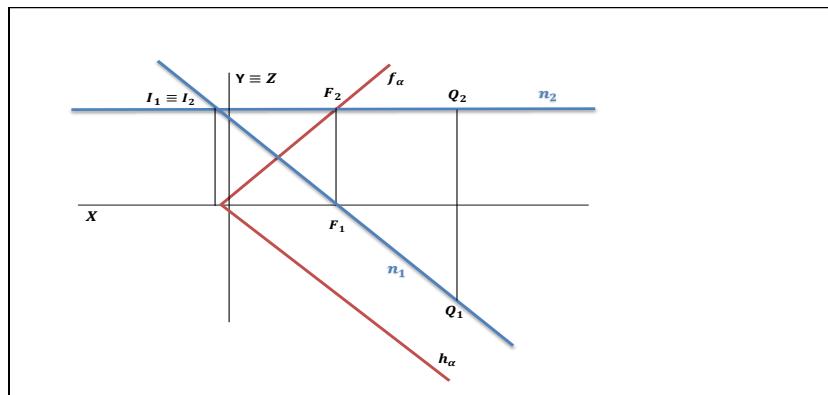


Figura 6: resolução - representação de projecções do problemas - Geogebra – Excel.

Aplicação da Engenharia Didáctica

3ª Fase: Experimentação

Ocorre aplicação da Engenharia Didáctica na 12ª Classe com os estudantes das cinco (5) turmas.

Tema: Sistema de Projecção

Subtema: Traços nos planos de projecção.

Objectivos:

- Construir objecto manipulável que favoreça aprendizagem de Geometria Descritiva com base a projecção;

- Representar formas reais ou imaginárias com ajuda dos traços de projeção, relembrando construções elementares de Geometria Plana;
- Autonomia no desenvolvimento de actividades em grupo, promovendo a realização pessoal mediante o desenvolvimento de atitudes, solidariedade e cooperação;
- Promover a auto-exigência de rigor e espírito crítico.

Metodologia de Ensino Predominante: **Engenharia Didáctica**.

(Trabalho em grupo; Experienciamento; Tentativas e erro; Lancaster)

Meios: "Aquisição de avião plástico que funciona com comando", baixar imagem de avião para a respectiva projeção, modelos tridimensionais, régua, esquadro, compasso, transferidor, afia lápis, cartolina (cores diferentes), marcadores, lápis, navalha, palitos, stick, cola branca, cola patex, fita cola, tesoura, papel do formato A3 e A4 e cartolina A3.

Resultados:

- Identificação da estrutura e representação dos elementos de organização. Coordenadas com base ao problema apresentado e a projeção;
- Construção e representação de traços no "avião";
- Corte e colagem de diferentes objectos e materiais para a construção;
- Autonomia, solidariedade e cooperação entre os estudantes.

Aplicação da Engenharia Didáctica

5^a Fase: Validação

Aplicação do formulário que permitirá a validação interna de cada objecto construído pelo grupo de trabalho. Constam quatro categorias que são: 1^a Conceitos decorrentes aos conteúdos do programa ministrado – descrição verbal dos procedimentos, vale quatro (4) valores na escala de (0 a 20) valores; 2^a Técnicas de utilização dos instrumentos de Geometria Descritiva, vale cinco (5) valores na escala de (0 a 20) valores; 3^a Execução (Experimentação, legibilidade das anotações, construção e rigor, manipulação e expressividade), valendo sete (7) valores na escala de (0 a 20) valores e a 4^a Apresentação do objecto complexo construído, valendo quatro (4) valores na escala de (0 a 20) valores.

METODOLOGIA

Abordagem usada na pesquisa sobre aplicação da Engenharia Didáctica no ensino de Geometria Descritiva é a *quantitativa* que requer o uso de recursos e técnicas de estatística, procurando traduzir em números os conhecimentos gerados pelo pesquisador. A natureza da pesquisa é a *aplicada* porque procura produzir conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. O método científico usado é o *Dedutivo*, uma vez que sugere uma análise de problemas no geral, uma vez que as generalizações derivam de observações de casos da realidade concreta; o objectivo de estudo é exploratória, visa a proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construindo hipóteses sobre ele. (Prodanov & De Freitas, 2013). *Procedimento técnico:* Pesquisa participante (quando é desenvolvida a partir da interacção entre pesquisadores e membros das situações investigadas).

