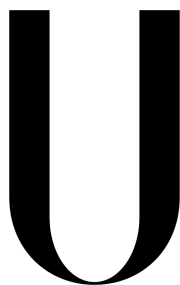


Universidade de Lisboa



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

O MAIOR ÂNGULO: DECLIVE E INCLINAÇÃO

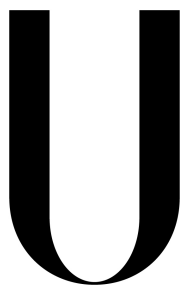
Ana Margarida Vieira de Santa-Rita Boavida

Mestrado em Ensino de Artes Visuais
no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pelo Professor Doutor
António de Oriol Pena Vazão e Trindade

2015

Universidade de Lisboa



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

O MAIOR ÂNGULO: DECLIVE E INCLINAÇÃO

Ana Margarida Vieira de Santa-Rita Boavida

Mestrado em Ensino de Artes Visuais
no 3º ciclo do Ensino Básico e Secundário

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pelo Professor Doutor
António de Oriol Pena Vazão e Trindade

2015

Agradecimentos

Em primeiro lugar, à minha mãe Fernanda de Santa-Rita, a primeira professora que conheci e a quem dedico este relatório, pelo seu carinho e apoio incondicional.

Ao meu orientador Professor Doutor António Trindade, pela disponibilidade e conhecimentos.

À minha professora cooperante Maria Manuela André, pela oportunidade da prática de ensino supervisionada.

E em último lugar ao meu noivo Jim Caflisch, ouvinte paciente, pelo incentivo e compreensão.

Resumo

O presente relatório da prática de ensino supervisionada intitula-se *O maior ângulo: Declive e Inclinação* e descreve o projeto de intervenção pedagógica que foi concretizado no âmbito do Mestrado de Ensino de Artes Visuais através da lecionação de uma unidade didática da disciplina bianual de opção de Geometria Descritiva A à turma C do 10º ano na Escola Secundária D. Filipa de Lencastre, em Lisboa.

A unidade didática escolhida para a prática de ensino supervisionada incidiu sobre os conteúdos “Reta de maior declive” e “Reta de maior inclinação”. A sua escolha, bem como a do método e das estratégias de ensino para a sua lecionação, decorreram do conhecimento que se obteve acerca da turma C durante a observação das aulas da professora cooperante. Dado o contexto de uma escola com uma oferta educativa assumidamente direcionada para o prosseguimento de estudos no ensino superior e uma turma em que todos os alunos expressaram intenção de o fazer, o motivo subjacente à escolha da unidade didática acima referida foi a utilidade dos seus conteúdos para a prática de uma futura profissão nos campos da Arquitetura e em alguns campos da Engenharia.

Elaborou-se um conjunto de 16 problemas originais para os alunos resolverem individual ou cooperativamente na aula em que se procurou cumprir três objetivos: o objetivo de revisão dos conteúdos aprendidos no 1º período; o objetivo de articulação destes com a aprendizagem dos novos conteúdos; e o objetivo de redução dos traçados. A estrutura e grau de dificuldade dos problemas baseou-se na dos problemas das provas de exame nacionais de Geometria Descritiva B (programa antigo).

Para além da investigação teórica que precedeu a prática de ensino supervisionada, este relatório inclui uma análise e reflexão acerca do trabalho realizado bem como a apreciação da professora cooperante.

Palavras-chave: geometria descritiva, declive, inclinação, ângulo, problemas.

Abstract

This report on supervised teaching practice is titled *The greatest angle: Declivity and Inclination* and describes the pedagogical intervention that was carried out with a view to obtaining a Master's Degree in Teaching Visual Arts by means of teaching a didactic unit of the biennial optative subject of 10th grade Descriptive Geometry A to class C at Escola Secundária D. Filipa de Lencastre, in Lisbon.

The contents of the didactic unit chosen for the supervised teaching practice consisted of “Line of greatest declivity” and “Line of greatest inclination”. The choice of that particular didactic unit as well as the teaching methods and strategies that were used ensued from becoming acquainted with class C during the observation of the cooperating teacher's practice. Given the context of a school in which the educational offer was admittedly oriented towards higher education and a class in which all the students declared their intention to go to university, the motivation underlying the choice of the didactic unit mentioned above was the usefulness of its contents for the practice of a profession in the field of Architecture and some fields of Engineering.

A set of 16 original problems was devised for the students to solve individually or cooperatively in class with the purpose of achieving three objectives: making them recall the contents that they learned during the 1st term; making them articulate the knowledge of those contents with the contents of the newly learned didactic unit; and making them reduce the number of lines they used when solving a problem. The problems were modelled after those contained in the national examination of Descriptive Geometry B (former programme) in terms of their structure and level of difficulty.

In addition to the theoretical research that preceded the supervised teaching practice this report includes, at the end, an analysis and reflection about the work that was carried out as well as the cooperating teacher's evaluation.

Keywords: descriptive geometry, declivity, inclination, angle, problems.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vi
Índice de figuras	x
Introdução	1
I. Enquadramento Teórico	5
I.1. Método de Monge, a engenharia militar e as projeções cotadas	5
I.2. A importância das retas de maior declive e de maior inclinação	15
I.3. A disciplina de Geometria Descritiva A	30
I.3.1. Currículo	30
I.3.2. Programa	32
II. Contexto escolar	34
II.1. Emblema do agrupamento	34
II.2. Cronologia da história do Agrupamento	35
II.3. Edifício Sede do Agrupamento	39
II.4. Localização e enquadramento	43
II.5. Obras de requalificação das escolas do Agrupamento	45
II.6. Espaço físico e instalações	46
II.7. Estruturas de apoio	49
II.7.1. Centro de recursos	49
II.7.1.1. Bibliotecas escolares	50
II.7.1.2. Salas de estudo	51
II.7.1.1. Oficina multimédia	51
II.8. Órgãos de gestão e administração	52
II.8.1. Conselho Geral	52

II.8.2. Direção	53
II.8.3. Conselho Pedagógico	53
II.8.4. Conselho Administrativo	54
II.9. Organização pedagógica	54
II.9.1. Departamentos curriculares	55
II.9.1.1. Disciplinas afetas ao Grupo 600	56
II.10. População escolar	56
II.10.1. Discentes	56
II.10.2. Docentes	57
II.10.3. Pessoal não docente	58
II.11. Projeto Educativo	58
II.12. Oferta educativa	59
II.13. Oferta complementar	60
II.14. O Agrupamento na internet	61
III. Unidade Didática	62
III.1. Observação de aulas	62
III.1.1. Caraterização dos espaços letivos	62
III.1.2. Caraterização da turma	65
III.1.3. Manual adotado pela escola	66
III.1.4. Modelo de aula utilizado pela professora cooperante	66
III.1.4.1. Participação	68
III.1.4.2. Visualização	69
III.1.4.3. Normalização	72
III.1.4.4. Atenção	73
III.1.5. A professora cooperante	74
III.2. Prática de ensino supervisionada	74
III.2.1. Enquadramento da unidade didática	74

III.2.2. Objetivos, estratégias e recursos	75
III.2.3. Planificação das aulas	80
III.2.4. Apresentações introdutórias	86
III.2.5. Avaliação	86
IV. Análise e Reflexão	91
IV.1. Observação da professora cooperante	97
Referências Bibliográficas	101
Bibliografia	101
Fontes	106
Webgrafia	106
Anexos	109
PowerPoint <i>Declive e inclinação</i>	109
PowerPoint <i>Reta de maior declive</i>	109
PowerPoint <i>Reta de maior inclinação</i>	109
Enunciados dos problemas	109
Resoluções dos problemas	109
Programa da Disciplina de Geometria Descritiva A	109
Proposta de Gestão Curricular – GD A (10º ano) – 2013/2014	109
Referencial de Avaliação – GD A (10º ano) – 2013/2014	109

Índice de figuras

Figura 1 Planta e alçado da torre da catedral de Laon	6
Figura 2 Traçado da hipérbole	7
Figura 3 Página de <i>La Géométrie</i>	8
Figura 4 Esquemas descritivos de escadas de caracol	9
Figura 5 Prancha do Tratado de Estereotomia	10
Figura 6 Prancha do Tratado de Geometria Descritiva	11
Figura 7 Reta de maior declive	16
Figura 8 Imagens das Torres de Alfragide	17
Figura 9 Exterior da estação de Metro de Carnide	17
Figura 10 Escultura-fonte na estação de Metro de Entrecampos	18
Figura 11 Ângulo da reta de maior declive	19
Figura 12 Correspondência entre graus e percentagem	22
Figura 13 Imagens dos sinais de trânsito A3a e A3b	23
Figura 14 Sinais de perigo utilizados em Portugal	24
Figura 15 Sinais de perigo utilizados no Japão	24
Figura 16 Sinais de perigo utilizados na Coreia do Sul	24
Figura 17 Sinais de perigo utilizados no Brasil	25
Figura 18 Sinais de perigo utilizados na Finlândia	25
Figura 19 Pendente e declive determinados através dos píxeis da imagem.	26
Figura 20 Reta de maior declive em projeções cotadas	28
Figura 21 Passagem do método de projeções cotadas para o sistema diédrico	29
Figura 22 Emblema do agrupamento	35
Figura 23 Fundador do LNDFL	35
Figura 24 Limite e zona geral de protecção do monumento classificado	39

Figura 25 Escola Secundária D. Filipa de Lencastre	40
Figura 26 Corredor de circulação	42
Figura 27 Átrio de entrada do Edifício Sede	42
Figura 28 Fotografia aérea do Agrupamento	44
Figura 29 Plantas dos edifícios do Agrupamento	46
Figura 30 Edifício Norte	48
Figura 31 Biblioteca Escolar do Edifício Sede	50
Figura 32 Sala de Leitura do Edifício Norte	50
Figura 33 Sala de estudo/apoio localizada no Edifício Sede	51
Figura 34 Oficina Multimédia	52
Figura 35 Site do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre	61
Figura 36 <i>Moodle</i>	62
Figura 37 Imagens da Sala 10, de “Joaquina Nobre Araújo”	63
Figura 38 Janelas da ala noroeste vistas do pátio interior.	65
Figura 39 Duas propostas de resolução do Problema 3	77
Figura 40 Problemas 4 e 10	78
Figura 41 Problemas 6 e 12	79
Figura 42 Problemas 1 e 7	79
Figura 43 Problemas 2 e 8	80
Figura 44 Relatório da resolução do problema 10	88
Figura 45 Relatório da resolução do Problema 12	88
Figura 46 Correções ao enunciado do Problema 1	92
Figura 47 Correções aos dados e resolução do Problema 14	93
Figura 48 Resolução do Problema 9 e resolução de uma aluna	93

*Il est donné a peu d'hommes d'être géomètres; il est donné a tous
d'apprendre de l'arithmétique et de la géométrie.*

Denis Diderot

Introdução

O objeto da Geometria Descritiva é a representação exata a duas dimensões das formas e das suas respetivas posições no espaço. Tendo sido inicialmente desenvolvida para ser aplicada na Engenharia Militar, encontrou inúmeras aplicações não só nos campos da Arquitetura e Engenharia Civil como também nos campos do Design Industrial e de Produtos, Topografia, Agronomia, Geologia, Engenharia de Minas, Engenharia Florestal e Hidrografia. A sua aprendizagem é, portanto, uma ferramenta indispensável para o desempenho de profissões em todos estes campos bem como nos campos das Artes Plásticas, Design de Interiores ou Cenografia.

O presente relatório de prática de ensino supervisionada intitula-se *O maior ângulo: Declive e Inclinação* e descreve o projeto de intervenção pedagógica que foi concretizado no âmbito do Mestrado de Ensino de Artes Visuais através da lecionação de uma unidade didática da disciplina bianual de opção de Geometria Descritiva A, na Escola Secundária de D. Filipa de Lencastre, situada em Lisboa. A prática de ensino supervisionada teve a duração de cinco aulas de 90 minutos, que foram lecionadas entre 6 e 14 de janeiro de 2014 à turma C do 10º ano do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia, com o apoio e supervisão da professora cooperante Maria Manuela André.

A unidade didática escolhida para a prática de ensino supervisionada incidiu sobre os conteúdos “Reta de maior declive” e “Reta de maior inclinação”, que se inserem no item “3.5.4 Retas notáveis de um plano” do programa em vigor da disciplina. Estes conteúdos articulam-se com os conteúdos “Reta horizontal” e “Reta frontal”, que também se encontram inseridos no mesmo item do programa.

A escolha desta unidade didática, bem como as escolhas do método e das estratégias de ensino para a sua lecionação, decorreram do conhecimento que se obteve acerca da turma turma C do 10º ano durante a observação das aulas da professora cooperante. Com efeito, durante a observação de aulas deparou-se com o contexto de uma escola com uma oferta educativa assumidamente direcionada para o prosseguimento de estudos no ensino superior e uma turma em que todos os alunos expressaram intenção de o fazer. O motivo subjacente à escolha da unidade didática acima referida para a lecionar à turma C em concreto foi, pois, a utilidade dos seus

conteúdos para a prática de uma futura profissão nos campos da Arquitetura e em alguns campos da Engenharia.

Verificou-se que o manual adotado pela escola não continha exercícios de aplicação prática incidentes sobre os conteúdos “Reta de maior declive” e “Reta de maior inclinação” em número suficiente para ocupar os alunos durante cinco aulas. Verificou-se igualmente que estes também não eram suficientemente abrangentes para permitirem rever os conteúdos aprendidos durante o 1º período após a pausa letiva das férias do Natal. Deliberou-se, então, elaborar um conjunto de 16 problemas originais para os alunos resolverem individual ou cooperativamente em que se procurou cumprir três objetivos: o objetivo de revisão dos conteúdos aprendidos no 1º período, em particular com os conteúdos “Reta horizontal (de nível)” e “Reta frontal (de frente)”; o objetivo de articulação destes com a aprendizagem dos novos conteúdos “Reta de maior declive” e “Reta de maior inclinação”; e o objetivo de redução dos traçados. A este objetivo está associado outro objetivo, que é o desenvolvimento das capacidades dos alunos e em particular o aumento do nível de abstração. A sua estrutura e grau de dificuldade basearam-se nos dos problemas das provas de exame nacionais de Geometria Descritiva B (programa antigo).

O presente relatório está dividido em quatro capítulos, intitulados *Enquadramento teórico, Contexto escolar, Unidade didática e Análise e reflexão*. Os capítulos estão precedidos de um capítulo introdutório e seguidos de um capítulo com as referências bibliográficas e os anexos.

O Capítulo I, onde se faz o enquadramento teórico da unidade didática leccionada, está dividido em três subcapítulos. O primeiro trata do Método de Monge, a engenharia militar e as projeções cotadas, o segundo trata da importância e o conceito das retas de maior declive e de maior inclinação e o terceiro é dedicado à disciplina de Geometria Descritiva A. O terceiro subcapítulo está por sua vez subdividido em duas partes respeitantes ao seu Currículo e Programa.

No Capítulo II descreve-se o contexto escolar em que foi concretizado o projeto de intervenção pedagógica descrito no presente relatório quanto ao seu espaço físico, organização, população escolar e oferta educativa. Este capítulo encontra-se subdividido em catorze subcapítulos correspondentes ao emblema do Agrupamento, cronologia da sua história, edifício da escola sede, sua localização e

enquadramento, obras de requalificação das escolas do Agrupamento, seu espaço físico e instalações, estruturas de apoio, órgãos de gestão e administração, organização pedagógica, população escolar, projeto educativo, oferta educativa, oferta complementar e presença do Agrupamento na internet.

O Capítulo III trata da unidade didática lecionada e está dividido em dois subcapítulos. O primeiro descreve a observação de aulas que precedeu a prática de ensino supervisionada, onde se faz a caracterização dos espaços letivos e da turma, se descreve o manual adotado pela escola bem como o modelo de aula utilizado pela professora cooperante e, por fim, se faz a apresentação dessa docente. O segundo subcapítulo trata do projeto de intervenção pedagógica propriamente dito e da sua concretização. Este encontra-se por sua vez subdividido em cinco partes correspondentes ao enquadramento da unidade didática, aos objetivos, estratégias e recursos, à planificação das aulas, às apresentações introdutórias e por fim à avaliação.

No Capítulo IV procede-se à análise e reflexão relativamente à experiência de ensino, onde se apresentam os dados que foi possível recolher face às vicissitudes que a rodearam, e se faz um balanço reflexivo sobre a mesma. Este capítulo tem no final um subcapítulo com a apreciação da professora cooperante acerca da prática de ensino supervisionada.

I. Enquadramento teórico

*La técnica es el esfuerzo para ahorrar esfuerzos.
José Ortega y Gasset*

I.1. Método de Monge, a engenharia militar e as projeções cotadas

A Geometria Descritiva é “essencial a áreas disciplinares onde é indispensável o tratamento e representação do espaço – como sejam, a arquitectura, a engenharia, as artes plásticas ou o design” (Xavier, 2001:3) e, de facto, a grande generalidade dos projetos de arquitetura, engenharia ou de design industrial utiliza um método gráfico baseado no princípio da dupla projeção ortogonal. Embora a utilização generalizada da Geometria Descritiva só se tenha tornado possível após a sua invenção no final do século XVIII pelo matemático francês Gaspard Monge (1746–1818), isto não significa que o princípio da dupla projeção ortogonal seja completamente original. Pelo contrário, quando a Geometria Descritiva foi inventada por Monge já fazia muito tempo se utilizavam métodos gráficos de representação baseados nesse princípio e que por essa razão são considerados seus precursores. Todavia, conforme afirmou o engenheiro francês Jules de La Gournerie (1814-1883) no seu discurso aquando da abertura do curso de Geometria Descritiva no Conservatoire Impérial des Arts et Métiers, antes da invenção de Monge não existia ainda um método geral para a resolução de problemas espaciais (1855:25):

“...avant Monge on savait résoudre graphiquement un grand nombre de problèmes mais il n'existait pas de méthode générale pour ces solutions.”

Um dos livros onde se encontra uma das mais antigas descrições do conceito de dupla projeção ortogonal é o tratado em dez volumes do arquiteto e engenheiro romano Vitruvius (aprox. 80–70 a.C. – aprox. 15 d.C.), intitulado *De Architectura*. Ao definir a arquitetura no Capítulo II do Livro I da sua obra Vitruvius subdivide a disposição (*dispositio*), um dos seis princípios definidores da arquitetura, em três espécies, referindo que em grego se dizem *ideae* (aspeto exterior, forma definitiva ou

aparência) e acrescentando que “nascem da reflexão e da invenção” (Vitruvius, 2006:37). As três espécies de disposição discriminadas por Vitruvius, que são a icnografia (*ichnographia* – planta de um edifício), a ortografia (*orthographia* – o alçado de um edifício) e a cenografia (*scaenographia* – representação em perspectiva de um edifício), constituem, pois, um conjunto de três desenhos complementares entre si de modo a compor o projeto de um edifício. Os dois primeiros desenhos são as projeções ortogonais da obra a construir, nomeadamente a planta e o alçado, e o terceiro é uma representação em perspectiva da obra.

No século XIII o desenhador Villard de Honnecourt representou a planta e o alçado da torre de Laon lado a lado no seu caderno de desenhos (figura 1). Os dois desenhos em conjunto dão uma ideia espacial do objeto representado mas não estão ainda coordenados por um sistema de representação.

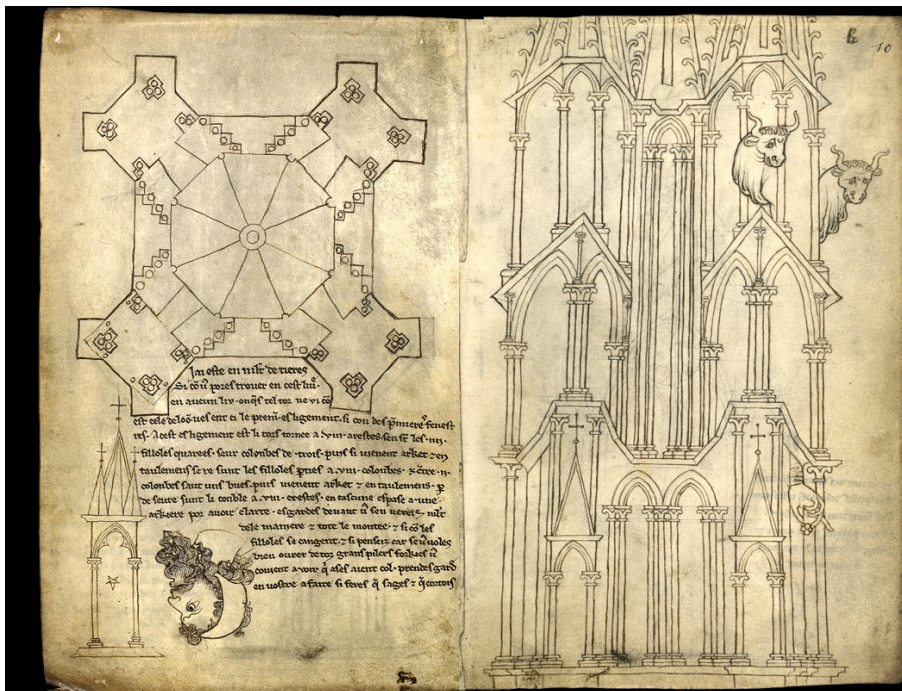


Figura 1 | Planta e alçado da torre da catedral de Laon. Fonte: BNF

Três séculos mais tarde, o pintor e gravador alemão Albrecht Dürer (1471–1528) utilizou “um método que antecipa a geometria descritiva de Monge do fim do século XVIII” (Veloso, 1998:296) nos exemplos que deu para traçar secções cónicas

(figura 2) na sua obra *Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt*, publicada em 1525.

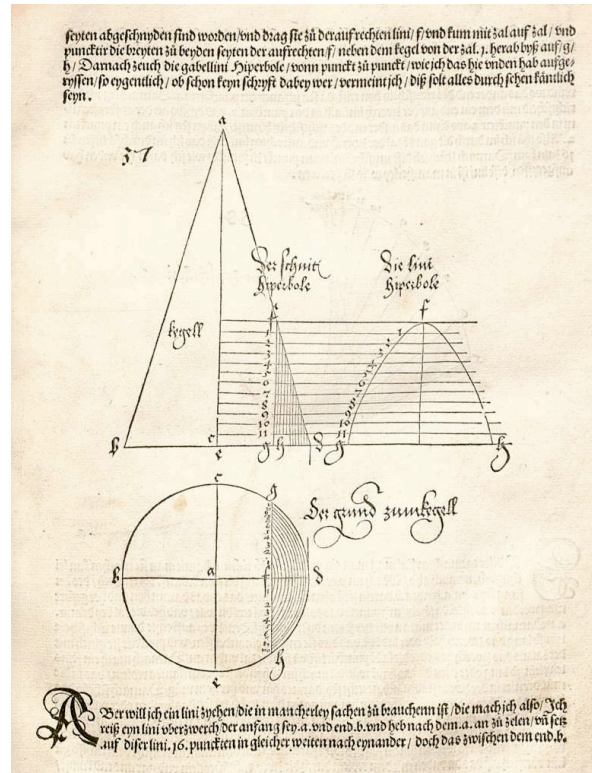


Figura 2 | Traçado da hipérbole. Fonte: Bayerischen Staatsbibliothek

Veloso descreve assim o referido exemplo, acima reproduzido (1998:296):

“Está representado um cone reto, num alçado e numa planta. Um plano de perfil, e portanto paralelo a duas geratrizes, secciona o cone segundo uma hipérbole. Considerando as secções (que são circunferências) por planos perpendiculares ao eixo do cone – e portanto horizontais – Dürer determina os pares de pontos que desejam correspondentes às intersecções das circunferências com a hipérbole. Em planta, as distâncias do eixo da hipérbole a esses pontos aparecem em verdadeira grandeza. Então podemos transportar essas distâncias para a figura da direita, e traçar a hipérbole por pontos. Naturalmente, esta figura da direita também se pode considerar que foi obtida por rebatimento do plano de perfil, um método típico da geometria de Monge.”

O princípio da dupla projeção ortogonal foi descrito por René Descartes (1596–1650) no segundo livro da sua obra *La Géométrie* (figura 3).

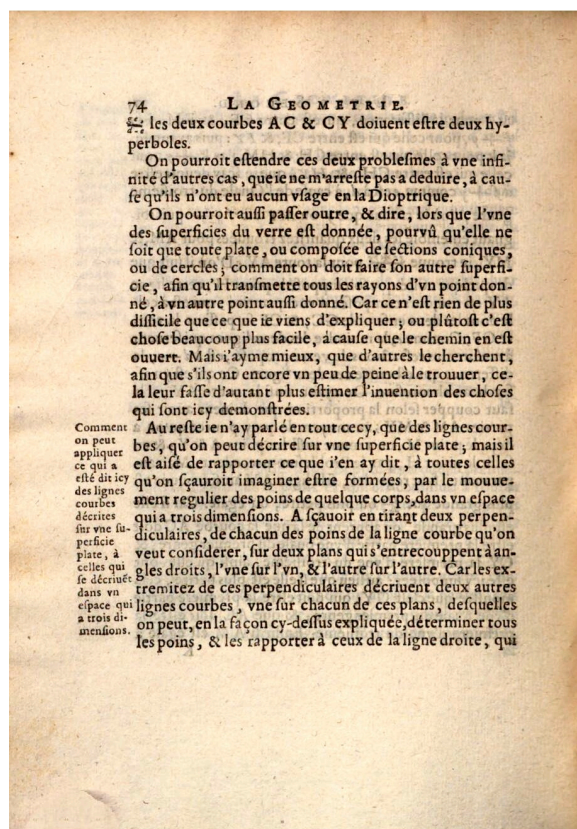


Figura 3 | Página de *La Géométrie*. Fonte: Österreichische Nationalbibliothek

Nesta obra Descartes propõe um método para conhecer as propriedades das linhas curvas descritas no espaço a três dimensões mediante a projeção ortogonal simultânea de cada um dos seus pontos sobre dois planos que se intersectam também ortogonalmente (1664:74):

“Au reste je n’ai parlé en tout ceci que des lignes courbes qu’on peut décrire sur une superficie plate; mais il est aisé de rapporter ce que j’en ai dit à toutes celles qu’on sauroit imaginer être formées par le mouvement régulier des points de quelque corps dans un espace qui a trois dimensions: à savoir, en tirant deux perpendiculaires de chacun des points de la ligne courbe qu’on veut considérer, sur deux plans qui s’entre-couperent à angles droits, l’une sur l’un et l’autre sur l’autre; car les extrémités de ces perpendiculaires décrivent deux autres lignes courbes, une sur chacun de ces plans, desquelles on peut en la façon ci-dessus expliquée déterminer tous les points et les rapporter à ceux de la ligne droite qui est commune à ces deux plans, au moyen de quoi ceux de la courbe qui a trois dimensions sont entièrement déterminés.”

Em 1567 o arquiteto francês Philibert Delorme (c.1514-1570) publicou um tratado de arquitetura intitulado *Premier tome de l’architecture* com os traçados de arcos e trompas de alvenaria (figura 4), que até então eram um segredo do ofício dos canteiros. Porém, ao contrário dos canteiros que construía semelhantes estruturas

por tentativa e erro, Philippe Delorme enfatizou o aspecto conceptual do ofício do arquiteto, que é capaz de conceber traçados com os métodos geométricos necessários à obtenção de medidas em verdadeira grandeza previamente a qualquer construção.

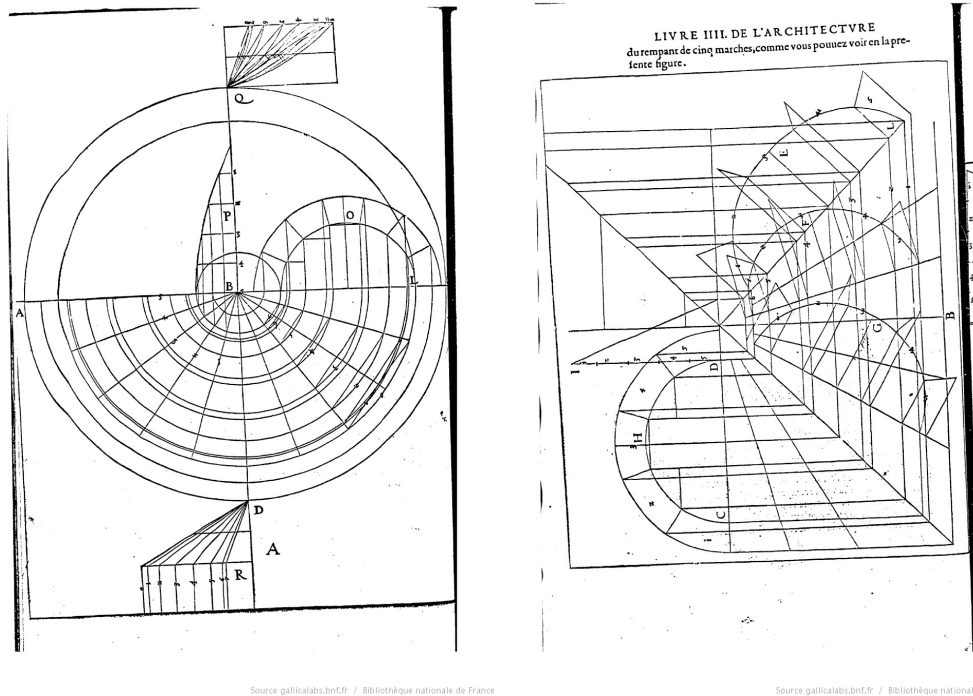


Figura 4 | Esquemas descritivos de escadas de caracol. Escada de vão redondo (à esquerda) e escada de vão quadrado (à direita). Fonte: BNF

O engenheiro militar Amédée François Frézier (1682–1773) também teve um contributo importante para o aparecimento da Geometria Descritiva. Entre 1737 e 1739 escreveu um tratado de estereotomia, intitulado *La Théorie et la Pratique de la Coupe des Pierres et des Bois pour la Construction des Voûtes et autre Parties des Bâtiments Civils & Militaires, ou Traité de Stéréotomie à l'Usage de l'Architecture*, que trata a questão das interseções de superfícies com vista à sua aplicação no entalhe da pedra. É o tratado mais importante acerca da resolução deste tipo de problemas de geometria espacial com sólidos através do uso de projeções (figura 5) a ter sido escrito antes da invenção da Geometria Descritiva por Monge.

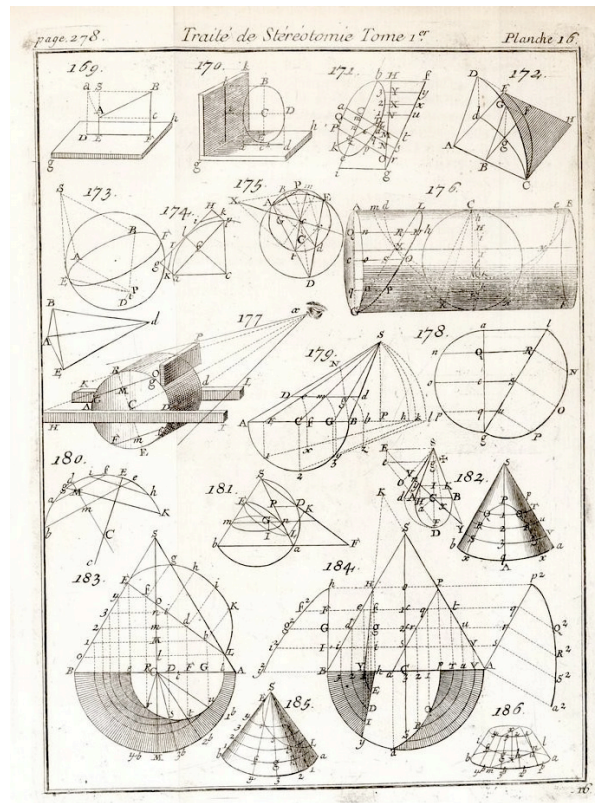


Figura 5 | Prancha do Tratado de Estereotomia. Fonte: BNF

Foi Monge quem finalmente sistematizou as construções geométricas utilizadas na estereotomia, arquitetura e fortificações e as transformou num novo corpo de conhecimento, dando-lhes o nome de Geometria Descritiva. O seu método veio permitir que alguns problemas espaciais que até então eram resolvidos através de demorados cálculos matemáticos pudessem passar a ser resolvidos com rigor absoluto através de métodos gráficos. Nas palavras de Veloso (1998:304), Monge “desenvolveu um tema de geometria pura, a Geometria Descritiva, que resolvia definitivamente, de modo completamente rigoroso, os problemas gráficos da representação no plano de objetos tridimensionais”.

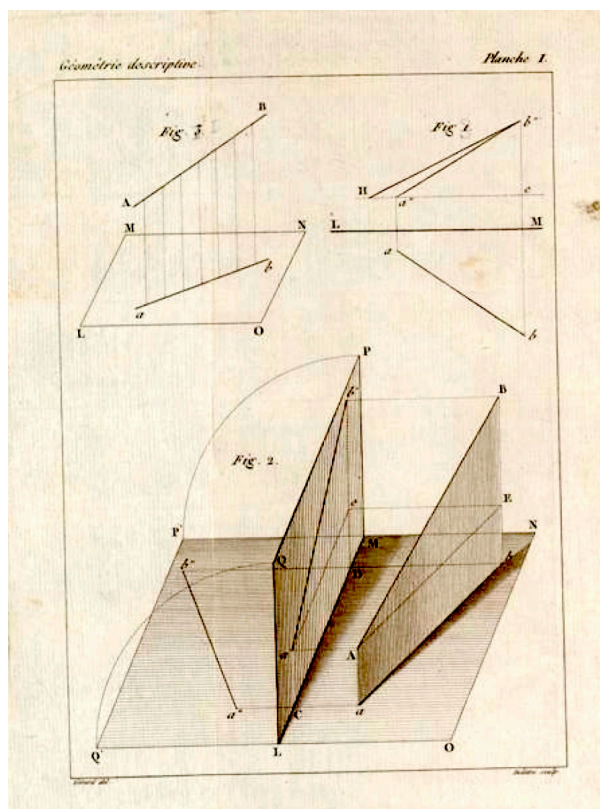


Figura 6 | Prancha do Tratado de Geometria Descritiva. Fonte: BNF

O Método de Monge baseia-se no princípio da dupla projeção ortogonal sobre um referencial composto por dois planos de projecção, ortogonais entre si, denominados o plano horizontal e o plano frontal, representados apenas pela sua reta de interseção (figura 6). Conforme afirmou o engenheiro e matemático francês Barnabé Brisson (1777-1828), citando Monge, cada uma das projeções ortogonais isoladas não é suficiente para definir um objeto, pois falta-lhe uma dimensão, mas em conjunto complementam-se mutuamente, sendo a forma do objeto deduzida da comparação das duas (1839:196):

“Les personnes qui sont au courant des méthodes de cette science savent qu'une projection seule ne suffit pas pour définir un objet; qu'il faut nécessairement deux projections, parce qu'il y a toujours sur un plan une des dimensions qui manque, mais qu'au moyen de deux projections, les trois dimensions se trouvent déterminées. Lors donc que l'on considère la description d'un objet faite complètement au moyen de ses deux projections, on doit comparer la projection horizontale avec la projection verticale; et c'est de cette perpétuelle comparaison que l'on déduit la connaissance de la forme de l'objet proposé.”

Este método dispensa a terceira representação em perspectiva preconizada por Vitruvius. A sua simplicidade e perfeição são apontadas por Sousa para explicar o seu uso generalizado (s/d:12):

“De todos os sistemas de projeção o mais usado em Geometria Descritiva, por ser naturalmente o mais simples e perfeito, é o sistema de projeção ortogonal sobre dois planos também ortogonais ou perpendiculares entre si. Este sistema que nos dá ao mesmo tempo duas projeções é também chamado “de dupla projeção ortogonal” ou sistema de Monge, não por ter sido descoberto pelo célebre geômetra, mas sim em homenagem ao admirável organizador da Geometria Descritiva.”

A Geometria Descritiva foi desenvolvida no contexto de uma escola de engenharia militar que ficou conhecida como o berço da geometria francesa, a École du Génie de Mézières, onde Monge ingressou como desenhador ou cartógrafo em 1764 e onde veio a ser professor de matemática, em 1768, e física, em 1771. As primeiras aplicações que a Geometria Descritiva conheceu foram na arte das fortificações, sendo por isso considerada um segredo militar, o que impediu Monge de ter o reconhecimento pela sua invenção. Monge só pode divulgar publicamente a nova arte da Geometria Descritiva após a Revolução Francesa, numa série de lições que deu em forma de palestra entre 20 de janeiro e 10 de abril de 1795 nas Écoles Normales. Foi nesta escola destinada à formação de professores do ensino secundário que Monge apresentou assim sua invenção (1798:2):

“Cet art a deux objets principaux.
Le premier est de représenter avec exactitude, sur des dessin qui n’ont que deux dimensions, les objets qui en ont trois, et qui sont susceptibles de définition rigoureuse.
Le second objet de la géométrie descriptive est déduire de la description exacte des corps tout de qui suit nécessairement de leurs formes et de leurs positions respectives.”¹

As nove primeiras lições de Monge, tal como as de outros professores, foram transcritas por estenógrafos e nesse mesmo ano foram publicadas pela primeira vez nos quatro primeiros volumes do jornal da escola, o *Journal des séances des écoles normales*, para uso dos alunos; “as outras quatro lições de Geometria Descritiva, consideradas pelo autor como imperfeitas na sua redação, publicar-se-iam anos mais tarde” (Gelabert, 2003:16). Monge reviu pessoalmente a transcrição destas lições,

¹ “Representar com exatidão sobre desenhos que só têm duas dimensões os objetos que na realidade têm três e que são suscetíveis de uma definição rigorosa. Deduzir da descrição exata dos corpos as propriedades das formas e as suas posições respetivas.” (Xavier, 2001:5)

que lhe serviu para preparar o curso de Geometria Descritiva que lecionou nesse mesmo ano de 1795 na École Polytechnique. Este estabelecimento de ensino havia sido fundado por ele no ano anterior com o nome de École Centrale des Travaux Publics “para a preparação comum de engenheiros civis e militares” (Gelabert, 2003:16). As lições conheceram uma segunda edição quatro anos mais tarde, em 1799, quando foram reunidas para voltarem a ser publicadas num livro autónomo com o título de *Géométrie descriptive* e o subtítulo de *Leçons données aux écoles normales. L'an III de la République*. O texto das lições foi aí reproduzido de forma quase literal e complementado com pranchas ilustrativas. O livro conheceu inúmeras reimpressões posteriores, o que assegurou à geometria descritiva uma grande difusão e lhe permitiu tornar-se, ao longo do século XIX, uma disciplina fundamental no ensino científico e técnico.

Embora o Método de Monge seja geralmente o mais cómodo para resolver questões abstratas, pois permite representar objetos independentemente da sua pré-existência, por vezes é forçoso modificá-lo para resolver questões práticas. Na introdução da sua obra intitulada *Mémoire sur la géométrie appliquée au dessin de la fortification* o general François Noizet (1792–1885) sugere a utilização de apenas uma projeção e o recurso a métodos geométricos auxiliares como os rebatimentos (1823:10):

“La méthode des doubles projections est la plus commode, il est vrai, pour les questions abstraites; mais quelquefois, dans l’application, on est forcé de la modifier. C’est ainsi que dans la charpente et la coupe des pierres, on se sert des développements et des rabattements, en ne faisant souvent usage que d’une projection.”.

Foi nesta obra que o método das projeções cotadas apareceu reunido pela primeira vez de modo a formar um corpo de conhecimento. No método das projeções cotadas só se utiliza uma projeção ortogonal sobre um plano horizontal de referência, sendo as alturas dos diferentes pontos, as cotas, indicadas por um valor numérico. Pierre Charles Dupin (1784–1873), aluno de Monge, recorda que antes da invenção da Geometria Descritiva o método das projeções cotadas já tinha sido inventado em 1749 na escola de Mézières pelo engenheiro militar Milet de Mureau (1756–1825), e que já era aliás utilizado para fazer levantamentos topográficos necessários ao

aprofundamento dos portos e ao traçado dos perfis transversais das estradas (1819:137):

“En 1749, année qui suivit l'établissement de l'école de Mézières, un autre officier du génie, Milet de Mureau, proposa de marquer sur le papier les hauteurs du terrain, par des cotes dont les points fussent alignés suivant des directions perpendiculaires à une ligne tracée sur le terrain dans un plan vertical, et passant par le point le plus élevé. [...] D'ailleurs, cette méthode était déjà pratiquée dans les opérations topographiques relatives au creusement des ports, et au tracé des profils transversaux des routes.”

Em 1768 o engenheiro francês Pierre du Buat introduziu a escala de declive no desenho das fortificações. Calculada sobre a reta de maior declive de um plano ou de uma superfície topográfica, esta inovação foi imediatamente adotada na École du Génie de Mézières, sendo utilizada no método das projeções cotadas.

Um outro aluno de Monge na École du Génie de Mézières, Jean Baptiste Marie Charles Meusnier de La Place (1754-1793), inventou uma solução muito engenhosa para representar a superfície topográfica. Numa memória que publicou em 1775 intitulada *Mémoire sur le plan de défilement*, Meusnier propôs representar o terreno através das linhas que unem os pontos com a mesma cota de modo a formar curvas de nível contidas em planos horizontais equidistantes. Dupin levanta a questão se foi Monge quem teve esta ideia ou se foi algum dos seus antecessores ou sucessores (1819:137):

“Un autre moyen plus propre encore à définir rigoureusement et complètement les formes du terrain, est de les représenter par des courbes horizontales tracées sur ce terrain dans des plans équidistants. Cette idée est-elle due à Monge? est-elle plus ancienne que lui? est-elle due à quelqu'un de ses élèves? Voilà ce qui semble difficile à décider.”

Contudo, Dupin não tem dúvidas que foi o próprio Monge quem alargou o conceito de reta de maior declive a todas as superfícies, incluindo terrenos, representado-os pelo seu sistema de retas de maior declive (1819:139):

“Plus tard, Monge a fort agrandi l'idée de représenter un plan par sa ligne de plus grande pente, en représentant les terrains de formes quelconques, par le système de leurs lignes de plus grande pente: système qui, dans beaucoup de cas, a des avantages qui lui sont particuliers.”

Monge inventou também, segundo La Gournerie, um método muito eficaz para trabalhar com terrenos que consiste basicamente em considerar um cone

tangente à superfície topográfica, empregando os mesmos métodos geométricos utilizados na dupla projeção ortogonal (1855:31):

“Je n'examinerai pas ici les travaux de Monge sur le défilement; je dirai seulement qu'il détermine le plan de site à l'aide d'un cône circonscrit au terrain. (...) On voit que si Monge a jugé nécessaire de conserver à la topographie un trait distinct, il a voulu cependant en rattacher les opérations au même ensemble de considérations géométriques.”

A Geometria Descritiva enquanto um método gráfico universal já havia sido defendida por Monge, que a descreveu como uma linguagem comum às áreas da engenharia e das artes no programa das lições dadas nas Écoles Normales (1798:2):

“Sous de point de vue, c'est une langue nécessaire à l'homme de génie qui conçoit un projet, à ceux qui doivent en diriger l'exécution, et enfin aux artistes qui doivent eux-mêmes en exécuter les différentes parties.”

A comprovada versatilidade do Método de Monge faz com que, para a disciplina de Geometria Descritiva A, seja “exactamente a representação diédrica que constitui o cerne do programa, dado que o conhecimento deste sistema de representação não só fornece os pré-requisitos necessários para a aprendizagem de qualquer outro, como se revela bastante eficaz na consecução do objectivo essencial de desenvolver a capacidade de ver e de representar o espaço tridimensional” (Xavier, 2001:3).

I.2. A importância das retas de maior declive e de maior inclinação

A reta de maior declive e a reta de maior inclinação são duas das quatro retas notáveis de um plano e têm a particularidade de serem perpendiculares, respetivamente, ao traço horizontal e frontal do mesmo. As outras duas retas notáveis, também designadas por retas principais de um plano, são a reta horizontal (de nível) e a reta frontal (de frente), que são paralelas, respetivamente, ao traço horizontal e ao traço frontal do plano a que pertencem.

Por cada ponto de um plano passa uma e só uma reta de maior declive desse plano e também uma e só uma reta de maior inclinação.

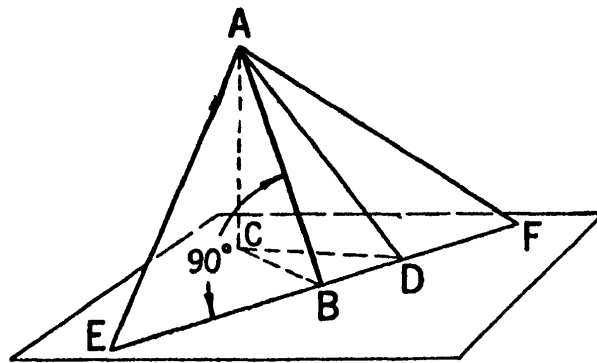


Figura 7 | Reta de maior declive. Fonte: Osmania University

Segundo um exemplo concreto dado por Watts e Rule, ao largar uma esfera num ponto arbitrário de um plano qualquer a mera ação da gravidade irá fazer com que ela role no sentido descendente segundo uma perpendicular ao traço horizontal do plano (figura 7), sendo o percurso ao longo de uma reta de maior declive dessa superfície (1946:39):

“A sphere rolling on a plane and acted upon by gravity alone would follow a line of maximum inclination”.

Do mesmo modo, a água da chuva, ao cair sobre um telhado plano, irá escorrer ao longo dessa superfície segundo a direção das retas de maior declive da mesma. O conhecimento da direção das retas de maior declive de uma superfície é particularmente importante quando aquela está sujeita à erosão causada pelo escorrimento da água da chuva (figura 8), tendo inúmeras aplicações práticas tais como a construção de coberturas e de taludes.



Figura 8 | Imagens das Torres de Alfragide. Fonte: Própria

Também se pode tirar partido do conhecimento da direção do escoamento da água ao longo das superfícies ao projetar estruturas urbanas de pequena dimensão, integradas em obras arquitetónicas ou puramente ornamentais (figuras 9 e 10).



Figura 9 | Exterior da estação de Metro de Carnide. Fonte: Própria



Figura 10 | Escultura-fonte na estação de Metro de Entrecampos. Fonte: Própria

A reta de maior declive é de todas as retas de um plano aquela que faz o maior ângulo com o plano horizontal de projeção tendo, por essa razão, recebido o seu nome. Pillet propõe uma demonstração para tornar evidente esta particularidade: primeiro toma-se arbitrariamente um ponto qualquer do plano dado e por ele faz-se passar uma reta qualquer; pelo mesmo ponto faz-se em seguida passar uma reta de maior declive do plano. Obtêm-se dois triângulos retângulos, com um lado vertical em comum, cujos vértices são o ponto tomado, a projeção ortogonal desse ponto sobre o plano horizontal de projeção e os traços horizontais de cada uma das retas que se fizeram passar pelo dito ponto. Por fim faz-se coincidir a base do primeiro triângulo coincidir com a do segundo mediante uma rotação em torno do lado vertical, verificando-se que após a rotação o ângulo formado pela reta qualquer com o plano horizontal de projeção é menor do que o ângulo formado pela reta de maior declive com aquele plano. Nas palavras de Pillet, “Démonstration facile à faire en amenant, par rotation, le point C en C₁ sur le prolongement de aB” (1921:12), referindo-se ao exemplo que deu a respeito desta reta na sua obra *Traité de géométrie descriptive, ligne droite et plan-polyèdres-surfaces* (figura 11).

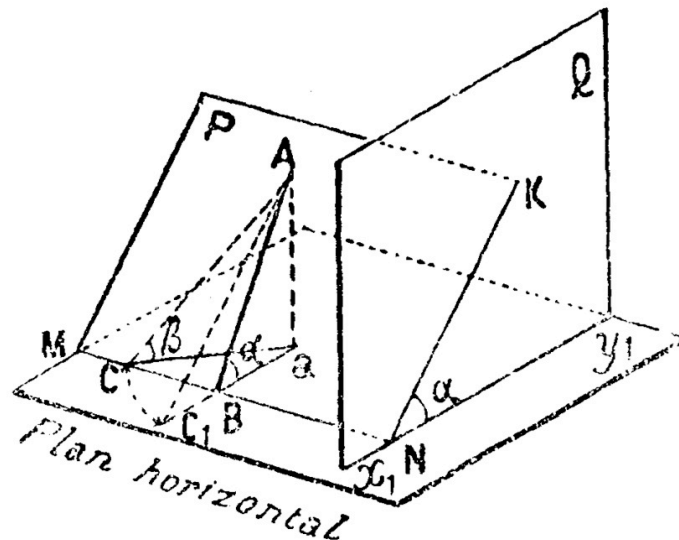


Figura 11 | Ângulo da reta de maior declive. Fonte: University of Michigan

A mesma rotação demonstra que a amplitude do ângulo das retas com o plano horizontal é inversamente proporcional ao comprimento das bases dos triângulos retângulos, conforme observou Woolf quando deu um exemplo semelhante (1895:26):

“But in two right-angled triangles having the same perpendicular, the greater the base, *the smaller the angle at the base.*”

Partindo do princípio, segundo Rouché e Comberousse, que de todas as retas que se podem fazer passar por um ponto pertencente a um plano qualquer, aquela que faz o maior ângulo com um outro plano é a perpendicular à reta de interseção dos dois planos, então a reta de maior declive de um plano é perpendicular ao traço horizontal do mesmo, pois este traço é a reta de interseção do plano em questão com o plano horizontal de projeção (1922:28):

“Parmi toutes les droites que l’on peut mener par un point A dans un plan P, celle qui ait le plus grand angle avec un autre plan donné Q est la perpendiculaire AB abaissée du point A sur l’intersection LT des deux plans P et Q.”

Ou, segundo Lancaster (1961:66):

“Consideremos p. ex. o plano horizontal de projeção e um plano qualquer e, sobre este, diversas retas. Verifica-se que destas a que faz maior ângulo com v_0 é a que é normal à interseção dos 2 planos.”

A projeção horizontal da reta de maior declive de um plano é perpendicular ao traço horizontal do mesmo em virtude do teorema das três perpendiculares². Ou, segundo Lancaster, “A sua projeção horizontal é normal ao traço horizontal do plano, por haver um ângulo reto com um lado paralelo ao v_0 ” (1961:67).

Analogamente, “para as retas de maior inclinação repetem-se, ‘mutatis nutandis’, as considerações que fizemos para as de maior declive” (Lancaster, 1961:67): é de todas as retas de um plano aquela que faz o maior ângulo com o plano frontal de projeção, é a reta que mede o maior ângulo que o plano em que está contida faz com o plano frontal de projeção e, novamente em virtude do teorema das três perpendiculares, a sua projeção frontal é perpendicular ao traço frontal do plano a que pertence.

Também se pode afirmar que a reta de maior declive de um plano “existe num plano que é simultaneamente perpendicular ao plano horizontal de projeção e ao plano de que ela é reta de maior declive” (Duarte & Vicente, 1967). A reta de maior declive de um plano é, portanto, a reta de interseção deste terceiro plano com o plano do qual ela é reta de maior declive. Ao ângulo plano que se obtém cortando com este terceiro plano o diedro formado pelos dois primeiros planos chama-se o retilíneo do diedro. Segundo Lancaster (1961:66), este ângulo equivale ao ângulo formado pela reta de maior declive de um plano com a sua respetiva projeção horizontal :

“O ângulo desta reta, chamada reta de maior declive do plano, com a sua projeção horizontal, mede o ângulo (α) que o plano π faz com v_0 pois eles dão o retilíneo do diedro.”

Assim sendo, o declive de um plano em relação ao plano horizontal de projeção “é igual ao declive de qualquer uma das suas linhas de maior declive em relação ao mesmo plano” (Pegado, 1899:21).

² Teorema das três perpendiculares: se uma reta a é perpendicular a um plano α num ponto O , considera-se uma reta b do plano α não que passa por O e uma reta c do plano α que passa por O e seja perpendicular à reta b num ponto R ; considera-se um ponto S qualquer da reta a ; a reta definida pelos pontos S e R é perpendicular à reta b .

Quanto à reta de maior inclinação, subsistem as mesmas considerações feitas para a reta de maior declive: o ângulo que esta reta faz com a sua respetiva projeção frontal são lados do retilíneo do diedro formado pelo plano de que ela é reta de maior inclinação e pelo plano frontal de projeção, pois tanto uma como outra existem no mesmo plano perpendicular aos dois primeiros planos.

A reta de maior declive de um plano tem também outra particularidade que é a de ser suficiente para o definir, “o que parece uma exceção, mas não é, pois fica logo definida a direção de outras retas do plano, que são as retas de nível” (Lancastre, 1961:67). Por outras palavras, como as retas de maior declive de um plano têm uma direção ortogonal à das retas horizontais (de nível) desse plano, sempre que é dada uma reta de maior declive é também dada implicitamente a direção das retas horizontais (de nível) do mesmo. E vice-versa, conforme acrescentou Lancastre (1961:67):

“Se o plano não for definido pelos traços, pode-se traçar uma reta de maior declive (d) traçando previamente uma reta de nível (n) à qual aquela será perpendicular, é claro.”

De igual modo, como o traço horizontal de um plano é um caso particular de reta horizontal (de nível) do mesmo, “uma reta de maior declive define imediatamente o traço horizontal desse plano” (Sousa, 2001:85). Por esta razão, “não há senão um plano, que tenha por linha de maior declive, em relação ao plano horizontal de projeção” (Pegado, 1899:21), uma determinada reta dada. Uma reta de maior declive é, portanto, suficiente para definir um plano.

Representar um plano por uma das suas retas de maior declive é o modo que apresenta maior economia de traçados, sendo por isso o mais vantajoso. Segundo Chollet e Mineur, este modo de representação deve a sua importância à sua simplicidade (1908:34):

“Cet mode de représentation doit son importance à sa simplicité et surtout à ce fait qu'il donne une détermination immédiate des horizontales du plan, qui sont d'un usage constant dans la plupart des problèmes relatifs au plan.”

O raciocínio é absolutamente análogo para a reta de maior inclinação: uma reta é suficiente para definir um plano “porque é sempre possível desenhar por um

ponto dessa reta uma reta de frente do plano e construir pelo traço vertical³ da reta o traço vertical⁴ do plano” (Duarte & Vicente, 1967:47).

O declive de uma reta em relação ao plano horizontal de projeção “é a tangente trigonométrica do ângulo que a reta faz com o plano” (Pegado, 1899:20). Pode-se afirmar analogamente em relação ao plano frontal de projeção que a “inclinação de uma reta é a tangente trigonométrica desse ângulo” (Lancastre, 1961:67).

O declive de uma reta exprime-se pelo valor do seu ângulo que esta faz com o plano horizontal de projeção (figura 12) mas também se pode exprimir “em percentagem (%) ou permilagem (‰), indicando-se o número de unidades de que variou a cota dum ponto móvel sobre uma reta quando a sua projeção horizontal percorreu 100 ou 1000 unidades”, respetivamente (Lancastre, 1961:67).

Quando o declive é expresso em percentagem recebe o nome de pendente. A pendente é dada pela razão entre a distância vertical e a distância horizontal de dois dos seus pontos multiplicada por 100.

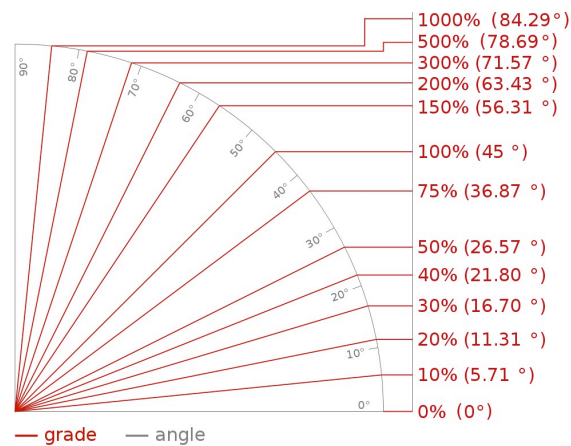


Figura 12 | Correspondência entre graus e percentagem. Fonte: Wikipedia

Um exemplo concreto do quotidiano em que é utilizado um valor em percentagem para indicar os declives das ruas e estradas em vez de um valor em ângulo são os dois sinais de trânsito A3a – descida perigosa e A3b – subida de

³ frontal

⁴ Idem

inclinação acentuada (Decreto Regulamentar nº 22-A/98 de 1 de outubro, Subsecção I, Artigo 19º) do código da estrada utilizados em Portugal (figura 13). Estes dois sinais integram a categoria dos sinais de perigo do sistema de sinalização vertical a colocar nas vias pública para indicar aos condutores, respetivamente, que uma determinada rua ou estrada tem uma “descida de inclinação acentuada ou que, por quaisquer outras circunstâncias, constitui perigo para o trânsito” ou que a mesma tem uma “subida de inclinação acentuada”.



Figura 13 | Imagens dos sinais de trânsito A3a e A3b. Fonte: Própria

Em Portugal os sinais de trânsito que integram a categoria de sinais de perigo, segundo o Decreto Regulamentar nº 22-A/98 de 1 de outubro, Subsecção I, Artigo 20º, “têm a forma de uma triângulo equilátero e são colocados com o lado que serve de base ao símbolo na posição horizontal e o ângulo oposto para o alto”, devendo a sua leitura ser feita da esquerda para a direita. Em ambos os sinais A3a e A3b é indicada, “em inscrição, a inclinação da descida ou da subida, em percentagem” (figura 14).



Figura 14 | Sinais de perigo utilizados em Portugal. Fonte: Wikipedia

Nos sinais de perigo homólogos utilizados no Japão (figura 15) e na Coreia do Sul (figura 16) o sentido ascendente ou descendente de uma rua ou estrada é indicado por uma seta branca, sendo igualmente indicada, em inscrição, o declive da descida ou inclinação da subida, em percentagem.

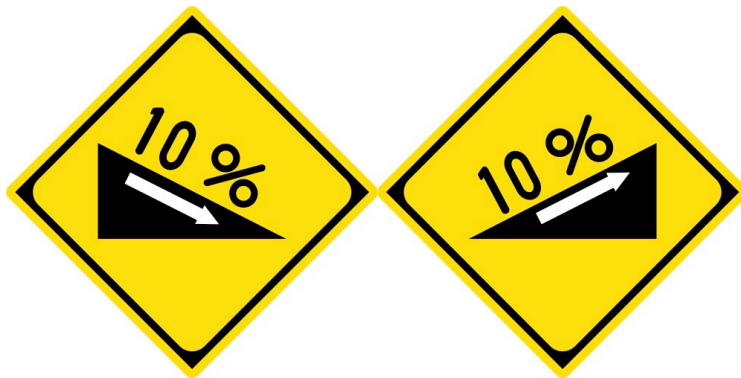


Figura 15 | Sinais de perigo utilizados no Japão. Fonte: Wikipedia



Figura 16 | Sinais de perigo utilizados na Coreia do Sul. Fonte: Wikipedia

Noutros países como o Brasil (figura 17) e a Finlândia (figura 18) os sinais homólogos são menos abstratos e têm a silhueta de um veículo para indicar o sentido ascendente ou descendente da rua ou estrada. No último país mencionado os sinais indicam também, em inscrição, o declive da descida ou a inclinação da subida, em percentagem.



Figura 17 | Sinais de perigo utilizados no Brasil. Fonte: Wikipedia



Figura 18 | Sinais de perigo utilizados na Finlândia. Fonte: Wikipedia

É possível medir facilmente o declive ou a pendente das ruas a partir de fotografias, procurando nas construções à sua volta as linhas indicadoras da horizontal ou da vertical. Com base nestas linhas de referência tanto se pode medir o ângulo com a horizontal como se podem utilizar os píxeis como unidades de medida de comprimento e altura (figura 19).

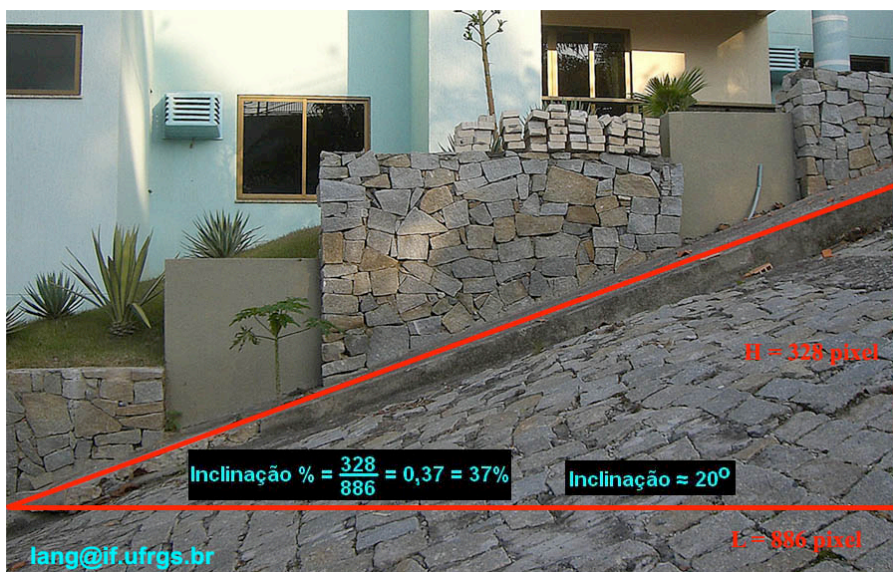


Figura 19 | Pendente e declive determinados através dos píxeis da imagem.
 Fonte: Sociedade Brasileira de Física

O conceito de declive é muito utilizado no método das projeções cotadas. Este método é um caso particular do sistema diédrico, em que se adota “um único plano de projeção, que se supõe horizontal, sobre o qual se projetam ortogonalmente os pontos do espaço” (Asensi, 2000:139). O plano horizontal de projeção, aqui designado por plano horizontal de referência, situa-se convencionalmente sob os pontos a representar, sendo as cotas expressas por um valor numérico com sinal positivo. Para os pontos situados abaixo do plano horizontal de referência as cotas têm sinal negativo. O valor numérico correspondente à cota é medido em unidades altimétricas e quando a cota é expressa por um número inteiro diz-se que é inteira ou redonda.

O método das projeções cotadas é muito conveniente para representar objetos “cuja dimensão vertical seja muito mais pequena que as horizontais” (Asensi, 2000:139). É muito utilizado para representar superfícies topográficas (terrenos) que, segundo Javary, não são passíveis de uma definição geométrica rigorosa (1903:35):

“On appelle généralement surfaces topographiques des surfaces de terrain qui ne sont pas susceptibles de définition géométrique et qui présentent cette disposition que deux points ne sont jamais sur une même verticale.”

Ainda segundo Javary, a grande desproporção entre as dimensões deste tipo de superfície no sentido vertical em relação ao sentido horizontal iria fazer com que,

ao utilizar o sistema diédrico para as representar, as projeções frontais dos seus diversos pontos ficassem de tal modo próximas umas das outras que a sua leitura se tornaria impossível (1903:3):

“Lorsque les dimensions de l'objet dans le sens horizontal sont très grandes relativement à la distance des points au plan horizontal, on serait conduit à une projection verticale illisible, impossible à tracer à cause de son peu de hauteur.”

Neste caso utiliza-se unicamente a projeção horizontal da superfície, sendo as suas duas dimensões horizontais representadas graficamente através de secções horizontais equidistantes que formam curvas de nível. A sua terceira dimensão, a cota (ou a distância em relação ao plano horizontal de referência), é indicada por um valor numérico colocado junto da projeção horizontal de cada um dos seus diferentes pontos, obtendo-se assim uma projeção cotada. Se bem que se possa resolver problemas utilizando unicamente a projeção horizontal, por vezes é necessário recorrer a projeções sobre planos verticais auxiliares para tornar a resolução mais simples e clara, segundo Javary (1903:4):

“On peut parfaitement traiter par la méthode des projections cotées, sans employer de plans verticaux, toutes les questions de la géométrie descriptive, résoudre tous les problèmes relatifs aux surfaces, mais c'est alors parfaitement inutile, sans aucun intérêt, et il serait plus simple et plus clair de prendre des projections verticales.”

Quando se utilizam projeções verticais auxiliares o método deixa de ser o das projeções cotadas, em que se utiliza exclusivamente a projeção horizontal, e passa a ser o da geometria cotada, como salientou Javary, lamentando a semelhança dos nomes, que muito contribuiu para a confusão (1903:4):

“On écrit bien quelques chiffres sur la projection horizontale, pour définir les cotes, mais on emploie autant de projections verticales auxiliaires qu'on le juge nécessaire pour construire la solution du problème. *C'est la géométrie descriptive ordinaire avec la double projection orthogonale*, et nous regrettons qu'on lui ait donné ce nom de géométrie cotée qui peut induire en erreur les élèves et établir une confusion avec les projections cotées, toutes différentes, puisqu'on n'emploie jamais de projection verticale.”

De acordo com o método das projeções cotadas, uma reta qualquer do espaço fica representada pela sua projeção horizontal e pela cota de dois dos seus pontos. À distância horizontal dentre dois dos seus pontos de cota inteira consecutiva chama-se intervalo, sendo que o declive de uma reta qualquer também pode ser determinado pela razão entre a unidade altimétrica e o intervalo.

No método das projeções cotadas, quando se representa um plano através de uma das suas retas de maior declive, a projeção horizontal dessa reta deve ser representada por um traço duplo para a distinguir das outras retas do plano (figura 20). Tal como no sistema diédrico, as retas horizontais (de nível) têm uma direção ortogonal em relação à direção das retas de maior declive do plano a que pertencem, ficando as projeções horizontais de ambas as retas perpendiculares entre si.

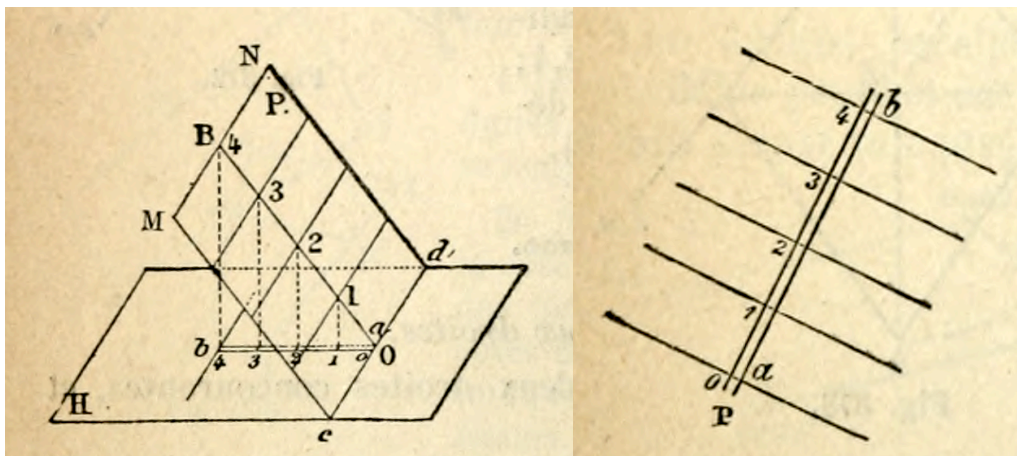


Figura 20 | Reta de maior declive em projeções cotadas. Representação tridimensional (à esquerda) e a sua correspondente representação em projeções cotadas (à direita). Fonte: University of Toronto

O sistema diédrico e o método de projeções cotadas baseiam-se ambos no princípio da projeção ortogonal, sendo por essa razão interpermutáveis entre si. Tomando o plano de referência como o plano horizontal de projeção, Chollet e Mineur descrevem como se pode passar facilmente da representação de um plano representado segundo o método de projeções cotadas (definido por uma reta de maior declive graduada) para a sua representação no sistema diédrico (1908:118):

“Soit le plan P défini par une échelle de pente proposons-nous, par exemple, de déterminer les traces de ce plan dans le système de deux plans de projection défini par la ligne de terre xy , le plan de comparaison étant pris comme plan horizontal de projection. On a d'abord immédiatement la trace horizontale αP_1 du plan, en menant la perpendiculaire à l'échelle de pente an point $a(0)$ de cette droite.

Quant à la trace verticale, c'est l'intersection du plan vertical xy avec le plan P, c'est-à-dire la droite de ce plan dont la projection horizontale est xy ; marquons, par exemple, sur cette droite le point a de cote *zéro* et la projection horizontale c du point de cote 2, de cette droite. La projection verticale c' de ce dernier point s'obtient en portant sur la perpendiculaire élevée en c à xy une longueur cc' égale à 2 unités de l'échelle du dessin, et la trace verticale du plan est, en projection verticale, la droite ac' .”

Para tal basta representar o traço horizontal do plano passando pelo ponto de cota nula da reta dada e uma reta horizontal (de nível) auxiliar por um ponto qualquer de cota inteira da mesma (figura 21).

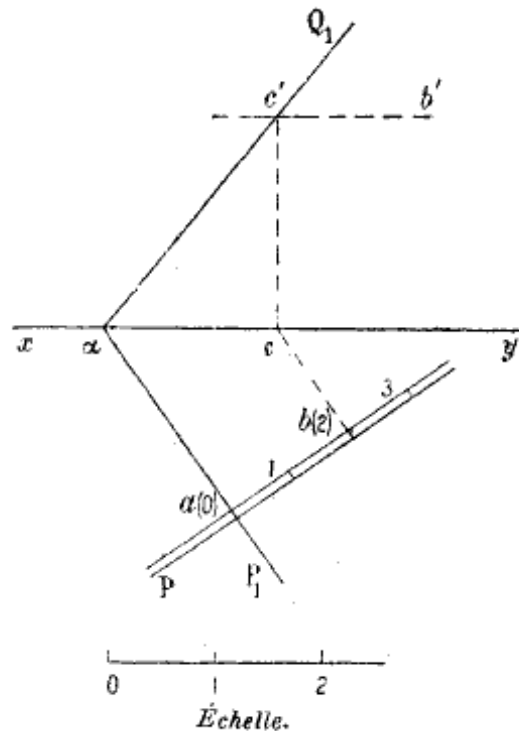


Figura 21 | Passagem do método de projeções cotadas para o sistema diédrico.
Fonte: University of Michigan

A maior vantagem do método das projeções cotadas é a de “simplificar muito a resolução de alguns problemas” (Lancastre, 1961). Nestes casos, embora a sua resolução “possa ser feita, em parte, algebricamente; há sempre maneira de só utilizar processos gráficos” (Lancastre, 1961). Este método de projeção, que foi inicialmente desenvolvido para ser aplicado na Engenharia Militar, encontrou

inúmeras aplicações na Arquitetura, Engenharia Civil, Topografia, Agronomia, Geologia, Engenharia de Minas, Engenharia Florestal e Hidrografia.

I.3. A disciplina de Geometria Descritiva A

I.3.1. Currículo

A Lei nº 46/86 de 14 de outubro, conhecida como Lei de Bases do Sistema Educativo, veio estabelecer o quadro geral do sistema educativo português e constitui o referencial normativo de todas as políticas que tenham por objetivo o desenvolvimento da educação em Portugal. Alterada consecutivamente pela Lei nº 115/97 de 19 de setembro, pela Lei nº 49/2005 de 30 de agosto e pela Lei nº 85/2009 de 27 de agosto (por sua vez alterada pela Lei nº 65/2015, de 3 de julho), a maior inovação da Lei de Bases do Sistema Educativo consistiu na organização do sistema educativo português em educação pré-escolar, educação escolar (que passou a compreender o ensino básico, secundário e superior) e educação extraescolar.

O sistema educativo português oferece uma diversidade de opções aos alunos que, após a conclusão do 9º ano de escolaridade, pretendem prosseguir os estudos no ensino secundário. Segundo a Lei nº 49/2005 de 30 de agosto, o ensino secundário tem por um dos seus objetivos “assegurar o desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da curiosidade científica e o aprofundamento dos elementos fundamentais de uma cultura humanística, artística, científica e técnica que constituam suporte cognitivo e metodológico apropriado para o eventual prosseguimento de estudos e para a inserção na vida activa”.

A última alteração curricular introduzida mediante o Decreto-Lei nº 74/2004 de 26 de março, diploma que estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão do currículo, bem como da avaliação das aprendizagens no nível do ensino secundário, estabeleceu os seguintes cursos:

- Cursos Científico-Humanísticos, vocacionados para o prosseguimento de estudos de nível superior;
- Cursos Tecnológicos, orientados na dupla perspectiva da inserção no mercado de trabalho e do prosseguimento de estudos;

- Cursos Artísticos Especializados, visando proporcionar formação de excelência nas diversas áreas artísticas e, consoante a área artística, vocacionados para o prosseguimento de estudos de nível superior ou orientados na dupla perspectiva da inserção no mercado de trabalho e do prosseguimento de estudos;

- Cursos Profissionais, vocacionados para a qualificação inicial dos alunos, permitindo o prosseguimento de estudos.

O Decreto-Lei supramencionado foi alterado pelo Decreto-Lei nº 50/2011 de 8 de Abril que, tal como o anterior, estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão curricular do ensino secundário, bem como da avaliação das aprendizagens. O diploma mais recente reorganizou os desenhos curriculares do ensino secundário, eliminando a disciplina de Área de Projecto da matriz dos cursos Científico-Humanísticos, alargando a oferta de exames nacionais nas disciplinas de formação geral, sem no entanto aumentar o número de exames obrigatórios e, por fim, criando a disciplina de Formação Cívica na matriz dos cursos Científico-Humanísticos. Diminuiu igualmente a carga horária lectiva semanal dos alunos no ano de conclusão do ensino secundário, de modo que este tenha uma carga horária e uma organização curricular centrada na conclusão do ciclo de ensino e na preparação dos exames nacionais.

A Geometria Descritiva A é atualmente uma disciplina bienal de opção que integra o tronco comum da Componente de Formação Específica do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, juntamente com Física e Química A, Biologia e Geologia (o aluno escolhe duas disciplinas bienais), a frequentar no 10º e 11º anos, tendo uma carga horária semanal de 3 x 90 minutos. É também uma disciplina bienal de opção da Componente de Formação Específica do Curso Científico-Humanístico de Artes Visuais, juntamente com Matemática B História da Cultura e das Artes (o aluno escolhe duas disciplinas bienais), a frequentar no 10º e 11º anos, tendo uma carga horária semanal de 3 x 90 minutos. Integra ainda o conjunto de disciplinais bienais de opção da Componente de Formação Científica dos Cursos Artísticos Especializados de Design de Comunicação, de Design de Produto e de Produção Artística, a frequentar no 11º e 12º ano, cuja carga horária varia consoante o plano de estudo da área artística em questão.

I.3.2. Programa

O atual programa da disciplina bienal de Geometria Descritiva A – 10º e 11º ou 11º e 12º anos, para o Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias e Curso Científico-Humanístico de Artes Visuais, homologado em 22/02/2001, engloba os conteúdos dos dois anos letivos consecutivos. Estes contemplam dois sistemas de representação, nomeadamente o diédrico e o axonométrico, a serem lecionados sequencialmente por esta ordem.

Na apresentação do programa da disciplina de Geometria Descritiva A enumeram-se as seguintes finalidades:

- Desenvolver a capacidade de perceção dos espaços, das formas visuais e das suas posições relativas;
- Desenvolver a capacidade de visualização mental e representação gráfica, de formas reais ou imaginadas;
- Desenvolver a capacidade de interpretação de representações descritivas de formas;
- Desenvolver a capacidade de comunicar através de representações descritivas;
- Desenvolver a capacidade de formular e resolver problemas;
- Desenvolver a capacidade criativa;
- Promover a autoexigência de rigor e o espírito crítico;
- Promover a realização pessoal mediante o desenvolvimento de atitudes de autonomia, solidariedade e cooperação.

Enumeram-se também os seguintes objetivos:

- Conhecer a fundamentação teórica dos sistemas de representação diédrica e axonométrica;
- Identificar os diferentes tipos de projeção e os princípios base dos sistemas de representação diédrica e axonométrica;
- Reconhecer a função e vocação particular de cada um desses sistemas de representação;

- Representar com exatidão sobre desenhos que só têm duas dimensões os objetos que na realidade têm três e que são suscetíveis de uma definição rigorosa (Gaspard Monge);

- Deduzir da descrição exata dos corpos as propriedades das formas e as suas posições respetivas (Gaspard Monge);

- Conhecer vocabulário específico da Geometria Descritiva;

- Usar o conhecimento dos sistemas estudados no desenvolvimento de ideias e na sua comunicação;

- Conhecer aspetos da normalização relativos ao material e equipamento de desenho e às convenções gráficas;

- Utilizar corretamente os materiais e instrumentos cometidos ao desenho rigoroso;

- Relacionar-se responsabilmente dentro de grupos de trabalho, adotando atitudes comportamentais construtivas, solidárias tolerantes e de respeito.

O programa da disciplina de Geometria Descritiva A enumera as seguintes conjunto de competências a desenvolver:

- Percecionar e visualização no espaço;

- Aplicar os processos construtivos da representação;

- Reconhecer a normalização relativa ao desenho;

- Utilizar os instrumentos de desenho e execução dos traçados;

- Utilizar a Geometria Descritiva em situações de comunicação e registo;

- Representar formas reais ou imaginadas;

- Ser autónomo no desenvolvimento de atividades individuais;

- Planificar e organizar o trabalho;

- Cooperar em trabalhos coletivos.

De acordo com o programa de Geometria Descritiva A, a de avaliação nessa disciplina é contínua e integra três componentes: diagnóstica, formativa e sumativa.

Tendo como referência os objectivos e a aferição das competências adquiridas pelos alunos, define-se segundo quatro domínios: conceitos, técnicas, realização e atitudes. Quanto às técnicas e instrumentos avaliação, a recolha de dados que a possibilitem deverá ser feita através de:

- Trabalhos realizados nas actividades desenvolvidas nas aulas ou delas decorrentes, quer em termos dos produtos finais quer em termos dos materiais produzidos durante o processo;

- Observação directa das operações realizadas durante a execução dos trabalhos;

- Intervenções orais;

- Provas de avaliação sumativa expressamente propostas;

- Atitudes reveladas durante as actividades.

Os recursos sugeridos para uma sala de aula atribuída especificamente para a didáctica da disciplina de Geometria Descritiva são os seguintes:

- Material de desenho para o quadro e para o trabalho individual (régua, esquadro, compasso, transferidor);

- Modelos tridimensionais; vídeo didático de manipulação dos modelos; sólidos geométricos construídos em diversos materiais (placas, arames, palhinhas, acetatos, acrílico, vinil com líquido colorido, madeira);

- Meios audiovisuais (retroprojektor, acetatos e canetas, projetores de diapositivos e de vídeo);

- Computadores e software de geometria dinâmica e/ou de CAD;

- Projetor de luz;

- Fita métrica de 10 m.

II. Contexto escolar

L'éducation est en quelque sorte tenue à la fois de fournir les cartes d'un monde complexe et perpétuellement agité, et la boussole permettant d'y naviguer.

Jacques Delors

II.1. Emblema do agrupamento

O Agrupamento é identificado por um emblema onde figura uma coroa estilizada em cor lilás e amarela suportada pela inscrição, em cor cinza (figura 22).



Figura 22 | Emblema do agrupamento. Fonte: AEDFL

II.2. Cronologia da história do Agrupamento

1928

O Liceu Nacional D. Filipa de Lencastre, situado em Lisboa, foi criado através do Decreto n.º 15971/1928, DG, 1.ª série, n.º 218, de 21 de setembro, durante o mandato de Duarte Pacheco (1900-1943) como Ministro da Instrução Pública, a fim de dar resposta à sobrelotação do Liceu Maria Amália Vaz de Carvalho, que era então o único liceu feminino de Lisboa (figura 23).



Figura 23 | Fundador do LNDFL. Fonte: Própria

1928/1929

Início do funcionamento do liceu no palácio da família Corte-Real, adquirido para o efeito, situado na Rua do Quelhas, nº 36. Como o edifício não reunia as condições necessárias às novas funções, estava prevista a sua demolição e a construção de um novo edifício de raiz no seu lugar.

1929

A Junta Administrativa do Empréstimo para o Ensino Secundário encomendou ao arquiteto Carlos Ramos (1897-1969) um projeto para a construção de um edifício para a Rua do Quelhas.

1931-1934

Do projeto do arquiteto Carlos Ramos apenas foi construído o corpo do ginásio, com entrada pela Rua Almeida Brandão, n.º 39.

1932

O arquitecto Jorge Segurado (1898-1990), da então recém-criada Direção-Geral dos Monumentos Nacionais, apresentou para essa instituição o projecto da Escola Primária Feminina e Masculina do Bairro Social do Arco do Cego, com a colaboração do arquitecto António Varela (1903-1962).

1933

Início da construção da Escola Primária Feminina e Masculina do Arco do Cego.

1936

Abandono por razões financeiras da construção do corpo em falta do novo edifício do liceu na Rua do Quelhas, não se tendo demolido o palácio da família Corte-Real.

1934

Mudança do Liceu Nacional de D. Filipa de Lencastre para um edifício de dois andares, situado na Rua de São Bernardo, 14 a 16, e seguidamente para um anexo a um edifício localizado na mesma rua.

1937

Devido à precariedade das instalações, foi decidido que o Liceu Nacional de D. Filipa de Lencastre viesse a ocupar definitivamente o edifício da Escola Primária Feminina e Masculina do Arco do Cego, ainda em fase de construção.

O arquiteto Jorge Segurado foi encarregue do projecto de alterações que adaptaram a escola primária a liceu feminino. Este surge já enquadrado no Plano do Estado Novo para edificar 13 liceus levado a cabo pela JCETS/MOPC (Ministério das Obras Públicas e Comunicações) e que ficou conhecido como o "Plano de 38".

1938

A 14 de novembro de 1938 o Liceu Nacional D. Filipa de Lencastre transferiu instalações para o atual edifício.

1940

Conclusão das obras de construção do edifício, em janeiro, ao abrigo do Plano dos Centenários.

1975-1976

O Liceu Nacional D. Filipa de Lencastre recebeu os primeiros alunos do sexo masculino, na sequência das reformas realizadas em conformidade com o Decreto-Lei 482/72 de 28 de novembro do Ministério da Educação Nacional, presidido por José Veiga Simão (1929-2014), que determinou o restabelecimento da coeducação em Portugal no ensino primário e sua instituição no ciclo preparatório e no ensino secundário, para vigorar a partir do ano letivo de 1973-74.

1978

A 27 de abril o Liceu Nacional D. Filipa de Lencastre passa a designar-se Escola Secundária D. Filipa de Lencastre (Decreto-lei n.º 80/78, publicado no Diário da República, 1ª série, n.º 97).

2007

Criação do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre (Decreto-lei n.º 299/2007, publicado no Diário da República, 1ª série, n.º 265), sendo constituído pelo Edifício Sede ou Escola Sede do Agrupamento (o antigo liceu), para o terceiro ciclo do ensino básico e ensino secundário, pelo Edifício Norte, para o segundo ciclo, e pelo Edifício Sul (Escola Básica de São João de Deus), para o primeiro ciclo. Os Edifícios Norte e Sul e são contíguos à escola-sede.

2007/2010

Os edifícios do agrupamento receberam obras de requalificação realizadas pela empresa pública Parque Escolar, E.P.E. no âmbito do Programa de Modernização das Escolas do Ensino Secundário afetas ao Ministério da Educação.

2009/2010

O Agrupamento passou a incluir o Jardim-de-infância António José de Almeida, que funciona numa vivenda situada na rua com o mesmo nome, de modo a permitir aos alunos um percurso escolar integrado desde o início do ensino pré-escolar até à conclusão do ensino secundário.

2010

Inauguração do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre em 5 de outubro de 2010, na data do Centenário da República.

2012

O Antigo Liceu D. Filipa de Lencastre, actual Escola Secundária D. Filipa de Lencastre, foi classificado como Monumento de Interesse Público (figura 24) pela Portaria n.º 740-G/2012, publicada no Diário da República, 2ª série, n.º 248 (suplemento) de 24 dezembro 2012.

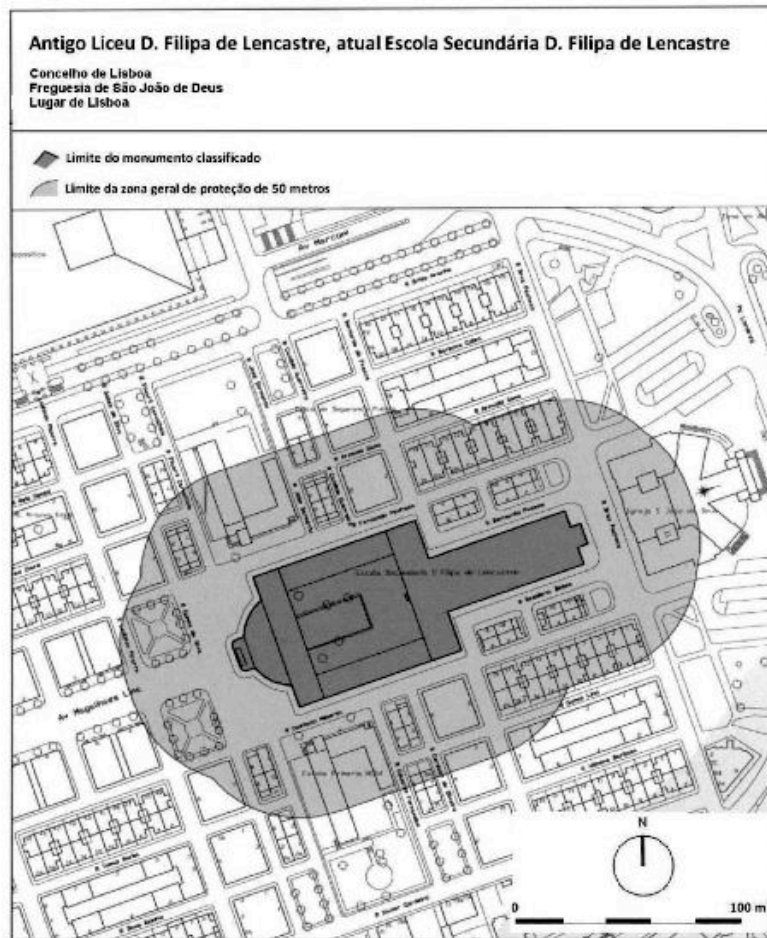


Figura 24 | Limite e zona geral de protecção do monumento classificado.
 Fonte: Diário da República

2015

A Portaria nº 117/2015, publicada no Diário da República, 2ª série, nº 35 de 19 fevereiro 2015, fixou a Zona Especial de Protecção da envolvente urbanística onde o imóvel classificado se encontra implantado, visando salvaguardar o seu enquadramento e identidade do local.

II.3. Edifício Sede do Agrupamento

Designação atual: Escola Secundária D. Filipa de Lencastre

Designação anterior (nome original): Liceu Nacional D. Filipa de Lencastre

Localização: Bairro Social do Arco do Cego, Lisboa

Tipologia do edifício: Liceu histórico

Capacidade: 37 turmas



Figura 25 | Escola Secundária D. Filipa de Lencastre. Fonte: Site do AEDFL

O Liceu Nacional D. Filipa de Lencastre (figura 25) foi projetado pelo arquiteto Jorge Segurado, sendo considerado o primeiro liceu modernista de Lisboa e uma peça exemplar do equipamento escolar nacional do início do século XX. A linguagem arquitectónica funcionalista do edifício, caracterizada pela articulação de volumes geométricos puros, desprovidos de elementos decorativos, e por um esquema de composição clássico de planta simétrica, contrasta com a linguagem ecléctica dos edifícios do Bairro Social do Arco do Cego em seu redor.

A planta simétrica do Liceu, atual Edifício Sede do Agrupamento, deve-se à origem da sua construção como a Escola Primária Feminina e Masculina do Arco do Cego. O projeto original, também da autoria do arquiteto Jorge Segurado, destinava-se a uma grande escola primária mista, que iria ser a maior do país. Como nessa altura eram exigidas instalações separadas para os dois sexos alguns espaços do edifício, tais como salas de aula, instalações gímnicas, instalações sanitárias e recreios, foram projetados em duplicado.

A construção da escola encontrava-se já na fase dos toscos completos e sem acabamentos quando teve de ser adaptada a liceu feminino para aí ser instalado definitivamente o Liceu Nacional D. Filipa de Lencastre. A alteração de planos deveu-se ao abandono da construção do novo edifício do Liceu Nacional D. Filipa de

Lencastre que havia sido projetado para a Rua do Quelhas, por razões financeiras, e por entretanto se ter considerado que o projecto original da Escola Primária Feminina e Masculina do Arco do Cego era demasiado ambicioso. O projeto de adaptação, da autoria arquiteto Jorge Segurado, reorganizou os espaços do edifício mas deixou inalterada a simetria do projeto original.

Os espaços duplicados, que se tornaram desnecessários num liceu exclusivamente feminino, foram transformados nos espaços específicos exigidos pelo programa liceal, nomeadamente auditório, laboratórios, salas de desenho, de canto coral e de trabalhos manuais. Entre as outras alterações incluem-se a beneficiação da zona de articulação do edifício principal com o do ginásio, o acréscimo de um piso ao corpo principal para a introdução de salas de aula e a remoção da divisória do ginásio de modo a possibilitar a introdução de um palco e de uma cabina cinematográfica.

O Edifício Sede está orientado no sentido sudoeste-nordeste e tem uma planta poligonal composta resultante da justaposição de dois corpos: o corpo principal, quadrangular, onde se encontram todos os espaços letivos, dispostos em torno de um grande pátio interior de recreio e, a nordeste daquele, o corpo do ginásio, retangular e de menores dimensões que o primeiro.

O corpo principal, que tem maioritariamente dois pisos, tem três pisos neste topo: o piso térreo, onde está situada a área administrativa, junto ao corpo da entrada; o primeiro piso onde se situava a biblioteca até terem sido realizadas as obras de requalificação; e o segundo piso, onde ficam situadas duas salas de artes e a atual biblioteca/centro de recursos. No do topo nordeste, dispostos de um lado e do outro de um átrio que dá acesso ao corpo do ginásio, ficam situadas as áreas de restauração (à esquerda, pisos -1 e térreo) e salas para o ensino das ciências e tecnologias (à direita, pisos térreo e primeiro).

Em ambos os pisos do corpo principal as salas de aula comuns situam-se a sudeste e os corredores de circulação situam-se a noroeste. Esta disposição faz com que as janelas das salas de aula da ala noroeste tenham vista para o pátio interior e as da ala sudeste tenham vista para a rua. De igual modo, na ala sudeste o corredor de circulação tem vista para este espaço, para deixar de a ter na ala noroeste. Tanto nas salas de aula como nos corredores de circulação (figura 26), separados por paredes

opacas, a iluminação natural é feita de modo unilateral por janelas envidraçadas de grandes vãos.



Figura 26 | Corredor de circulação. Fonte: Própria

Adossado ao corpo central do Edifício Sede, a sudoeste do mesmo, fica o corpo da entrada principal, de planta semicircular, que funciona simultaneamente como um espaço comum e zona de distribuição. O seu piso térreo é ocupado por um amplo átrio de paredes curvas, ao longo das quais se encontram, à esquerda e à direita, as escadas de acesso ao primeiro piso (figura 27).



Figura 27 | Átrio de entrada do Edifício Sede. Fonte: Própria

O portal da entrada propriamente dito é ladeado por dois corpos semicilíndricos encimados por um terraço, em cuja guarda está o letreiro onde se lê "AGRUPAMENTO DE ESCOLAS D. FILIPA DE LENCASTRE".

O corpo do ginásio, de duplo pé-direito, é dotado de duas galerias ao longo de todo o seu comprimento, por baixo das quais ficavam originalmente os balneários. O arquiteto Jorge Segurado tirou partido da utilização do betão, que na altura era um material de construção recente, de modo a poder colocar os espaços de atividades desportivas e de recreio ao ar livre na cobertura plana do mesmo e assim ultrapassar as limitações impostas pela implantação do edifício do Liceu num lote de terreno inserido na malha preexistente do Bairro Social do Arco do Cego.

II.4. Localização e enquadramento

O Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre está implantado num conjunto urbano que inclui o Bairro do Arco do Cego, projectado pelos arquitectos Edmundo Tavares (1892-1983) e Frederico Machado, e a Igreja de S. João de Deus (1953), projectada pelo arquitecto António Lino (1914-1996).

O projeto do Edifício Sede foi desenvolvido em função do eixo de composição do Bairro Social do Arco do Cego, em cuja malha ocupa uma posição central (figura 28). Este bairro habitacional foi projetado em 1919 para alojar as famílias que na altura chegavam a Lisboa e viviam em barracas na periferia da cidade. Foi começado a construir nesse mesmo ano, tendo sido inaugurado em 1935.



Figura 28 | Fotografia aérea do Agrupamento. Fonte: Google Maps

O Edifício Sede é delimitado a norte pela Rua Fernando Pedroso onde se encontra, defronte da sua fachada lateral esquerda, o edifício da escola de segundo ciclo do ensino básico do Agrupamento (Edifício Norte), e é delimitado a sul pela R. Caetano Alberto onde se encontra, defronte da sua fachada lateral direita, a Escola Básica São João de Deus (Edifício Sul). A fachada principal localiza-se ano seu topo sudoeste e está voltada para uma praça existente no final da Av. Magalhães Lima. Esta avenida é a via principal do Bairro Social do Arco do Cego e define o seu eixo de simetria, o qual coincide com o do Edifício Sede.

Uma característica que distingue o Edifício Sede dos restantes liceus é a das suas paredes exteriores definirem os limites do espaço da escola. A praça localizada em frente da porta principal está vedada ao trânsito automóvel mas não deixa de ser um espaço público que não pertence ao Agrupamento. A referida praça recebeu a função de espaço de recreio dos alunos porque o pátio interior não pode ser utilizado durante o decurso das actividades lectivas, dado que as salas de aula situadas na ala noroeste têm as suas janelas voltadas para este recinto.