Apresentação da amostra

A nossa pesquisa é realizada no Liceu N.^º 292, 4^a Divisão do Município do Cuito, Província do Bié em Angola. A delimitação do universo da pesquisa é de 327 estudantes das 11^a e 12^a classes de ambos os géneros; A amostra é constituída por 112 estudantes.



Figura 9: estudantes do Curso de Ciências Físicas e Biológicas, 12.^a Classe Turma C, Grupo N.^o 04, apresentando o produto final, com base a metodologia de Engenharia Didáctica aplicada à Geometria Descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quatro categorias que figuram na nossa pesquisa são: 1^a Conceitos decorrentes dos conteúdos do programa ministrado – descrição verbal dos procedimentos, 2^a Técnicas de utilização dos instrumentos de Geometria Descritiva, 3^a Execução (Experimentação, legibilidade das anotações, construção e rigor, manipulação e expressividade), 4^a Apresentação do objecto complexo construído. As turmas da 12^a Classe estão constituídos da seguinte forma: 12^a Classe turma A: Três (3) grupos e cada grupo formado por sete (7) estudantes, grupo 1A, grupo 2A e grupo 3A; 12^a Classe turma B: Dois (2) grupos formados por sete (7) estudantes, grupo 1B e grupo 2B; 12^a Classe turma C, formado por cinco (5) grupos: grupo 1C, grupo 2C, grupo 3C, grupo 4C e grupo 5C; 12^a Classe turma D, formado por cinco grupos: grupo 1D, grupo 2D, grupo 3D, grupo 4D e grupo 5D.

Trabalho em Grupo

Tema: Sistema de Projecção

Subtema: Representação e projecções de rectas.

Objectivos:

- Construir materiais manipuláveis que favoreçam aprendizagem de Geometria Descritiva;
- Representar formas reais ou imaginárias (recta de nível, frontal, fronto-horizontal e de Topo), relembrando construções elementares de Geometria Plana;
- Autonomia no desenvolvimento de actividades em grupo, promovendo a realização pessoal mediante o desenvolvimento de atitudes, solidariedade e cooperação;
- Promover a auto-exigência de rigor e espírito crítico.

Metodologia de Ensino Predominante: Engenharia Didáctica

(Trabalho em grupo; Experimentação; Tentativas e erro; Lancaster)

Meios: Régua, esquadro, compasso, transferidor, afia lápis, cartolina (cores diferentes), marcadores, lápis, navalha, palitos, stick, cola branca, cola patex, fita cola, tesoura, papel do formato A3 e A4 e cartolina A3.

Resultados:

- Identificação da estrutura e representação dos elementos de organização. Coordenadas;
- Construção da recta de nível de frente, fronto-horizontal e de topo;

- *Corte e colagem de diferentes objectos e materiais para a construção;*
- *Autonomia, solidariedade e cooperação entre os estudantes.*

Fonte: elaboração própria dos autores a partir de dados da pesquisa.



Figura 10: estudantes do Curso de Ciências Físicas e Biológicas, 12.^a Classe Turma A, Grupo N.^o 01, apresentando o produto final, com base a metodologia de Engenharia Didáctica aplicada à Geometria Descritiva.

CONCLUSÕES

O presente estudo, teve como objectivo apresentar os resultados obtidos na aplicação da Engenharia Didáctica no ensino de Geometria Descritiva. Ao analisarmos todas as projecções e construções geométricas feitas pelos estudantes, pode-se perceber que oferecemos aos estudantes a oportunidade de aprender de forma reflexiva, isto é, descrevendo o processo de projecção e construção de figuras geométricas complexas que auxiliam no entendimento das projecções de figuras.

Nós acreditamos que a nossa pesquisa, sobre aplicação de Engenharia Didáctica no Ensino de Geometria Descritiva, é dinâmica, baseada na experimentação, manipulação de objectos e vai contribuir na visão global sobre entendimento de construção dos objectos mais complexos pelos estudantes, e sob orientação do professor antes de partir para estudos mais aprofundado da representação do Sistema de Gaspard Monge. E os estudantes serão capazes de aplicar as fases Engenharia Didáctica: Análises preliminares, construção e análise a priori, experimentação, análise a posteriori e a validação na construção geométrica.