Do enquadramento alargado do Agrupamento fazem parte a Casa da Moeda (1934-1938), da autoria do arquitecto Jorge Segurado, o Instituto Superior Técnico

(1927-1935) e o Instituto Nacional de Estatística (1931), ambos projetados pelo arquiteto Porfírio Pardal Monteiro (1897-1957), e o conjunto arquitectónico da sede da Caixa Geral de Depósitos e sua Fundação Culturgest (1993), da autoria do arquiteto Arsénio Raposo Cordeiro (1940-2013), que foi construído no local onde antes existia uma fábrica de cerâmica.

O Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre está implantado num meio urbano de reduzida concentração residencial e elevada concentração de actividades do sector terciário, onde existe igualmente um grande número de estabelecimentos de ensino, tanto público como privado.

II.5. Obras de requalificação das escolas do Agrupamento

Em 2007 os edifícios do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre foram objeto de obras de requalificação realizadas pela empresa pública Parque Escolar, E.P.E. no âmbito do Programa de Modernização das Escolas do Ensino Secundário, tendo voltado a ser inaugurados a 5 de outubro de 2010.

Segundo a brochura do Programa de Modernização das Escolas do Ensino Secundário – Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre, a intervenção neste edifício de tipologia de liceu histórico foi coordenada pelo arquiteto João Paulo Conceição (1950-2011) e teve o objetivo de adaptar a estrutura existente às “exigências do projeto educativo da escola, dos modelos de ensino-aprendizagem contemporâneos e dos atuais parâmetros de qualidade ambiental e de eficiência energética”.

Conforme a página de apresentação do Programa de Modernização das Escolas Secundárias divulgada na internet pelo Ministério da Educação, intitulada “A Nova Escola”, as obras consistiram na reorganização dos espaços, na “beneficiação dos revestimentos interiores e intervenção na superestrutura, bem como na remodelação integral das infra-estruturas eléctricas, de telecomunicações, de águas e esgotos”. Após a conclusão das obras o Edifício Sede ficou destinado ao funcionamento do 3º Ciclo e Ensino Secundário, o Edifício Norte ao 2º Ciclo e o Edifício Sul ao 1º Ciclo.

A reorganização interna do Edifício Sede concentrou as áreas administrativas e de gestão junto à entrada e as áreas sociais junto ao ginásio, ficando as restantes áreas ocupadas com espaços lectivos (figura 29). A antiga biblioteca foi deslocada para o 2º piso do Edifício Sede e o espaço que ocupava foi reconvertido em sala de professores. Rebaixou-se a cave do corpo do ginásio, para onde foram transferidos os balneários e assim obter uma duplicação dos espaços desportivos. O terraço polidesportivo existente por cima daquele foi igualmente recuperado para a prática desportiva. As obras de requalificação dotaram o Agrupamento de bibliotecas, salas TIC, laboratórios, oficinas, auditório, salas para atividades extracurriculares e culturais, ginásios, bar e refeitórios.

A intervenção estendeu-se também aos espaços exteriores, que foram redesenhados de modo a melhorar os acessos e a aumentar a área permeável e arborizada.

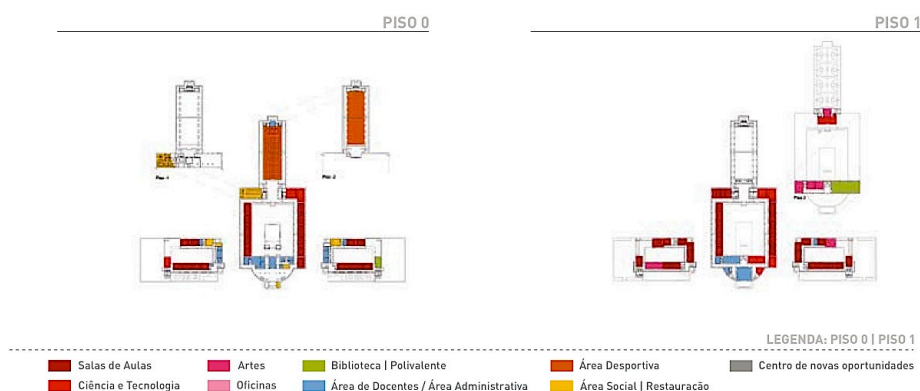


Figura 29 | Plantas dos edifícios do Agrupamento. Fonte: Parque Escolar

II.6. Espaço físico e instalações

No Edifício Sede, onde funcionam o 3º ciclo do Ensino Básico e o Ensino Secundário⁵:

⁵ Dados provenientes do Projeto Educativo de 16/03/2011

- Salas de Aula – 22
- Salas de EV – 2
- Sala de ET – 1
- Laboratórios de Biologia/Geologia – 2
- Laboratórios de Física – 2
- Laboratório de Química – 1
- Salas TIC – 3, estando numa delas a funcionar o Laboratório de Matemática
- Gabinete de Línguas – 1
- Oficina Multimédia – 1
- Gabinete dos Serviços Técnico-Pedagógicos – 1
- Auditório – 1
- Ginásios e Terraço Polidesportivo – 4
- Salas para Atividades Extracurriculares e Culturais – 4
- Gabinete de Directores de Turma – 1
- Gabinetes de Trabalho para os Docentes por Departamento Curricular – 1
- Gabinetes de Atendimento de Encarregados de Educação – 1
- Gabinete da APEE da Escola Secundária D. Filipa de Lencastre – 1
- Gabinete da AAFL – 1
- Biblioteca Escolar – 1
- Gabinete de Informação e Apoio ao Aluno - 1
- Sala de Professores – 1
- Gabinete da Direcção – 1
- Sala de Serviços Administrativo – 1
- Loja Escolar – 1
- Bar – 1
- Refeitórios – 2

No Edifício Norte (figura 30), onde funciona o 2º Ciclo do Ensino Básico⁶:

⁶ Dados provenientes do Projeto Educativo de 16/03/2011



Figura 30 | Edifício Norte. Fonte: Própria

- Salas de Aula – 9
- Laboratório de CN – 1
- Salas de EVT – 3
- Sala de Música – 1
- Sala TIC – 1
- Sala de Leitura – 1
- Sala de Diretores de Turma – 1
- Sala de Professores – 1
- Sala de Apoio ao Estudo – 1
- Sala de Projectos – 1
- Bar - 1
- Gabinete de Apoio Educativo – 1
- Gabinete de Atendimento aos EE – 1
- Campo de Jogos – 1

No Edifício Sul, onde funciona o 1º Ciclo do Ensino Básico⁷:

⁷ Dados provenientes do Projeto Educativo de 16/03/2011

- Salas de Aula – 16
- Biblioteca Escolar – 1
- Centro de Recursos – 1
- Sala de Trabalho de Docentes –1
- Gabinete de Coordenação – 1
- Sala de Educação Especial – 1
- Sala de Professores – 1
- Sala da Associação de Pais e Encarregados de Educação –1

No Jardim-de-infância António José de Almeida, onde funciona a Educação Pré-escolar:

- Salas de Actividades – 2
- Refeitório com Cozinha – 1
- Gabinete de Apoio à Família – 1
- Gabinete de Coordenação – 1
- Espaço Multiusos –1
- Terraço – 1

II.7. Estruturas de apoio

II.7.1. Centro de recursos

O Centro de Recursos tem como finalidade o apoio à consecução do Projecto Educativo do Agrupamento e é constituído por:

- Bibliotecas Escolares;
- Centro de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC);
- Sala de Estudo;
- Oficina Multimédia;
- Apoio individualizado (NEE);
- Apoios em grupo;
- Tutorias;
- Clubes;

- Oficinas.

II.7.1.1. Bibliotecas escolares

O Agrupamento integra três bibliotecas, uma das quais uma funciona no Edifício Sede (figura 31), a segunda no Edifício Norte (figura 32) e a terceira na Escola EB1 S. João de Deus.

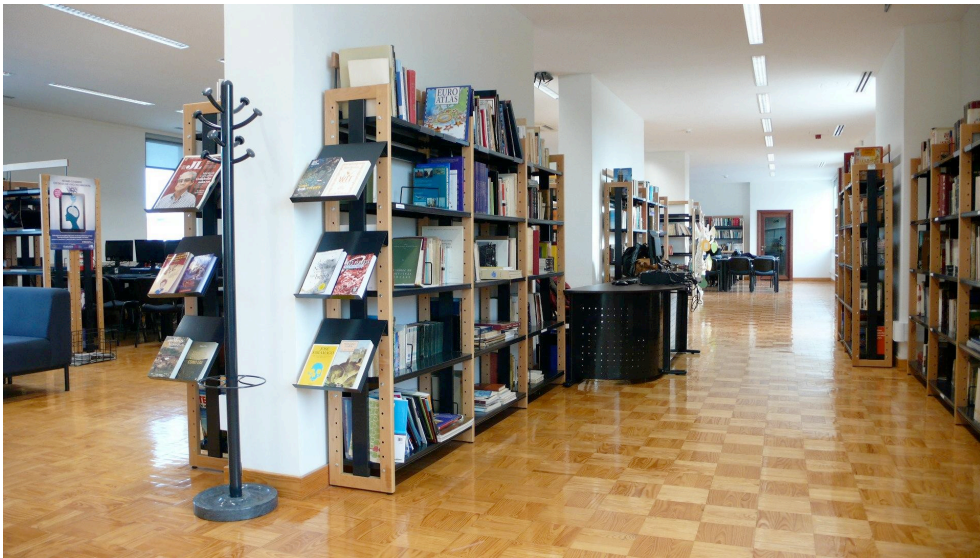


Figura 31 | Biblioteca Escolar do Edifício Sede. Fonte: Própria



Figura 32 | Sala de Leitura do Edifício Norte. Fonte: Própria

II.7.1.2. Salas de estudo

As salas de estudo são espaços destinados ao apoio aos alunos na realização de atividades escolares (figura 33).



Figura 33 | Sala de estudo/apoio localizada no Edifício Sede. Fonte: Própria

II.7.1.3. Oficina multimédia

A Oficina Multimédia (figura 34), dinamizada para promover a criação de variados objectos de comunicação, tem como finalidades:

- Programar e executar actividades de sensibilização às artes cinematográficas e de multimédia;
- Dinamizar actividades de produção multimédia;
- Apoiar a realização das actividades dos projectos e clubes.



Figura 34 | Oficina Multimédia. Fonte: Própria

II.8. Órgãos de gestão e administração

II.8.1. Conselho Geral⁸

O Conselho Geral é o órgão colegial de direção responsável pela definição da estratégia orientadora da atividade do Agrupamento, assegurando a participação e representação de toda a comunidade educativa.

Este Conselho é constituído por vinte e um elementos assim distribuídos:

- Representantes dos docentes – 8 ;
- Representantes do pessoal não docente (sendo aconselhável que um pertença aos Serviços Administrativos) – 2 ;
- Representantes dos pais e encarregados de educação – 5;
- Representantes dos alunos do Ensino Secundário – 2;
- Representantes da Autarquia – 2;
- Representantes da comunidade local, que podem ser individualidades ou representantes de instituições, de organizações de carácter económico, social, cultural e científico – 2.

⁸ Dados provenientes do Regulamento Interno do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre, de 2 de Março de 2011

II.8.2. Direção⁹

O Diretor é o órgão unipessoal de administração e gestão do Agrupamento nas áreas pedagógica, cultural, administrativa, financeira e patrimonial. É eleito pelo Conselho Geral na sequência de procedimento concursal.

O Subdiretor e os adjuntos são nomeados pelo Diretor de entre docentes dos quadros do Agrupamento que contem pelo menos cinco anos de serviço e se encontrem em exercício de funções no Agrupamento.

II.8.3. Conselho Pedagógico¹⁰

O Conselho Pedagógico é o órgão de coordenação e supervisão pedagógica e orientação educativa do Agrupamento, nomeadamente nos domínios pedagógicos e didáticos, da orientação e acompanhamento dos alunos e da formação inicial e contínua do pessoal docente e não docente.

Os coordenadores de Departamento Curricular e os coordenadores de Ciclo, bem como os outros representantes do pessoal docente são nomeados pelo Diretor, os representantes dos encarregados de educação são designados pelas respetivas Associações e o representante dos alunos é eleito entre todos os delegados de turma do ensino secundário, em reunião do Conselho de Delegados de Turma convocada expressamente para o efeito pelo Diretor.

A composição deste Conselho é de quinze membros assim distribuídos:

- Director que a ele preside;
- Coordenador do Departamento do Pré -Escolar;
- Coordenador do Departamento do 1º Ciclo;
- Coordenador do Departamento de Línguas;
- Coordenador do Departamento de Matemática e Ciências Experimentais;

⁹ De acordo com o Regulamento Interno do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre, de 2 de Março de 2011

¹⁰ Dados provenientes do Regulamento Interno do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre, de 2 de Março de 2011

- Coordenador do Departamento de Ciências Sociais e Humanas;
- Coordenador do Departamento de Artes e Expressões;
- Coordenador do Departamento de Educação Física;
- Coordenador do 2º ou 3º Ciclos;
- Coordenador do Ensino Secundário;
- Coordenador de Projetos;
- Coordenador responsável pela componente pedagógica do Plano Tecnológico da Educação (PTE);
- Representante do pessoal não docente;
- Dois representantes dos encarregados de educação;
- Um representante dos alunos do ensino secundário.

II.8.4. Conselho Administrativo¹¹

O Conselho Administrativo é o órgão deliberativo em matéria administrativa e financeira do Agrupamento, sendo a sua composição, competências e funcionamento definidos por lei.

II.9. Organização Pedagógica¹²

A orientação e coordenação educativa e supervisão pedagógica visam o desenvolvimento do Projeto Educativo do Agrupamento em colaboração com o Conselho Pedagógico e com o Diretor e são asseguradas por:

- Departamentos Curriculares, integrando disciplinas, áreas disciplinares e áreas não disciplinares;
- Grupos de Recrutamento;

¹¹ Dados provenientes de Regulamento Interno do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre, de 2 de Março de 2011

¹² Dados provenientes do Regulamento Interno do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre, de 2 de Março de 2011

- Directores de Instalações;
- Conselhos de Ano, no 1º ciclo do ensino básico, tutelados pelos respectivos coordenadores;
- Directores de Turma;
- Conselhos de Directores de Turma;
- Conselho de Turma nos 2º e 3º ciclos do ensino básico e no ensino secundário coordenados pelos respectivos Directores de Turma;
- Tutorias;
- Gabinete de Apoio aos Exames.

II.9.1. Departamentos Curriculares¹³

O Departamento Curricular é uma estrutura de orientação educativa e supervisão pedagógica, constituído por todos os professores que lecionam os ciclos, as disciplinas e áreas disciplinares nele integradas. Cada Departamento Curricular é coordenado por um docente designado pelo Diretor.

Os Departamentos Curriculares do Agrupamento são os seguintes:

- Departamento de Educação Pré-Escolar;
- Departamento do 1º ciclo;
- Departamento de Línguas;
- Departamento de Ciências Sociais e Humanas;
- Departamento de Matemática e Ciências Experimentais;
- Departamento de Expressões;
- Departamento de Educação Física.

Por sua vez, o Departamento de Expressões é constituído por 14 professores, distribuídos pelas seguintes disciplinas:

- Educação Musical – 3;
- Educação Especial – 3;

¹³ Dados provenientes do Regulamento Interno do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre, de 2 de Março de 2011

- Educação Tecnológica – 2;
- Educação Visual – 6.

II.9.1.1. Disciplinas afetas ao Grupo 600

- Educação Visual – 3º Ciclo do Ensino Básico (7º, 8º e 9º anos);
- Geometria Descritiva – Ensino Secundário (10º e 11º anos).

II.10. População escolar

II.10.1. Discentes¹⁴

As escolas do Agrupamento servem uma população escolar discente não só residente na cidade de Lisboa como também proveniente de concelhos limítrofes, tais como Almada, Amadora, Loures e Vila Franca de Xira. A maioria dos alunos provêm de agregados familiares cujas profissões se podem inserir no grupo profissional dos especialistas das Profissões Intelectuais e Científicas. Quanto à formação académica dos encarregados de educação, 36,0% possuem formação superior, 15,4% o 12º ano de escolaridade, 6,4%, o 2º ou o 3º ciclos, 1,6% o 1º ciclo e 40,6% não têm qualquer tipo de habilitação ou esta é desconhecida.

A diversidade cultural e linguística dos alunos é pouco representativa, sendo que 95,9% são de nacionalidade portuguesa.

Possuem computador e internet em casa 97,7% dos alunos.

Beneficiam de auxílios económicos, no âmbito da Acção Social Escolar, 144 alunos (10,3%), dos quais 70 são abrangidos pelo escalão A e 74 pelo escalão B.

No ano lectivo de 2010-2011 estavam matriculados no Agrupamento um total de 1448 alunos, distribuídos do seguinte modo:

- Pré-escolar – 50 alunos por 2 turmas;
- 1º ciclo – 329 alunos por 14 turmas;

¹⁴ Dados provenientes do Projeto Educativo de 16/03/2011

- 2º ciclo – 293 alunos por 12 turmas;
- 2º ciclo – 327 alunos por 13 turmas;
- Ensino Secundário – 449 alunos por 16 turmas.

II.10.2. Docentes

O corpo docente caracteriza-se por uma grande estabilidade, em que a maioria dos professores pertence ao quadro de nomeação definitiva. No entanto, esta característica tem vindo a ser alterada nos últimos anos devido à aposentação de um elevado número de professores e à sua substituição por docentes mais novos.

Em 2011¹⁵ o corpo docente era constituído por 148 profissionais, com a faixa etária mais representativa situada entre os 50 e os 60 anos (38,5%). Da totalidade dos docentes, 102 (68,9%) pertenciam ao Quadro, seis (4,1%) ao Quadro de Zona Pedagógica e 40 (27,0%) são contratados. Permaneciam no Agrupamento há mais de 5 anos 59 docentes (39,9%). No ano letivo de 2014/2015 o número de docentes pertencentes ao Quadro reduziu-se a 118, entre os quais se contavam dois docentes do Quadro de Agrupamento e dois docentes contratados¹⁶.

A distribuição do trabalho docente no 2º e 3º ciclos do ensino básico e no ensino secundário caracteriza-se por uma transversalidade pelos diversos ciclos de escolaridade.

II.10.3. Pessoal não docente

O pessoal não docente é atualmente composto por 9 assistentes técnicos e 21 assistentes operacionais¹⁷. Os assistentes técnicos são em número suficiente embora a sua formação não corresponda às necessidades reais do Agrupamento.

¹⁵ Dados provenientes do Projeto Educativo de 16/03/2011

¹⁶ Dados provenientes do Curricular do Agrupamento de 2014/2015

¹⁷ Dados provenientes do Projeto Curricular de 2014/2015

Os assistentes operacionais são contudo em número insuficiente devido a uma progressiva diminuição de efetivos por não ter havido substituição dos aposentados por pessoal vinculado. Esta situação, para além de ter um impacto significativo nas condições de funcionamento do Agrupamento, nomeadamente em termos de higiene e de segurança, tem vindo a dificultar o trabalho dos assistentes operacionais.

II.11. Projeto Educativo¹⁸

O Projeto Educativo do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre é um documento estratégico orientador da sua ação educativa, um instrumento operativo e ainda um meio de informação e afirmação da sua identidade. Os outros documentos orientadores e normativos do Agrupamento são o Projeto Curricular e o Regulamento Interno.

Sob o lema “Uma escola com futuro”, o Agrupamento quer afirmar-se como uma escola fundada na identidade própria, cujo contexto educativo e cultura de escola deverão incidir na formação com uma forte componente científica para prosseguimento de estudos, trabalhando para níveis de excelência. Tendo uma imagem de destaque na educação, o Agrupamento antevê um o futuro assente na manutenção da estrutura organizativa que lhe tem garantido a qualidade das aprendizagens e o sucesso, fundamentando-se ao mesmo tempo na melhoria contínua e na inovação.

Na sua missão de proporcionar aos alunos um percurso escolar de sucesso e de excelência, o Agrupamento propõe-se desenvolver uma prática alicerçada nos seguintes valores:

- Educação para a pesquisa e rigor científicos;
- Educação para a inovação e criatividade;
- Educação para a responsabilidade e autonomia;
- Educação para a cidadania Estratégia de acção.

Para tal foi delineada a seguinte estratégia de acção:

¹⁸ No ano letivo de 2013/2014 estava em vigor o Projeto Educativo de 16/03/2011.

- Estruturar as bases do conhecimento científico, tecnológico e cultural;
- Inserção na sociedade e a entrada na comunidade do saber;
- Impulsionar a pesquisa/investigação com base nas práticas reflexivas;
- Reforçar a Língua Portuguesa;
- Perspectivar a Matemática como instrumento transversal das diferentes aprendizagens curriculares e facilitador de estratégias de raciocínio;
- Contribuir para a formação responsável do pré-adolescente, do adolescente e do jovem;
- Articular a escola com a família no que diz respeito à aquisição de valores, atitudes e comportamentos cívicos e educacionais;
- Reforçar a liderança dos professores, entendida como a capacidade de decisão pedagógica;
- Integrar os jovens na escola;
- Proporcionar um ambiente de motivação, exigência e gratificação;
- Tornar a escola dinâmica através do estímulo à ética e ao diálogo intercultural.

II.12. Oferta educativa

No Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre funcionam todos os níveis de escolaridade desde o ensino pré-escolar ao 12º ano. No ano lectivo de 2013/2014 a oferta curricular contemplou os currículos oficiais definidos pelo Ministério da Educação para o ensino básico e ensino secundário.

No ensino secundário a oferta educativa contempla os quatro Cursos Científico-Humanísticos: o Curso de Ciências e Tecnologias, o Curso de Ciências Socioeconómicas, o Curso de Línguas e Humanidades e o Curso de Artes Visuais. Em virtude de não ter havido um mínimo de 20 inscrições no Curso de Artes Visuais que permitissem formar uma turma, este curso não esteve em funcionamento no ano letivo de 2013/2014. A oferta, porém, permanece em aberto.

O espaço horário de Decisão de Escola está atribuído a Matemática como actividade do Plano de Acção para a Matemática¹⁹. A disciplina de oferta de escola no 3º ciclo do ensino básico é Expressão Artística, como opção em alternativa à disciplina de Música²⁰.

A disciplina de TIC, com carga obrigatória de 45 minutos, é leccionada no 9º ano.

O Ensino Articulado da Música no Ensino Básico é assegurado por uma parceria com o Instituto Musical Vitorino Matono e o ensino articulado do Ensino Básico é assegurado por uma parceria com a Academia de Amadores de Música.

As actividades de Complemento Curricular do Agrupamento são a Oficina Multimédia e o Rádio no Filipa.

II.13. Oferta complementar²¹

- Cidadania (5º ano);
- Escrita Criativa (6º ano);
- Sítios com História (7º ano);
- Jogos Matemáticos (8º ano);
- Aprender a empreender (9º ano);
- Religião e Moral Católica (facultativa – ensino básico e secundário).

II.14. O Agrupamento na internet

A página web (figura 35) é um meio de transmissão de informação à comunidade, cabendo ao director a gestão dos seus conteúdos²², nomeadamente o

¹⁹ De acordo com o Projeto Educativo de 16/03/2011

²⁰ No 7º ano de escolaridade, de acordo com o Desenho Curricular de 2012/2013 e no 8º ano de escolaridade, de acordo com o Projeto Curricular de 2014/2015.

²¹ De acordo com o Projeto Curricular de 2014/2015

²² De acordo com o Regulamento Interno do AEDFL de 02/03/2011

Regulamento Interno, o Projecto Educativo, a Oferta Curricular, as Direcções de Turma, os manuais adoptados, o Calendário Oficial do Agrupamento e legislação.

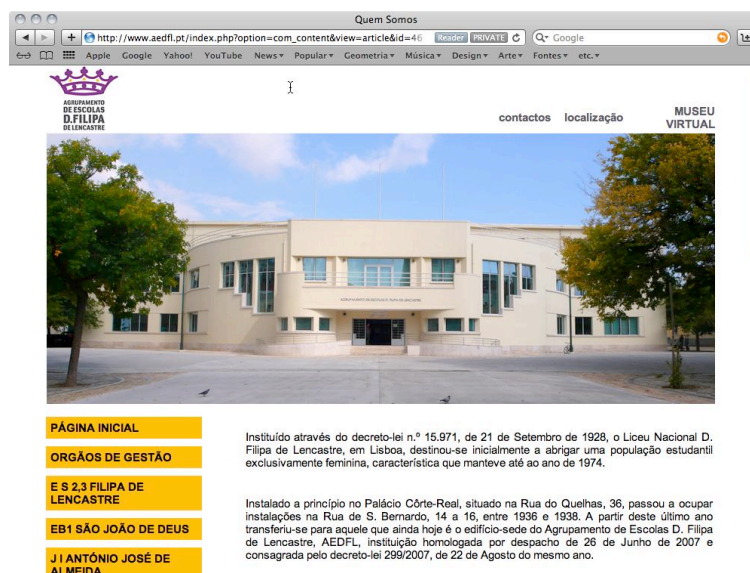


Figura 35 | Site do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre (em 2013). Fonte: Própria

O uso da plataforma Moodle (figura 36) permite melhorar a informação e a comunicação interna, bem como o processo de ensino e de aprendizagem.

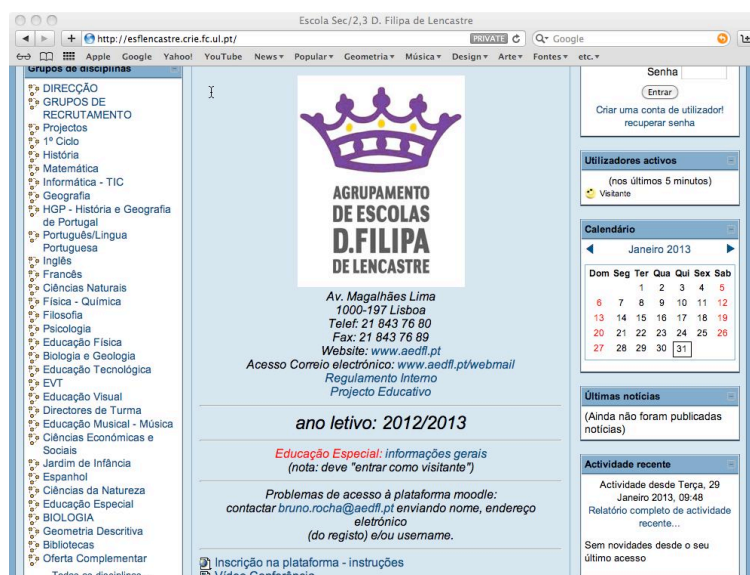


Figura 36 | Moodle. Fonte: Própria

III. Unidade didática

*Il est donc nécessaire pour le cours de géométrie descriptive, que la pratique
et l'exécution soient jointes à l'audition des méthodes.
Gaspard Monge*

III.1. Observação de aulas

A observação da prática das aulas de Geometria Descritiva A lecionadas pela professora cooperante à turma C teve lugar entre outubro e dezembro de 2013, às segundas e quintas-feiras, tendo as referidas aulas a duração de 90 minutos.

III.1.1. Caracterização dos espaços letivos

A turma C assistiu às aulas da disciplina de Geometria Descritiva A em duas salas de aula normais, nomeadamente a sala 10, de “Joaquina Nobre Araújo”, e a sala 02, de “Paula Vicente” (figura 37), situadas na ala noroeste do piso térreo do Edifício Sede.



Figura 37 | Imagens da Sala 10, de “Joaquina Nobre Araújo”. Fonte: Própria

As aulas da carga horária semanal da disciplina de Geometria Descritiva A, composta por três blocos de 90 minutos, foram lecionadas às segundas-feiras e às quintas-feiras à totalidade da turma na sala 10, de “Joaquina Nobre Araújo”. Às terças-feiras as aulas foram lecionadas na sala 02, de “Paula Vicente”, com a turma dividida em duas metades. Nesses dias metade da turma assistia a metade do primeiro bloco de 90 minutos, ou seja, aos primeiros 45 minutos. Após o intervalo a segunda metade da turma entrava na sala e a aula prosseguia para a totalidade da

turma durante mais 45 minutos. No intervalo seguinte a primeira metade da turma saía e a segunda metade da turma permanecia na sala por mais 45 minutos. As entradas e saídas dos alunos processaram-se sempre de forma ordeira e disciplinada, mantendo os alunos os lugares que lhes foram atribuídos.

Ambas as salas contêm 30 carteiras, de modo a poder acomodar o número máximo de alunos por turma no ensino secundário. Estas encontram-se dispostas em 5 filas longitudinais de 6 carteiras cada uma, espaçadas a intervalos regulares, e ainda uma secretária para o professor.

O modo como as carteiras se encontram dispostas nas salas “é a formação mais tradicional do arranjo do espaço da sala de aula” (Arends, 2008:270). Sendo a formação “mais adequada para situações nas quais os alunos devem concentrar a sua atenção no professor, ou na informação que é escrita no quadro ou projetada numa pantalha” (Arends, 2008:270) era, pois, ajustada às aulas de Geometria Descritiva da professora cooperante, em que tanto a exposição teórica dos conteúdos como a sua aplicação prática foram feitas com apresentações em formato PowerPoint. Para o efeito, as duas salas encontram-se equipadas com projetor, tela e computador, para além de um quadro negro, situado na parede por trás da secretária do professor, e dois quadros brancos, lado a lado, à direita daquele. Apesar do arranjo das carteiras não ser propício à discussão nem a atividades em grupo e ser mais adequado ao “trabalho independente no lugar” (Arends, 1995:94), a professora cooperante conseguiu sempre privilegiar a participação cooperativa dos alunos nas suas aulas.

Em ambas as salas de aula os alunos têm em geral uma boa visibilidade dos três quadros e da tela que cobre o quadro Sede quando é utilizada. Porém, o Edifício Sede da escola onde se situam as referidas duas salas tem a particularidade de ter todas as salas de aulas com janelas voltadas para sudeste para tirar um maior partido da iluminação exterior (figura 38). Tal orientação faz com que a luz natural que entra pelas janelas tenha demasiado brilho ofusque as imagens projetadas na tela. Nas aulas dadas durante a tarde em dias de sol foi necessário descer as persianas para escurecer a sala para se poder utilizar o projetor.



Figura 38 | Janelas da ala noroeste vistas do pátio interior. Fonte: Própria

III.1.2. Caracterização da turma

No ano letivo de 2013/2014 existiam apenas duas turmas com a disciplina de Geometria Descritiva A na Formação Específica na Escola Secundária D. Filipa de Lencastre, sendo uma do 10º ano e a outra do 11º ano. A escolha da turma para a prática letiva assistida recaiu sobre a turma C do 10º ano do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia, por sugestão da professora cooperante.

No início do ano letivo a turma C integrava 26 alunos no mas durante o primeiro período dois alunos mudaram de curso. Entre os alunos restantes incluíram-se duas alunas assistentes: uma aluna do 11º ano e uma aluna de nacionalidade chinesa, que esteve presente em todas as aulas de Geometria Descritiva A no âmbito de um programa de intercâmbio mas que não participou nas atividades letivas.

A turma bastante era bastante polarizada no respeitante à distribuição dos géneros (19 rapazes e 5 raparigas). No início do ano letivo a idade média dos alunos da turma era de 14,7 anos.

Observou-se que os alunos da turma C do 10º ano se encontravam em geral bem integrados, provavelmente por uma parte dos mesmos já ter frequentado aquela escola em anos letivos anteriores.

As classificações obtidas no 1º período na disciplina de Geometria Descritiva A pelos alunos da turma C foram as seguintes: 8 valores (1), 11 valores (4), 12 valores (1), 13 valores (1), 14 valores (3), 15 valores (2), 16 valores (0), 17 valores (2), 18 valores (8) e 19 valores (3).

III.1.3. Manual adotado pela escola

O manual adotado pela Escola Secundária D. Filipa de Lencastre tem o título de “GD A – Geometria Descritiva A – 10º ano – Manual”, da autoria de José Fernando de Santa-Rita, e foi desenvolvido e publicado pela Texto Editores, Lda em articulação com um “Livro de Exercícios”. Tanto o manual como o livro de exercícios incluem um CD com desenhos das propostas de resolução, acompanhados de relatórios que descrevem as principais etapas dos processos utilizados.

Foi solicitado aos alunos que trouxessem para as aulas de Geometria Descritiva o manual adotado pela escola bem como o livro de exercícios.

III.1.4. Modelo de aula utilizado pela professora cooperante

A professora cooperante deu a conhecer o seguinte modelo de aula, por ela utilizado:

- Abordagem teórica dos conteúdos;
- Visualização no espaço da situação a tratar;
- Visualização bidimensional da situação;
- Envolvimento ativo da turma (pergunta/resposta);
- Interligação com aprendizagens anteriores (quando possível);
- Aplicação prática dos conteúdos (todas as aulas) – observação durante o trabalho do grupo/turma;
- Exposição de apresentações nas aulas enviadas para o email da turma, facilitando o estudo dos conteúdos.

Após o módulo inicial, em que se reviram as noções essenciais de geometria Euclidiana no espaço extraídos do programa de Matemática do 3º ciclo, seguido de uma introdução à Geometria Descritiva e posterior abordagem do sistema de representação diédrico, as aulas lecionadas pela professora cooperante integraram sempre a aplicação prática dos conteúdos através da resolução de exercícios, em geral provenientes do manual de Geometria Descritiva adotado pela escola, mas também inventados pela própria.

A Geometria Descritiva é uma disciplina cuja inclusão no currículo do ensino secundário tem o objetivo de contribuir para a formação daqueles para quem seja primordial “o ‘diálogo’ entre a mão e o cérebro, no desenvolvimento recíproco de ideias e representações gráficas” (Xavier, 2001:3). A pedagogia de Monge aludia ao conhecimento que advém da prática, como ficou registado nas atas das sessões do conselho da École Polytechnique (*Procès verbaux des Séances du Conseil de l’Ecole polytechnique de l’an III [1794], Séance du 20 Pluviôse*):

“Ainsi c’est dans ces constructions graphiques, c’est dans des dessins que consistera tout le travail ostensible des choses, ces Dessins, ces Constructions exigent de leur part des méditations; mais il n’y aura aucun temps purement consacré à ces méditations; elles auront eu lieu pendant toute la Durée des Constructions, et l’élève qui aura en même temps exercé son intelligence et l’adresse de ses mains, aura pour prix de ce double travail, la Description exacte de la connaissance qu’il aura acquise.”

“Em prol de um ensino mais eficaz” (Arends, 2008:18) os exercícios foram resolvidos com recurso às novas tecnologias, nomeadamente apresentações em formato PowerPoint com os enunciados e as respetivas fases da sua resolução. Apesar destas apresentações serem “mais interessantes e eficazes do que algumas palavras escritas no quadro” (Arends, 2008:19), sempre que foi necessário esclarecer uma dúvida a professora cooperante utilizou o quadro branco para executar um desenho com os marcadores ou destacou um aluno para que o fizesse. Os exercícios de aplicação prática dos conteúdos foram sempre resolvidos de um modo cooperativo

Sempre que foi possível, a professora cooperante fez a interligação da abordagem teórica de novos conteúdos com aprendizagens anteriores. Este

procedimento é imprescindível “para que as novas matérias tenham significado para os alunos” (Arends, 2008:267).

A professora cooperante passou regularmente exercícios para trabalho de casa, quer presencialmente na aula quer enviando uma mensagem para a caixa de correio eletrónico da turma. Os trabalhos de casa são duplamente vantajosos na medida em “a prática independente constitui uma oportunidade para os alunos desempenharem sozinhos as competências recentemente adquiridas, e também pode ser considerada uma maneira de prolongar o tempo de aprendizagem” (Arends, 2008:302).

A professora cooperante utilizou o recurso da caixa de correio eletrónico da turma para enviar também as apresentações mostradas nas aulas, as fichas de trabalho, avisos e ainda para esclarecer dúvidas.

III.1.4.1. Participação

A professora cooperante deu início a cada aula ditando o sumário da lição e fazendo em seguida uma revisão dos conteúdos lecionados dada na aula anterior através da colocação de perguntas dirigidas à turma em geral ou por vezes a um ou outro aluno em particular que estivesse mais calado ou desatento. Com efeito, “o método mais seguro de verificar a compreensão da matéria é pedir que os alunos respondam diretamente a afirmações ou a questões” (Arends, 2008:278). Este método informal de verificação da compreensão assumiu frequentemente a forma de um diálogo segundo o método socrático. Enquanto estratégia de ensino, “o método socrático, do tempo da Grécia Antiga, enfatizava a importância do raciocínio indutivo e do diálogo no processo de ensino-aprendizagem” (Arends, 2008:384). Utilizado com o objetivo de levar o aluno a seguir o raciocínio conducente à resposta correta, o método socrático promove “um processo de ensino-aprendizagem em que o aluno se torna actor de uma investigação, devidamente conduzida pelo professor.” (Xavier, 2001:12).

O espaço dado pela professora cooperante “para a indução ou para a construção dedutiva por parte do aluno” (Xavier, 2001:12) sob a sua orientação enquadra-se no conceito de zona de desenvolvimento proximal elaborado por Lev

Vygotsky (1896–1934). Vygotsky chamou zona de desenvolvimento proximal ao espaço potencial de desenvolvimento cognitivo, que descreveu como “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.” (Vygotsky, 1991:97).

Enquanto espaço potencial do desenvolvimento cognitivo, “a zona de desenvolvimento proximal provê psicólogos e educadores de um instrumento através do qual se pode entender o curso interno do desenvolvimento. Usando esse método, podemos dar conta não somente dos ciclos e processos de maturação que já foram completados, como também daqueles processos que estão em estado de formação, ou seja, que estão apenas começando a amadurecer e a se desenvolver.” (Vygotsky, 1991:97). Assim sendo, “aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã.” (Vygotsky, 1991: 98).

A professora cooperante englobou toda a turma quando aplicou este método de verificação da aprendizagem cooperativa dos conteúdos, levando os alunos a trabalhar em grupo. O seu papel foi fulcral para coordenar os comportamentos necessários à realização do objetivo comum da interiorização dos conteúdos da disciplina e, simultaneamente, à realização dos objetivos individuais da superação das dificuldades de aprendizagem de cada aluno.

III.1.4.2. Visualização

Durante a abordagem da representação diédrica a professora cooperante pediu aos alunos que realizassem um modelo tridimensional do sistema de planos (referencial) com cartão de embalagens para eles utilizarem quer nas aulas, quer em casa. O recurso sistemático a este modelo tridimensional tornou possível “simular, de forma visível e palpável, as situações espaciais” (Xavier 2001:3) que os alunos representaram posteriormente na folha de papel. Foi determinante para favorecer a aprendizagem da abstração ao fazer com que esta tivesse sido “realizada em ligação

ao concreto” (Xavier 2001:3). Este modelo foi sendo progressivamente abandonado à medida que os alunos foram “atingindo uma maior capacidade de abstração e maturidade de visualização a três dimensões” (Xavier 2001:3). Contudo, continuou a fazer parte do material a trazer para as aulas durante todo o 1º período a fim de poder ser utilizado em situações pontuais.

Veloso também defende que esta capacidade ou poder de visualização a três dimensões se pode treinar com a construção e manipulação de modelos (1998:133):

“A frase que se ouve frequentemente ‘nunca fui capaz de ver no espaço’, pode levar a crer que essa capacidade é como que inata, há quem a tenha e quem nunca a venha a ter. Mas não é assim. O poder de visualização treina-se, e uma das consequências de um ensino da geometria em que se utilize métodos ativos de construção e manipulação de modelos e em que existam atividades explícitas para desenvolver a visualização é precisamente o acréscimo desse poder.”

Embora este recurso seja instrumental para o desenvolvimento da visualização a três dimensões a aprendizagem da Geometria Descritiva requer igualmente, devido ao seu elevado grau de abstração, que os alunos tenham atingido previamente um estágio do seu desenvolvimento cognitivo que lhes permita servirem-se também do raciocínio lógico. Verificou-se que, relativamente à questão da passagem do pensamento concreto para o pensamento abstrato, a generalidade dos alunos da turma C tinha já desenvolvido “um elevado nível de abstração em algumas disciplinas” (Arends, 2008:268), como por exemplo na Matemática.

Jean Piaget (1896-1980) distinguiu quatro estádios sucessivos do desenvolvimento cognitivo das crianças. O primeiro estágio, o da inteligência sensório-motora, corresponde a “um período até cerca dos 18 meses, que precede a linguagem” (Piaget, 1972:20). O segundo estágio é “um período que começa com a linguagem e que se prolonga até aos 7 ou 8 anos, que designaremos período da representação, mas pré-operatória” (Piaget, 1972:20). O terceiro estágio, o das operações concretas, ocorre “entre os 7 e os 12 anos, mais ou menos” (Piaget, 1972:20). Finalmente, o quarto estágio, designado das operações formais, ocorre “depois dos 12 anos” (Piaget: 1972:20), é uma “última etapa no decurso da qual a criança fica capaz de raciocinar e de deduzir já não sobre objetos manipuláveis (...),

mas é capaz de lógica e de raciocínios dedutivos, sobre hipóteses, sobre proposições” (Piaget, 1972:34).

A aprendizagem da Geometria Descritiva requer ainda que os alunos tenham adquirido previamente determinadas noções de espaço que lhes permitam efetuar as coordenações complexas entre objetos espaciais que caracterizam esta disciplina.

No seu estudo intitulado *La représentation de l'espace chez l'enfant*, Jean Piaget e Bärbel Elisabeth Inhelder propuseram que ao longo do seu crescimento as crianças desenvolvem três noções de espaço sucessivas, nomeadamente o espaço topológico, o espaço projetivo e o espaço Euclidiano.

As crianças adquirem a noção de espaço topológico entre o nascimento e os 7 anos de idade, ao longo do mesmo intervalo etário em que atravessam os dois primeiros estádios seu desenvolvimento cognitivo. A noção de espaço topológico abrange noções de relações perceptivas elementares de ligação (ou vizinhança) entre os objetos, separação (ou segregação de objetos ou de parte deles), relação de ordem (ou sucessão espacial), circunscrição (noção de dentro e fora) e continuidade. Estas relações perceptivas elementares correspondem a relações espaciais elementares e “caracterizam essa parte da geometria chamada ‘topologia’, estranha às noções de formas rígidas, de distâncias, de retas, de ângulos, etc.” (Piaget, 1993: 23).

Segue-se a noção de espaço projetivo, que as crianças adquirem entre os 7 aos 12 anos, quando se encontram no terceiro estágio do seu desenvolvimento cognitivo. É construída a partir das relações topológicas elementares iniciais, com a diferença que os objetos e as suas configurações “passam a ser considerados relativamente a um ‘ponto de vista’ do sujeito como tal, caso em que intervém uma relação de perspectiva ou ponto de vista de outros objetos sobre os quais se encontra projetado” (Piaget, 1993:168).

Por fim, entre os 12 e os 18 anos, quando se encontram no quarto estágio do seu desenvolvimento cognitivo, as crianças transitam para a noção de espaço euclidiano. Nesta noção de espaço a “coordenação dos objetos, que supõe a conservação das distâncias, bem como a elaboração da noção de deslocamento (ou de transformação congruente das figuras do espaço), acaba na construção dos sistemas de referência ou de coordenadas” (Piaget, 1993:393). Piaget compara as coordenadas que caracterizam o espaço euclidiano a “uma vasta rede estendida a

todos os objetos (...): cada objeto situado nessa rede é, pois, coordenado em relação aos outros, segundo as três espécies de relações simultâneas esquerda/direita, acima/abaixo e frente/atrás, ao longo das linhas retas paralelas entre si quanto a uma dessas dimensões e cruzando-se em ângulo reto com as orientadas segundo as outras duas” (1972:394).

Tanto as estruturas projetivas como as euclidianas estão subordinadas a uma organização total explícita ou subentendida e implicam “a conservação das retas, ângulos, curvas, distâncias ou de certas relações definidas que subsistem através das transformações” (Piaget, 1972:168), ou seja das invariantes nas relações de ordem e colocação entre os objetos. Estas duas noções de espaço são fundamentais para a aprendizagem da Geometria Descritiva pois ambas permitem “situar os objetos e as suas configurações uns em relação aos outros, segundo sistemas de conjunto que consistem, seja em projeções ou perspectivas, seja em ‘coordenadas’ que dependem de certos eixos” (Piaget, 1972:168).

A reestruturação da estrutura cognitiva decorrente da transição da noção de espaço projetivo para a de espaço euclidiano tem como “nível de equilíbrio os 14-15 anos” (Piaget, 1972:33), coincidindo com a idade em que os alunos do 10º ano de escolaridade iniciam o estudo da disciplina de Geometria Descritiva.

III.1.4.3. Normalização

No que respeita às “questões transversais que se prendem com a normalização do desenho, relativamente a equipamento (instrumentos e materiais de traçado e medição: critérios de escolha, manutenção e conservação; suportes: critérios de escolha, conservação) e aspectos de representação (princípios gerais de representação; escrita, formatos dos desenhos, material de desenho; termos relativos a desenhos técnicos)” (Xavier, 2001:7), observou-se o seguinte:

- A maioria dos alunos mostrou ter algum menor à vontade no manuseamento dos instrumentos de desenho, possivelmente por estarem mais habituados a aulas teóricas ou, nalguns casos, por não estarem a utilizar os instrumentos mais adequados ou no melhor estado de manutenção.

- No início do ano letivo a maior parte dos alunos trouxe para as aulas de Geometria Descritiva os instrumentos e materiais de traçado e medição que já possuía. Estes encontravam-se nos mais variados estados de manutenção e nem sempre eram os mais adequados. Contudo, no decurso do 1º período os alunos começaram a trazer instrumentos em melhores condições ou mais adequados.

- O rigor gráfico e a qualidade dos traçados não foram prioritários no início, mas estas questões foram gradualmente veiculadas pela professora cooperante à medida que os alunos se foram familiarizando com os conteúdos da disciplina e com a manipulação dos instrumentos e materiais de traçado e medição.

- O caderno da disciplina não teve inicialmente obrigatoriedade de formato ou tipo, mas à medida que os conteúdos mais avançados da disciplina foram sendo lecionados a professora cooperante pediu aos alunos que passassem a trazer folhas brancas de formato A4, tendo recomendado a reutilização de folhas impressas num só lado.

III.1.4.4. Atenção

Durante a observação de aulas verificou-se a ausência de grandes problemas de falta de atenção por parte da turma. Era permitido aos alunos ouvir música através dos auriculares durante a realização dos exercícios práticos, verificando-se que este comportamento não interferia com a atenção dos que o faziam. Mesmo assim, dado que “vários estudiosos, a começar por Kohler, notaram que a capacidade ou incapacidade de focalizar a própria atenção é um determinante essencial do sucesso ou não de qualquer operação prática” (Vygotsky, 1991:40), os casos pontuais de desatenção ou de comportamentos que causassem perturbação na aula foram sempre rapidamente corrigidos pela professora cooperante.

Os alunos foram na sua maioria assíduos e pontuais. Mantiveram os seus lugares ao longo do 1º período, inclusivamente nas aulas dadas às terças-feiras a que a turma assistiu dividida em duas metades, com exceção de uma minoria a quem a professora cooperante mandou trocar de lugar por estarem a perturbar o bom funcionamento da aula.

III.1.5. A professora cooperante

A professora da disciplina de Geometria Descritiva A e professora cooperante da prática de ensino supervisionada, Maria Manuela André, é licenciada em Design pelo IADE e profissionalizada no grupo 600 de Artes Visuais pela Escola Superior de Educação de Setúbal, tendo 29 anos de tempo de serviço. Integra a Bolsa de Professores Classificadores dos exames finais nacionais de Geometria Descritiva do ensino secundário do IAVE – Ministério da Educação, com formação.

No ano letivo de 2014/2015 desempenhou as funções de Coordenadora do Departamento de Expressões da Escola Secundária de D. Filipa de Lencastre.

III.2. Prática de ensino supervisionada

O projeto de intervenção pedagógica descrito no presente relatório foi concretizado através da prática de ensino supervisionada composta por 5 aulas de 90 minutos, que foram lecionadas à turma C do 10º ano do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia, na Escola Secundária de D. Filipa de Lencastre, situada em Lisboa.

III.2.1. Enquadramento da unidade didática

A unidade didática escolhida para a prática de ensino supervisionada incidiu sobre os conteúdos “Reta de maior declive” e “Reta de maior inclinação”, que se inserem no item “3.5.4 Retas notáveis de um plano” do programa de Geometria Descritiva A em vigor (anexo F).

Os conteúdos desta unidade didática lecionada inserem-se igualmente no item “Retas notáveis de um plano” da Proposta de Gestão Curricular da disciplina de Geometria Descritiva A – 10º Ano (1º Bloco) para o ano letivo de 2013/2014 da

Escola Secundária D. Filipa de Lencastre (anexo G), que por sua vez está inserido no núcleo de conteúdos intitulado “Plano”, para o qual foram previstos 16 blocos.

Os mesmos conteúdos articularam-se com os conteúdos “Retas horizontais” e “Retas frontais”, inseridos no “3.5.4 Retas notáveis de um plano” do programa de Geometria Descritiva A, os quais também se inserem no item “Retas notáveis de um plano” da Proposta de Gestão Curricular da disciplina de Geometria Descritiva A – 10º Ano da escola, integrado no núcleo de conteúdos intitulado “Plano”.

III.2.2. Objetivos, estratégias de ensino e recursos

O ato de ensinar pode ser entendido como “desenvolver uma ação especializada, fundada em conhecimento próprio, que consiste em fazer com que alguém aprenda alguma coisa que pretende e se considera necessária” (Roldão, 2010:18), equivalendo a “uma ação estratégica, finalizada, orientada e regulada face ao desiderato da consecução da aprendizagem entendida no outro” (Roldão, 2010:56). À pergunta “como é que vou conceber e realizar uma linha de atuação (que pode incluir a apresentação do conteúdo, estrategicamente organizada e articulada com outros dispositivos), com que tarefas, com que recursos, com que passos, para conseguir que estes alunos em concreto aprendam o conteúdo que pretendo ensinar?” (Roldão, 2010:56), para lecionar a unidade didática escolhida, a resposta afigurou-se como óbvia. Optou-se, pois, por seguir o modelo de aula praticado pela professora cooperante por este ser adequado e por a turma já se encontrar familiarizada com o mesmo.

Optou-se igualmente por utilizar os mesmos recursos, com exceção do manual adotado pela escola e o livro de exercícios. Esta opção foi determinada pela calendarização: as cinco lições que compuseram a prática de ensino supervisionada corresponderam às primeiras cinco lições do 2º período após a pausa letiva das férias do Natal, pelo que foi necessário dar a resolver aos alunos problemas que lhes permitissem articular os conteúdos aprendidos durante o 1º período com os novos conteúdos da unidade didática escolhida. Verificando-se que o manual adotado pela escola não continha exercícios sobre os conteúdos “Reta de maior declive” e “Reta

de maior inclinação” em número suficiente para ocupar os alunos durante cinco aulas, deliberou-se elaborar um conjunto de 16 problemas originais para os alunos resolverem individualmente ou de um modo cooperativo. A professora cooperante foi informada desta decisão.

Na primeira aula da prática de ensino supervisionada os alunos foram informados que nessa aula e nas quatro aulas seguintes lhes iriam ser dados a resolver problemas originais e que, se quisessem, podiam copiar os respetivos enunciados. Foi-lhes pedido que resolvessem cada problema dado numa página de uma folha lisa de papel A4 ao alto e com o eixo x a meio.

A estrutura dos 16 problemas elaborados para a prática de ensino supervisionada baseou-se na estrutura dos problemas das provas de exame nacionais de Geometria Descritiva B (programa antigo), com a linguagem devidamente adaptada. Os dados do Problema 2, por exemplo, baseiam-se quase textualmente nos do problema 1 do grupo I da prova 409 (Geometria Descritiva B) da 2ª Fase de 2003.

Com a elaboração do referido conjunto de problemas procurou-se cumprir os seguintes objetivos: a revisão dos conteúdos aprendidos no 1º período, em particular os conteúdos “Reta horizontal (de nível)” e “Reta frontal (de frente)”; a articulação destes com a aprendizagem dos novos conteúdos “Reta de maior declive” e “Reta de maior inclinação”; e a redução dos traçados.

Previamente à resolução dos referidos 16 problemas de aplicação prática dos novos conteúdos, fez-se uma introdução aos mesmos e aos conceitos que lhes estão subjacentes através de apresentações em formato PowerPoint.

Os enunciados dos problemas (anexo D) bem como as várias etapas das respetivas resoluções (anexo E) foram igualmente mostrados aos alunos em apresentações em formato PowerPoint. Os problemas foram dados aos alunos por ordem crescente do seu grau de dificuldade. Alguns foram de resolução mais difícil por conterem dados implícitos ou por requererem o uso de retas auxiliares.

Quanto à revisão das aprendizagens prévias dos alunos e ao estabelecimento de ligação entre estas e a aprendizagem dos novos conteúdos, houve a preocupação de lhes dar a observar, tanto coletiva como individualmente, “em relação ao estudo do plano definido por uma recta de maior declive ou de maior inclinação, (...) a situação espacial no modelo, encaminhando os alunos a estabelecer a relação entre as

projeções da referida recta e as rectas horizontais ou frontais do mesmo plano” (Xavier 2001:22). Também se chamou a “atenção para o facto dos traços do plano serem casos particulares de rectas horizontais e rectas frontais do plano” (Xavier, 2001:22).

O objetivo de redução dos traçados como opção no processo de resolução foi introduzido com o Problema 3. Sugeriu-se aos alunos que o resolvessem de duas maneiras, nomeadamente com recurso e sem recurso aos traços do plano (figura 39). Realizou-se uma apresentação em formato PowerPoint suplementar para este problema com as etapas da resolução alternativa, tendo ao todo sido mostradas 17 apresentações.

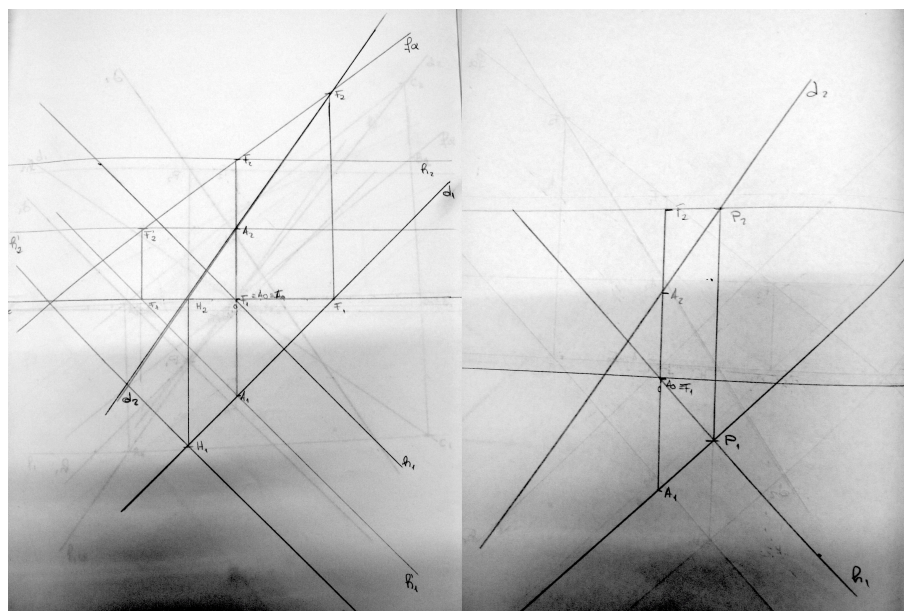


Figura 39 | Duas propostas de resolução do Problema 3. Fonte: Própria

A opção de economizar os traçados voltou a ser apresentada no Problema 9, que foi passado como trabalho para casa. Aquando da sua correção apenas se mostrou a apresentação com a resolução sem recurso aos traços do plano.

Utilizou-se o expediente das repetições para fazer com que os alunos estabelecessem relações de semelhança quanto ao raciocínio e ao processo de resolução, indiferentemente de a situação apresentada ser com uma reta de maior declive ou com uma reta de maior inclinação. Por exemplo, os Problemas 4 e 10 (figura 40) e nos Problemas 6 e 12 (figura 41), têm exatamente os mesmos dados.

Destes, os Problemas 4 e 6 e os Problemas 10 e 12 têm processos de resolução semelhantes, requerendo a utilização de retas auxiliares, mas resolvem-se pela ordem inversa.

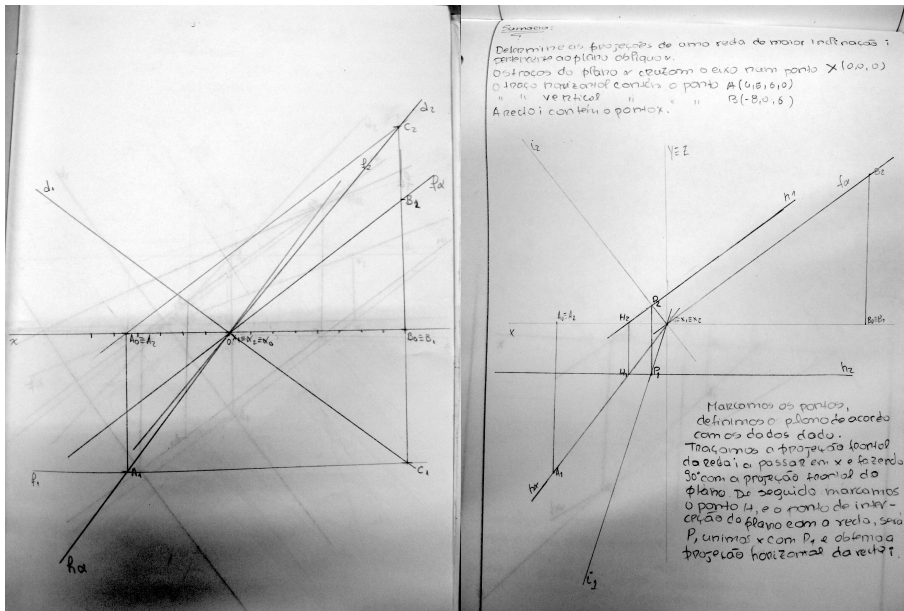


Figura 40 | Problemas 4 (à esquerda) e 10 (à direita). Fonte: Própria

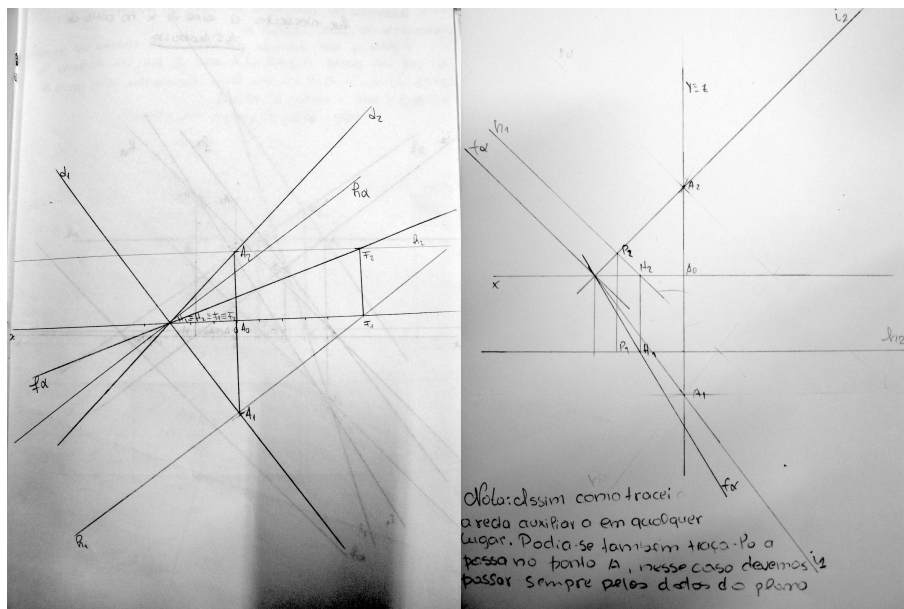


Figura 41 | Problemas 6 (à esquerda) e 12 (à direita). Fonte: Própria

Existe igualmente uma relação de semelhança entre os Problemas 1 e 7 (figura 42) e entre os Problemas 2 e 8 (figura 43), tanto nos dados como no processo de resolução.

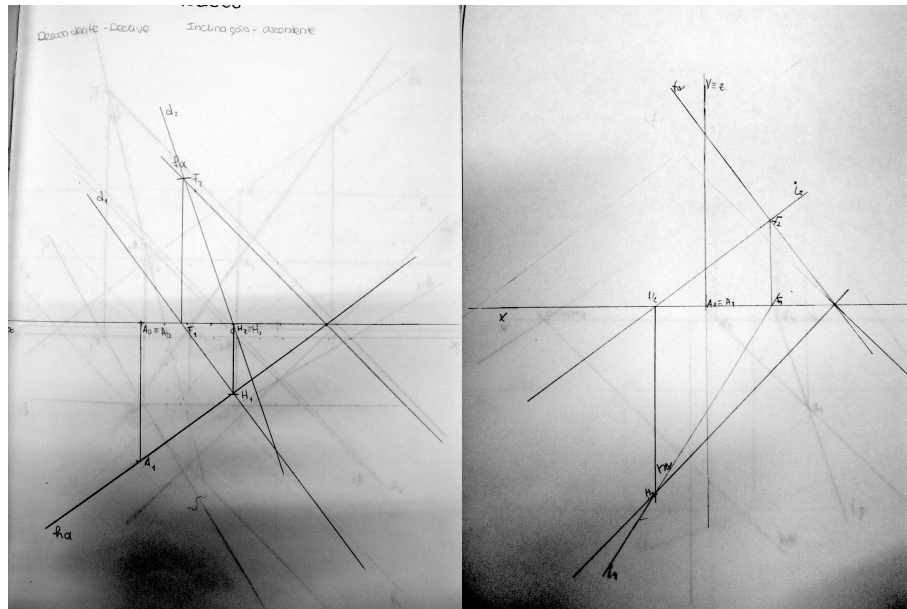


Figura 42 | Problemas 1 (à esquerda) e 7 (à direita). Fonte: Própria

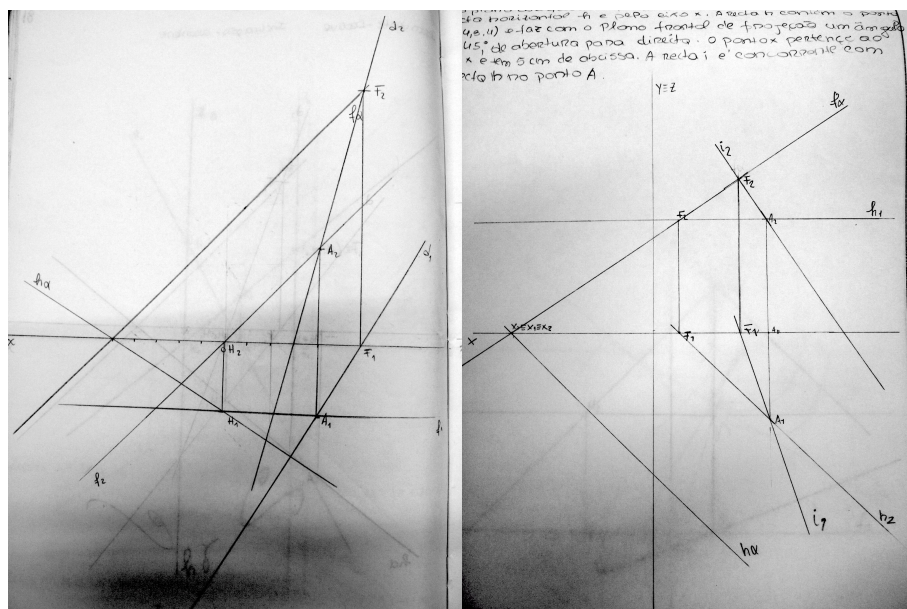


Figura 43 | Problemas 2 (à esquerda) e 8 (à direita). Fonte: Própria

Os últimos quatro problemas foram concebidos como problemas globais de modo a constituir mais um elemento ou referente de avaliação da aprendizagem dos

novos conteúdos pelos alunos. Destes, os Problemas 13 e 14 contiveram as duas retas de maior declive e de maior inclinação em simultâneo, enquanto os Problemas 15 e 16 pediram um raciocínio inverso do raciocínio dos Problemas 3 e 9.

III.2.3. Planificação das aulas

Aula 1 (Lição 83 e 84) – 6 janeiro de 2014 (segunda-feira)	
Sala	Sala 10 de “Joaquina Nobre Araújo”
Duração	90 minutos
Sumário	Declive e inclinação: introdução. Reta de maior declive. Exercícios.
Conteúdos	Retas do plano de maior ângulo : reta de maior declive e reta de maior inclinação; Reta de maior declive: Reta de maior declive (aplicação prática dos conteúdos).
Competências Específicas	Representar diedricamente os elementos geométricos: ponto, reta e plano; Conhecimento da condição de pertença de ponto e de reta a plano; Conhecimento das retas notáveis do plano.
Atividades	A apresentação introdutória aos conceitos de declive e inclinação em formato PowerPoint; Apresentação em formato Powerpoint acerca da Reta de maior declive; Problema 1 (reta de maior declive contida num plano definido pelos seus traços); Problema 2 (reta de maior declive contida num plano definido pelo seu traço frontal e por um ponto qualquer).

Aula 1 (Lição 83 e 84) – 6 janeiro de 2014 (segunda-feira)	
Recursos	Discentes Folhas A4 lisas; Esquadro geométrico (ou esquadros, régua e transferidor); Lápis ou lapiseira; Borracha.
	Docente Computador; Projector; Tela; Apresentações em formato PowerPoint; Quadro branco; Marcadores (preto, azul, vermelho e verde); Apagador.

Aula 2 (Lição 85, 86 e 87) –7 janeiro de 2014 (terça-feira)	
Sala	Sala 02 de “Paula Vicente”
Duração	45 minutos + 45 minutos + 45 minutos
Sumário	Reta de maior declive. Exercícios.
Conteúdos	Reta de maior declive (aplicação prática dos conteúdos interrelacionando-os com os conteúdos aprendidos no 1º período).
Competências Específicas	Conhecimento das retas notáveis do plano; Utilização das retas notáveis como retas auxiliares; Redução dos traços.
Atividades	Problema 3 (reta de maior declive contida num plano definido por uma reta horizontal e por um ponto qualquer), que foi resolvido com recurso aos traços do plano dado; Problema 3 (reta de maior declive contida num plano definido por uma reta horizontal e por um ponto qualquer), resolvido e sem recorrer aos traços do plano dado; Problema 4 (reta de maior declive passante contida num plano definido pelos seus traços).

Aula 2 (Lição 85, 86 e 87) – 7 janeiro de 2014 (terça-feira)	
Recursos	Discentes Folhas A4 lisas; Esquadro geométrico (ou esquadro, régua e transferidor); Lápis ou lapiseira; Borracha.
	Docente Computador; Projector; Tela; Apresentações em formato PowerPoint; Quadro branco; Marcadores (preto, azul, vermelho e verde); Apagador.

Aula 3 (Lição 88 e 89) – 9 janeiro de 2014 (quinta-feira)	
Sala	Sala 10 de “Joaquina Nobre Araújo”
Duração	90 minutos
Sumário	Reta de maior declive. Reta de maior inclinação. Exercícios.
Conteúdos	Suficiência de uma reta de maior declive de um plano para o definir. Reta de maior inclinação (aplicação prática dos conteúdos interrelacionando-os com conteúdos aprendidos no 1º período).
Competências Específicas	Conhecimento das retas notáveis do plano; Utilização das retas notáveis como retas auxiliares; Redução dos traçados; Reversibilidade dos raciocínios.

Aula 3 (Lição 88 e 89) – 9 janeiro de 2014 (quinta-feira)	
Atividades	<p>Problema 5 (suficiência de uma reta de maior declive de um plano para determinar os seus traços);</p> <p>Problema 6 (exceção em que a reta de maior declive de um plano é passante e não é suficiente para determinar os seus traços);</p> <p>Apresentação em formato Powerpoint acerca da Reta de maior inclinação;</p> <p>Problema 7 (reta de maior inclinação contida num plano definido pelos seus traços);</p> <p>Problema 8 (reta de maior inclinação contida um plano definido por uma reta horizontal e por um ponto pertencente ao eixo x);</p> <p>Problema 9 (reta de maior inclinação contida num plano definido por uma reta frontal e por um ponto qualquer) passado para trabalho de casa.</p>
Recursos	<p style="text-align: center;">Discentes</p> <p>Folhas A4 lisas;</p> <p>Esquadro geométrico (ou esquadros, régua e transferidor);</p> <p>Lápis ou lapiseira;</p> <p>Borracha.</p>
	<p style="text-align: center;">Docente</p> <p>Computador;</p> <p>Projector;</p> <p>Tela;</p> <p>Apresentações em formato PowerPoint;</p> <p>Quadro branco;</p> <p>Marcadores (preto, azul, vermelho e verde);</p> <p>Apagador.</p>

Aula 4 (Lição 90 e 91) – 13 janeiro de 2014 (segunda-feira)	
Sala	Sala 10 de “Joaquina Nobre Araújo”
Duração	90 minutos
Sumário	Reta de maior inclinação. Exercícios.

Aula 4 (Lição 90 e 91) – 13 janeiro de 2014 (segunda-feira)	
Conteúdos	Reta de maior inclinação; Suficiência de uma reta de maior inclinação de um plano para o definir.
Competências Específicas	Conhecimento das retas notáveis do plano; Utilização das retas notáveis como retas auxiliares; Reversibilidade dos raciocínios; Redução dos traçados no processo de resolução.
Atividades	Problema 9 (correção do trabalho de casa); Problema 10 (reta de maior inclinação passante contida num plano definido pelos seus traços); Problema 11 (suficiência de uma reta de maior inclinação de um plano para determinar os seus traços); Problema 12 (exceção em que a reta de maior inclinação de um plano é passante e não é suficiente para determinar os seus traços).
Recursos	Discentes
	Folhas A4 lisas; Esquadro geométrico (ou esquadros, régua e transferidor); Lápis ou lapiseira; Borracha.
	Docente
	Computador; Projector, Tela; Apresentações em formato PowerPoint; Quadro branco; Marcadores (preto, azul, vermelho e verde); Apagador.

Aula 5 (Lição 92, 93 e 94) –14 janeiro de 2014 (terça-feira)	
Sala	Sala 02 de “Paula Vicente”
Duração	45 minutos + 45 minutos + 45 minutos
Sumário	Reta de maior declive e reta de maior inclinação. Exercícios.

Aula 5 (Lição 92, 93 e 94) –14 janeiro de 2014 (terça-feira)	
Conteúdos	Reta de maior declive; Reta de maior inclinação.
Competências Específicas	Conhecimento das retas notáveis do plano; Conhecimento dos traços da reta nos planos bissetores; Reversibilidade dos raciocínios; Redução dos traçados no processo de resolução.
Atividades	Problema 13 (reta oblíqua simultaneamente de maior declive de um plano e de maior inclinação de outro plano); Problema 14 (reta de maior declive e reta de maior inclinação, concorrentes, contidas num plano); Problema 15 (reta de maior declive contida num plano definido por uma reta horizontal e concorrente com esta); Problema 16 (reta de maior inclinação contida num plano definido por uma reta frontal e concorrente com esta).
Recursos	Discentes
	Folhas A4 lisas; Esquadro geométrico (ou esquadros, régua e transferidor); Lápis ou lapiseira; Borracha.
	Docente
	Computador; Projector; Tela; Apresentações em formato PowerPoint; Quadro branco; Marcadores (preto, azul, vermelho e verde); Apagador.

III.2.4. Apresentações introdutórias

Elaboraram-se três apresentações em formato PowerPoint de introdução aos conteúdos a lecionar durante a prática de ensino supervisionada. Na primeira,

intitulada “Declive e Inclinação” (anexo A), que foi mostrada na primeira aula, procurou-se fazer com que as duas retas se tornassem algo mais que meras abstrações para os alunos. Partiu-se de exemplos concretos de reta de maior declive, encontrados em estruturas urbanas de pequena dimensão integradas em obras arquitetônicas ou ornamentais, para se chegar às retas de maior declive e de maior inclinação propriamente ditas. Salientou-se a utilidade do conhecimento da reta de maior declive para aplicações práticas nas áreas da Arquitetura e Engenharia Civil, tais como a construção de coberturas e de taludes, através aterros e desaterros. Fez-se referência à utilização do método das projeções cotadas em projetos dessas áreas, ao qual é inerente o conceito de reta de maior declive.

Esta apresentação foi imediatamente seguida de outra apresentação intitulada “Reta de maior declive” (anexo B), que consistiu de representações tridimensionais dessa reta demonstrando a sua ortogonalidade em relação ao traço horizontal do plano a que pertence bem como a sua suficiência para o definir, a sua relação de perpendicularidade em relação às retas horizontais do mesmo e o seu ângulo com a sua projeção horizontal (retilíneo do diedro).

Mais tarde, na terceira aula, foi mostrada uma apresentação idêntica à segunda, intitulada “Reta de maior inclinação” (anexo C), que conteve igualmente representações tridimensionais dessa reta demonstrando a sua ortogonalidade em relação ao traço frontal do plano a que pertence bem como a sua suficiência para o definir, a sua relação de perpendicularidade em relação às retas frontais do mesmo e o seu ângulo (retilíneo do diedro).

III.2.5. Avaliação

A avaliação tem por objetivo melhorar o ensino e a aprendizagem através da verificação dos conhecimentos adquiridos e da aferição do grau de cumprimento das metas definidas. Em cada disciplina e nível de ensino, a avaliação da aprendizagem dos conteúdos lecionados é operacionalizada no quadro dos respectivos Referenciais de Avaliação específicos, aprovados em Conselho Pedagógico.

Segundo o Referencial de Avaliação (anexo H) da Escola Secundária D. Filipa de Lencastre para a disciplina de Geometria Descritiva A do 10º ano (1º Bloco) e 11º ano (2º Bloco), aprovado em Conselho Pedagógico, a avaliação dos alunos incide sobre dois domínios: o domínio do saber e o domínio relacional. O peso relativo na avaliação final das competências essenciais do domínio do saber não deve ser superior a 90% e o das competências essenciais do domínio relacional não deve ser superior a 10%.

Das três modalidades de avaliação que se distinguem no ensino secundário, nomeadamente a avaliação formativa, a avaliação sumativa e a avaliação aferida, no supramencionado Referencial de Avaliação estão contempladas a avaliação formativa e a avaliação sumativa interna. Os instrumentos de recolha de informação acerca das aprendizagens referidos pelo Referencial de Avaliação da disciplina são a observação direta das operações realizadas durante a execução dos trabalhos pelos alunos, das intervenções orais dos alunos e das atitudes reveladas pelos alunos durante as atividades, testes, o caderno diário e os trabalhos de casa.

No projeto de intervenção pedagógica descrito no presente relatório a avaliação dos alunos foi sobretudo formativa. Esta consistiu na recolha de informações acerca das aprendizagens durante o decurso das 5 aulas “junto dos alunos de uma série de maneiras informais, tais como, através da observação e da interação verbal” (Arends, 2008:211).

Tendo um caráter informal, a avaliação formativa tem a virtude de ter uma função diagnóstica ao permitir “obter informação sobre o desenvolvimento das aprendizagens e qualidade do processo educativo com vista à definição e ao ajustamento de processos e estratégias”, segundo o Despacho Normativo nº 338/93 do Ministério da Educação.

Este tipo de avaliação permite ainda “observar os alunos quando estes abordam tarefas de resolução de problemas específicas e fazer uma avaliação breve do grau em que estes utilizam operações concretas ou abstratas” (Arends, 2008:268). É disso exemplo o relatório do processo de resolução do Problema 10, resolvido na aula, recolhido do caderno diário de uma aluna (figura 44). O referido relatório não foi ditado na aula mas sim escrito pela aluna, é revelador do seu grau de

conhecimento dos princípios teóricos e dos processos construtivos e também o seu grau de autonomia no desenvolvimento de trabalho independente.

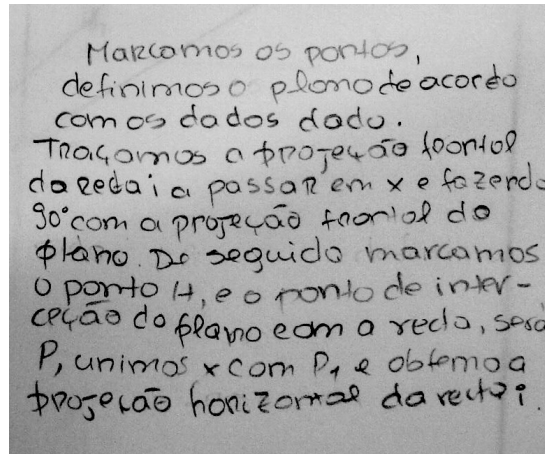


Figura 44 | Relatório da resolução do problema 10. Fonte: Própria

O relatório do processo de resolução proposto pela mesma aluna para o problema 12 (figura 45), que diferiu do processo proposto na apresentação em formato Powerpoint mostrada na aula, é outro exemplo de como a observação direta pode fornecer dados acerca do seu grau de conhecimentos nos vários domínios de aprendizagem bem como do seu grau de autonomia.

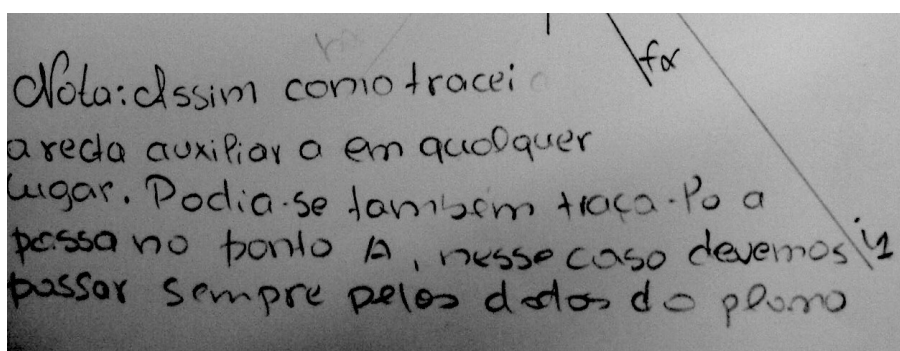


Figura 45 | Relatório da resolução do Problema 12. Fonte: Própria

Podendo a informação sobre a eficácia das aulas também “ser recolhida através de meios formais, como trabalhos de casa, testes e relatórios escritos” (Arends, 2008:211), no final da aula 3 foi atribuído aos alunos o Problema

9 para trabalho de casa, com a sugestão de que estes o resolvessem sem recorrer aos traços do plano. Indo de encontro à recomendação dada por Arends, foi passado um trabalho de casa de continuação da aplicação prática dos conteúdos que era ao mesmo tempo um desafio que se esperou que os alunos conseguissem resolver autonomamente (2008:303):

“Atribua trabalho que seja adequadamente estimulante e que os alunos possam desempenhar com sucesso. O trabalho de casa, como o trabalho na aula, não deve envolver a continuação da instrução, mas antes a continuação da prática ou a preparação para a instrução do dia seguinte.”

A resolução do trabalho de casa trazida pelos alunos foi corrigida no início da aula 4. Todos os alunos conseguiram resolvê-lo sem dificuldade pois era semelhante ao problema 3, que havia sido resolvido na aula anterior.

Embora a avaliação das aprendizagens tenha sido sobretudo formativa, a estrutura dos 16 problemas elaborados para a prática de ensino supervisionada baseou-se na dos problemas de provas de avaliação sumativa externa, mais concretamente nas dos problemas das provas de exame nacionais de Geometria Descritiva B (programa antigo), com a linguagem devidamente adaptada. Consequentemente os problemas dados a resolver aos alunos tiveram um grau de dificuldade maior do que a generalidade dos problemas do manual, exigindo a articulação dos conteúdos aprendidos no 1º período com os novos conteúdos da unidade didática lecionada quer na tradução dos dados, quer no processo de resolução propriamente dito.

A avaliação formativa aqui apresentada foi a única modalidade de avaliação que foi possível realizar devido às circunstâncias em que o projeto de intervenção pedagógica foi concretizado.

No ano letivo precedente, de 2012/2013, após muita dificuldade em encontrar um professor ou professora cooperante, finalmente contactou-se uma docente da Escola Secundária D. Filipa de Lencastre que tinha comunicado a sua disponibilidade. Contudo, aquando do primeiro contacto esta docente avisou que nesse ano letivo se encontrava na situação de pré-reforma, pelo que só dispunha de uma turma do 3º ciclo do Ensino Básico, na disciplina de Educação Visual do 8º ano, para observação de aulas. Avisou também que devido à sua aposentação iminente não

poderia garantir um acompanhamento até ao fim do mestrado. No entanto garantiu que iria haver continuidade no acompanhamento, acrescentando que já tinha pedido a outra docente do mesmo estabelecimento de ensino para lhe suceder como professora cooperante. Com efeito, a primeira professora cooperante aposentou-se em abril desse ano letivo, a meio do segundo semestre do mestrado, tendo-se passado a partir desse momento a assistir às aulas de Educação Visual do 9º ano do Ensino Básico da docente que tinha concordado em lhe suceder no ano letivo seguinte.

Em setembro de 2013 contactou-se por email essa docente para averiguar quando seria oportuno dar início à observação de aulas e, eventualmente, preparar o projeto de intervenção pedagógica e sua respetiva concretização. Esta repondeu pela mesma via que entretanto havia ficado colocada na Escola Secundária Artística António Arroio. Contactou-se a diretora da Escola Secundária D. Filipa de Lencastre para saber se haveria algum docente que lhe pudesse suceder mas a sua resposta foi que o contrato estabelecido entre a Faculdade de Belas-Artes e a Escola Secundária D. Filipa de Lencastre havia terminado com a aposentação da primeira professora cooperante, sugerindo que se procurasse outra escola.

Após algumas negociações, uma docente da Escola Secundária D. Filipa de Lencastre, a professora Maria Manuela André, teve a generosidade de concordar em ser professora cooperante no ano letivo de 2013/2014, mas não sem antes ter dito, salvo erro, que não precisava de assumir esse encargo para a sua carreira. Embora daí em diante esta professora se tivesse mostrado sempre disponível para facilitar a experiência letiva, as suas palavras aquando do primeiro contacto tiveram o efeito subjetivo totalmente oposto de fazer com que, por receio dar demasiado trabalho, para além da extrema brevidade da prática de ensino supervisionada, não se tivesse solicitado a sua assistência para criar em conjunto um momento de avaliação formal das aprendizagens realizadas pelos alunos.

Não obstante, com base na avaliação formativa realizada ao longo das cinco aulas que compuseram a prática de ensino supervisionada, considera-se que as aprendizagens dos conteúdos realizadas pelos alunos foram satisfatórias e que foram cumpridos os três objetivos de revisão dos conteúdos aprendidos no 1º período, de articulação destes com os conteúdos novos da unidade didática lecionada e de redução dos traçados.

IV. Análise e reflexão

Estre beaucoup meilleur de bien faire que de bien parler
Philibert Delorme

Observou-se que os alunos da turma turma C tinham em geral boa capacidade de apreensão de conceitos abstratos, o que veio facilitar a aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Geometria Descritiva A em geral e os conteúdos da unidade didática lecionada em particular.

O seu comportamento durante a prática de ensino supervisionada não diferiu muito do constatado durante a observação de aulas mas qualquer agitação que surgisse foi prontamente dominada pela professora cooperante.

Os alunos mostraram-se em geral recetivos a uma professora diferente e aos problemas propostos, chegando mesmo uma minoria a manifestar entusiasmo na sua resolução. A generalidade dos alunos conseguiu resolver com êxito os 16 problemas originais que lhes foram dados. Registaram-se ocasionalmente momentos de silêncio absoluto durante a resolução dos problemas, que foram interpretados como um sinal não verbal de que os alunos estavam concentrados na sua aprendizagem. Verificou-se que nas duas primeiras aulas o ritmo de resolução dos problemas pelos alunos foi mais lento que o habitual, possivelmente devido ao hiato criado pelas férias do Natal, mas este rapidamente voltou ao normal.

Encontraram-se alunos com velocidades de resolução dos problemas muito variadas, em que uma minoria terminava satisfatoriamente muito mais cedo do que os seus colegas. Em nome da eficácia tornou-se necessário “propor desafios especiais aos alunos mais brilhantes da turma” (Arends, 2008:161). A um aluno particularmente brilhante, que concluía a resolução dos problemas mais cedo e sem dificuldade, ficando depois sem nada para fazer, foi dado o desafio de encontrar uma resolução alternativa para o Problema 12. Desafiou-se o referido aluno a voltar a resolver individualmente o problema com uma reta auxiliar paralela à reta dada em

vez de utilizar uma reta horizontal ou frontal concorrente com a mesma, recordando-lhe que um plano também pode ser definido por duas retas paralelas.

Os alunos pediram ajuda ou esclarecimento de dúvidas sempre que sentiram maior dificuldade em apreender os conteúdos novos ou em resolver dos problemas que lhes foram propostos. As dúvidas que surgiram tornaram necessário adaptar as estratégias a fim de promover uma melhor apreensão dos conteúdos pelos alunos, tal como repetir a exposição por outras palavras ou dar outros exemplos.

A professora cooperante interveio sempre que a sua ajuda foi solicitada, tendo prestado um auxílio precioso para que a prática letiva supervisionada decorresse o melhor possível. Nos momentos em que os alunos manifestaram a sua confusão mostrou exemplarmente como “ouvindo atentamente as perguntas dos alunos e fazendo questões exploratórias, os professores podem determinar se a informação que estão a expor é ou não significativa” (Arends, 2008:268).

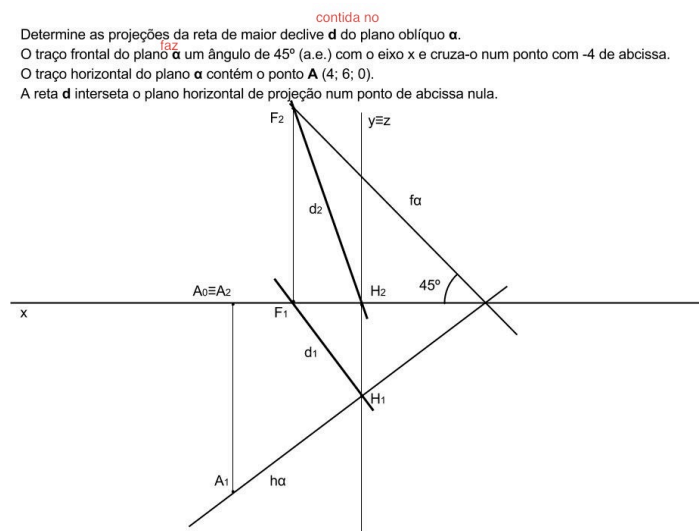


Figura 46 | Correções ao enunciado do Problema 1. Fonte: Própria

Na transcrição dos enunciados foram detetadas algumas incorreções de linguagem (figura 46), erros de sinal e no nome de um ponto (figura 47). Todos os lapsos ou incorreções que foram detetados pela professora cooperante ou pelos alunos foram prontamente corrigidos no computador existente na sala de aula.

Represente pelas suas projeções duas retas, d e i , contidas no plano oblíquo α . (-3; 0; 10)
 A reta d é uma reta de maior declive do plano α , o seu traço frontal é o ponto $F(3; 0; 10)$ e a sua projeção horizontal faz um ângulo de 45° com o eixo x (a.e.).
 A reta i é uma reta de maior inclinação do plano α , o seu traço horizontal é o ponto $H(4; 11; 0)$ e a sua projeção frontal faz um ângulo de 45° com o eixo x (a.e.). (-4; 11; 0)

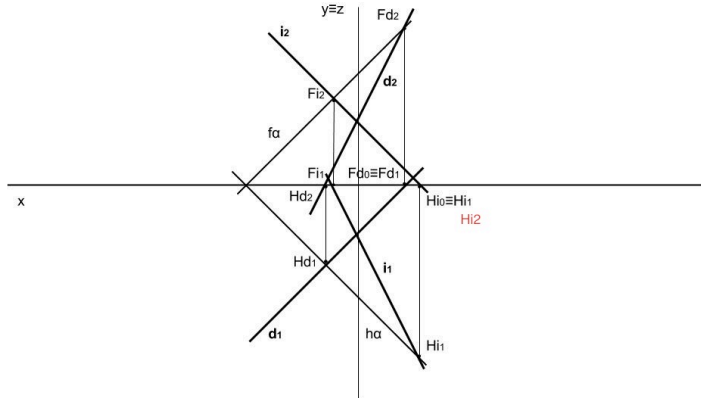


Figura 47 | Correções aos dados e resolução do Problema 14. Fonte: Própria

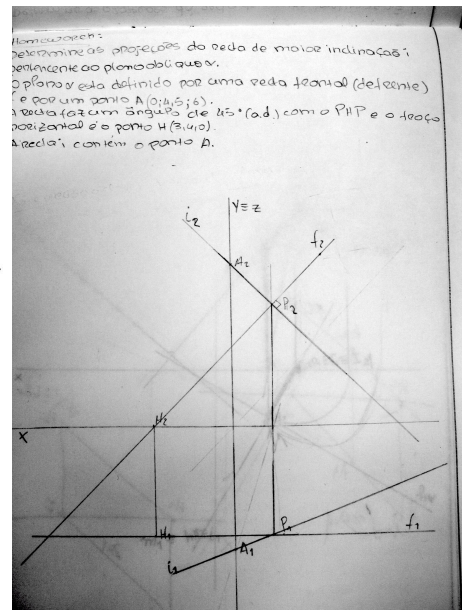
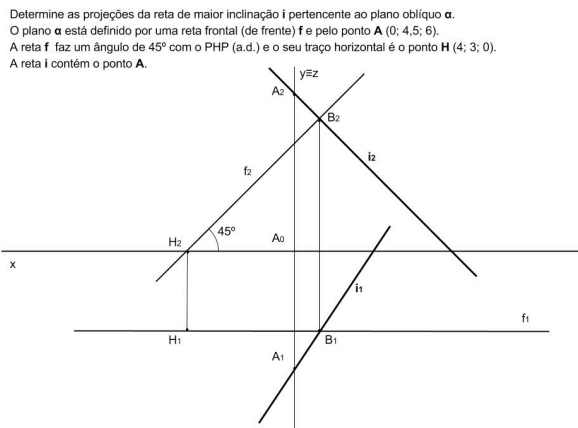


Figura 48 | Resolução do Problema 9 e resolução de uma aluna. Fonte: Própria

No enunciado do Problema 9 passado para trabalho de casa registou-se um erro no valor do afastamento de um ponto dado mas tal lapso não afetou o processo de resolução (figura 48) nem o seu grau de dificuldade.

Após o término da lecionação da unidade didática foi dado a responder aos alunos um questionário com nove perguntas. As oito primeiras perguntas eram de

resposta múltipla, com três opções de resposta (muito, indiferente e nada), e foram feitas com o objetivo de recolher informação juntos dos alunos e determinar: se compreenderam os novos conteúdos; se acharam que os mesmos foram expostos com clareza; se acharam que as apresentações em formato PowerPoint com exemplos tridimensionais foram úteis para a sua compreensão; se acharam que os problemas dados foram difíceis; se os conhecimentos que adquiriram no 1º período foram importantes para os poderem resolver; se perceberam porque e quando teriam de usar retas auxiliares; se ficaram com dúvidas; se acharam que as exemplificações a três dimensões dadas na aula foram eficazes. A nona pergunta era aberta e pedia aos alunos que fizessem uma breve apreciação das aulas dizendo o que esteve bem, o que esteve mal e o que poderia ser melhorado.

Foram distribuídos 25 questionários aos alunos, tendo-lhes sido explicado que estes seriam preenchidos de forma anónima e que não eram um instrumento de avaliação. Infelizmente, devido à rapidez com que o se desenrolou processo de venda da habitação própria por motivos de ida para um país estrangeiro, a maior parte das folhas com as respostas perderam-se durante a mudança de residência para casa de um familiar, restando apenas nove páginas com a última pergunta. Os únicos dados que foi possível apresentar no presente relatório baseiam-se nesta reduzidíssima amostra constituída pelas respostas que restaram.

Verificou-se que alguns alunos aproveitaram o carácter aberto da pergunta para desenvolver questões focadas nas primeiras perguntas de resposta múltipla. Abaixo transcrevem-se as respostas dadas pelos alunos à referida pergunta.

Os alunos apreciaram positivamente as aulas lecionadas, que de uma forma geral consideraram boas. Relativamente aos conteúdos lecionados, um aluno respondeu que ficou “a conhecer as retas de maior declive e de maior inclinação, que não sabia que existiam” (questionário 3).

A ênfase dada à componente de aplicação prática dos conteúdos foi notada por um aluno (questionário 18), para quem as aulas “foram dadas de uma maneira diferente, de uma maneira mais prática”. Outro aluno respondeu que “a professora trouxe muitos exercícios que foram fundamentais para o meu entendimento da matéria” (questionário 12), e que os problemas as as respetivas resoluções foram “bem estruturados e desafiantes” (questionário 12).

O maior grau de dificuldade dos problemas em relação aos exercícios do manual foi entendido como algo positivo por um aluno, que considerou que “os exercícios oferecidos pela professora foram difíceis e logo úteis” (questionário 20).

Os alunos sentiram maiores dificuldades e tiveram mais dúvidas nos problemas que requereram o uso de retas auxiliares. Nas palavras de um aluno, “houve alguns aspectos que deveriam ser mais esclarecidos como a escolha das retas frontais e horizontais como retas auxiliares” (questionário 18).

Procurou-se tirar as dúvidas sempre que tal foi solicitado pelos alunos. Conforme um deles observou, “a professora esteve sempre muito empenhada em nos explicar a matéria da melhor maneira que conseguia, e em nos tirar dúvidas” (questionário 7).

Procurou-se também adaptar o esclarecimento de dúvidas às necessidades individuais dos alunos. Um aluno notou que “a professora explica bem, no entanto quando explicava para turma eu não conseguia aprender tão bem a matéria, mas quando explicava me só a mim (no individual)” (questionário 10), enquanto para outro “a professora explica melhor individualmente do que para a turma toda” (questionário 11).