Assim, os estudantes da 12^a Classe do Liceu N.^o 292, 4^a Divisão no Município do Cuito, Província do Bié em Angola, dos cento e doze (112) estudantes que constituem amostra e integram nas cinco (5) turmas A, B, C & D, o aproveitamento corresponde 77,22% em todas as categorias; na 4^a Categoria apresentaram os objectos complexos construídos com sucesso equivalente a 77,92%. Na 3^a categoria conseguiram executar, tendo em conta a experimentação, a legibilidade das anotações, a construção, o rigor, a manipulação e a experimentação do traçado; e alcançaram um aproveitamento de 74,29%; os estudantes das cinco (5) turmas da 12^a Classe, notamos empenho e maior envolvimento abraçando a metodologia de Engenharia Didáctica para a resolução de problemas da Geometria Descritiva, na construção de objectos de maior complexidade; estabeleceram relações entre conteúdos de Geometria Descritiva e tiveram conhecimento de outros recursos e materiais manipuláveis que favorecem aprendizagem em Geometria Descritiva.

Todavia, é necessário que haja actividades extra-classe, para a recuperação de estudantes com aproveitamento abaixo da média, o caso da 12^a Classe turma D, o grupo 1D com uma percentagem de 35,71% e o grupo 2D, com uma percentagem de 28,57% na 3^a Categoria onde os estudantes tiveram dificuldades de executar, tendo em conta a experimentação, a legibilidade das anotações, construção, rigor, manipulação e a experimentação do traçado. Apelamos o bom senso das Instituições de Ensino, para que invistam nos recursos humanos e concomitantemente nos materiais de trabalho; as Instituições de Ensino Superior, podem implementar o curso de Ensino de Geometria Descritiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almouloud, S & Coutinho C. Q. S. (2008). *Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd*. Revemal: Revista Electrónica de Educação de Matemática. 3(1). 67-77.
- Alves, F. R. V. (2014). *Engenharia didática para o teorema da função implícita: análises preliminares e a priori*. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia. 7 (3). 148-168.
- Artigue, M. *Engenharia Didática*. In: Brun, J. (1996). *Didácticas das Matemáticas*. Instituto Piaget.
- Cungatiquilo, Cano. (2015). *Geometria Descritiva 11.ª Classe (AAV) /12.ª Classe (ACFB)* (1^a ed). Editora das Letras.
- Boaler, J; Munson, J; Williams, C. (2018). *Mentalidades matemáticas na sala de aula: ensino fundamental*. Porto Alegre. RS: Penso.
- Boaler, J. (2020). *Mente sem barreiras. As chaves para destravar seu potencial ilimitado de aprendizagem*. Porto Alegre, RS; De Sousa, Mariana Duarte & Pinto, Thiago Pedro (2020). *Realização de um Estudo Historiográfico da Disciplina de Construções Geométricas*. cursos de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Enaphem.
- Ferreira, Guttenberg Sergistóanes Santos & Alves, Francisco Régis Viera. (2015). Engenharia didática para discussão geométrica e resolução de equações de 1º grau: Análises Preliminares e Apriori. Conez. Ciência e Tecnologia. 9(4). 78-82.
- Laville, Christian & Dionne, Jean Dionne. (1999). *A Construção do Saber: Manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Editora UFMG.
- Leonardo, Barros & Campelos, António. (2006). *Geometria Descritiva 10.ª Classe*. Textos Editores.
- Libâneo, José Carlos. (2013). *Didática*. (2^a ed). São Paulo: Cortez.
- Maciel, Clara de Mello & Grutzmann, Thaís Philipson. (2024). *A visualidade no ensino de Geometria no Ensino Médio*. 01-25. <https://doi.org/10.47207/rbem.v5i1.19572>
- Piletti, Cláudio Piletti (2004). *Didática Geral*. (23^a ed). Editora Ática.
- Pommer, W. M. (2013). *A Engenharia Didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares*. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/296486970_A_Engenharia_Didatica_em_sala_de_aula_a_Elementos_basicos_e uma_ilustração_envolvendo_as_eqcoes_Diofantinas_Lineares
- Pommer, W. M. (2023). *A Engenharia didática: Presupostos e usos palestra*. Universidade Federal de São Paulo.
- Prodanov, Cleber Cristiano & De Freitas, Ernani César. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. (2^a ed). Editora Feevale.
- Sassi, Gilberto Pereira. (2020). *Introdução à Estatística para a Pesquisas em Informática na Educação*. (1^a ed). <http://lattes.cnpq.br/7008457711842107>
- Scheirnerman, Edward R. (2011). *Matemática Discreta: Uma introdução – tradução da 2.ª edição Norte Americana*. (2^a ed). Cengage Learning Edições Ltda.