Embora houvesse quem respondesse que “às vezes as explicações da professora eram difíceis de entender” (questionário 12) e que esta “também não era propriamente clara” (questionário 18), houve também quem considerasse que lhes foram dadas “explicações claras sobre a matéria” (questionário 20). Para um aluno “a professora é muito objectiva em transmitir a matéria, o que considero bom” (questionário 17) e para outro “é uma boa professora, sabe o que está a dizer, e faz-se entender bem” (questionário 11). Uma resposta refere que “dá exemplos que ajudam muito na observação do problema” (questionário 17).

Um aluno foi da opinião que o ritmo imposto foi demasiado rápido ao responder que “a professora explicou muito bem a matéria mas a professora dava pouco tempo para os alunos resolverem os exercícios” (questionário 24). Foi efetivamente difícil gerir os ritmos dos diferentes alunos. Uma minoria, como já foi referido, resolvia os problemas autonomamente e sem dificuldade aparente, ficando depois à espera que o resto da turma terminasse a resolução. Numa dessas alturas

destacou-se um aluno para o quadro, por sugestão da professora cooperante, para a turma resolver cooperativamente o problema.

As apresentações em formato PowerPoint foram apontadas como algo a melhorar. Um aluno sugeriu que “os erros dos PowerPoints podiam ser diminuídos” (questionário 20). Para outro “os Powerpoints da professora deviam conter representações das retas no plano em vez de apenas terem no espaço” (questionário 12), depreendendo-se que as apresentações teriam sido mais eficazes para a sua aprendizagem se mostrassem uma representação de cada uma retas no sistema diédrico ao lado da sua respetiva representação a três dimensões.

Outro ponto a melhorar referido por vários alunos foi a projecção da voz. Um aluno comentou que “a professora tinha uma voz muito baixinha” (questionário 24). Segundo um aluno “a projecção da voz foi baixa demais” (questionário 20) e para outro “a professora tinha alguns problemas em projectar a voz” (questionário 12).

Vários alunos desejaram que tivesse havido mais contacto visual e mais prolongado com eles. Um aluno observou que “a professora quando explicava algo não olhava para os alunos, olhava para o céu e para a janela” (questionário 24). Outro respondeu que “a professora devia olhar mais para os alunos quando fala com eles” (questionário 10), e um terceiro achou que a mesma “devia focar-se mais na pessoa com quem está a falar” (questionário 20). Um aluno, ao ver que os seus sinais não verbais de que estava a integrar os novos conhecimentos não foram reconhecidos, sugeriu que “a professora devia olhar mais para os alunos, no sentido de também saber se estamos com atenção e a perceber a matéria” (questionário 7). Conforme Arends, “estar atento a sinais não verbais durante uma apresentação, como o silêncio, caras franzidas ou expressões de interesse pode dar uma ideia do que os alunos estão a ‘apanhar’ da apresentação” (2008:269). Outra crítica apontada foi que “a professora circulava pouco pela sala” (questionário 18).

O nervosismo mostrado durante a leção da unidade didáctica foi apontado negativamente pelos alunos. Para um aluno “a professora devia manter a calma durante situações imprevistas” (questionário 20) e para outro “ela deveria estar mais à vontade com os alunos” (questionário 17). Um aluno interpretou o nervosismo como insegurança, sugerindo que “a professora devia ter mais calma quando apresentava a matéria à turma, às vezes confundia-se a meio da explicação e

isso confundia os alunos também” (questionário 12). Outro achou “que o que esteve menos bem foi talvez o facto de não ser muito segura nas suas explicações mas isso tem muito a ver com a sua personalidade e experiência” (questionário 11).

A falta de experiência também foi notada pelos alunos. Um aluno respondeu que “foi bom as aulas, mas há certas coisas, que eu penso que por ser um ambiente novo, não tinha ainda manipulado todas as técnicas de ensino a saber” (questionário 17). Outro aluno notou que “em termos de comportamento e controlo do nervosismo, a professora demonstrou que não conseguia controlar a turma nos momentos mais agitados devido à pouca experiência” (questionário 18).

Não obstante as dificuldades e contratempos considera-se que a experiência de ensino descrita no presente relatório foi positiva, tendo constituído também em si uma aprendizagem. Nas palavras de um aluno, “fazendo um balanço, pesa mais o lado bom” (questionário 17).

Este relatório descreveu como o projeto de intervenção pedagógica concretizado no âmbito do estágio do Mestrado em Ensino de Artes Visuais foi determinado pelo contexto em que foi desenvolvido, nomeadamente uma escola com uma oferta educativa de forte componente científica, assumidamente direcionada para o prosseguimento de estudos no ensino superior, e uma turma em que todos os alunos manifestaram o desejo de o fazer. Durante a sua concretização tornou-se evidente, perante o grau de complexidade dos conceitos subjacentes aos conteúdos da unidade didática lecionada, o papel determinante que o professor de Geometria Descritiva tem no desenvolvimento do raciocínio espacial e abstrato dos alunos. Apesar da sua brevidade e de não ter sido possível fazer uma avaliação formal, espera-se que os alunos tenham realizado uma aprendizagem significativa e útil para o seu futuro.

IV.1. Observação da professora cooperante



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DONA FILIPA DE LENCASTRE

RELATÓRIO DAS AULAS ASSISTIDAS

Disciplina: Geometria Descritiva A

Professora Cooperante: Maria Manuela André - PQNP

Estagiária: Ana Margarida Boavida

Nível de Ensino: Secundário - 10º Ano Turma C

Em Outubro, do ano letivo de 2013/2014 a estagiária, Ana Margarida Boavida, iniciou a sua presença semanal (segundas e quintas-feiras, 90 minutos cada aula), para assistir à prática das aulas da Professora cooperante, o que decorreu até Dezembro.

A estagiária foi apresentada à turma e, sempre que possível, foi tentada uma interação com o grupo/turma.

Considerou-se fundamental a relação estabelecida, na tentativa de gerar confiança, potencializando assim os benefícios que possam resultar de uma plena integração.

Foi dado a conhecer a Planificação a longo prazo.

Foi dado a conhecer o modelo de aula utilizado, com recurso às novas tecnologias:

- 1º Abordagem teórica dos conteúdos;
- 2º Visualização no espaço da situação a tratar;
- 3º Visualização bidimensional da situação;
- 4º Envolvimento do grupo/turma de forma ativa (pergunta/resposta);
- 5º Interligação com aprendizagens anteriores (quando possível);
- 6º Aplicação prática dos conteúdos (todas as aulas) – observação durante o trabalho do grupo/turma;
- 7º Exposição de apresentações nas aulas enviadas para o email da turma, facilitando o estudo dos conteúdos.

No final de cada aula foi sempre feito um balanço do trabalho realizado e transmitidas orientações e estratégias utilizadas face ao grupo/turma.

AValiação Reflexão

Aulas lecionadas pela estagiária Ana Margarida Boavida

Data: 2º Período – Janeiro 2014

Conteúdo: Retas do plano de maior ângulo – Retas de maior declive; retas de maior inclinação.

Conhecimento da planificação das aulas formulado pela estagiária.

Recurso utilizado: PowerPoint

Foi feita uma abordagem/justificação teórica com aplicação prática nas áreas da Arquitetura e Engenharia Civil.

Foi estabelecida uma interrelação entre o novo conteúdo e as aprendizagens adquiridas anteriormente.

Foi feita a apresentação tridimensional das respetivas retas.

Foi feita a apresentação bidimensional das respetivas retas.

Foram testados os conhecimentos adquiridos sobre os conteúdos abordados, com aplicação de vários exercícios.

Avaliação formativa contínua – observação durante o trabalho do grupo/turma.

Pontos fortes

- Assiduidade, pontualidade.
- Domínio dos conteúdos.
- PowerPoint elaborado de forma a corresponder às necessidades dos alunos.
- Desenvolvimento de exercícios para os alunos consolidarem os conteúdos ministrados. Exercícios bem estruturados e abrangentes.
- Disponibilidade para ajudar os alunos que solicitassem apoio.
- Compreensão e valorização das diferenças existentes em cada aluno.
- Boa base de comunicação e entendimento.

Pontos a melhorar

Deve melhorar o seu domínio dos meios tecnológicos, de modo a controlar algum momento de maior inquietude.

Deve comunicar de forma mais clara e audível.

Deve enfrentar o olhar dos alunos.

Deve tentar não dar logo as respostas, os alunos gostam de sentir que conseguem evoluir.

Deve melhorar a sua capacidade de gerir os ritmos da aula.

Como conclusão, acrescento que a construção/formação do indivíduo se baseia nas experiências que cada um adquire ao longo da vida. O mesmo se passa a nível profissional: é através das várias vivências e da relação com os outros que se vai ganhando mais autonomia. Tendo isto em conta, acredito que o trabalho desenvolvido pela estagiária, Ana Margarida Boavida lhe proporcionou a oportunidade de desenvolver muitas das suas capacidades perante um grupo interessado de alunos.

A Professora Cooperante

Maria Manuela André

Referências bibliográficas

Bibliografia

ALEGRE, M. A. L. N. (2012) *O Edifício Liceu em Portugal (1882-1978)*. Coleção Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas. Lisboa: FCG Fundação para a Ciência e Tecnologia.

ASENSI, F. I. (2000) *Geometria descriptiva*. Madrid: CLM

ARENDS, R. I. (1995). *Aprender a Ensinar*. Lisboa: McGraw-Hill

ARENDS, R. I. (2008). *Aprender a Ensinar*. Lisboa: McGraw-Hill

BRISSON, B. (1839) *Théorie des ombres et de la perspective*.

<https://books.google.pt/books?id=7asWAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>

acedido em 13 de agosto de 2015

CHOLLET, T. & MINEUR, P. (1908) *Traité de géométrie descriptive*

<http://quod.lib.umich.edu/u/umhistmath/acv3323.0001.001>

acedido em 20 de março de 2014

DESCARTES, R. (1664) *La géométrie*.

http://www.europeana.eu/portal/record/9200332/BibliographicResource_3000113541032.html

acedido em 14 de agosto de 2015

DELORME, P. (1567). *Le premier tome de l'Architecture*. Paris: F. Morel

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k85636g>

acedido em 14 de agosto de 2015

DUARTE, A. R. & VICENTE, L. M. (1967) *Exercícios de geometria descritiva*. 1º parte: 6º ano dos liceus. 5ª ed. Lisboa: Papelaria Fernandes, S.A.R.L.

DUPIN, F. P. C. (1819) *Essai historique sur les services et les travaux scientifiques de Gaspard Monge*.

<https://books.google.pt/books?id=Fu9eAAAcAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>

acedido em 10 de agosto de 2015

DÜRER, A. (1525) *Underweysung der messung mit dem zirckel un[d] richtscheyt, in Linien ebenen unnd gantzen corporen*.

<http://bildsuche.digitale-sammlungen.de/index.html?c=viewer&lv=1&bandnummer=bsb00084858&pimage=00001&suchbegriff=&l=de>

acedido em 3 de agosto de 2015

F.J. (1900) *Eléments de géométrie descriptive: avec de nombreux exercices*.

<https://archive.org/details/lmentsdego00fj>

acedido em 21 de março de 2014

FREZIER, A.-F. (1737) *La Théorie et la Pratique de la Coupe des Pierres et des Bois pour la Construction des Voûtes et autre Parties des Bâtimens Civils & Militaires, ou Traité de Stéréotomie à l'Usage de l'Architecture*

<https://books.google.pt/books?id=9CIVAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>

acedido em 6 de agosto de 2015

FREZIER, A.-F. (1760) *Éléments de stéréotomie, à l'usage de l'architecture, pour la coupe des pierres*

<https://books.google.pt/books?id=1uHbfzeCwwEC&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>

acedido em 6 de agosto de 2015

GELABERT, L. C. (2003) *O ensino do desenho técnico: lastro de tradição na era da informática*. In: Boletim da APROGED, Nº 20, (Mar. 2003) Porto: Greca, Artes Gráficas

GRISON, E. *Gaspard Monge géomètre fondateur de l'école polytechnique*.

<http://www.sabix.org/bulletin/b23/monge.html>

acedido a 3 de maio de 2014

GOURNERIE, J. (1860) *Traité de géométrie descriptive*

<http://www.archive.org/details/abx0828.0001.001.umich.edu>

acedido em 16 de outubro de 2013

JAVARY, A. (1903) *Projections cotées et surfaces topographiques : complément du traité de géométrie descriptive*

<http://storage.lib.uchicago.edu/pres/2014/pres2014-0827.pdf>

acedido em 25 de julho de 2015

JAVARY, A. (1901) *Traité de géométrie descriptive*.

<https://archive.org/details/traidegom01java>

acedido em 30 de dezembro de 2013

LANCASTRE, L. M. H. de. (1961) *Exercícios de geometria descritiva*. Lisboa: Secção de Folhas da A.E.I.S.T.

LANCASTRE, L. M. H. (1961) *Um curso de geometria descritiva com projecções cotadas e a necessária geometria elementar*. Lisboa: Secção de Folhas da A.E.I.S.T.

MONGE, Gaspard. (1798). *Géométrie descriptive. Leçons données aux Écoles Normales*.

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5783452x>

acedido em 30 de dezembro de 2013

NOIZET, F. (1823) *Mémoire sur la géométrie appliquée au dessin de la fortification*.
https://books.google.pt/books/about/Memorial_de_l_officier_du_G%C3%A9nie.html?id=bIgOAAAAYAAJ&redir_esc=y

acedido a 1 de março de 2014

PEGADO, L. P. M. (1899) *Curso de geometria descriptiva da escola polytechnica*.
Lisboa: Typographia da Academia Real das Sciencias

PIAGET, J. & INHELDER, B. (1993) *A representação do espaço na criança*. Porto Alegre: Artes Médicas

PIAGET, J. (1972) *Problemas de psicologia genética*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

PILLET, J. (1921) *Traité de géométrie descriptive, ligne droite et plan-polyèdres-surfaces*.

<http://quod.lib.umich.edu/cgi/t/text/text-idx?c=umhistmath;idno=ABN3263>

acedido em 30 de dezembro de 2013

ROLDÃO, Maria do Céu. (2010) *Estratégias de Ensino*. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão

ROUCHÉ, E. & COMBEROUSSE, C. (1891) *Traité de géométrie. Deuxième Partie Géométrie dans l'espace*.

<https://ia601408.us.archive.org/7/items/traitdegomtrie00combgoog/traitdegomtrie00combgoog.pdf>

acedido em 17 de março de 2014

SALVATORE, M. (2011) *Prodromes of Descriptive Geometry in the Traité de stéréotomie by Amédée François Frézier*.

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00004-011-0086-0>

acedido em 5 de agosto de 2015

SEQUEIRA, B. (1940) *Lições de geometria descritiva*. Livro I 3ª ed. Portugal: Scientia Editora

SOUSA, M. M. (2001) *Geometria Descritiva* (10º ano). Lisboa: Plátano Editora

SOUSA, P. F. (s/d). *Desenho*. Textos Pré-Universitários (Vol. 13). Lisboa: Ministério da Educação

VELOSO, E. (1998). *Geometria - Temas actuais*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional

VITRÚVIO. (2006) *Tratado de Architectura*. Tradução do latim, introdução e notas por M. Justino Maciel. Lisboa: IST Press.

VYGOSTKY, L. (1991). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes.

WATTS, E. F. & RULE, J. T. (1946) *Descriptive Geometry*.

<https://archive.org/details/descriptivegeome033051mbp>

acedido em 5 de abril de 2014

WOOLF, S. (1895) *An elementary course in descriptive geometry*.

<http://books1.scholarsportal.info/viewdoc.html?id=120382>

acedido em 13 de abril de 2014

XAVIER, J. P. & REBELO, J. A. (2001) *Programa de Geometria Descritiva A: 10º e 11º ou 11º e 12º Anos*. Lisboa: Ministério da Educação (Departamento do Ensino Secundário)

Fontes

Diário da República, 2ª série—Nº 248—24 de dezembro de 2012

Decreto-Lei nº 74/2004 de 26 de março

Decreto-Lei 50/2011 de 8 de abril

Decreto Regulamentar nº 22-A/98 de 1 de outubro

Despacho Normativo nº 338/93 de 21 de outubro

Oferta Educativa (Desenho Curricular) 2012/2013

Proposta Gestão Curricular GD A 10 ano Bloco 1 2013-2014 ESDFL

Programa de GD A 10º ano dos Cursos Científico-Humanísticos de Artes Visuais e de Ciências e Tecnologia

Proposta de Gestão Curricular para a Disciplina de Geometria Descritiva A – 10º ano (1º Bloco), AEDFL, ano letivo de 2013/2014

Referencial de Avaliação para a Disciplina de Geometria Descritiva A – A, 10º ano (1º Bloco) e 11º ano (2º Bloco), AEDFL, ano letivo de 2013/2014

Webgrafia

A Nova Escola/Escola Básica e Secundária D. Filipa de Lencastre, Lisboa

www.novaescola.min-edu.pt/np4/e1106402.html

acedido em 26 de janeiro de 2013

ALEGRE, A. (2010) *Liceus Escolas Técnicas e Secundárias*. Lisboa: Parque Escolar E.P.E.

<http://www.parque-escolar.pt/pt/programa/livros-parque-escolar.aspx>

acedido em 8 de julho de 2015

Avaliação Externa das Escolas Relatório de Escola Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre Lisboa 2011

http://www.ige.min-edu.pt/upload/aee_2011_drlvt/aee_11_ag_d_filipa_lencastre_r.pdf

acedido em 13 de novembro de 2012

BELHOSTE, B. (1994) *Le dessin de la carte dans la formation des ingénieurs du génie de 1750 a 1850.*

<http://www.lecfc.fr/new/articles/139-article-5.pdf>

acedido a 6 de agosto 2015

Breve Evolução Histórica do Sistema Educativo

<http://www.oei.es/quipu/portugal/historia.pdf>

Brochura do Programa de Modernização das Escolas do Ensino Secundário – Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre

<https://www.parque-escolar.pt/docs/escolas/caracteristicas/021-3015.pdf>

acedido em 21 de janeiro de 2013

Liceu Dona Filipa de Lencastre / Escola Secundária Dona Filipa de Lencastre

http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=7785

acedido em 28 de outubro de 2014

Ficha de Caraterização da Escola Básica e Secundária D. Filipa de Lencastre

<https://www.parque-escolar.pt/docs/escolas/caracteristicas/021-3012.pdf>

acedido em 21 janeiro de 2013

Procès verbaux des Séances du Conseil de l'Ecole Polytechnique de l'an III (1794) à l'an VII (1799)

<http://sabix.revues.org/703>

acedido em 6 de agosto 2015

Projecto Educativo do AEDFL de 16/03/2011

www.aedfl.pt/files/ProjectoEducativofilipalencastre.pdf

Acedido em 13 de novembro de 2012

Regulamento Interno do Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre de
02/03/2011

www.aedfl.pt/files/REGULAMENTOINTERNOFILIPAVfinal2011.pdf

acedido em 02 de dezembro de 2012

SILVEIRA, F. L. (2007). *Inclinações de ruas e estradas*.

http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Ruas_estradas.pdf

acedido em 16 de outubro de 2013

ANEXOS

PowerPoint Declive e inclinação

PowerPoint Reta de maior declive

PowerPoint Reta de maior inclinação

Enunciados dos problemas

Resoluções dos problemas

Programa da Disciplina de Geometria Descritiva A

Proposta de Gestão Curricular – GD A – (10º Ano) – 2013/2014

Referencial de Avaliação – GD A – 10º ano – 2013/2014

Declive e inclinação

Declive e Inclinação

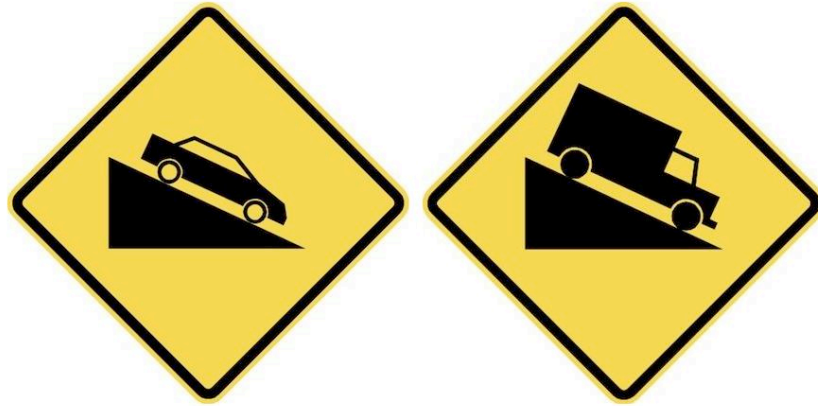
Slide 1: Título

Rua de declive acentuado ou rua de inclinação acentuada?



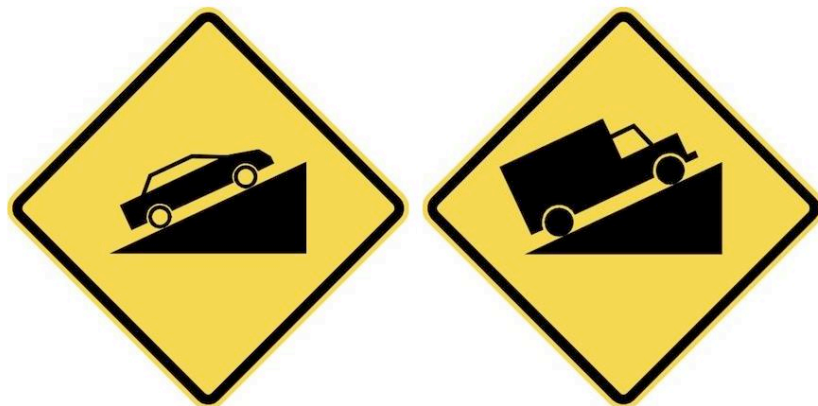
Slide 2: Fotografias de dois sinais de trânsito indicativos de rua de declive acentuado e rua de inclinação acentuada, respetivamente.

Chile



Slide 3: Sinais de trânsito utilizados no Chile para indicar rua de declive acentuado.

Chile



Slide 4: Sinais de trânsito utilizados no Chile para indicar rua de inclinação acentuada.

Brasil



A-20a Declive acentuado



A-20b Aclive acentuado

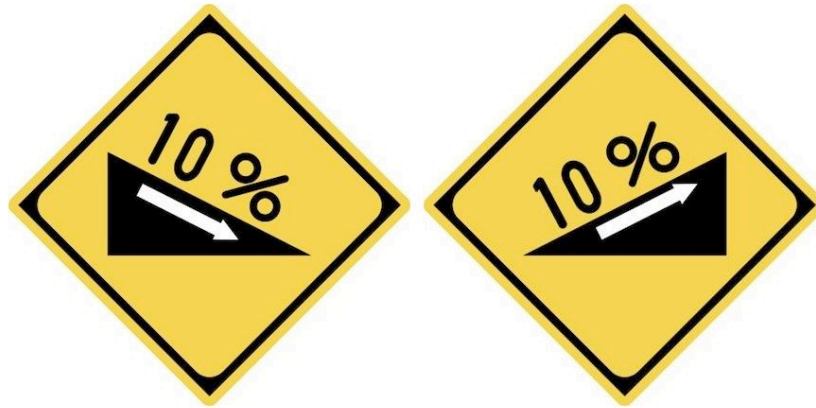
Slide 5: Sinais de trânsito utilizados no Brasil para indicar rua de declive acentuado e rua de inclinação (aclive) acentuada.

Finlândia



Slide 6: Sinais de trânsito utilizados na Finlândia para indicar rua de declive acentuado e rua de inclinação acentuada.

Japão



Slide 7: Sinais de trânsito utilizados no Japão para indicar rua de declive acentuado e rua de inclinação acentuada.

Itália e Portugal



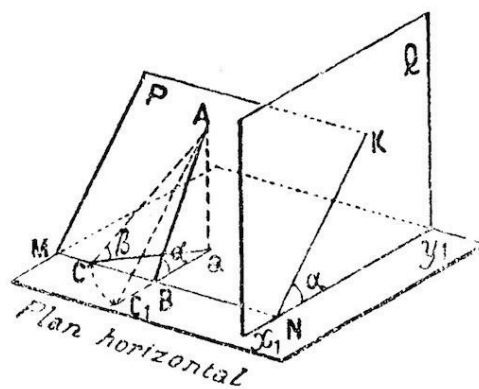
Slide 8: Sinais de trânsito utilizados na Itália e em Portugal para indicar rua de declive acentuado e rua de inclinação acentuada.

Declive ou inclinação: percentagens



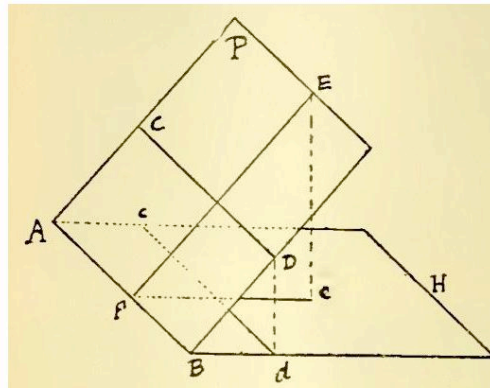
Slide 9: Imagem com o declive ou inclinação dados pela sua percentagem retirada de um artigo publicado pelo Instituto de Física da UFRGS.

Reta de maior declive (Traité de Géométrie Descriptive – J. Pillet)



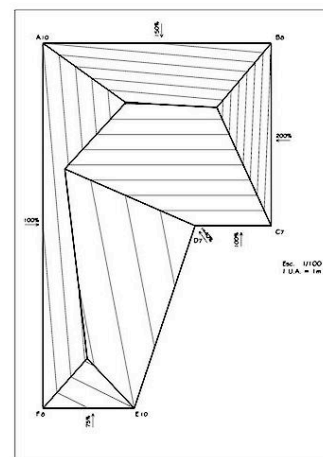
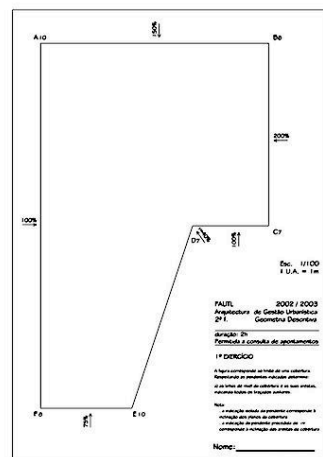
Slide 10: Ilustração representando a reta de maior declive de um plano retirada da obra *Traité de Géométrie Descriptive* de Jules Pillet.

Reta de maior declive (Traité de Géométrie Descriptive - A. Javary)



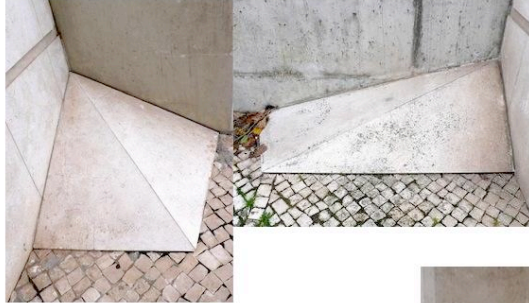
Slide 11: Ilustração representando uma reta de maior declive e uma reta horizontal de um plano, concorrentes, retirada da obra Traité de Géométrie Descriptive de Adrien Javary.

Projeções cotadas (cobertura)



Slide 12: Exercício resolvido de construção de uma cobertura no sistema de projeções cotadas retirado de uma prova de avaliação de Geometria Descritiva e Conceptual da FAL.

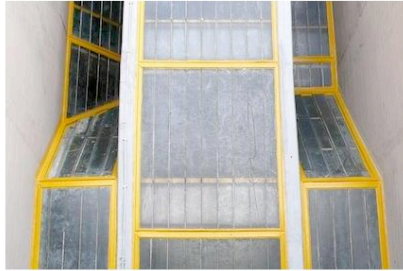
**Estação do Metro de Carnide
Exterior (arq. Sérgio Gomes - 1997)**



**Estação do Metro de Entrecampos
(José Santa Bárbara - 1993)**



Torres de Alfragide (Atelier Conceição Silva - 1968-1974)



Basílica dos Mártires e Igreja de Nossa Senhora do Loreto



Slides 13-17: Fotografias de alguns exemplos estruturas urbanas de pequena dimensão (integradas em obras arquitetónicas ou ornamentais).

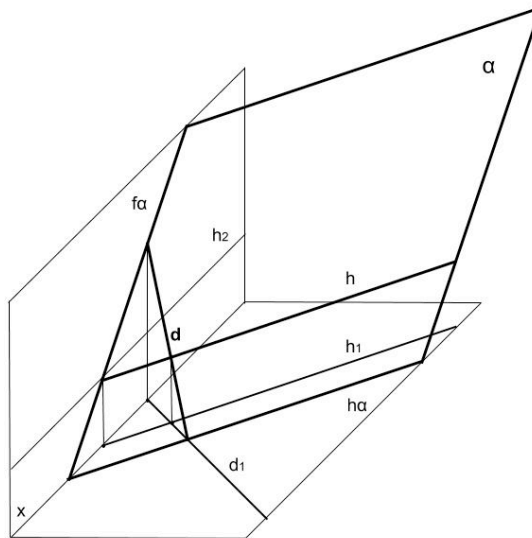
Reta de maior declive de um plano

É a reta perpendicular ao traço horizontal desse plano.

Portanto, é também perpendicular a todas as retas horizontais desse plano.

Uma reta de maior declive define imediatamente o traço horizontal desse plano.

Perpendicularidade em relação às retas horizontais e ao traço horizontal do plano a que pertence.

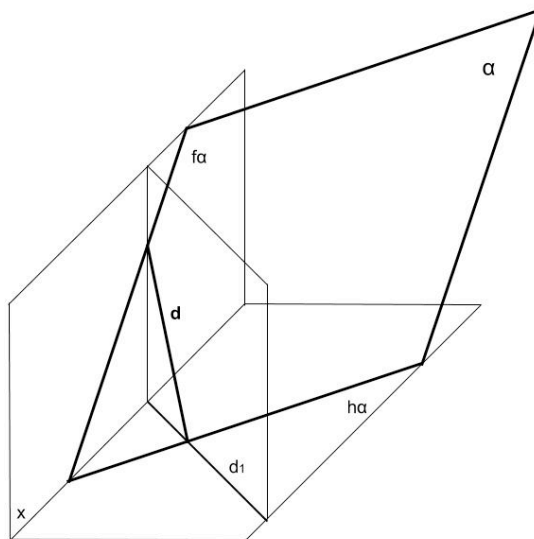


Perpendicularidade em relação às retas horizontais e ao traço horizontal do plano a que pertence – 3D.

Reta de maior declive de um plano

É uma reta que existe num plano que é simultaneamente perpendicular ao PHP e ao plano da qual ele é a reta de maior declive.

Existência num plano perpendicular ao plano α que pertence e ao PHP.

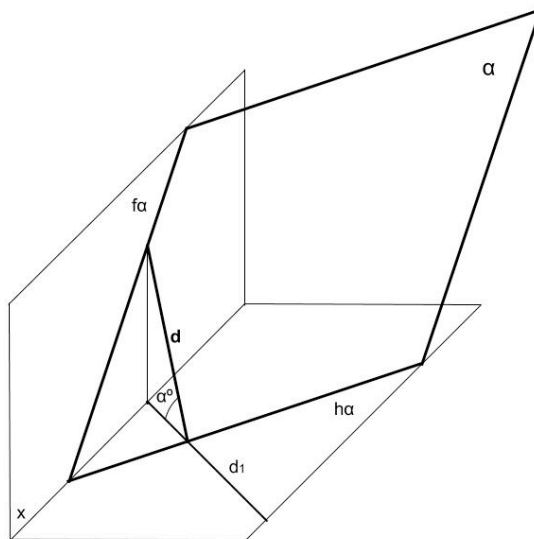


Existência num plano perpendicular ao plano α que pertence e ao PHP – 3D.

Reta de maior declive de um plano

Qualquer reta de maior declive de um plano e a sua projeção horizontal dão-nos o retilíneo do diedro que o plano faz com o PHP.

Retilíneo do diedro.



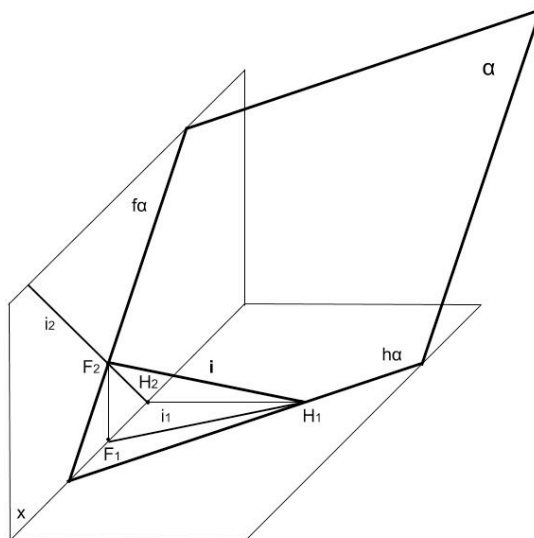
Retilíneo do diedro – 3D.

Reta de maior inclinação

Reta de maior inclinação de um plano

Reta que faz o maior ângulo com o traço frontal desse plano

Reta de maior inclinação de um plano – definição.



Projeções da reta de maior inclinação – 3D.

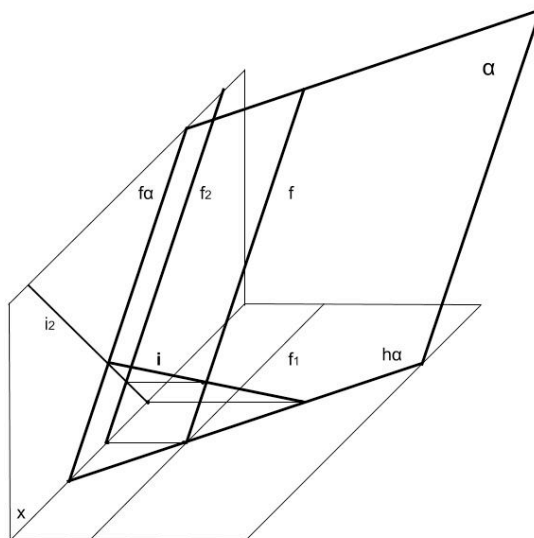
Reta de maior inclinação de um plano

É a reta perpendicular ao traço frontal desse plano.

Portanto, é também perpendicular a todas as retas frontais desse plano.

Uma reta de maior inclinação define imediatamente o traço frontal desse plano.

Perpendicularidade em relação às retas frontais e ao traço frontal do plano α que pertence.

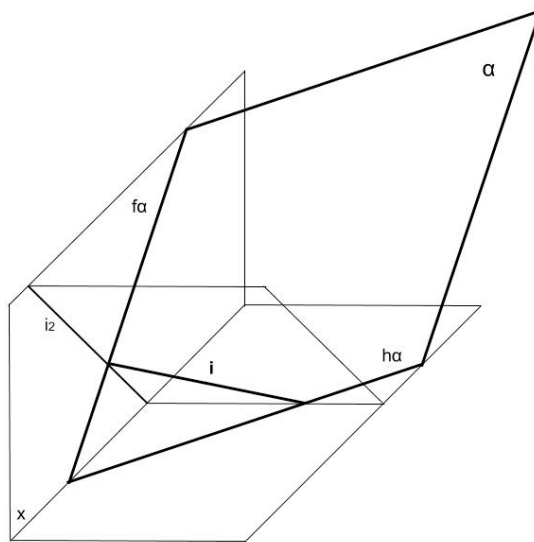


Perpendicularidade em relação às retas frontais e ao traço frontal do plano α que pertence – 3D.

Reta de maior declive de um plano

É uma reta que existe num plano que é simultaneamente perpendicular ao PHP e ao plano da qual ele é a reta de maior declive.

Existência num plano perpendicular ao plano α que pertence e ao PFP.

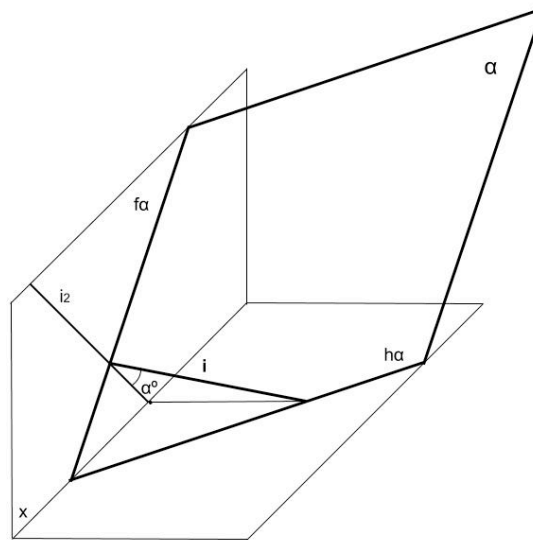


Existência num plano perpendicular ao plano α que pertence e ao PFP – 3D.

Reta de maior inclinação de um plano

Qualquer reta de maior inclinação de um plano e a sua projeção frontal dão-nos o retilíneo do diedro que o plano faz com o PFP.

Retilíneo do diedro – 3D.



Retilíneo do diedro – 3D.

Enunciados dos problemas

1. Determine as projeções da reta de maior declive **d** contida no plano oblíquo **α** . O traço frontal do plano **α** faz um ângulo de 45° (a.e.) com o eixo x e cruza-o num ponto com -4 de abcissa. O traço horizontal do plano **α** contém o ponto **A** (4;6;0). A reta **d** intersesta o plano horizontal de projeção num ponto de abcissa nula.
2. Determine as projeções da reta de maior declive **d** contida no plano oblíquo **α** . O plano **α** está definido pelo seu traço frontal e pelo ponto **A** (-4;3;4). O traço frontal do plano **α** cruza o eixo x num ponto com 5 de abcissa, fazendo com este eixo um ângulo de 45° (a.d.). A reta **d** contém o ponto **A**.
3. Determine as projeções da reta de maior declive **d** pertencente ao plano oblíquo **α** . O plano **α** está definido por uma reta horizontal (de nível) **h** e por um ponto **A** (0;4;3). A reta **h** faz um ângulo de 45° (a.d.) com o plano frontal de projeção e o seu traço frontal é o ponto **F** (0;0;6). A reta **d** contém o ponto **A**.
4. Determine as projeções da reta de maior declive **d** contida no plano oblíquo **α** . Os traços do plano **α** cruzam o eixo x no ponto **X** (0;0;0). O traço horizontal do plano **α** contém o ponto **A** (4,5;6;0). O traço frontal do plano **α** contém o ponto **B** (-8;0;6). A reta **d** contém o ponto **X**.
5. Determine os traços do plano oblíquo **α** nos planos de projecção. O plano **α** está definido por uma das suas retas de maior declive **d**. A reta **d** contém o ponto **A** (-2;4,5;1,5) e o seu traço frontal é o ponto **F**, com 4 de abcissa. As projecções da reta **d** são paralelas entre si.
6. Determine os traços do plano oblíquo **α** nos planos de projecção. O plano **α** está definido por uma das suas retas de maior declive **d**. A reta **d** é

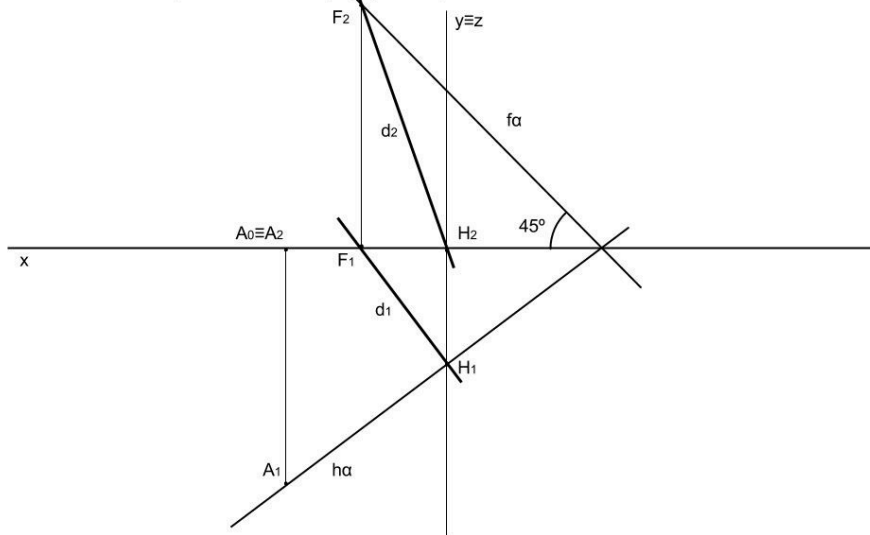
passante, contém o ponto **A** (0;4;3) e a sua projecção frontal faz um ângulo de 45° (a.d.) com o eixo x.

7. Determine as projecções da reta de maior inclinação **i** pertencente ao plano oblíquo **α** . O traço horizontal do plano **α** faz um ângulo de 45° (a.e.) com o eixo x e cruza-o num ponto com -4,5 de abcissa. O traço frontal do plano **α** contém o ponto **A** (0;0;6). A reta **i** intersecta o plano frontal de projecção num ponto com 3 de cota.
8. Determine as projecções da reta de maior inclinação **i** pertencente ao plano oblíquo **α** . O plano **α** está definido por uma reta horizontal (de nível) **h** e pelo ponto **X**. A reta **h** contém o ponto **A** (-4;3;4) e faz com o plano frontal de projecção um ângulo de 45° (a.d.). O ponto **X** pertence ao eixo x e tem 5 de abcissa. A reta **i** é concorrente com a reta **h** no ponto **A**.
9. Determine as projecções da reta de maior inclinação **i** pertencente ao plano oblíquo **α** . O plano **α** está definido por uma reta frontal (de frente) **f** e pelo ponto **A** (0;4,5;6). A reta **f** faz um ângulo de 45° (a.d.) com o plano horizontal de projecção e o seu traço horizontal é o ponto **H** (4;3;0). A reta **i** contém o ponto **A**.
10. Determine as projecções da reta de maior inclinação **i** pertencente ao plano oblíquo **α** . Os traços do plano **α** cruzam o eixo x no ponto **X** (0;0;0). O traço horizontal do plano **α** contém o ponto **A** (4,5;6;0). O traço frontal do plano **α** contém o ponto **B** (-8;0;6). A reta **i** contém o ponto **X**.
11. Determine os traços do plano oblíquo **α** nos planos de projecção. O plano **α** está definido por uma das suas retas de maior inclinação **i**. O traço horizontal da reta **i** é o ponto **H** (3;6;0) e a sua projecção horizontal faz um ângulo de 45° (a.e.) com o eixo x. A reta **i** contém o ponto **A** com -1 de abcissa e 3 de cota.

12. Determine os traços do plano oblíquo α nos planos de projecção. O plano α está definido por uma das suas retas de maior inclinação i . A reta i é passante, contém o ponto $A (0;4;3)$ e a sua projecção frontal faz um ângulo de 45° (a.d.) com o eixo x .
13. Represente pelas suas projecções a reta oblíqua r . A reta r contém o ponto $I (9;-5;5)$, o seu traço frontal tem 3 de abcissa e o seu traço horizontal tem -3cm de abcissa. Sabendo que a reta r é simultaneamente uma reta de maior declive do plano oblíquo α e uma reta de maior inclinação do plano oblíquo β , determine os traços dos dois planos oblíquos α e β nos planos de projecção.
14. Represente pelas suas projecções duas retas, d e i , contidas no plano oblíquo α . A reta d é uma reta de maior declive do plano α , o seu traço frontal é o ponto $F (-3;0;10)$ e a sua projecção horizontal faz um ângulo de 45° (a.e.) com o eixo x . A reta i é uma reta de maior inclinação do plano α , o seu traço horizontal é o ponto $H (-4;11;0)$ e a sua projecção frontal faz um ângulo de 45° (a.e.) com o eixo x .
15. Determine as projecções da reta horizontal (de nível) h pertencente ao plano oblíquo α . O plano α está definido por uma das suas retas de maior declive d . A reta d contém o ponto $A (2;2;4,5)$ e $B (-2;6;1,5)$. A reta h é concorrente com a reta d no ponto Q , onde a mesma intersecta o $\beta_{1,3}$.
16. Determine as projecções da reta frontal (de frente) f pertencente ao plano oblíquo α . O plano α está definido por uma das suas retas de maior inclinação i . A reta i contém o ponto $A (0;3;4)$, a sua projecção horizontal faz um ângulo de 45° (a.e.) com o eixo x e o seu traço horizontal H tem 3 de abcissa. A reta f é concorrente com a reta i no ponto A .

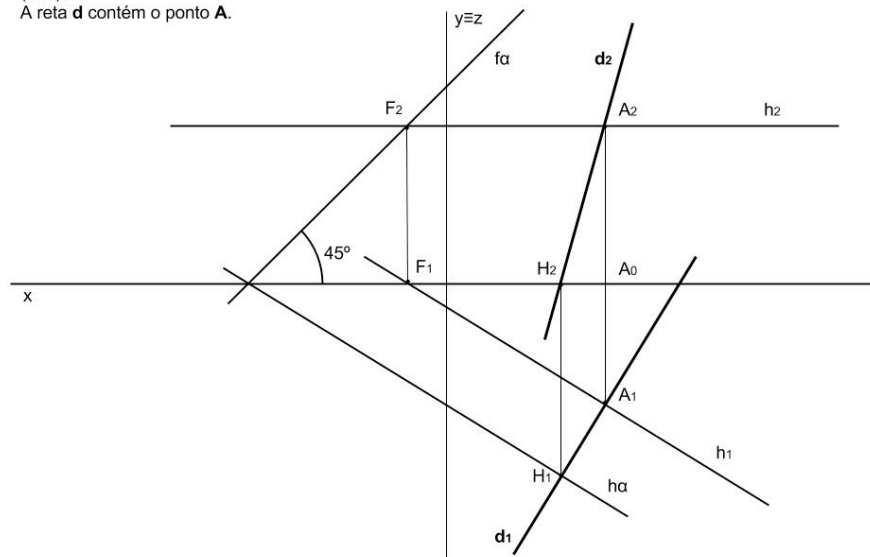
Soluções dos problemas

Determine as projeções da reta de maior declive **d** do plano oblíquo α .
 O traço frontal do plano α ^{faz} um ângulo de 45° (a.e.) com o eixo x e cruza-o num ponto com -4 de abcissa.
 O traço horizontal do plano α contém o ponto **A** (4; 6; 0).
 A reta **d** intersesta o plano horizontal de projeção num ponto de abcissa nula.



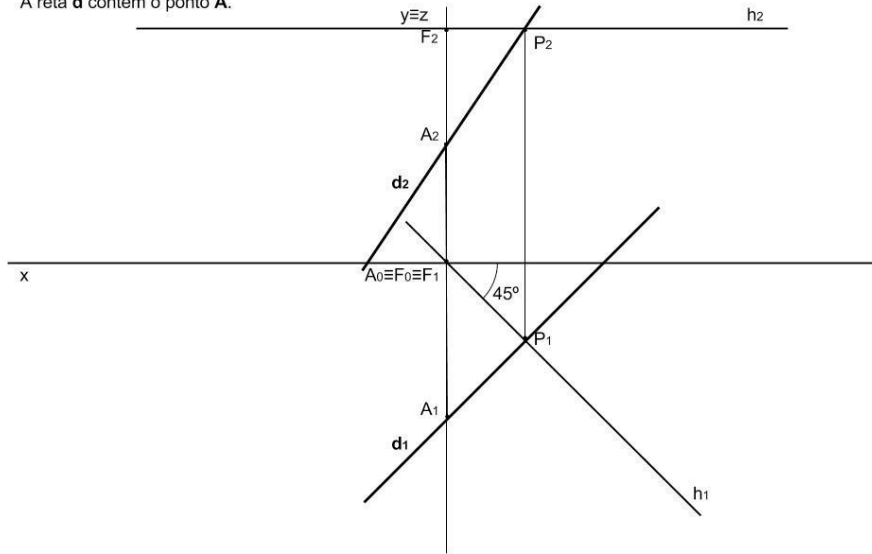
Problema 1

Determine as projeções da reta de maior declive **d** do plano oblíquo α .
 O plano α está definido pelo seu traço frontal e pelo ponto **A** (-4; 3; 4).
 O traço frontal de α cruza o eixo x num ponto com 5 de abcissa, fazendo com este eixo um ângulo de 45° (a.d.).
 A reta **d** contém o ponto **A**.



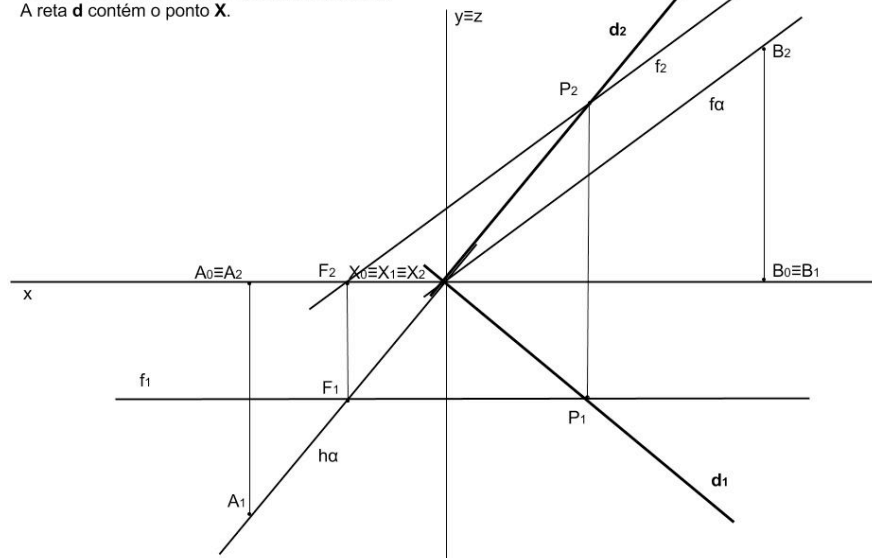
Problema 2

Determine as projeções da reta de maior declive d pertencente ao plano oblíquo α .
 O plano α está definido por uma reta horizontal (de nível) h e por um ponto A (0; 4; 3).
 A reta h faz um ângulo de 45° (a.d.) com o PFP e o seu traço frontal é o ponto F (0; 0; 6).
 A reta d contém o ponto A .



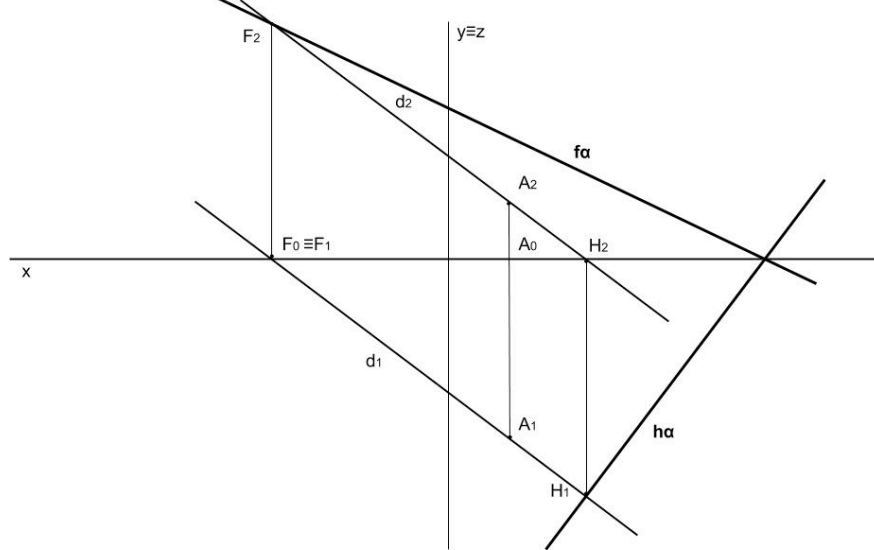
Problema 3

Determine as projeções da reta de maior declive d do plano oblíquo α .
 Os traços do plano α cruzam o eixo x no ponto X (0; 0; 0).
 O traço horizontal de α contém o ponto A (4,5; 6; 0).
 O traço frontal de α contém o ponto B (-8; 0; 6).
 A reta d contém o ponto X .



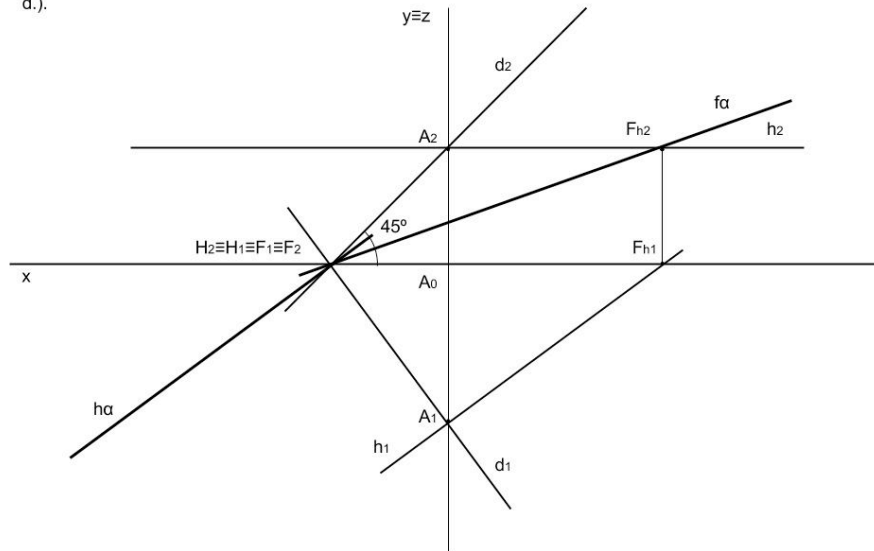
Problema 4

Determine os traços do plano oblíquo α nos planos de projeção.
 O plano α está definido por uma das suas retas de maior declive d .
 A reta d contém o ponto $A (-2; 4,5; 1,5)$ e o seu traço frontal é o ponto F , com 4 de abcissa.
 As projeções da reta d são paralelas entre si.



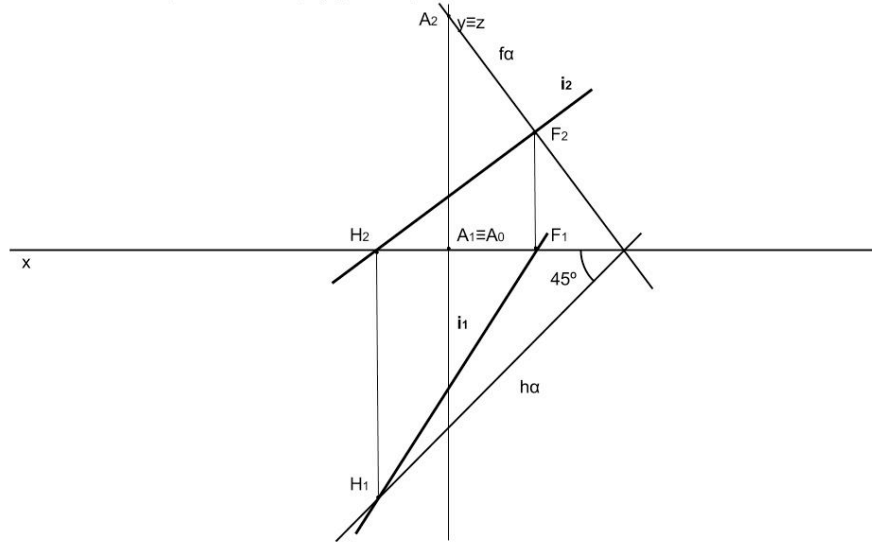
Problema 5

Determine os traços do plano oblíquo α nos planos de projeção.
 O plano α está definido por uma das suas retas de maior declive d .
 A reta d é passante, contém o ponto $A (0; 4; 3)$ e sua projeção frontal faz um ângulo de 45° com eixo x (a. d.).



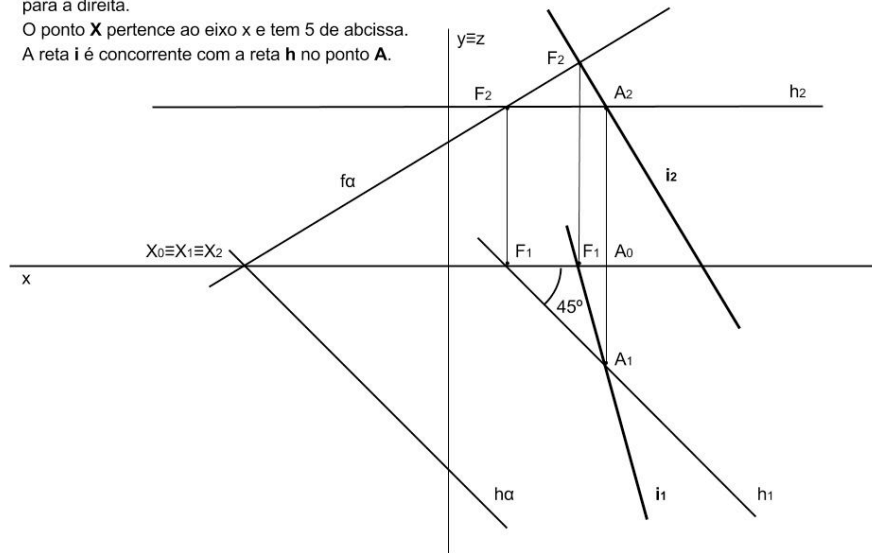
Problema 6

Determine as projeções da reta de maior inclinação i pertencente ao plano oblíquo α .
 O traço horizontal do plano α um ângulo de 45° (a.e.) com o eixo x e cruza-o num ponto com $-4,5$ de abscissa. O traço frontal do plano α contém o ponto A ($0; 0; 6$).
 A reta i intersesta o plano frontal de projeção num ponto com 3 de cota.



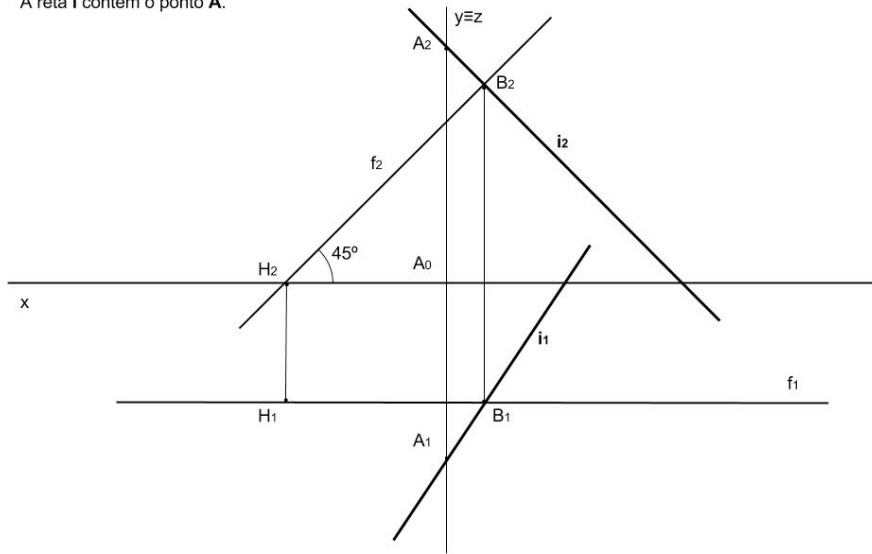
Problema 7

Determine as projeções da reta de maior inclinação i do plano oblíquo α .
 O plano α está definido por uma reta horizontal h e pelo ponto X .
 A reta h contém o ponto A ($-4; 3; 4$) e faz com o plano frontal de projeção um ângulo de 45° , de abertura para a direita.
 O ponto X pertence ao eixo x e tem 5 de abscissa.
 A reta i é concorrente com a reta h no ponto A .



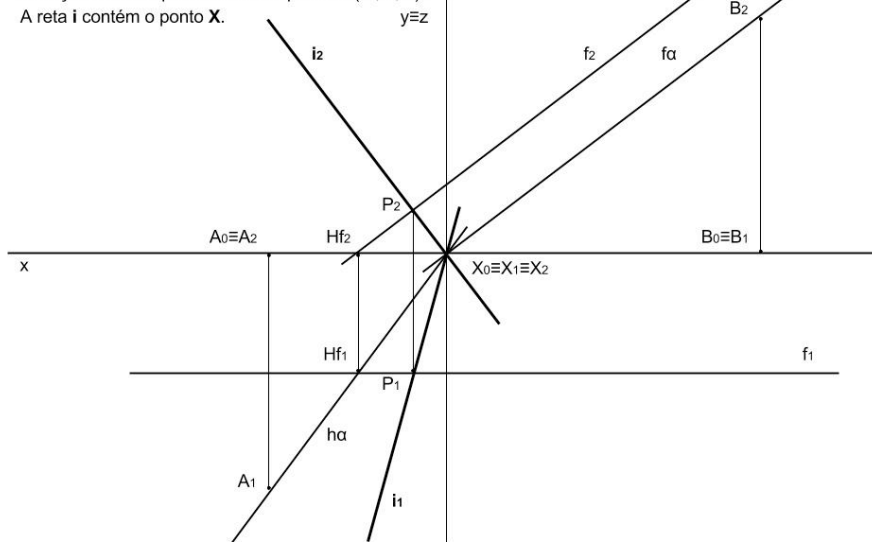
Problema 8

Determine as projeções da reta de maior inclinação i pertencente ao plano oblíquo α .
 O plano α está definido por uma reta frontal (de frente) f e pelo ponto A (0; 4,5; 6).
 A reta f faz um ângulo de 45° com o PHP (a.d.) e o seu traço horizontal é o ponto H (4; 3; 0).
 A reta i contém o ponto A .



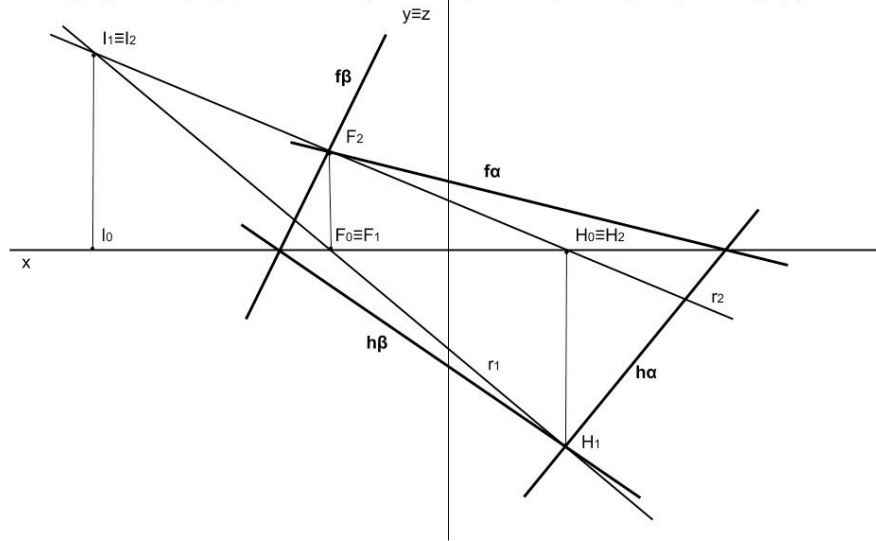
Problema 9

Determine as projeções da reta de maior inclinação i pertencente ao plano oblíquo α .
 Os traços do plano α cruzam o eixo x no ponto X (0; 0; 0).
 O traço horizontal do plano contém o ponto A (4,5; 6; 0).
 O traço frontal do plano contém o ponto B (-8; 0; 6).
 A reta i contém o ponto X .



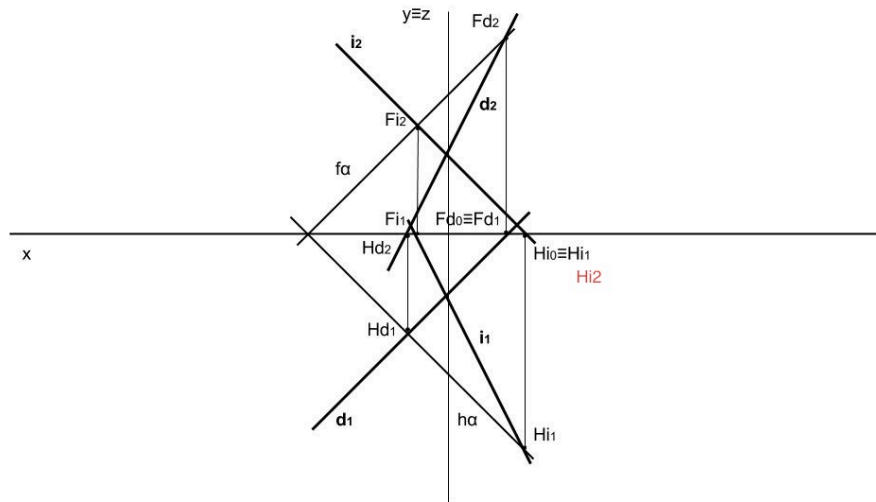
Problema 10

Represente pelas suas projeções a reta oblíqua r . A reta r contém o ponto I (9; -5; 5), o seu traço frontal tem 3 de abscissa e o seu traço horizontal tem -3 de abscissa.
 Sabendo que a reta r é simultaneamente uma reta de maior declive do plano oblíquo α e uma reta de maior inclinação plano oblíquo β , determine os traços dos dois planos oblíquos α e β nos planos de projeção.



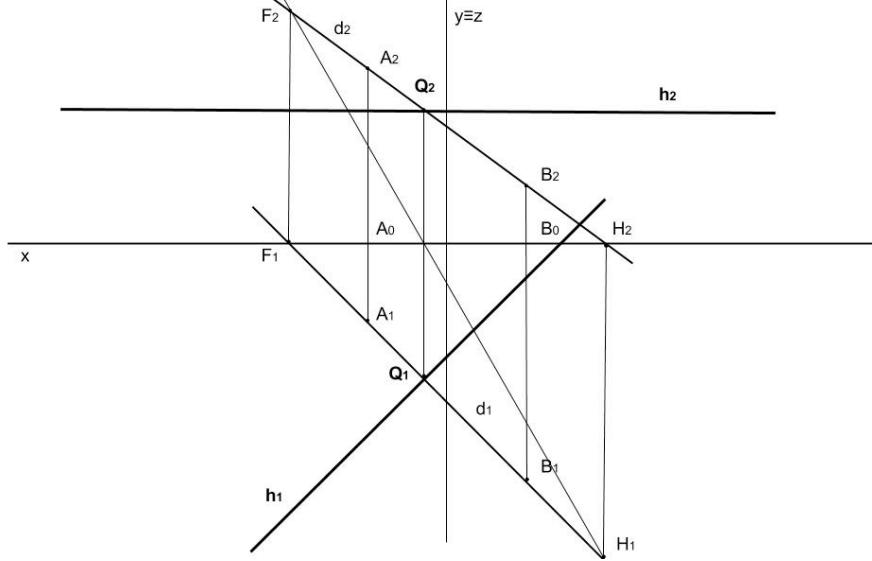
Problema 13

Represente pelas suas projeções duas retas, d e i , contidas no plano oblíquo α . (-3; 0; 10)
 A reta d é uma reta de maior declive do plano α , o seu traço frontal é o ponto F (3; 0; 10) e a sua projeção horizontal faz um ângulo de 45° com o eixo x (a.e.).
 A reta i é uma reta de maior inclinação do plano α , o seu traço horizontal é o ponto H (4; 11; 0) e a sua projeção frontal faz um ângulo de 45° com o eixo x (a.e.). (-4; 11; 0)



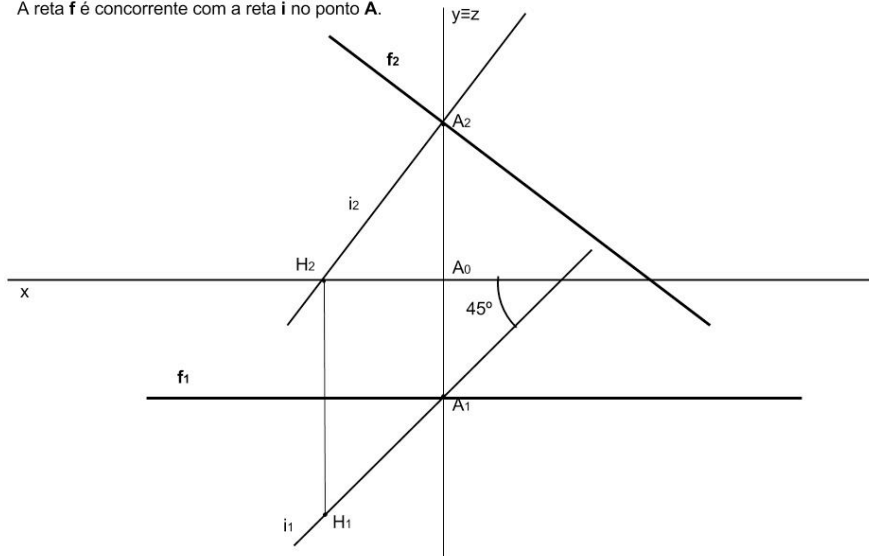
Problema 14

Determine as projeções da reta horizontal (de nível) h pertencente ao plano oblíquo α .
 O plano α está definido por uma das suas retas de maior declive d .
 A reta d contém o ponto A (2; 2; 4,5) e B (-2; 6; 1,5)
 A reta h é concorrente com a reta d no ponto Q , onde a mesma intersesta o $\beta_{1,3}$.



Problema 15

Determine as projeções da reta frontal (de frente) f pertencente ao plano oblíquo α .
 O plano α está definido por uma das suas retas de maior inclinação i .
 A reta i contém o ponto A (0; 3; 4), a sua projeção horizontal faz um ângulo de 45° com o eixo x (a.e.) e o seu traço horizontal H tem 3 de abscissa.
 A reta f é concorrente com a reta i no ponto A .



Problema 16

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO

GEOMETRIA DESCRITIVA A

10º e 11º ou 11º e 12º anos

CURSO CIENTÍFICO-HUMANÍSTICO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
E CURSO CIENTÍFICO-HUMANÍSTICO DE ARTES VISUAIS

AUTORES

JOÃO PEDRO XAVIER (COORDENADOR)
JOSÉ AUGUSTO REBELO

Homologação

22/02/2001

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA	5
FINALIDADES	5
OBJECTIVOS	5
VISÃO GERAL DE TEMAS/CONTEÚDOS	6
SUGESTÕES METODOLÓGICAS GERAIS	12
COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER	13
AVALIAÇÃO	13
RECURSOS	15
3. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA	16
GESTÃO	16
CONTEÚDOS/TEMAS, SUGESTÕES METODOLÓGICAS	16
CONVENÇÕES DE REPRESENTAÇÃO E SIMBOLOGIA	31
MODELOS DIDÁCTICOS	34
GLOSSÁRIO	35
4. BIBLIOGRAFIA	37
DIDÁCTICA ESPECÍFICA	37
GEOMETRIA	37
GEOMETRIA DESCRITIVA	40
DESENHO TÉCNICO	45

1. INTRODUÇÃO

A disciplina de GEOMETRIA DESCRITIVA A é uma disciplina bianual que integra o tronco comum da componente de formação específica dos alunos no âmbito do Curso Geral de Ciências e Tecnologias e do Curso Geral de Artes Visuais, visando o aprofundamento, estruturação e sistematização de conhecimentos e competências metodológicas no âmbito da Geometria Descritiva.

Uma vez que a Geometria Descritiva permite, dada a natureza do seu objecto, o desenvolvimento das capacidades de ver, perceber, organizar e catalogar o espaço envolvente, propiciando instrumentos específicos para o trabalhar - em desenho - ou para criar novos objectos ou situações, pode compreender-se como o seu alcance formativo é extremamente amplo. Sendo essencial a áreas disciplinares onde é indispensável o tratamento e representação do espaço - como sejam, a arquitectura, a engenharia, as artes plásticas ou o *design* - a sua importância faz-se sentir também ao nível das atitudes dirigindo-se ao estudante considerado globalmente enquanto pessoa humana e não apenas funcionalmente enquanto aprendiz de um dado ofício.

Desse modo, o sentido da presença desta disciplina no reportório curricular do ensino secundário é o de contribuir para a formação de indivíduos enquanto tal e, particularmente, para quem seja fundamental o "diálogo" entre a mão e o cérebro, no desenvolvimento recíproco de ideias e representações gráficas.

Os conteúdos constantes do Programa de GD-A, após o *módulo inicial* de introdução à geometria no espaço, abordam dois sistemas de representação - **diédrico** e **axonométrico** - considerados como fundamentais ou basilares na formação secundária de um aluno no âmbito da Geometria Descritiva os quais se constituem, ademais, como denominador comum às várias vias de prosseguimento de estudos.

Optou-se por leccionar os dois sistemas de representação referidos na sequência indicada, já que parece justificável que o estudo do sistema de representação axonométrica se faça, no ensino secundário, com um grau de desenvolvimento maior do que no ensino básico, onde este sistema mereceu apenas uma abordagem pertencente ao domínio do Desenho Técnico aliada à representação de formas bastante simples, predominantemente paralelepípedicas. Sendo assim, embora o estudo da axonometria continue a visar, fundamentalmente, a representação de formas ou objectos tridimensionais, interessa agora fazer a desmontagem do sistema, conhecer os seus princípios e entender o seu funcionamento, o que implica uma síntese de operações abstractas que o aluno não está apto a realizar no início do 10º ano, além de pré-requisitos específicos que o estudo desenvolvido do sistema de representação diédrica lhe deverá fornecer.

É exactamente a representação diédrica que constitui o cerne do programa, dado que o conhecimento deste sistema de representação não só fornece os pré-requisitos necessários para a aprendizagem de qualquer outro, como se revela bastante eficaz na consecução do objectivo essencial de desenvolver a capacidade de ver e de representar o espaço tridimensional.

Em relação à sequência do ensino-aprendizagem dos conteúdos no âmbito da representação diédrica ainda que, em cada ano, o percurso se inicie com situações que implicam um maior grau de abstracção, foi procurado atenuar esta componente, através das didácticas e

metodologia propostas. Desse modo, para que a aprendizagem da abstracção seja favorecida, propõe-se que seja realizada em ligação ao concreto, através do recurso sistemático a modelos tridimensionais nos quais se torna possível simular, de forma visível e palpável, as situações espaciais que o aluno irá representar posteriormente na folha de papel - após ter visto e compreendido - sem decorar apenas traçados, situação que, irremediavelmente, o impediria de resolver problemas mais complexos. Refira-se, porém, que o recurso a modelos é apenas um ponto de partida a adoptar nas fases iniciais da aprendizagem que irá sendo progressivamente abandonado à medida que o aluno for atingindo maior capacidade de abstracção e maturidade na visualização a três dimensões, ainda que possa reutilizá-los, se necessário, em situações pontuais.

Também o recurso a *software* de geometria dinâmica pode, em contraponto com os modelos tridimensionais, ser muito interessante e estimulante nas actividades de ensino-aprendizagem por permitir registar graficamente o movimento e, sobretudo, por facilitar a detecção, em tempo real, das invariantes dos objectos geométricos quando sujeitos a transformações, favorecendo, por conseguinte, **a procura do que permanece constante no meio de tudo o que varia**. Essa faceta permite a exploração dessas mesmas transformações, que estão na raiz do próprio *software*, o que dá entrada ao aluno, na Geometria, através de um conceito extremamente lato e poderoso, que está na essência das projecções utilizadas na representação descritiva. Por outro lado, a arquitectura destes programas de computador, favorece o desenvolvimento de um ensino-aprendizagem baseado na experimentação e na descoberta permitindo deduzir, a partir de indícios, as leis gerais que governam os problemas geométricos que vão sendo propostos.

Outra opção seguida consistiu na partição de unidades, o que se julga, pedagogicamente, mais adequado a alunos do ensino secundário e mais ajustado à divisão inevitável do Programa em dois anos lectivos. Deveremos pensar que um programa não se destina apenas a alunos bons, para os quais qualquer método pedagógico se adapta, mas para o aluno médio com algumas dificuldades na aprendizagem. Como afirma Britt-Mari Barth no seu livro "O Saber em Construção": *... para poder utilizar os seus conhecimentos mais tarde o aluno deve, ele próprio, construir o seu saber, mobilizando ferramentas intelectuais de que dispõe e que podem ser aperfeiçoadas. Reproduzir um saber não é a mesma coisa que construí-lo. Nesta óptica, a responsabilidade do professor é transmitir o saber de tal modo que esta construção pessoal seja possível (...) dado que o saber não é estático, mas sim dinâmico, convém "pará-lo" numa dada altura, nem que seja de modo provisório, a fim de situar pontos de referência.* O estudo de uma determinada unidade de aprendizagem de forma exaustiva, implicando uma enumeração maciça de conceitos pode, por um lado, criar um desgaste e, por outro, provocar lacunas intermédias que impedirão o aluno de atingir o nível pretendido. Se esse mesmo estudo for construído por fragmentos com graus de dificuldade crescente, permitirá a reflexão nos tempos de paragem, a fim de relembrar e sedimentar os conhecimentos adquiridos, avançando posteriormente para uma nova etapa de forma mais segura e consciente.

2. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA

FINALIDADES

- Desenvolver a capacidade de percepção dos espaços, das formas visuais e das suas posições relativas
- Desenvolver a capacidade de visualização mental e representação gráfica, de formas reais ou imaginadas
- Desenvolver a capacidade de interpretação de representações descritivas de formas
- Desenvolver a capacidade de comunicar através de representações descritivas
- Desenvolver as capacidades de formular e resolver problemas
- Desenvolver a capacidade criativa
- Promover a auto-exigência de rigor e o espírito crítico
- Promover a realização pessoal mediante o desenvolvimento de atitudes de autonomia, solidariedade e cooperação

OBJECTIVOS

- Conhecer a fundamentação teórica dos sistemas de representação diédrica e axonométrica
- Identificar os diferentes tipos de projecção e os princípios base dos sistemas de representação diédrica e axonométrica
- Reconhecer a função e vocação particular de cada um desses sistemas de representação
- Representar com exactidão sobre desenhos que só têm duas dimensões os objectos que na realidade têm três e que são susceptíveis de uma definição rigorosa (Gaspard Monge)
- Deduzir da descrição exacta dos corpos as propriedades das formas e as suas posições respectivas (Gaspard Monge)
- Conhecer vocabulário específico da Geometria Descritiva
- Usar o conhecimento dos sistemas estudados no desenvolvimento de ideias e na sua comunicação

- Conhecer aspectos da normalização relativos ao material e equipamento de desenho e às convenções gráficas
- Utilizar correctamente os materiais e instrumentos cometidos ao desenho rigoroso
- Relacionar-se responsabilmente dentro de grupos de trabalho, adoptando atitudes comportamentais construtivas, solidárias tolerantes e de respeito

VISÃO GERAL DOS TEMAS/CONTEÚDOS

O Programa é composto por um módulo inicial que contempla conteúdos essenciais de Geometria Euclidiana do Espaço extraídos do Programa de Matemática do 3º ciclo do Ensino Básico. Segue-se uma introdução geral à Geometria Descritiva, muito sintética, para se passar ao estudo da Representação Diédrica que constitui o tema central do Programa, que se reparte, inevitavelmente, pelos dois anos lectivos. Conclui o programa o estudo dos fundamentos da Representação Axonométrica e sua aplicação na representação de formas tridimensionais. A repartição temática do Programa e o respectivo peso de cada unidade aparece esquematizada no seguinte quadro:

QUADRO RESUMO DO PROGRAMA

Módulo Inicial	9 aulas
Introdução à Geometria Descritiva	4 aulas
Representação Diédrica	164 aulas
Representação Axonométrica	21 aulas
Total de aulas de 90 minutos	198 aulas

Os conteúdos seleccionados são considerados como essenciais e estruturantes para o desenvolvimento do conhecimento do espaço articulado com a aprendizagem da representação descritiva de formas no âmbito dos sistemas de representação a estudar.

É proposta uma sequência, em correspondência com sugestões metodológicas específicas, que se julga ser mais conveniente. Isso não obsta, no entanto, a que cada professor leccione o Programa de modo diverso do proposto, tanto mais se a sua experiência de leccionação por outras vias tenha demonstrado ser igualmente positiva. Fundamentalmente importa reter que a rigidez na compartimentação dos conteúdos é mais aparente do que real podendo, em múltiplas situações, a sua sobreposição ou reordenação revelar-se mais vantajosa.

Como exemplo referem-se os temas de representação de figuras planas contidas em planos ou de sólidos com base assente em planos, que sucedem o estudo dos métodos geométricos auxiliares, que podem ser abordados em paralelo ou mesmo os problemas métricos que, embora constituam um item autónomo, poderão ser tratados parcialmente à medida que os alunos se vão familiarizando com os referidos métodos. É natural focar a questão da determinação da distância de dois pontos logo que o aluno tenha condições de determinar a verdadeira grandeza do segmento que eles definem tal como parece lógico solicitar a determinação do ângulo de duas rectas ou a distância de um ponto a uma recta mal seja

possível rebater qualquer plano. Como estas, muitas outras situações podem permitir a sobreposição de itens ou mesmo alterações de sequência, que poderão ser tanto mais profícuas quanto maior for a experiência metodológica do professor.

Para além dos conteúdos referidos, a que corresponde uma carga horária determinada, existem questões transversais que se prendem com a normalização do desenho, relativamente a equipamento (instrumentos e materiais de traçado e medição: critérios de escolha, manutenção e conservação; suportes: critérios de escolha, conservação) e aspectos de representação (princípios gerais de representação; escrita, formatos dos desenhos, material de desenho; termos relativos a desenhos técnicos), que não poderão deixar de ser veiculados.

CONTEÚDOS DE CADA ANO

10º ANO

DESENVOLVIMENTO

1. Módulo inicial

- 1.1 Ponto
- 1.2 Recta
- 1.3 Posição relativa de duas rectas
 - complanares
 - paralelas
 - concorrentes
 - enviesadas
- 1.4 Plano
- 1.5 Posição relativa de rectas e de planos
 - recta pertencente a um plano
 - recta paralela a um plano
 - recta concorrente com um plano
 - planos paralelos
 - planos concorrentes
- 1.6 Perpendicularidade de rectas e de planos
 - rectas perpendiculares e ortogonais
 - recta perpendicular a um plano
 - planos perpendiculares
- 1.7 Superfícies
 - Generalidades, geratriz e directriz
 - Algumas superfícies:
 - plana
 - piramidal
 - cónica
 - prismática
 - cilíndrica
 - esférica
- 1.8 Sólidos
 - pirâmides
 - prismas
 - cones
 - cilindros
 - esfera
- 1.9 Secções planas de sólidos e truncagem

2. Introdução à Geometria Descritiva

- 2.1 Geometria Descritiva
 - 2.1.1 Resenha histórica
 - 2.1.2 Objecto e finalidade
 - 2.1.3 Noção de projecção
 - projectante
 - superfície de projecção
 - projecção
-
- 2.2 Tipos de projecção
 - 2.2.1 Projecção central ou cónica
 - 2.2.2 Projecção paralela ou cilíndrica
 - projecção oblíqua ou clinogonal
 - projecção ortogonal
-
- 2.3 Sistemas de representação - sua caracterização:
 - pelo tipo de projecção
 - pelo número de projecções utilizadas

-
- pelas operações efectuadas na passagem do tri para o bidimensional
 - projecção única
 - n projecções e rebatimento de $n-1$ planos de projecção
-

2.4 Introdução ao estudo dos sistemas de representação triédrica e diédrica

- 2.4.1 Representação triédrica
 - triedros trirrectângulos de projecção
 - planos de projecção: plano horizontal XY (plano 1), plano frontal ZX (plano 2), plano de perfil YZ (plano 3)
 - eixos de coordenadas ortogonais: X, Y, Z
 - coordenadas ortogonais: x, y, z (*abscissa* ou *largura*; *ordenada/afastamento* ou *profundidade*; *cota* ou *altura*)
 - representação triédrica de um ponto
- 2.4.2 Representação diédrica
 - diedros de projecção
 - planos de projecção: plano horizontal (plano 1), plano frontal (plano 2)
 - eixo X ou aresta dos diedros – (Linha de Terra)
 - planos bissectores dos diedros
 - representação diédrica de um ponto
- 2.4.3 Vantagens e inconvenientes de ambos os sistemas de representação; sua intermutabilidade

3. Representação diédrica

3.1 Ponto

- 3.1.1 Localização de um ponto
 - 3.1.2 Projecções de um ponto
-

3.2 Segmento de recta

- 3.2.1 Projecções de um segmento de recta
 - 3.2.2 Posição do segmento de recta em relação aos planos de projecção:
 - perpendicular a um plano de projecção: de topo, vertical
 - paralelo aos dois planos de projecção: fronto-horizontal (perpendicular ao plano de referência das abcissas)
 - paralelo a um plano de projecção: horizontal, frontal
 - paralelo ao plano de referência das abcissas: de perfil
 - não paralelo a qualquer dos planos de projecção: oblíquo
-

3.3 Recta

- 3.3.1 Recta definida por dois pontos
 - 3.3.2 Projecções da recta
 - 3.3.3 Ponto pertencente a uma recta
 - 3.3.4 Traços da recta nos planos de projecção e nos planos bissectores
 - 3.3.5 Posição da recta em relação aos planos de projecção
 - 3.3.6 Posição relativa de duas rectas
 - complanares
 - paralelas
 - concorrentes
 - enviesadas
-

3.4 Figuras planas I

Polígonos e círculo horizontais, frontais ou de perfil

3.5 Plano

- 3.5.1 Definição do plano por:
 - 3 pontos não colineares
 - uma recta e um ponto exterior
 - duas rectas paralelas
 - duas rectas concorrentes (incluindo a sua definição pelos traços nos planos de projecção)
 - 3.5.2 Rectas contidas num plano
 - 3.5.3 Ponto pertencente a um plano
-

- 3.5.4 Rectas notáveis de um plano:
- horizontais
- frontais
- de maior declive
- de maior inclinação
- 3.5.5 Posição de um plano em relação aos planos de projecção
Planos projectantes:
- paralelo a um dos planos de projecção: horizontal (de nível), frontal (de frente)
- perpendicular a um só plano de projecção: de topo, vertical
- perpendicular aos dois planos de projecção: de perfil (paralelo ao plano de referência das abcissas)
Planos não projectantes:
- de rampa (paralelo ao eixo X e oblíquo aos planos de projecção - perpendicular ao plano de referência das abcissas); passante (contém o eixo X)
- oblíquo (oblíquo em relação ao eixo X e aos planos de projecção)
-

- 3.6 Intersecções (recta/plano e plano/plano)
- 3.6.1 Intersecção de uma recta projectante com um plano projectante
- 3.6.2 Intersecção de uma recta não projectante com um plano projectante
- 3.6.3 Intersecção de dois planos projectantes
- 3.6.4 Intersecção de um plano projectante com um plano não projectante
- 3.6.5 Intersecção de uma recta com um plano (método geral)
- 3.6.6 Intersecção de um plano (definido ou não pelos traços) com o β_{24} ou β_{13}
- 3.6.7 Intersecção de planos (método geral)
- 3.6.8 Intersecção de um plano (definido ou não pelos traços) com um:
- plano projectante
- plano oblíquo
- plano de rampa
- 3.6.9 Intersecção de três planos
-

- 3.7 Sólidos I
- 3.7.1 Pirâmides (regulares e oblíquas de base regular) e cones (de revolução e oblíquos de base circular) de base horizontal, frontal ou de perfil
- 3.7.2 Prismas (regulares e oblíquos de base regular) e cilindros (de revolução e oblíquos de base circular) de bases horizontais, frontais ou de perfil
- 3.7.3 Esfera; círculos máximos (horizontal, frontal e de perfil)
- 3.7.4 Pontos e linhas situados nas arestas, nas faces ou nas superfícies dos sólidos
-

- 3.8 Métodos geométricos auxiliares I
- 3.8.1 Estrutura comparada dos métodos auxiliares -
- características e aptidões
- 3.8.2 Mudança de diedros de projecção
(casos que impliquem apenas uma mudança)
- 2.8.2.1 Transformação das projecções de um ponto
- 2.8.2.2 Transformação das projecções de uma recta
- 2.8.2.3 Transformação das projecções de elementos definidores de um plano
- 3.8.3 Rotações
(casos que impliquem apenas uma rotação)
- 2.8.3.1 Rotação do ponto
- 2.8.3.2 Rotação da recta
- 2.8.3.3 Rotação de um plano projectante
- 2.8.3.4 Rebatimento de planos projectantes
-

- 3.9 Figuras planas II
Figuras planas situadas em planos verticais ou de topo

- 3.10 Sólidos II
Pirâmides e prismas regulares com base(s) situada(s) em planos verticais ou de topo
-

11º ANO

-
- 3.11 Paralelismo de rectas e de planos
 - 3.11.1 Recta paralela a um plano
 - 3.11.2 Plano paralelo a uma recta
 - 3.11.3 Planos paralelos (definidos ou não pelos traços)
-
- 3.12 Perpendicularidade de rectas e de planos
 - 3.12.1 Rectas horizontais perpendiculares e rectas frontais perpendiculares
 - 3.12.2 Recta horizontal (ou frontal) perpendicular a uma recta
 - 3.12.3 Recta perpendicular a um plano
 - 3.12.4 Plano perpendicular a uma recta
 - 3.12.5 Rectas oblíquas perpendiculares
 - 3.12.6 Planos perpendiculares
-
- 3.13 Métodos geométricos auxiliares II
 - 3.13.1 Mudança de diedros de projecção (casos que impliquem mudanças sucessivas)
 - 3.13.1.1 Transformação das projecções de uma recta
 - 3.13.1.2 Transformação das projecções de elementos definidores de um plano
 - 3.13.2 Rotações (casos que impliquem mais do que uma rotação)
 - 3.13.2.1 Rotação de uma recta
 - 3.13.2.2 Rotação de um plano
 - 3.13.2.3 Rebatimento de planos não projectantes
 - rampa
 - oblíquo
-
- 3.14 Problemas métricos
 - 3.14.1 Distâncias
 - 3.14.1.1 Distância entre dois pontos
 - 3.14.1.2 Distância de um ponto a uma recta
 - 3.14.1.3 Distância de um ponto a um plano
 - 3.14.1.4 Distância entre dois planos paralelos
 - 3.14.2 Ângulos
 - 3.14.2.1 Ângulo de uma recta com um plano frontal ou com um plano horizontal
 - 3.14.2.2 Ângulo de um plano com um plano frontal ou com um plano horizontal
 - 3.14.2.3 Ângulo de duas rectas concorrentes ou de duas rectas enviesadas
 - 3.14.2.4 Ângulo de uma recta com um plano
 - 3.14.2.5 Ângulo de dois planos
-
- 3.15 Figuras planas III
 - Figuras planas situadas em planos não projectantes
-
- 3.16 Sólidos III
 - Pirâmides e prismas regulares com base(s) situada(s) em planos não projectantes
-
- 3.17 Secções
 - 2.17.1 Secções em sólidos (pirâmides, cones, prismas, cilindros) por planos - horizontal, frontal e de perfil
 - 2.17.2 Secções de cones, cilindros e esfera por planos projectantes
 - 2.17.3 Secções em sólidos (pirâmides e prismas) com base(s) horizontal(ais), frontal(ais) ou de perfil por qualquer tipo de plano
 - 2.17.4 Truncagem
-
- 3.18 Sombras
 - 3.18.1 Generalidades
 - 3.18.2 Noção de sombra própria, espacial, projectada (real e virtual)
 - 3.18.3 Direcção luminosa convencional
-

- 3.18.4 Sombra projectada de pontos, segmentos de recta e recta nos planos de projecção
- 3.18.5 Sombra própria e sombra projectada de figuras planas (situadas em qualquer plano) sobre os planos de projecção
- 3.18.6 Sombra própria e sombra projectada de pirâmides e de prismas, com base(s) horizontal(ais), frontal(ais) ou de perfil, nos planos de projecção
- 3.18.7 Planos tangentes às superfícies cónica e cilíndrica:
 - num ponto da superfície
 - por um ponto exterior
 - paralelos a uma recta dada
- 3.18.8 Sombra própria e sombra projectada de cones e de cilindros, com base(s) horizontal(ais), frontal(ais) ou de perfil, nos planos de projecção

4. Representação axonométrica

4.1 Introdução

- 4.1.1 Caracterização
 - 4.1.2 Aplicações
-

4.2 Axonometrias oblíquas ou clinogonais:

Cavaleira e Planométrica

- 4.2.1 Generalidades
 - 4.2.2 Direcção e inclinação das projectantes
 - 4.2.3 Determinação gráfica da escala axonométrica do eixo normal ao plano de projecção através do rebatimento do plano projectante desse eixo
 - 4.2.4 Axonometrias clinogonais normalizadas
-

4.3 Axonometrias ortogonais:

Trimetria, Dimetria e Isometria

- 4.3.1 Generalidades
 - 4.3.2 Determinação gráfica das escalas axonométricas
 - 4.3.2.1 Rebatimento do plano definido por um par de eixos
 - 4.3.2.2 Rebatimento do plano projectante de um eixo
 - 4.3.3 Axonometrias ortogonais normalizadas
-

4.4 Representação axonométrica de formas tridimensionais

Métodos de construção

- 4.4.1 Método das coordenadas
 - 4.4.2 Método do paralelepípedo circunscrito ou envolvente
 - 4.4.3 Método dos cortes (só no caso da axonometria ortogonal)
-

SUGESTÕES METODOLÓGICAS GERAIS

O presente programa adianta, em paralelo com a apresentação dos conteúdos, sugestões metodológicas que, embora não vinculativas, apontam para um modo preciso de encaminhar as actividades e para uma forma concreta de articulação das abordagens teóricas dos assuntos com a execução prática de problemas e traçados.

As aulas deverão ter um cariz teórico-prático, privilegiando a participação dos alunos. Mesmo nos momentos de explanação teórica de conceitos, o professor deverá conseguir provocar o questionamento das situações que apresenta, dando espaço para a indução ou para a construção dedutiva por parte do aluno. Esta postura metodológica envolvente facilitará a compreensão das situações espaciais que se colocam, permitindo vislumbrar o seu

encadeamento e fundamentação. Para isso será indispensável que as respostas sejam testadas e, eventualmente, comprovadas mediante a resolução prática de problemas. Esta metodologia da resolução de problemas, ao promover um processo de ensino-aprendizagem em que o aluno se torna actor de uma investigação, devidamente conduzida pelo professor, deverá ser, por isso mesmo, uma via a explorar. Aliás, são numerosas as sugestões didácticas específicas, que apontam esse caminho.

Como já foi referido no capítulo introdutório, numa fase inicial da aprendizagem, apontamos para uma didáctica assente no uso de modelos tridimensionais, especificamente concebidos para leccionar Geometria Descritiva, mas será sempre possível utilizar outros mais rudimentares (em papel, acrílico ou cartolina) que os próprios alunos podem executar.

Além disso, será da maior conveniência generalizar o uso de *software* de geometria dinâmica e, se possível, permitir aos alunos a sua manipulação, dadas as potencialidades deste *software* de promover um tipo de ensino-aprendizagem, que corresponde ao que elegemos, baseado na experimentação e na descoberta que, ademais, se revela altamente sedutor, estimulante e consequente.

Sugere-se sempre que possível, uma abordagem interdisciplinar, nomeadamente com a Área de Projecto.

Concretamente, poderão ser efectuados levantamentos de edifícios, de espaços, de equipamento ou mobiliário com a respectiva representação rigorosa, projectos cenográficos ou outros que envolvam a organização espacial ou a criação de pequenos objectos (como seja a organização de uma exposição a realizar na Escola, por exemplo). Qualquer das situações referidas poderá exigir a produção de maquetas tridimensionais e, no caso de os alunos já possuírem conhecimentos de CAD, será de extremo interesse proceder à construção de modelos virtuais.

Por outro lado, será útil convidar personalidades para dar palestras, ou até participar nas aulas, provenientes de diferentes ramos de actividade (arquitectura, engenharia, artes plásticas, design...) onde a presença da Geometria Descritiva constitui uma ferramenta fundamental para a concepção, compreensão e representação das formas que produzem. Sessões do mesmo tipo focando aspectos da História da Geometria Descritiva poderão também permitir entender as razões que levaram à necessidade de criação dos sistemas descritivos presentes neste Programa, ao entendimento do modo como evoluíram e ao equacionamento de perspectivas para o seu futuro, particularmente, se forem tidos em conta questões relacionadas com a História da Arte.

COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

- Percepcionar e visualizar no espaço
- Aplicar os processos construtivos da representação
- Reconhecer a normalização referente ao desenho
- Utilizar os instrumentos de desenho e executar os traçados
- Utilizar a Geometria Descritiva em situações de comunicação e registo
- Representar formas reais ou imaginadas

- Ser autónomo no desenvolvimento de actividades individuais
- Planificar e organizar o trabalho
- Cooperar em trabalhos colectivos

AVALIAÇÃO

A avaliação em Geometria Descritiva é contínua e integra três componentes: diagnóstica, formativa e sumativa.

Tem como referência os **objectivos e a aferição das competências adquiridas** e, define-se segundo **domínios** que se apresentam em seguida.

Conceitos

Neste domínio, é objecto de avaliação a aplicação dos conceitos decorrentes dos conteúdos do programa: os implicados no conhecimento dos fundamentos teóricos dos sistemas de representação diédrica e axonométrica; os implicados no conhecimento dos processos construtivos da representação; os implicados no conhecimento da normalização.

A avaliação do conhecimento dos princípios teóricos far-se-á tendo em conta:

- a interpretação de representações de formas;
- a identificação dos sistemas de representação utilizados;
- a distinção entre as aptidões específicas de cada método, com vista à sua escolha na resolução de cada problema concreto de representação;
- o relacionamento de métodos e/ou processos.

A avaliação do conhecimento dos processos construtivos far-se-á tendo em conta:

- a interpretação de dados ou de descrições verbais de procedimentos gráficos;
- aplicação dos processos construtivos na representação de formas;
- economia nos processos usados;
- descrição verbal dos procedimentos gráficos para a realização dos traçados.

A avaliação do conhecimento relativo à normalização far-se-á tendo em conta:

- a interpretação de desenhos normalizados;
- a aplicação das normas nos traçados.

Técnicas

Neste domínio são objecto de avaliação: a utilização dos instrumentos de desenho e a execução dos traçados.

Quanto à utilização dos instrumentos, a avaliação será feita tendo em conta:

- a escolha dos instrumentos para as operações desejadas;
- a manipulação dos instrumentos;

- a manutenção dos instrumentos.

No que respeita à avaliação da execução dos traçados, serão tidos em conta:

- o cumprimento das normas;
- o rigor gráfico;
- a qualidade do traçado;
- a legibilidade das notações.

Realização

Neste domínio, são objecto de avaliação: competências implicadas na utilização imediata da Geometria Descritiva em situações de comunicação ou registo; competências que actuam na capacidade de percepção e de visualização.

A avaliação da utilização da Geometria Descritiva como instrumento de comunicação ou registo, será feita tendo em conta:

- o recurso à representação de formas, para as descrever;
- a legibilidade e poder expressivo das representações;
- a pertinência dos desenhos realizados.

A avaliação da capacidade de representação de formas imaginadas ou reais terá em conta:

- a representação gráfica de ideias;
- a reprodução gráfica de formas memorizadas.

Atitudes

Neste domínio consideram-se as atitudes manifestadas no trabalho, incidindo a avaliação sobre:

- autonomia no desenvolvimento de actividades individuais;
- cooperação em trabalhos colectivos;
- planificação e organização.

Técnicas e instrumentos de avaliação

A recolha de dados para a avaliação far-se-á através de:

- trabalhos realizados nas actividades desenvolvidas nas aulas ou delas decorrentes, quer em termos dos produtos finais quer em termos dos materiais produzidos durante o processo;
- observação directa das operações realizadas durante a execução dos trabalhos;
- intervenções orais;
- provas de avaliação sumativa expressamente propostas;
- atitudes reveladas durante as actividades.

RECURSOS

A didáctica sugerida para a disciplina de Geometria Descritiva no Ensino Secundário pressupõe a possibilidade de uso, na sala de aula, de materiais e equipamentos diversificados:

- Material de desenho para o quadro e para o trabalho individual (régua, esquadro, compasso, transferidor)
- Modelos tridimensionais
- *Video* didáctico de manipulação dos modelos
- Sólidos geométricos construídos em diversos materiais (placas, arames, palhinhas, acetatos, acrílico, vinil com líquido colorido, madeira)
- Meios audiovisuais (retroprojector, acetatos e canetas, projectores de diapositivos e de *video*)
- Computadores com *software* de geometria dinâmica e/ou de *CAD*
- Projector de luz
- Fita métrica de 10m

Seria conveniente que cada escola dispusesse de uma sala específica da disciplina de Geometria Descritiva com os materiais referidos instalados e devidamente salvaguardados, assim como de armários e/ou cacifos para guardar o material individual dos alunos.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

GESTÃO

A gestão da carga horária pressupõe a metodologia proposta na apresentação e gestão dos conteúdos e considera como carga horária 4,5 horas x 33 semanas = 148,5 horas/ano, o que perfaz o total de 99 aulas de 90 minutos cada.

A atribuição de carga horária, expressa em números de aulas de 90 minutos cada, à abordagem de cada ponto do programa é uma sugestão passível de alteração, quer causada por demoras imprevistas nas actividades de desenvolvimento dessas abordagens, quer pela necessidade de organização da turma em grupos com ritmos de aprendizagem diferentes ou com trabalhos de execução de diferentes durações.

CONTEÚDOS/TEMAS, GESTÃO, SUGESTÕES METODOLÓGICAS

10º ANO		
DESENVOLVIMENTO	Nº de AULAS/90 MINUTOS	SUGESTÕES METODOLÓGICAS
1. Módulo inicial	9	
1.1 Ponto 1.2 Recta 1.3 Posição relativa de duas rectas - complanares - paralelas - concorrentes - enviesadas 1.4 Plano 1.5 Posição relativa de rectas e de planos - recta pertencente a um plano - recta paralela a um plano - recta concorrente com um plano - planos paralelos - planos concorrentes 1.6 Perpendicularidade de rectas e de planos - rectas perpendiculares e ortogonais - recta perpendicular a um plano - planos perpendiculares 1.7 Superfícies Generalidades, geratriz e directriz Algumas superfícies: - plana - piramidal - cónica - prismática - cilíndrica - esférica 1.8 Sólidos - pirâmides - prismas	9 Neste <i>módulo inicial</i> , onde se pretende visitar as noções essenciais de Geometria no Espaço veiculadas no ensino básico na disciplina de Matemática, tendo em vista o desenvolvimento do conhecimento espacial, deverá ser seguida uma abordagem meramente intuitiva do espaço com recurso a modelos tridimensionais, que podem ser, a própria sala de aula, os objectos que nela se encontram ou modelos específicos dos diferentes sólidos e superfícies a estudar. Com esses referenciais, ou outros expedientes, poderão ser identificados e devidamente definidos os elementos geométricos e verificadas as suas posições relativas (relações de pertença, paralelismo, concorrência e a situação particular de perpendicularidade). O estabelecimento das condições de paralelismo e perpendicularidade deverá ser tratado com particular atenção, sempre por via intuitiva, e recorrendo a exemplos e contra-exemplos. Pode testar-se, eventualmente, a perpendicularidade de duas linhas	

<p>1.9 Secções planas de sólidos e truncagem</p> <ul style="list-style-type: none"> - cones - cilindros - esfera 	<p>traçadas no terreno ou a verticalidade de um candeeiro de pé ou da parede em relação ao plano horizontal do chão da sala de aula, recorrendo ao triângulo rectângulo 345. Procedimentos do mesmo tipo podem ser seguidos para verificação de situações de paralelismo.</p> <p>O domínio visual e espacial destas condições deverá permitir uma abordagem preliminar de problemas métricos de determinação de distâncias (distância entre dois pontos, de um ponto a uma recta, de um ponto a um plano, de dois planos paralelos) e de ângulos (ângulo de duas rectas, de uma recta com um plano, noção de diedro e ângulo diedro), levando o aluno a deduzir o conjunto de procedimentos necessários para chegar a uma solução.</p> <p>Para a introdução ao estudo das superfícies será útil recorrer aos <i>modelos B a K</i> ilustrativos dos vários tipos de superfície, quer para a sua classificação quer para o entendimento do modo como são geradas.</p> <p>As diversas situações de estudo propostas, incluindo superfícies e secções planas de sólidos, deverão ser conduzidas de modo a que sejam revitalizados as noções previamente adquiridas, no básico, sobre lugares geométricos.</p> <p>Exemplos de situações para “visualizar” o espaço (envolvendo as condições de paralelismo e perpendicularidade e outros conhecimentos) poderão ser problemas de determinação do lugar geométrico de pontos equidistantes,</p> <ul style="list-style-type: none"> - de um ponto - de uma recta - de um plano - dos extremos de um segmento de recta (plano mediador de um segmento de recta) - dos vértices de um quadrado - dos pontos de uma circunferência - das faces de um diedro - etc... <p>ou de detecção da forma (ou formas) da secção plana de,</p> <ul style="list-style-type: none"> - uma esfera - um cilindro de revolução - um cone de revolução - um cubo <p>Recomenda-se que a forma das secções referidas seja verificada com recurso a modelos de vinil com líquido colorido.</p>
---	--

		<p>Para explorar a relação espaço-plano-espaço e uma vez que, nesta fase, não se pretende explorar qualquer tipo de representação, sugere-se que sejam efectuadas planificações de poliedros (pirâmides e prismas regulares e, caso seja possível, oblíquos de base regular) de modo a permitir a sua construção tridimensional (tal como, no ensino básico, pelo método da tentativa e erro: observando, medindo, corrigindo, construindo...). Se houver tempo e disponibilidade poderá ser ensaiada, inclusivamente, a planificação de troncos dos sólidos referidos. Tal como já era sugerido, a nível do ensino básico, este processo deverá ser reversível, ou seja, observando um sólido o aluno deverá conseguir planificá-lo e face a uma planificação qualquer deverá estar apto a deduzir a configuração do sólido. Este exercício permitirá, ademais, relembrar algumas construções elementares da geometria plana, nomeadamente, de triângulos e de paralelogramos.</p>
2. Introdução à Geometria Descritiva	4	
<p>2.1 Geometria Descritiva</p> <p>2.1.1 Resenha histórica</p> <p>2.1.2 Objecto e finalidade</p> <p>2.1.3 Noção de projecção</p> <ul style="list-style-type: none"> - projectante - superfície de projecção - projecção 	1	<p>Sugere-se a amostragem de desenhos, através de acetatos ou diapositivos, que permitam ilustrar os diversos estádios de desenvolvimento da representação rigorosa, evidenciando a sua adequação às diferentes necessidades da actividade humana.</p> <p>Estes exemplos permitirão clarificar o papel desempenhado pela Geometria Descritiva no estudo exacto das formas dos objectos com recurso à sua representação gráfica.</p>
<p>2.2 Tipos de projecção</p> <p>2.2.1 Projecção central ou cónica</p> <p>2.2.2 Projecção paralela ou cilíndrica</p> <ul style="list-style-type: none"> - projecção oblíqua ou clinogonal - projecção ortogonal 	1	<p>A noção de ponto próprio e de ponto impróprio poderá ser melhor entendida pelos alunos através de exemplos que permitam acompanhar a transformação de uma situação na outra, como sejam:</p> <ul style="list-style-type: none"> - transformar duas rectas concorrentes em duas rectas paralelas fazendo deslizar o ponto de concorrência ao longo de uma delas de modo a torná-lo num ponto impróprio; - partir de um triângulo equilátero ($60^\circ+60^\circ+60^\circ$) e chegar a um triângulo isósceles ($90^\circ+90^\circ+0^\circ$) transformando um vértice num ponto impróprio; - aumentar progressivamente o raio de uma circunferência até à situação da sua transformação numa recta, ou seja, numa circunferência cujo centro é um ponto impróprio;

		<p>- etc...</p> <p>Seguindo esta mesma lógica pode começar-se por abordar a projecção central e, em seguida, passar à projecção paralela, entendendo esta como um caso particular da primeira.</p> <p>Exemplos concretos, facilmente disponíveis, de cada um dos tipos de projecção são, obviamente, as sombras de um objecto projectadas por um ponto de luz e pela luz do Sol.</p>
<p>2.3 Sistemas de representação - sua caracterização:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pelo tipo de projecção - pelo número de projecções utilizadas - pelas operações efectuadas na passagem do tri para o bidimensional <ul style="list-style-type: none"> - projecção única - n projecções e rebatimento de $n-1$ planos de projecção 	1	<p>Os sistemas de representação podem ser ilustrados com recurso à apresentação de imagens, sendo sempre vantajoso verificar como um mesmo objecto é descrito por cada um deles.</p> <p>Em <i>Ver pelo desenho</i> (ilustração 66, p.87) Manfredo Massironi utiliza um Fiat 500 numa figura extremamente sugestiva que, ademais, torna possível evidenciar as aptidões e vocação específica de alguns sistemas de representação.</p>
<p>2.4 Introdução ao estudo dos sistemas de representação triédrica e diédrica</p> <p>2.4.1 Representação triédrica</p> <ul style="list-style-type: none"> - triedros trirectângulos de projecção - planos de projecção: plano horizontal XY (plano 1), plano frontal ZX (plano 2), plano de perfil YZ (plano 3) - eixos de coordenadas ortogonais: X, Y, Z - coordenadas ortogonais: x, y, z (<i>abscissa ou largura; ordenada/afastamento ou profundidade; cota ou altura</i>) - representação triédrica de um ponto <p>2.4.2 Representação diédrica</p> <ul style="list-style-type: none"> - diedros de projecção - planos de projecção: plano horizontal (plano 1), plano frontal (plano 2) - eixo X ou aresta dos diedros – (Linha de Terra) - planos bissectores dos diedros - representação diédrica de um ponto <p>2.4.3 Vantagens e inconvenientes de ambos os sistemas de representação; sua intermutabilidade</p>	1	<p>Para identificar e definir os elementos estruturantes do sistema de representação triédrica sugere-se a simulação da realidade espacial através da utilização do <i>modelo A</i> que nos servirá para identificar os triedros de projecção definidos pelo sistema de planos, o referencial analítico do espaço constituído pelos eixos de coordenadas, a localização inequívoca de um ponto no espaço através das suas coordenadas ortogonais, as suas projecções ortogonais nos planos de projecção, bem como o conjunto de operações efectuadas na passagem do tri para o bidimensional.</p> <p>O mesmo modelo, através da supressão do plano de perfil (plano 3) como terceiro plano de projecção, permitirá fazer a passagem para a representação diédrica cabendo agora iniciar o processo de demonstração da suficiência da dupla projecção ortogonal na resolução da maior parte dos problemas que envolvam os elementos geométricos (ponto, recta e plano) considerados individualmente ou em correlação.</p> <p>De regresso à representação triédrica pode sublinhar-se, por contraponto, a sua mais-valia no reconhecimento imediato e intuitivo de objectos tridimensionais, de tal modo que se torna possível, frequentemente, omitir a identificação dos vértices que os definem.</p>

3. Representação diédrica		164	
3.1	Ponto 3.1.1 Localização de um ponto 3.1.2 Projecções de um ponto	4	<p>Para facilitar a visualização espacial pode ser retomado o <i>modelo A</i>, onde facilmente se poderão simular as situações de projecção. Será da maior conveniência que, durante a aprendizagem, todos os alunos tenham possibilidade de utilizar o modelo sempre com uma observação frontal.</p> <p>Propõe-se que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o estudo do ponto seja efectuado com recurso à tripla projecção; - o aluno distinga, no modelo, projectante, de coordenada e de projecção; - o aluno determine as coordenadas/projecções dos simétricos de um ponto relativamente a cada um dos planos de projecção ou ao eixo X; - represente as projecções de pontos situados nos semi-planos de projecção, como pré-requisito da aprendizagem da determinação de traços de rectas nesses planos.
3.2	Segmento de recta 3.2.1 Projecções de um segmento de recta 3.2.2 Posição do segmento de recta em relação aos planos de projecção: <ul style="list-style-type: none"> - perpendicular a um plano de projecção: de topo, vertical - paralelo aos dois planos de projecção: fronto-horizontal (perpendicular ao plano de referência das abcissas) - paralelo a um plano de projecção: horizontal, frontal - paralelo ao plano de referência das abcissas: de perfil - não paralelo a qualquer dos planos de projecção: oblíquo 	3	<p>Propõe-se que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o estudo do segmento de recta seja efectuado com recurso à tripla projecção; - no modelo, o aluno relacione a dimensão do segmento no espaço com a da sua projecção em cada plano de projecção; devem, por isso, ser exploradas as possíveis situações de posicionamento do segmento, desde a sua posição paralela a um dos planos de projecção (e consequente verdadeira grandeza nesse plano) até à situação de perpendicularidade (quando a projecção do segmento se reduz a um ponto).
3.3	Recta 3.3.1 Recta definida por dois pontos 3.3.2 Projecções da recta 3.3.3 Ponto pertencente a uma recta 3.3.4 Traços da recta nos planos de projecção e nos planos bissectores 3.3.5 Posição da recta em relação aos planos de projecção 3.3.6 Posição relativa de duas rectas <ul style="list-style-type: none"> - complanares - paralelas - concorrentes - enviesadas 	8	<p>Propõe-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - partir das projecções de um segmento de recta definido pelos seus pontos extremos A e B para as projecções de uma recta definida por esses dois pontos; será conveniente encarar, também, as projecções de uma recta como resultantes da intersecção dos seus planos projectantes com os planos de projecção; - levar o aluno a intuir o conceito de traço de recta a partir da consideração de pontos da recta progressivamente mais próximos do plano de projecção;

		<ul style="list-style-type: none"> - que, de uma recta, o aluno simule, no modelo: <ul style="list-style-type: none"> - as projecções; - os traços; - que o aluno conclua quais os diedros onde uma recta está localizada; - representar as projecções de rectas situadas nos planos de projecção, como pré-requisito da aprendizagem da determinação de traços de planos.
3.4	<p>Figuras planas I</p> <p>Polígonos e círculo horizontais, frontais ou de perfil</p>	<p>4</p> <p>Recomenda-se o recurso à representação triédrica das figuras, o que se revela indispensável na situação de perfil.</p> <p>O uso de <i>software</i> de geometria dinâmica constitui um meio poderoso de visualização espacial das figuras em causa permitindo apreciar, em tempo real, mudanças sucessivas do seu posicionamento.</p>
3.5	<p>Plano</p> <p>3.5.1 Definição do plano por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 pontos não colineares - uma recta e um ponto exterior - duas rectas paralelas - duas rectas concorrentes (incluindo a sua definição pelos traços nos planos de projecção) <p>3.5.2 Rectas contidas num plano</p> <p>3.5.3 Ponto pertencente a um plano</p> <p>3.5.4 Rectas notáveis de um plano:</p> <ul style="list-style-type: none"> - horizontais - frontais - de maior declive - de maior inclinação <p>3.5.5 Posição de um plano em relação aos planos de projecção</p> <p>Planos projectantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - paralelo a um dos planos de projecção: horizontal (de nível), frontal (de frente) - perpendicular a um só plano de projecção: de topo, vertical - perpendicular aos dois planos de projecção: de perfil (paralelo ao plano de referência das abcissas) <p>Planos não projectantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - de rampa (paralelo ao eixo X e oblíquo aos planos de projecção - perpendicular ao plano de referência das abcissas); passante (contém o eixo X) - oblíquo (oblíquo em relação ao eixo X e aos planos de projecção) 	<p>16</p> <p>Será de tratar, como mais habitual por ser geral, a representação diédrica dos planos pelas projecções de três pontos não colineares ou de duas rectas paralelas ou de duas rectas concorrentes (que podem ser os traços do plano nos planos de projecção).</p> <p>Com o intuito de facilitar a visualização do plano, a sua representação por 3 pontos não colineares poderá ser transformada na representação do triângulo por eles definido.</p> <p>O estudo das posições do plano em relação aos planos de projecção poderá ser feito através do <i>modelo A</i> permitindo a visualização dos traços do plano e respectivas projecções, e os tipos de rectas do plano. Do mesmo modo poderá ser deduzida a condição para que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uma recta esteja contida num plano; - um ponto pertença a um plano. <p>Em relação ao estudo do plano definido por uma recta de maior declive ou de maior inclinação sugere-se, igualmente, a observação da situação espacial no modelo, encaminhando os alunos a estabelecer a relação entre as projecções da referida recta e as rectas horizontais ou frontais do mesmo plano.</p> <p>Será de chamar a atenção para o facto dos traços do plano serem casos particulares de rectas horizontais e rectas frontais do plano.</p> <p>Poderá ser útil fazer a distinção entre plano apoiado (onde é visível a mesma "face" em ambas as projecções), plano</p>

		<p>projectante e plano em tensão (no qual uma "face" visível numa projecção é invisível na outra). Esta distinção pode ser evidenciada com o auxílio da cor.</p> <p>Para clarificar a classificação de um plano como superfície bifacial ou bilateral poderá mencionar-se, por contraponto, a banda de Möbius, exemplo de uma superfície unifacial ou unilateral.</p>
<p>3.6 Intersecções (recta/plano e plano/plano)</p> <p>3.6.1 Intersecção de uma recta projectante com um plano projectante</p> <p>3.6.2 Intersecção de uma recta não projectante com um plano projectante</p> <p>3.6.3 Intersecção de dois planos projectantes</p> <p>3.6.4 Intersecção de um plano projectante com um plano não projectante</p> <p>3.6.5 Intersecção de uma recta com um plano (método geral)</p> <p>3.6.6 Intersecção de um plano (definido ou não pelos traços) com o β_{24} ou β_{13}</p> <p>3.6.7 Intersecção de planos (método geral)</p> <p>3.6.8 Intersecção de um plano (definido ou não pelos traços) com um:</p> <ul style="list-style-type: none"> - plano projectante - plano oblíquo - plano de rampa <p>3.6.9 Intersecção de três planos</p>	20	<p>Poderá salientar-se que, para determinar o ponto de intersecção de uma recta com um plano projectante ou de uma recta projectante com um plano, bastará aplicar a condição de pertença (ou incidência) entre ponto e plano.</p> <p>Na determinação da intersecção de dois planos oblíquos poderão ser usados como planos auxiliares os planos projectantes e/ou o β_{24}.</p> <p>Na determinação da intersecção de dois planos de rampa sugere-se como método alternativo o recurso à terceira projecção no plano de referência das abcissas. O mesmo se pode fazer, na intersecção de um plano ou de uma recta com um plano passante, tirando-se partido do facto de o plano passante ser projectante em relação ao plano de referência das abcissas.</p>
<p>3.7 Sólidos I</p> <p>3.7.1 Pirâmides (regulares e oblíquas de base regular) e cones (de revolução e oblíquos de base circular) de base horizontal, frontal ou de perfil</p> <p>3.7.2 Prismas (regulares e oblíquos de base regular) e cilindros (de revolução e oblíquos de base circular) de bases horizontais, frontais ou de perfil</p> <p>3.7.3 Esfera; círculos máximos (horizontal, frontal e de perfil)</p> <p>3.7.4 Pontos e linhas situados nas arestas, nas faces ou nas superfícies dos sólidos</p>	7	<p>Como introdução ao estudo dos sólidos poder-se-á recorrer a modelos tridimensionais, vídeos, ao CAD ou a <i>software</i> de geometria dinâmica. O manuseamento e a visualização de modelos, de acordo com os enunciados dos problemas, poderá facilitar a leitura e compreensão das projecções, incluindo o reconhecimento das invisibilidades.</p> <p>Será vantajoso que os alunos desenhem as projecções de várias figuras planas coloridas com diferentes cotas ou afastamentos para melhor percepção das visibilidades.</p> <p>Em alternativa, sugere-se que os alunos partam das projecções de um polígono (ou círculo) e de um ponto exterior ou de dois polígonos (ou círculos) sobrepostos concluindo, então, as projecções do respectivo sólido, seus contornos aparentes e suas visibilidades e invisibilidades. Será ainda vantajoso utilizar a cor na representação de arestas (eventualmente geratrizes) ou, em alternativa, colorir as faces (eventualmente superfície lateral) com cores diferentes. Esta diferenciação permitirá que os alunos tenham uma percepção facilitada das visibilidades ou</p>

			<p>invisibilidades de arestas (geratrizes) ou faces (superfície lateral) nas diferentes projecções.</p> <p>Quando os sólidos apresentem base(s) ou face(s) de perfil poderá ser necessário recorrer à terceira projecção.</p> <p>Convém que seja dada especial atenção a dois dos sólidos platónicos - tetraedro e hexaedro regulares - ao fazer o estudo representativo de pirâmides e prismas, respectivamente.</p>
3.8	Métodos geométricos auxiliares I		
3.8.1	Estrutura comparada dos métodos auxiliares - características e aptidões	4	<p>Nesta fase de estudo é de propor aos alunos a resolução dos seguintes problemas-tipo:</p> <p>transformar</p> <ul style="list-style-type: none"> - recta horizontal em recta de topo - recta frontal em recta vertical - recta oblíqua em recta horizontal ou frontal - plano de topo em plano horizontal - plano vertical em plano frontal
3.8.2	Mudança de diedros de projecção (casos que impliquem apenas uma mudança)		
3.8.2.1	Transformação das projecções de um ponto		
3.8.2.2	Transformação das projecções de uma recta		
3.8.2.3	Transformação das projecções de elementos definidores de um plano		
3.8.3	Rotações (casos que impliquem apenas uma rotação)	8	<p>No estudo da rotação da recta (<i>modelo L</i>) propõem-se os seguintes problemas-tipo:</p> <p>transformar</p> <ul style="list-style-type: none"> - uma recta horizontal numa recta fronto-horizontal ou numa recta de topo - uma recta frontal numa recta fronto-horizontal ou numa recta vertical - uma recta oblíqua numa recta horizontal ou frontal <p>Recomenda-se que, no estudo das rotações, se recorra a <i>software</i> de geometria dinâmica, não só porque essa transformação é uma operação base desse tipo de programas, mas também porque se torna possível acompanhar o movimento espacial da figura.</p> <p>Sendo o rebatimento um caso particular de rotação deve o aluno ser alertado para o facto de que na rotação de um plano, o eixo mais conveniente a utilizar deverá estar contido no próprio plano; nestas circunstâncias, a rotação passará a denominar-se rebatimento.</p> <p>O aluno deverá resolver problemas de rebatimento, tanto para os planos de projecção como para planos paralelos a estes, devendo o professor orientar essa escolha segundo o princípio de economia de meios.</p>
3.8.3.1	Rotação do ponto		
3.8.3.2	Rotação da recta		
3.8.3.3	Rotação de um plano projectante		
3.8.3.4	Rebatimento de planos projectantes		

		<p>Para tratar o rebatimento de planos e concretamente do plano oblíquo, será conveniente recorrer ao <i>modelo M</i>, onde se podem observar as rectas notáveis do plano, e o plano projectante que é perpendicular ao plano dado para ilustrar espacialmente o método do triângulo do rebatimento. O mesmo modelo, agora sem o plano projectante auxiliar, poderá servir para exemplificar o processo que utiliza as horizontais, frontais ou outras rectas do plano, no rebatimento.</p> <p>Mais uma vez, o aluno deverá resolver problemas de rebatimento, tanto para os planos de projecção como para planos paralelos a estes, devendo a escolha orientar-se segundo o princípio de economia de meios.</p>
<p>3.14 Problemas métricos</p> <p>3.14.1 Distâncias</p> <p>3.14.1.1 Distância entre dois pontos</p> <p>3.14.1.2 Distância de um ponto a uma recta</p> <p>3.14.1.3 Distância de um ponto a um plano</p> <p>3.14.1.4 Distância entre dois planos paralelos</p> <p>3.14.2 Ângulos</p> <p>3.14.2.1 Ângulo de uma recta com um plano frontal ou com um plano horizontal</p> <p>3.14.2.2 Ângulo de um plano com um plano frontal ou com um plano horizontal</p> <p>3.14.2.3 Ângulo de duas rectas concorrentes ou de duas rectas enviesadas</p> <p>3.14.2.4 Ângulo de uma recta com um plano</p> <p>3.14.2.5 Ângulo de dois planos</p>	<p>4</p> <p>6</p>	<p>Na resolução de problemas métricos será vantajoso que o aluno resolva um mesmo problema utilizando diferentes métodos auxiliares e que, a partir daí, conclua as vantagens de um relativamente aos outros.</p> <p>Quanto aos problemas de determinação da verdadeira grandeza de ângulos, deverá ser dada especial atenção às definições da geometria euclidiana relativas ao “ângulo de uma recta com um plano” e ao “ângulo de dois planos”.</p>
<p>3.15 Figuras planas III</p> <p>Figuras planas situadas em planos não projectantes</p>	4	Ver sugestões didácticas do ponto 3.9
<p>3.16 Sólidos III</p> <p>Pirâmides e prismas regulares com base(s) situada(s) em planos não projectantes</p>	7	Mais uma vez se recomenda o uso de modelos tridimensionais dos sólidos em estudo.
<p>3.17 Secções</p> <p>3.17.1 Secções em sólidos (pirâmides, cones, prismas, cilindros) por planos - horizontal, frontal e de perfil</p> <p>3.17.2 Secções de cones, cilindros e esfera por planos projectantes</p> <p>3.17.3 Secções em sólidos (pirâmides e prismas) com base(s) horizontal(ais), frontal(ais) ou de perfil por qualquer tipo de plano</p> <p>3.17.4 Truncagem</p>	15	<p>Sugere-se que os alunos analisem e concluam a gradual complexidade das secções em pirâmides, preconizando-se a seguinte sequência de situações:</p> <ul style="list-style-type: none"> - secção de pirâmide intersectando apenas a superfície lateral: <ul style="list-style-type: none"> • sem aresta(s) de perfil • com aresta(s) de perfil; - secção de pirâmide intersectando a superfície lateral e a base:

		<ul style="list-style-type: none"> • sem aresta(s) da base perpendicular(es) ao plano de projecção • com aresta(s) da base perpendicular(es) ao plano de projecção. <p>Propõe-se que o professor leve os alunos a concluir os diferentes tipos de secção plana produzida num cone. Para tal poderá recorrer a um candeeiro com um quebra-luz de boca circular e apreciar a mancha de luz projectada na parede, funcionando esta como plano secante do cone luminoso. A deslocação do ponto de luz permitirá observar as diversas cónicas produzidas na parede.</p> <p>Em relação ao prisma e ao cilindro, os alunos deverão concluir que um plano pode seccioná-los intersectando só a superfície lateral, a superfície lateral e uma das bases ou a superfície lateral e as duas bases.</p> <p>Quanto à esfera poder-se-á verificar que a secção produzida por qualquer tipo de plano é sempre um círculo, podendo variar desde um círculo máximo até ao ponto, no caso de tangência.</p> <p>Poder-se-á utilizar o Teorema de Désargues para determinação das secções planas de sólidos (ou, pelo menos, fazer a sua verificação) dada a relação de homologia existente entre a figura da secção e a figura da base do sólido, notando que o centro de homologia será o vértice (próprio ou impróprio) do sólido, o eixo, a recta de intersecção do plano da secção com o plano da base e os raios, as suas arestas ou geratrizes.</p> <p>Na resolução de problemas, que envolvam o traçado da elipse, será conveniente que os alunos determinem as projecções dos seus eixos sendo os demais pontos da elipse obtidos, quer por recurso a planos auxiliares, quer por recurso a construções já conhecidas (por exemplo: processo da régua de papel ou construção por afinidade).</p> <p>Será do maior interesse para concluir esta unidade e como aplicação dos conceitos apreendidos (particularmente do método das rotações) realizar planificações de sólidos (cones e cilindros) e de sólidos truncados. Poder-se-á propor, seguidamente, a realização de maquetas dos sólidos previamente planificados.</p>
3.18 Sombras 3.18.1 Generalidades	23	Para facilitar a aquisição dos conceitos de sombra própria, espacial, projectada,

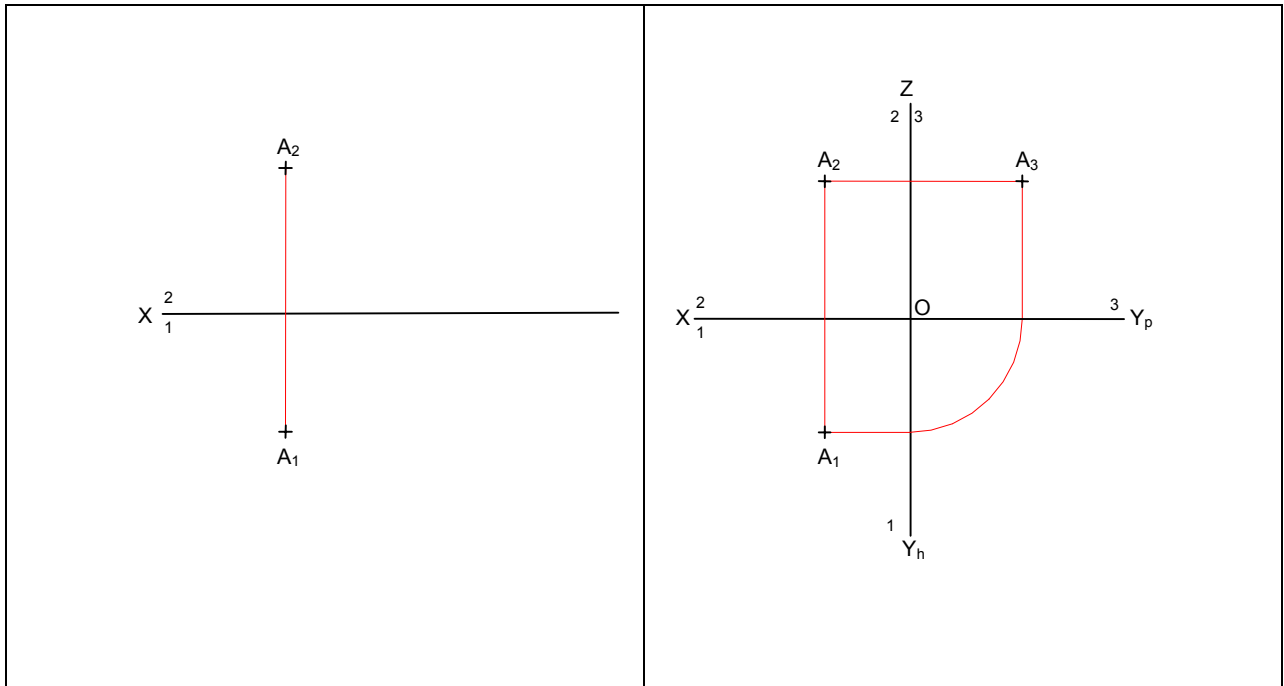
<p>3.18.2 Noção de sombra própria, espacial, projectada (real e virtual)</p> <p>3.18.3 Direcção luminosa convencional</p> <p>3.18.4 Sombra projectada de pontos, segmentos de recta e recta nos planos de projecção</p> <p>3.18.5 Sombra própria e sombra projectada de figuras planas (situadas em qualquer plano) sobre os planos de projecção</p> <p>3.18.6 Sombra própria e sombra projectada de pirâmides e de prismas, com base(s) horizontal(ais), frontal(ais) ou de perfil, nos planos de projecção</p> <p>3.18.7 Planos tangentes às superfícies cónica e cilíndrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - num ponto da superfície - por um ponto exterior - paralelos a uma recta dada <p>3.18.8 Sombra própria e sombra projectada de cones e de cilindros, com base(s) horizontal(ais), frontal(ais) ou de perfil, nos planos de projecção</p>		<p>real e virtual, será conveniente a utilização de um foco luminoso (lâmpada ou luz solar) e de formas bi ou tridimensionais que produzirão sombras diversificadas conforme o seu posicionamento.</p> <p>Para melhor compreensão dos pontos de quebra poderá ser vantajoso o estudo comparativo da sombra de um segmento de recta fazendo alterações sucessivas das suas coordenadas de forma a projectar sombra só num plano de projecção, nos dois ou só no outro plano. Poderá ser seguido o mesmo raciocínio para figuras planas.</p> <p>Será de todo o interesse alertar os alunos para a vantagem da determinação prévia da linha separatriz de luz e sombra, para identificar a sombra própria e, a partir desta, induzir a projectada. Nesse sentido, pode-se fazer incidir um foco luminoso nos sólidos em causa para identificar a separatriz de luz e sombra que, no caso de cones e cilindros, corresponde às geratrizes de tangência dos planos luz/sombra.</p> <p>Considera-se favorável iniciar o estudo da sombra de sólidos pela pirâmide (com base situada num plano de projecção). Sugere-se que, para pirâmides com base igual (e em posição igual) mas de diferentes alturas, se faça o estudo comparativo do número de faces em sombra própria. Fazendo o mesmo estudo comparativo para o cone, os alunos poderão inferir a variação de posição das geratrizes separatrizes luz/sombra.</p> <p>Atendendo a que a sombra projectada de pontos, rectas ou superfícies são entidades representadas por duas projecções e, apesar de ser usual desprezar a projecção situada no eixo X, recomenda-se, pelo menos numa fase inicial de estudo, que cada ponto de sombra seja sempre representado pelas suas duas projecções.</p>
4. Representação axonométrica	21	
<p>4.1 Introdução</p> <p>4.1.1 Caracterização</p> <p>4.1.2 Aplicações</p>	4	<p>Para ilustrar as diferenças entre as várias axonometrias e entre estas e os sistemas de representação diédrica ou triédrica, sugere-se a utilização de um modelo constituído pelos três eixos de coordenadas e de um paralelepípedo com as suas arestas coincidentes com os eixos, que poderá ser posicionado em relação ao plano de projecção consoante as necessidades.</p> <p>Para dar conta do vasto campo de</p>

<p>4.2 Axonometrias oblíquas ou clinogonais: Cavaleira e Planométrica</p> <p>4.2.1 Generalidades</p> <p>4.2.2 Direcção e inclinação das projectantes</p> <p>4.2.3 Determinação gráfica da escala axonométrica do eixo normal ao plano de projecção através do rebatimento do plano projectante desse eixo</p> <p>4.2.4 Axonometrias clinogonais normalizadas</p>		<p>aplicação das axonometrias, poderão ser apresentados aos alunos imagens de axonometrias de objectos ou peças da construção mecânica, de produções no âmbito do <i>design</i> industrial (o que permitirá frisar que é precisamente a revolução industrial que leva à difusão generalizada e uso intensivo deste sistema de representação) e de objectos arquitectónicos (como meio privilegiado para o seu estudo, mas também como ferramenta no trabalho de concepção e criação), salientando a funcionalidade e intencionalidade do uso da axonometria, na descrição dessas formas.</p> <p>No tratamento das axonometrias clinogonais é fundamental estudar a influência do posicionamento dos raios projectantes em relação ao plano axonométrico. Nesse sentido, deve fixar-se um determinado ângulo de inclinação e fazer variar a direcção e, para uma mesma direcção, variar a inclinação dos raios projectantes, para apreciar os efeitos produzidos.</p> <p>Em concreto, pode fazer-se a projecção de um cubo e verificar a maior ou menor possibilidade de reconhecer esse poliedro nas diferentes situações. Poder-se-á verificar que os ângulos de fuga e os coeficientes de redução convencionados obedecem a este princípio de perceptibilidade, mas deverá ser realçada, ao mesmo tempo, a possibilidade de seguir objectivos opostos procurando, deliberadamente, distorções.</p> <p>Seria interessante relacionar as axonometrias clinogonais com as sombras em representação diédrica, previamente estudadas, para assim vislumbrar a relação entre ambos os tipos de projecção.</p>
<p>4.3 Axonometrias ortogonais: Trimetria, Dimetria e Isometria</p> <p>4.3.1 Generalidades</p> <p>4.3.2 Determinação gráfica das escalas axonométricas</p> <p>4.3.2.1 Rebatimento do plano definido por um par de eixos</p> <p>4.3.2.2 Rebatimento do plano projectante de um eixo</p> <p>4.3.3 Axonometrias ortogonais normalizadas</p>	<p>4</p>	<p>Para caracterizar as axonometrias ortogonais e determinar os ângulos dos eixos axonométricos em cada tipo de axonometria, é aconselhável utilizar um modelo (<i>modelo N</i>) constituído pelo sistema de eixos coordenados, passível de adaptação a cada uma das situações.</p> <p>No modelo poder-se-á evidenciar claramente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a correspondência biunívoca entre a posição do sistema de eixos no espaço e a sua projecção no plano axonométrico; - os traços dos eixos de coordenadas no plano de projecção, ou seja, os vértices do triângulo fundamental correspondente à base da pirâmide

		<p>axonométrica com vértice na origem do sistema de eixos;</p> <ul style="list-style-type: none"> - a configuração deste triângulo e as suas propriedades em cada axonometria; - a redução das medidas resultante da inclinação dos eixos. <p>Se o modelo permitir rebater as faces da pirâmide axonométrica e/ou o triângulo correspondente à secção produzida na pirâmide por um plano projectante de um eixo, o que seria desejável, poder-se-á ilustrar, especialmente, o processo conducente à determinação das escalas axonométricas.</p> <p>Neste processo deverá salientar-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o teorema da geometria plana que permite a fixação do ponto correspondente ao rebatimento da origem; - os conhecimentos anteriores relativos ao rebatimento de um plano oblíquo no sistema de representação diédrica e, conseqüentemente, o recurso ao Teorema de Désargues quando se pretende chegar à projecção de uma figura contida na face da pirâmide axonométrica rebatida <p>Com o intuito de explicitar o relacionamento da representação diédrica com a representação axonométrica, poderá ainda comparar-se a projecção axonométrica de um sólido (um cubo, p.ex.) com a sua projecção diédrica, quando o sólido tem uma das suas faces situada num plano oblíquo.</p> <p>Poderá ser igualmente mencionada a possibilidade de operar com axonometrias normalizadas com a utilização de coeficientes de redução convencionais, podendo confrontar-se os resultados obtidos com as axonometrias anteriormente estudadas nas quais se utilizam coeficientes de redução real.</p>
<p>4.4 Representação axonométrica de formas tridimensionais compostas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pirâmides e prismas regulares e oblíquos de base(s) regular(es) com a referida base(s) paralela(s) a um dos planos coordenados e com pelo menos uma aresta da(s) base(s) paralela(s) a um eixo • cones e cilindros de revolução e oblíquos com base(s) em verdadeira grandeza (só no caso da axonometria clinogonal) <p>Métodos de construção</p> <p>4.4.1 Método das coordenadas</p> <p>4.4.2 Método do paralelepípedo circunscrito ou envolvente</p>	<p>13</p>	<p>Deve propor-se ao aluno a realização de axonometrias de formas tridimensionais simples ou compostas, segundo os diferentes métodos de construção. No caso da axonometria ortogonal será de dar especial ênfase ao chamado “método dos cortes” (4.4.3) devido à sua relação directa com a representação diédrica e triédrica.</p>

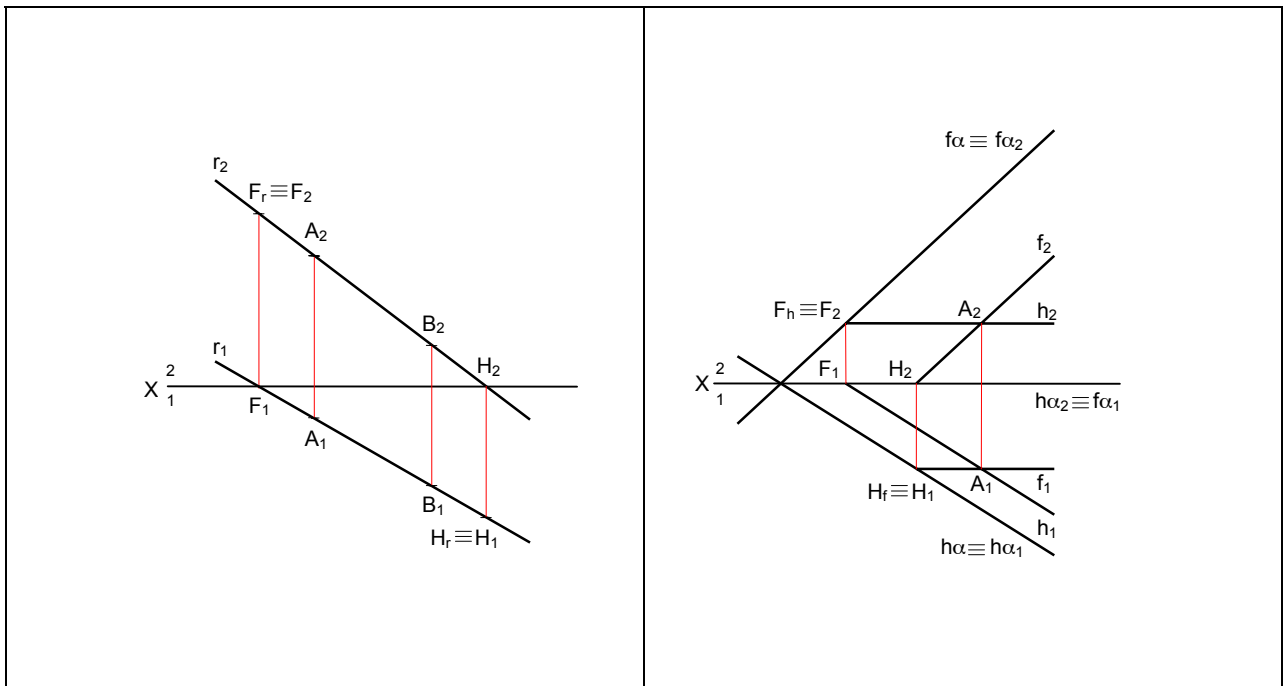
4.4.3 Método dos cortes (só no caso da axonometria ortogonal)

CONVENÇÕES DE REPRESENTAÇÃO E SIMBOLOGIA



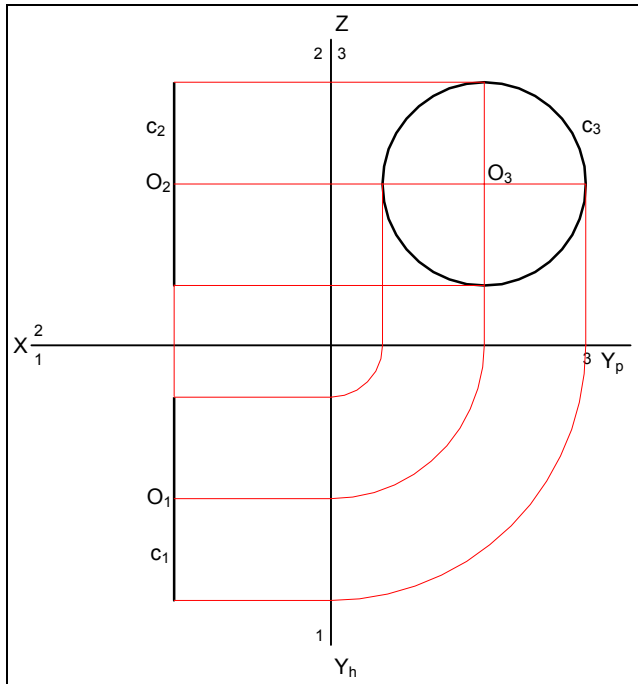
Representação diédrica de um ponto **A** de coordenadas positivas

Representação triédrica de um ponto **A** de coordenadas positivas

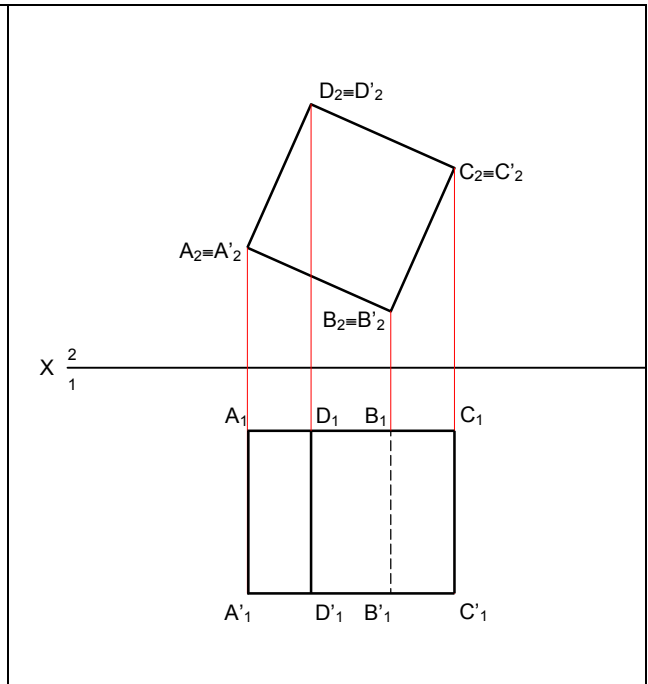


Representação de uma recta **r** e dos seus traços horizontal e frontal

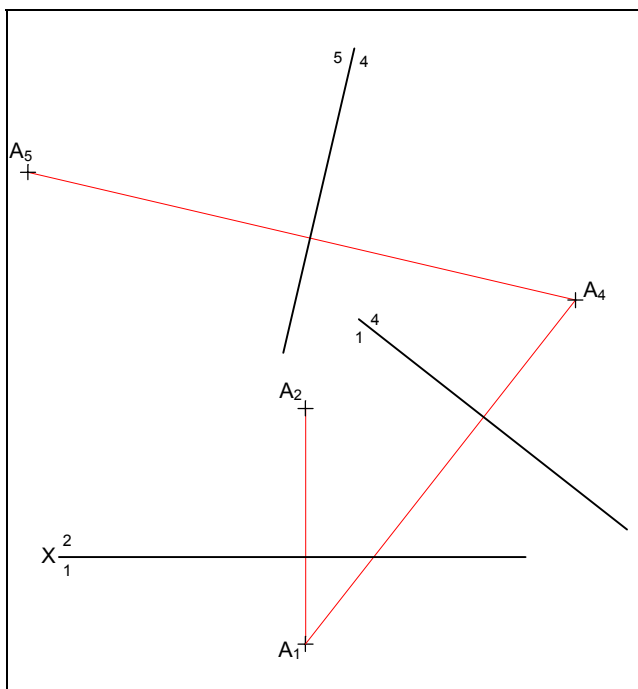
Representação de um plano **α** pelos seus traços horizontal e frontal e duas rectas horizontal e frontal do plano



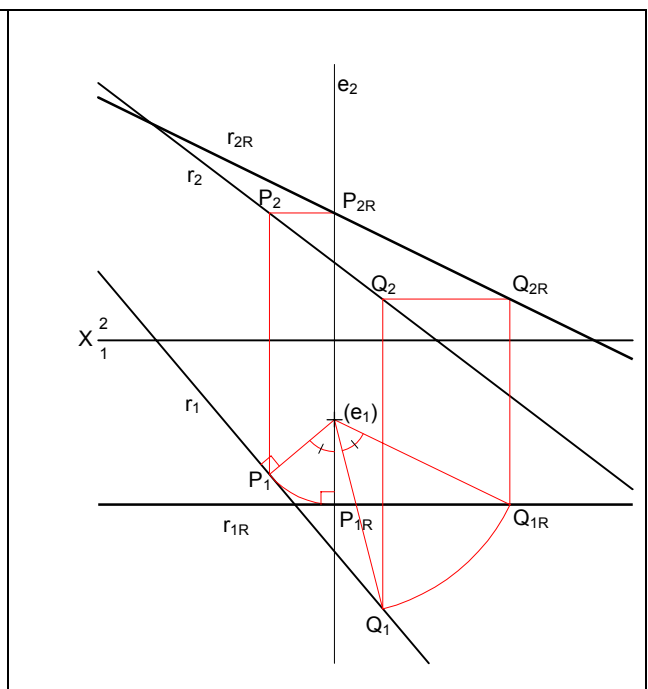
Representação triédrica de uma circunferência c de perfil



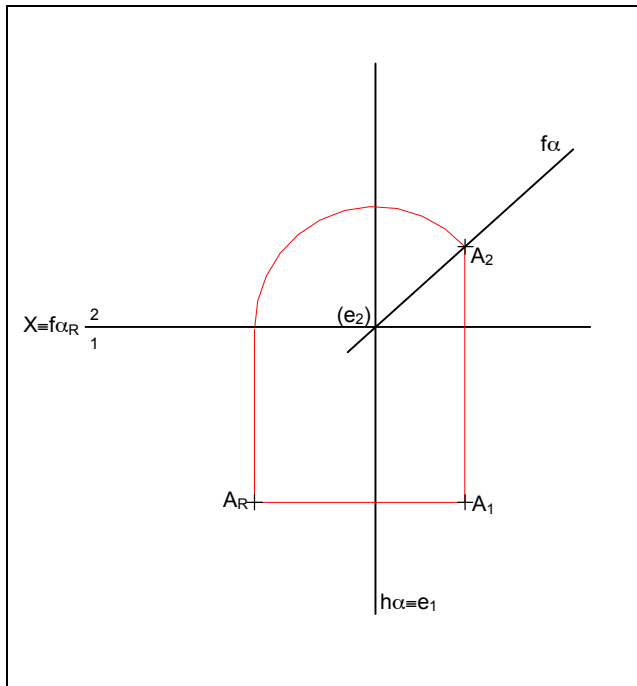
Representação diédrica de um prisma regular de bases frontais



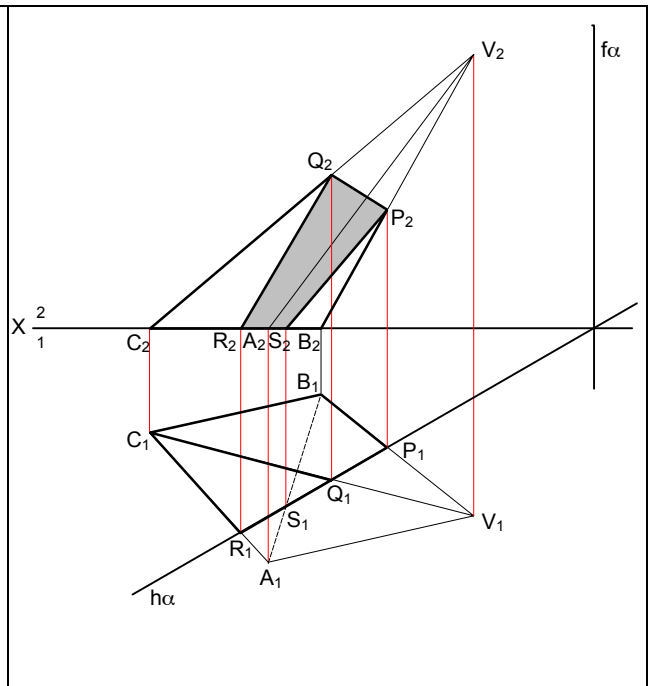
Mudança de diedros
Projeções de um ponto A em diferentes diedros



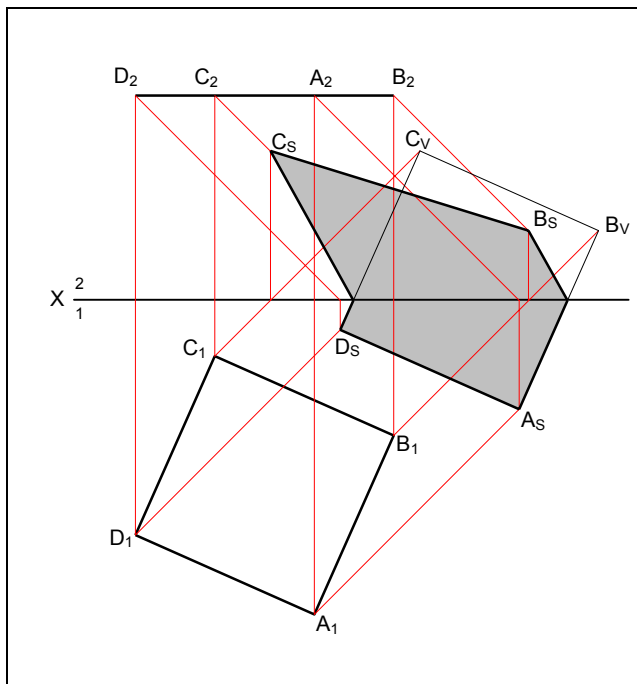
Transformação de uma recta oblíqua r numa recta frontal
através de uma rotação em torno de um eixo vertical e



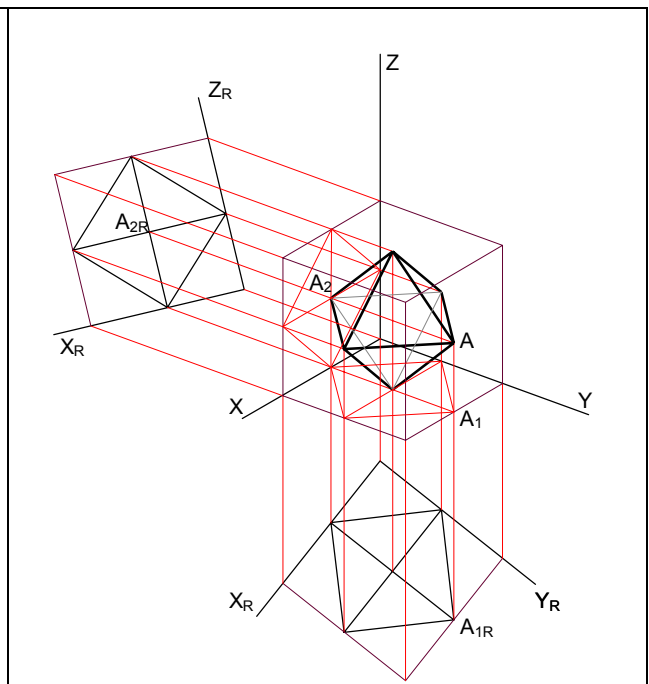
Rebatimento de um plano de topo em torno do seu traço horizontal



Secção de uma pirâmide oblíqua de base regular por um plano vertical



Sombra produzida por um quadrado [ABCD] nos planos de projecção



Representação trimétrica de um octaedro com aplicação simultânea de dois métodos construtivos: do paralelepípedo envolvente e dos cortes

MODELOS DIDÁCTICOS

Existe um conjunto de modelos expressamente concebidos para a leccionação da disciplina de Geometria Descritiva que são os seguintes:

MODELO A

Este modelo é constituído pelo sistema de planos (realizados em acrílico transparente) utilizados na representação diédrica e permite o rebatimento do plano horizontal e do plano de perfil para o plano frontal de projecção.

Como acessórios são fornecidas elementos que representam tridimensionalmente pontos, rectas e planos que podem ser projectados e representados nos planos de projecção.

MODELOS B a K

Este conjunto de modelos permite a visualização cinética de várias superfícies através da rotação de uma geratriz em torno de um eixo vertical.

Concretamente torna-se possível ver e entender o modo como é gerado um plano, um cilindro, um cone, uma esfera, um hiperbolóide (dois modelos de uma folha e um modelo de duas folhas), um parabolóide, um elipsóide e um toro.

MODELO L

Este modelo é um acessório do modelo A tendo sido concebido para visualizar a rotação de uma recta.

MODELO M

Modelo destinado a visualizar o rebatimento de um plano oblíquo, quer pelo triângulo do rebatimento quer pelas rectas horizontais ou frontais do plano. O plano oblíquo é truncado por um plano projectante que lhe é perpendicular, também ele rebatível, de modo a permitir a visualização do triângulo do rebatimento e a determinação da sua verdadeira grandeza, o que permite reproduzir espacialmente todas as operações que serão efectuadas no papel para rebater o plano.

MODELO N

Realizado com esquadros de desenho este modelo, que se destina à leccionação das axonometrias, permite a visualização do triedro definido pelos planos coordenados e da pirâmide axonométrica quando fazemos coincidir a sua base (triângulo fundamental) com o plano axonométrico. Nesta última situação torna-se possível efectuar o rebatimento de uma face da pirâmide para o plano de projecção, bem como o seu contra-rebatimento, dando a entender os procedimentos necessários para a determinação de verdadeiras grandezas e das escalas axonométricas.

GLOSSÁRIO

eixo X ou **aresta dos diedros** (linha de terra) - recta de intersecção do plano horizontal de projecção com o plano frontal de projecção

axonometrias clinogonais – axonometrias oblíquas (ver projecção clinogonal)

axonometria planométrica – designação pela qual é actualmente conhecida a axonometria militar (norma ISO 5456)

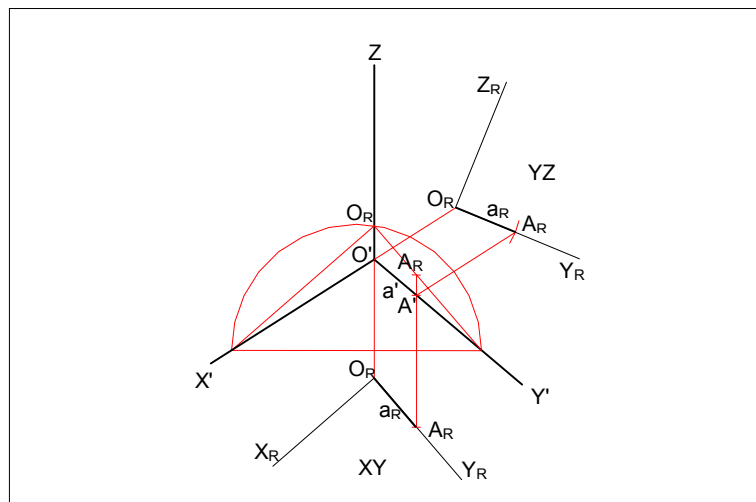
diedros de projecção (quadrantes) – são as quatro regiões do espaço definidas pelos planos de projecção horizontal e frontal. Trata-se, por conseguinte, de quatro diedros rectos, arestalmente opostos. Distinguem-se de qualquer outro diedro dada a sua especificidade devida à condição de serem definidos pelos planos de projecção.

eixos de coordenadas ortogonais - referencial analítico ou cartesiano do espaço definido pelas rectas de intersecção dos planos coordenados: horizontal, frontal e de perfil; este referencial deve ser considerado em sentido directo o que, convém notar, tem como consequência que as *abscissas* ou *larguras* positivas são marcadas para a esquerda do plano de perfil

incidência - o conceito de incidência diz respeito à mais simples relação possível entre as entidades fundamentais da geometria projectiva - os pontos, as rectas e os planos - ou seja a relação de pertença (**incidir** significa *estar em* ou *passar por*)

sistema de representação – caracteriza-se pela utilização de um determinado tipo de projecção, discriminação do número de planos de projecção e da sua posição relativa, pelo modo como é efectuada a passagem do tri para o bidimensional (ver normas ISO 5456-2, ISO 5456-3, ISO 5456-4 e ISO 10209-2)

método dos cortes – processo que consiste no rebatimento dos planos coordenados para o interior da pirâmide axonométrica (para evitar que os planos coordenados apresentem faces distintas após o rebatimento), seguido de uma translação de cada par de eixos de coordenadas segundo uma direcção normal à charneira do rebatimento, permitindo a representação de cortes horizontais e verticais do objecto. Por contra-rebatimento e através da conjugação de, pelo menos, dois cortes, obtém-se a projecção axonométrica do objecto.



mudança de diedros de projecção (mudança de planos) - utiliza-se esta designação dado que a mudança de um plano de projecção implica a mudança de diedros (note-se que as novas projecções de um ponto se correspondem através de uma nova linha de chamada)

plano frontal de projecção (plano vertical de projecção) - plano frontal de afastamento nulo

projecção clinogonal - termo utilizado para designar a projecção paralela oblíqua em relação a um plano de projecção; o termo clinogonal surge por contraponto ao termo ortogonal, encontrando-se ambos ao mesmo nível por implicarem, em si mesmos, o conceito de direcção

rectas de maior declive de um plano - rectas de maior inclinação (ou de maior ângulo) do plano em relação ao plano horizontal

rectas de maior inclinação de um plano - rectas de maior inclinação (ou de maior ângulo) do plano em relação ao plano frontal

representação diédrica ou **sistema de representação diédrica** - método ou sistema de Monge, método ou sistema da dupla projecção ortogonal, método ou sistema diédrico, projecção diédrica, etc...

teorema de Désargues - se dois triângulos têm os seus vértices alinhados a partir de um ponto (centro de projecção próprio ou impróprio), as rectas que prolongam os seus lados cortam-se, duas a duas, segundo três pontos alinhados

triedros trirrectângulos de projecção - são os oito triedros rectos definidos pelos planos de projecção horizontal, frontal e de perfil

4. BIBLIOGRAFIA

As indicações bibliográficas seguintes destinam-se fundamentalmente a professores. As obras assinaladas com um asterisco podem também ser do interesse dos alunos.

Didáctica Específica

Bensabat, F. (1996). *Ensinar Geometria Descritiva*. Trabalho realizado em regime de licença sabática, Lisboa. [texto policopiado]

Fruto da própria experiência pessoal do autor, como professor, e do contributo directo de alguns colegas, este trabalho é uma reflexão sobre o ensino da geometria descritiva e as consequências da sua aprendizagem no crescimento dos estudantes enquanto seres humanos (o que é confirmado pelos depoimentos finais de alguns alunos) sem descurar o quanto o próprio professor aprende ao ensinar. Constitui, por conseguinte, um contributo importante para a definição das finalidades da aprendizagem da disciplina no âmbito do ensino secundário, para a delimitação do âmbito de objectivos e conteúdos e de uma metodologia de ensino da Geometria Descritiva.

*Gama, M. J.; Silveira, M. F.; Carvalho, J. P.; Rebelo, J. A. (1986). *Geometria Descritiva - Planos a médio e longo prazo - 11º ano Técnico-Profissional*. Lisboa: Ministério da Educação e Cultura.

*Gama, M. J.; Silveira, M. F.; Carvalho, J. P.; Rebelo, J. A. (1986). *Geometria Descritiva - Actividades de Aprendizagem e de Avaliação - 11º ano Técnico-Profissional*. Lisboa: Ministério da Educação e Cultura.

*Gama, M. J.; Silveira, M. F.; Carvalho, J. P.; Rebelo, J. A. (1986). *Modelos Didácticos, Filme Didáctico (Ponto, Recta, Plano, Rebatimento)*. Lisboa: Ministério da Educação e Cultura.

*Rebelo, J. A.. (1986). *Modelos Didácticos, Filme Didáctico (Superfícies)*. Lisboa: Ministério da Educação e Cultura.

*Rebelo, J. A.; Silveira, M. F.; Carvalho, J. P. (1987). *Geometria Descritiva - Actividades de Aprendizagem e de Avaliação - 12º ano Técnico-Profissional*. Lisboa: Ministério da Educação e Cultura.

Estas obras, que culminaram a experiência pedagógica do relançamento do ensino técnico em Portugal em 1983-1984 pelo MEC, foram o resultado da necessidade de realizar estudos pedagógicos que possibilitassem leccionar, com sucesso e em menos tempo, os mesmos conteúdos da via vocacional.

Geometria

*Aguilar, L. T. (1993). *Alguns conceitos geométricos*. Lisboa: Lusolivro.

Este livro veicula informação essencial sobre geometria euclidiana que o autor considera indispensável como matéria introdutória ao estudo da Geometria Descritiva. Alguns dos conceitos geométricos referidos correspondem aos conteúdos do módulo inicial previsto neste Programa.

Castelnuovo, E. (1965). *La Via della Matematica - La Geometria* (5ª ed. 1977). Florença: La Nuova Italia.

Livro que ensina a ensinar geometria em ligação à realidade concreta, recorrendo frequentemente ao uso de modelos bi ou tridimensionais dinâmicos. Muitas das propostas de trabalho apresentadas são uma antecipação do *software* de geometria dinâmica que hoje temos à nossa disposição. Saliência especial para o capítulo sobre transformações geométricas.

Dahan-Dalmedico A. & Peiffer J. (1986). *Une Histoire des Mathématiques - Routes et Dédales*. Paris: Editions du Seuil.

Sendo, como o próprio título indica, uma história das matemáticas, este livro dá particular relevo à história da geometria tratando, cuidadosamente, os temas relacionados com a geometria projectiva.

Fernandes, A.N. P. (1967). *Elementos de Geometria (2)*. Coimbra: Coimbra Editora.

É um “antigo” compêndio para o 3º, 4º e 5º anos dos liceus, que aborda a geometria euclidiana, no plano e no espaço, de forma axiomática. Inclui, por conseguinte, numerosos teoremas da geometria euclidiana e as respectivas demonstrações.

Glaser, R. (1927). *Geometría del Espacio*. Barcelona: Editorial Labor SA, Biblioteca de Iniciación Cultural.

Uma geometria no espaço (euclidiano) tratada de forma axiomática mas que aborda também, sumariamente, as projecções paralelas ou cilíndricas. Particularmente relevante é o estudo de superfícies e corpos de revolução e das respectivas secções planas. Atenda-se, igualmente, ao estudo desenvolvido da esfera e da superfície esférica.

Godeaux, L. (1960). *As Geometrias*. Lisboa: Edições Europa-América, Coleção Saber.

Este livro trata a evolução da geometria, desde a geometria elementar (euclidiana) até à topologia, sistematizando as diferentes geometrias de acordo com a racionalização proposta por Klein e Sophus Lie, alicerçada, no conceito de invariante de uma transformação geométrica e na teoria dos grupos de Galois.

Joly, L. (1978). *Structure*. Lausanne: Editions Spes.

Obra geral sobre geometria, na qual são abordadas várias geometrias. Concebido como um livro didáctico visa permitir uma visão geral da estrutura das formas físicas e, mais particularmente, mostrar a importância capital da Geometria na criação e na existência de formas de qualquer espécie. Particularmente indicado para o ensino da geometria em cursos artísticos. No dizer de Rainer Mason este livro está concebido como uma “verdadeira escola da visão sem extrapolações filosóficas”.

Loria, G. (1921). *Storia della Geometria Descrittiva dalle Origini sino ai Giorni nostri*. Milano: Ulrico Hoepli, Manuali Hoepli.

História dos diferentes sistemas de representação descritivos (perspectiva, dupla projecção ortogonal, planos cotados e axonometria), construída através das contribuições provenientes de diversas personagens, e respectivos países, para o desenvolvimento da Geometria Descrittiva. Saliência especial para a referência à situação portuguesa onde é referido o contributo de Motta Pegado e Schiappa Monteiro.

Macedo, A. A F.(1947). *A Geometria ao Alcance de toda a Gente, Parte I, Iniciação geométrica* (Vol. I e II, pp. 127 e 133). Lisboa: Cosmos, Biblioteca Cosmos.

Este livro de iniciação à geometria elementar, no plano (vol. I, planimetria) e no espaço (vol. II, estereometria e complementos), acaba por tratar os conceitos fundamentais da geometria de forma desenvolvida e rigorosa mas bastante acessível porque ligada a situações concretas retiradas da realidade envolvente. Salienta-se no 1º volume o tema da semelhança de triângulos e a sua aplicação na determinação de distâncias inacessíveis e, no 2º, o estudo desenvolvido da perpendicularidade de rectas e planos directamente relacionada, mais uma vez, com o problema da determinação de distâncias.

Marcogli, A. (1971). *Teoria del Campo - Corso di educazione alla Visione* (2). Florença: Sansoni.

Texto relativo aos fundamentos visuais, tratados em articulação com actividades de projecto, mas que aborda com bastante desenvolvimento temas da geometria, da geometria descritiva e projectiva, da cartografia, da matemática, da topologia, sempre ligados a experiências desenvolvidas na sala de aula.

Massironi, M. (1983). *Ver pelo Desenho - Aspectos técnicos, cognitivos, comunicativos*. Lisboa: Edições 70.

“Ver pelo desenho”, como o próprio título pressupõe, procura demonstrar como o desenho é um instrumento determinante de conhecimento e de comunicação. Constituindo uma abordagem lata a todas as formas de representação este livro não deixa de abordar, especificamente, a participação da geometria descritiva e do desenho técnico neste processo.

*Morais, J. S.(1996). *Desenho de Construções mecânicas I (Desenho Básico)*. Porto: Porto Editora.

Manual que aborda a normalização referente ao desenho (traçado, equipamento e cotagem), as construções básicas da geometria plana (no capítulo desenho geométrico), e trata o tema das projecções, com uma introdução à representação diédrica e múltipla projecção, à axonometria e perspectiva.

Reinhardt, F.& Soeder H. (1984). *Atlas de Matemáticas 1 - Fundamentos, Álgebra y Geometria*. Madrid: Alianza Editorial.

Obra de carácter expositivo, justapondo a cada página de texto uma página de ilustrações correspondente, recolhendo exemplos, fórmulas, tabelas e representações geométricas. O 1º volume abarca fundamentos de matemática, a álgebra, a geometria e a topologia. Em virtude do índice alfabético pormenorizado este livro pode utilizar-se também como obra de consulta e prontuário.

*Veloso, E. (1998). *Geometria - Temas actuais*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Esta obra cobre inúmeros temas de Geometria Elementar (e menos elementar) e contém um manual de sugestões de trabalho para abordar os diferentes aspectos da Geometria. São de salientar os muitos exemplos históricos que ajudam a perceber a importância que a Geometria desempenhou na evolução da Matemática, ao mesmo tempo que fornecem excelentes exemplos para uso na sala de aula ou como proposta de trabalho a desenvolver, eventualmente, na área de projecto, ou ainda para alunos mais interessados. É altamente recomendável a leitura do capítulo I que foca a evolução do ensino da geometria em Portugal e no resto do mundo e ajuda a perceber a origem das dificuldades actuais com o ensino da Geometria. O recurso a *software* de geometria dinâmica é usado de forma “natural” para “resolver - ou suplementar a resolução - de problemas, proceder a investigações, verificar conjecturas, etc.” Este livro tem já um “prolongamento” na Internet no endereço:

<http://www.iie.min-edu.pt/iie/edicoes/livros/cdces/cdces11/index.htm>

Geometria Descritiva

Albuquerque, L. (1969). *Elementos de Geometria Projectiva e Geometria Descritiva*. Coimbra: Livraria Almedina.

Este livro, que se inicia com uma abordagem à geometria projectiva e, seguidamente, desenvolve o estudo do sistema da dupla projecção ortogonal, da projecção cónica central e das projecções cotadas, evidencia, pela sua própria organização, a importância estrutural da geometria projectiva na construção de qualquer sistema descritivo.

Almeida, Á. D. (1996). Nota acerca de alguns equívocos suscitados por um método de edição de axonometria (contributo para uma necessária discussão de conceitos). *Boletim da APROGED*, (1) 10-11.

Reflexão sobre a adequação e vocação da axonometria na representação de formas. Nomeadamente defende-se, com justeza, que, quanto mais ordenada for a forma do objecto relativamente ao sistema de eixos coordenados, maior será a eficácia do sistema axonométrico na sua representação.

*Aubert, J. (1982), *Dessin d'Architecture a partir de la Geometrie Descriptive*. Paris: Edition la Villette.

Curso de Desenho de Arquitectura a partir da Geometria Descritiva, para uso dos alunos do 1º ano das escolas de arquitectura.

*Carreira, A. (1972). *Compêndio de Desenho* [para o 3º ciclo do ensino liceal]. Lisboa: Livraria Sá e Costa.

Adoptado como livro único nos anos 60/70 para um programa iniciado em 1949 foi, à morte do autor, completado por Mata de Almeida. É uma obra bem sistematizada abarcando o desenho geométrico (geometria descritiva), o esboço cotado e o desenho à vista. É um digno continuador da obra de Marques Leitão de 1909.

Costa, M. C. (1997). Reflexões sobre o ensino e as aplicações da Geometria Descritiva. *Boletim da APROGED*, (3 e 4.) 9-13.

Este texto, onde são enunciadas as finalidades, os objectivos, as competências e os conteúdos que devem integrar o ensino da Geometria Descritiva a nível secundário e a nível superior, constituiu (conjuntamente com os pareceres dados pelo autor sobre versões anteriores) um referencial determinante na elaboração dos actuais Programas de Geometria Descritiva do Ensino Secundário.

Costa, M. C. (1998). O futuro da Geometria Descritiva. *Boletim da APROGED*, (7). 3-14.

Produzido na sequência da palestra com o mesmo título proferida no Seminário “Como ensinar Geometria Descritiva”, organizado pela APROGED, este artigo revisita a história da Geometria Descritiva para enquadrar o momento actual e perspectivar o futuro da disciplina face aos novos desafios levantados pela invenção formal, aliada às novas possibilidades tecnológicas, de arquitectos como Ghery e Eisenman, postulando a indispensabilidade da disciplina no âmbito da representação gráfica e da estruturação formal dos objectos, particularmente, como ferramenta conceptual.

*França, A. (s/d). *Caderno Auxiliar de Geometria Descritiva*. Porto: Livraria Athena.

Livro de exercícios que é um complemento do compêndio de António Carreira.

Geffroy, J. (1945). *Traité pratique de Géométrie Descriptive*. Paris: Librairie Armand Colin.

É um pequeno tratado de geometria descritiva que trata as várias situações espaciais utilizando em simultâneo as projecções cotadas e a dupla projecção ortogonal. Destaca-se o recurso a qualquer dos métodos auxiliares e a preocupação de estabelecer maiores ou menores valias de cada um deles na resolução concreta de problemas. Dedicou um dos capítulos à homologia plana.

*Gonçalves, L. (1979). *Geometria Descritiva 1 - 10º Ano de Escolaridade*. Lisboa: Emp. Lit. Fluminense Lda.

*Gonçalves, L. (1981). *Geometria Descritiva 2 - 11º Ano de Escolaridade*. Lisboa: Emp. Lit. Fluminense Lda..

Baseado nos programas em vigor nos anos 80, foram na verdade, como o próprio autor afirma no prefácio “uma resposta possível aos condicionalismos do nosso Ensino e às dificuldades que os alunos vêm sentindo”, evitando “receitas” e situações que, pelo seu particularismo, se tornassem “enigmas”.

Gordon, V.O., Sementsov, M.A. & Oguievsky (1974). *Problemas de Geometria Descriptiva*. Moscovo: Mir.

Gordon, V. O., Sementsov, M. A. & Oguievsky (1980). *Curso de Geometria Descriptiva*. Moscovo: Mir.

Os parâmetros que caracterizam esta obra assemelham-se aos indicados na obra de Krylov, abaixo referida.

Guasp, J. B. (1995). *Sistema Diédrico Directo - Fundamentos y Ejercicios I*. San Sebastián: Editorial Donostiarra.

Neste livro é proposta a utilização do sistema diédrico directo, no qual, as entidades geométricas, consideradas individualmente ou em relação, são tratadas sem ter em consideração um referencial fixo de projecção. Deste modo torna-se irrelevante a representação das rectas de intersecção dos planos de projecção (eixo X ou LT), bem como, dos traços de rectas e de planos nesses mesmos planos de projecção. Num dos capítulos procura-se estabelecer uma comparação entre a representação diédrica convencional (ou clássica) e a directa.

Haack, W. (1962). *Geometria Descriptiva*. Cidade do México: Uthea. [3 Volumes]

Nos dois primeiros tomos desta obra trata-se, principalmente, dos sistemas de representação que indicam as dimensões dos corpos; enquanto no terceiro volume se expõem, preferencialmente os que proporcionam um carácter mais intuitivo e imediato ao desenho. A relação com resultados puramente matemáticos consiste na dedução e nas demonstrações dos diferentes sistemas.

Izquierdo Asensi, F. (1985). *Geometria Descriptiva* (Vol. 16). Madrid: Editorial Dossat SA.

Esta *Geometria Descriptiva* trata exaustivamente os sistemas diédrico, cotado, axonométrico e cónico (onde se inclui uma abordagem à projecção gnomónica e à construção de relógios de sol), ainda que o tipo de abordagem proposto seja, sobretudo, pragmática. É contudo, no âmbito do sistema diédrico, que é dado maior desenvolvimento ao estudo de sólidos e de superfícies, sendo tratadas questões de concordância ou de intersecção recíproca.

Krylov, N., Lobandievsky, P. & Maine, S. (1971). *Géométrie Descriptive*. Moscovo: MIR.

Esta obra centra o desenvolvimento dos seus conteúdos na importância prática da Geometria Descritiva na familiarização com a linguagem representativa e técnica expressiva dos desenhos, ensinando a construí-los e a lê-los sem dificuldade. Obviamente o estudo da Geometria Descritiva contribui para formar uma imaginação representativa e adquirir hábitos de raciocínio lógico. Aperfeiçoa a aptidão para recriar em pensamento a forma dos objectos representados sobre um plano e prepara, assim, o futuro técnico (arquitecto, designer, engenheiro), para o estudo de disciplinas espaciais e para a criação técnica pelo estabelecimento de projectos.

*Leitão, C.A. M. (1909). *Desenho*. Lisboa: Fernandes e Companhia Editores. [5 volumes]

Apesar da sua edição datar de 1909, pode considerar-se, pedagogicamente, das obras mais profundas no ensino do, então, Desenho, com uma qualidade gráfica (e de leitura) que não vemos conseguida actualmente em obras do ensino secundário de Desenho e Geometria Descritiva.

Mateus, N. C. (2001). Os problemas básicos da Geometria Descritiva (a propósito dos novos Programas). *Boletim da APROGED*, (14). 3-9.

Transcrição da intervenção do autor no III encontro da APROGED – “Geometria: que futuro?” – onde se questiona, com pertinência, a sequência metodológica clássica no ensino da Geometria Descritiva que, na opinião do autor, tem contribuído para o insucesso escolar real na aprendizagem da disciplina. Nuno Mateus acompanha esta crítica de uma contraproposta que justifica, cuidadosamente, quer sob o ponto de vista científico quer pedagógico.

Monge, G. (ed. 1996). *Geometría Descriptiva*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales e Puertos.

Trata-se da edição *facsimilada* de uma tradução castelhana de 1803, da Geometria Descritiva de Monge para uso na “Escuela de Caminos”, precedida do historial da respectiva escola e de algumas notas sobre a Geometria Descritiva e o seu ensino em Espanha. Destaque para a qualidade, excelente, das ilustrações.

Morais, J. S. (1995). *Geometria Descritiva* [para o 1º Ano de Engenharia Mecânica]. Porto: FEUP – DMEGI. [policopiado]

Sebenta, destinada aos alunos de Engenharia Mecânica da FEUP, sobre os fundamentos da representação diédrica, onde se ensaia e se tenta demonstrar a maior versatilidade e funcionalidade do sistema directo em contraponto com sistema clássico de Monge. Destaca-se, ainda, o desenvolvimento do estudo da representação axonométrica ortogonal e o capítulo consagrado a planificações.

Nannoni, D. (1978, 1981). *Il Mondo delle Proiezioni - Applicazioni della Geometria Descritiva e Proiettiva* (1, 2, 3). Bologna: Cappelli Editore.

Este tratado de geometria projectiva e descritiva trata de forma rigorosa e exaustiva os diferentes sistemas de representação. Salienta-se a primeira parte do livro sobre homologia e afinidade e os capítulos onde se desenvolve o estudo das sombras.

Pal, I. (1959). *Geometria Descriptiva (con Figuras estereoscópicas)*. Madrid: Aguilar.

Na linha de TAIBO, tem um similar recente na obra de R. SCHMIDT.

Pegado, L. P. M. (1899). *Curso de Geometria Descritiva da Escola Polytechnica - Tomo I e II - Texto*. Lisboa: Typographia da Academia Real das Sciencias.

Este curso, da autoria de um dos maiores géometras portugueses, é um verdadeiro tratado sobre a matéria sendo, por isso, indispensável para todos que a queiram estudar a fundo. Extremamente relevante é o facto de Motta Pegado, dando nota de uma total actualização científica, tratar a geometria descritiva tendo sempre como pano de fundo as transformações geométricas. É, aliás, por aí que se inicia o seu livro. Considerando irrelevante a fixação dos planos de projecção Pegado não utiliza a LT. Para além da dupla projecção ortogonal o autor também trata o sistema das projecções cotadas.

*Pinheiro, C. S. & Sousa, P. F. (1979). *Desenho*. Textos Pré-Universitários (Vol. 39). Lisboa: Ministério da Educação.

*Pinheiro, C. S. & Sousa, P. F. (1980). *Desenho*. Textos Pré-Universitários (Vol. 55). Lisboa: Min. da Educação e Ciência.

Compêndios destinados ao ano propedêutico (que o 12º ano de escolaridade substituiu). O TPU39 compreende o estudo de superfícies e das sombras em dupla projecção ortogonal. O TPU55 desenvolve estudo da perspectiva e da representação axonométrica.

Ribeiro, C. T. (1991), *Geometria Projectiva*. Lisboa: Editora Europress.

“...sem dúvida, um excelente auxiliar dos estudantes e profissionais de engenharia, visando ensinar e ajudar a utilizar de forma mais eficiente a linguagem da profissão.” (Transcrição, com a devida vénia, da opinião de Veiga da Cunha no prefácio desta obra).

Rodríguez de Abajo, F. J. (1992). *Geometria Descritiva - Sistema Diédrico*. San Sebastian: Editorial Donostiarra.

Abordagem exaustiva e sistemática do “sistema diédrico” . Nota-se que o autor sugere o recurso à tripla projecção ortogonal para resolver situações de perfil. Saliência, também, como é norma em todos os livros dirigidos por Rodríguez de Abajo, para o capítulo introdutório sobre homologia onde se realiza um estudo desenvolvido das cónicas. Esse capital oferecido logo de início é activamente utilizado nas diversas situações projectivas tratadas em representação diédrica.

Rodríguez de Abajo, F. J. & BENGUA, V. A. (1987). *Geometria Descritiva - Sistema Axonometrico*. (5ª ed.) Alcoy: Editorial Marfil SA.

Na linha do livro dedicado ao sistema diédrico também este desenvolve, com profundidade, o estudo do sistema axonométrico ortogonal.

Rodríguez de Abajo, F. J. & BLANCO, A. R. (1982), *Geometria Descritiva - Sistema de Perspectiva Caballera*. (3ª ed.) San Sebastian: Editorial Donostiarra.

Estudo desenvolvido da axonometria por projecção oblíqua muito semelhante ao dedicado à axonometria ortogonal.

Sánchez Gallego, J. A. (1992). *Geometría Descritiva - Sistemas de Proyección cilíndrica*. Barcelona. Ediciones UPC.

Livro muito interessante sobre os diversos sistemas de projecção cilíndrica particularmente porque se propõe o estudo das diversas situações/problemas espaciais utilizando em simultâneo os vários sistemas de representação. Também relevantes são os capítulos iniciais onde se discute a essência de cada um deles e a sua vocação particular. Em relação à

representação diédrica a preferência de Gallego recai sobre o diédrico directo, preferência essa que justifica com uma sólida argumentação. Em relação à representação axonométrica são apresentados dados históricos que enquadram o aparecimento do “método dos cortes” sendo devidamente explicado o seu funcionamento e aplicação.

*Sant’ana, S. & GOMES, B. (1980). *Desenho e Geometria Descritiva*. Porto: Porto Editora.

Livro de texto conciso, com exercícios muito bem elaborados.

*Santos, P.(s/d). *Aprender a ver em Geometria Descritiva*. Coimbra: Livraria Arnado.

Obra destinada à iniciação em Geometria Descritiva como o próprio título sugere. A sua apresentação como livro em folhas soltas permite que os alunos executem a montagem tridimensional e, efectuando os cortes e dobragens convenientes, tenham a “percepção” da passagem ao bidimensional (plano de desenho).

*Schmidt, R. (1986). *Geometria Descritiva con Figuras estereoscópicas*. Barcelona: Editorial Reverté SA.

A obra mais completa e cuidada em termos de representação de superfícies em estereoscopia.

*Sousa, P. F.(s/d). *Desenho*. Textos Pré-Universitários (Vol. 13). Lisboa: Ministério da Educação.

Compêndio destinado ao ano propedêutico (que o 12º ano de escolaridade substituiu). O TPU13 compreende uma introdução à dupla projecção ortogonal seguida do estudo dos métodos auxiliares e de problemas métricos.

Taibo, A. (1943). *Geometria Descriptiva e sus aplicaciones* [3 volumes]. Madrid: s/ed.

Das primeiras obras com figuras em estéreo.

Xavier, J. P. (1999). Acerca da “nova” terminologia dos Programas de Desenho e Geometria Descritiva A e B. *Boletim da APROGED*, (9). 13-15.

Neste artigo, como o próprio título indica, procura-se mostrar que a terminologia usada nos actuais Programas de Geometria Descritiva não tem qualquer novidade estando já largamente difundida e utilizada (excepto no nosso País) à luz da necessidade de fazer convergir áreas disciplinares distintas, mas afins, como sejam, a Geometria Analítica, a Geometria Descritiva e o Desenho Técnico.

Xavier, J. P. (2000). A Axonometria como método descritivo. *Boletim da APROGED*, (12). 7-22.

Transcrição de uma comunicação apresentada no Encontro Nacional da APROGED, “Saber ver a Geometria Descritiva”, onde o autor se debruça sobre o enquadramento histórico-cultural da representação axonométrica. O texto constitui, igualmente, uma reflexão sobre a preponderância actual deste sistema de representação na modelação tridimensional em CAD. Na parte final é apresentado um método construtivo na axonometria ortogonal, conhecido como “método dos cortes”, secundado pela amostragem de trabalhos de alunos de Geometria da FAUP.

Desenho Técnico

*Cunha, L. V. (1984). *Desenho Técnico* (Vol. 6). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Manual sobre os mais variados temas de desenho técnico (embora não actualizado) precedido de informação sobre muitas construções geométricas euclidianas.

Morais, J. S. (1996). *Desenho de construções mecânicas III (Desenho Técnico)*. Porto: Porto Editora.

Livro de referência sobre Desenho Técnico e, também, um dos mais actualizados sobre o tema.

NORMAS

Norma ISO 128 Princípios gerais de representação

Norma ISO 216 Formatos de papéis

Norma ISO 2594 Métodos de projecção (desenho de construção civil)

Norma ISO 3098 Escrita

Norma ISO 5456-1/2/3/4 Métodos de projecção

Norma ISO 5457 Formatos dos desenhos

Norma ISO 9175 a 9180 Material de desenho

Norma ISO 10209-1 Termos relativos aos desenhos técnicos (generalidades e tipo de desenho)

Norma ISO 10209-2 Termos relativos aos métodos de projecção

Endereços na Internet:

<http://www.geom.umn.edu/>

<http://www.ul.ie/~rynnnet/keanea/homepage.html>

<http://www.albares.com/dibujotecnico/salaestudios/salaestudios.htm>

<http://www.arq.ufrgs.br/>

<http://www.mat.uel.br/barison/DGGDcont.htm>

http://www.cce.ufsc.br/~ligsouza/geometria_descritiva.htm

<http://indigo.ie/~paulmcd/>

<http://www.engr.ukans.edu/~rhale/ae421/giesecke/CHAP17.PDF>

<http://thales.cica.es/ed/practicas/TecInfo/09/indice.html>

<http://www.anth.org.uk/NCT/>

<http://mane.mech.virginia.edu/~engr160/Graphics/Outline.html>

<http://drr.arc.uniroma1.it/decarlo/>

<http://www.terravista.pt/ancora/6707/impindex2.html>

<http://www.fc.up.pt/atractor>

PROPOSTA DE GESTÃO CURRICULAR – 10º ANO – DISCIPLINA DE GEOMETRIA DESCRITIVA A 1º BLOCO

Competências Específicas da disciplina	Competências a trabalhar no 10ºano	Núcleos de conteúdos / Aprendizagens significativas	Propostas de trabalho	Elementos a avaliar	Propostas de instrumentos de avaliação	Calendarizar ação
<p>Percecionar e visualizar no espaço.</p> <p>Aplicar os processos construtivos da representação.</p> <p>Reconhecer a normalização referente ao desenho.</p> <p>Utilizar os instrumentos de desenho e executar os traçados.</p> <p>Utilizar a Geometria Descritiva em situações de registo.</p> <p>Representar formas imaginadas.</p> <p>Ser autónomo no desenvolvimento de actividades individuais.</p> <p>Planificar e organizar o trabalho.</p> <p>Cooperar em trabalho colectivo.</p>	<p>Percecionar e visualizar no espaço.</p> <p>Aplicar os processos construtivos da representação.</p> <p>Reconhecer a normalização referente ao desenho.</p> <p>Utilizar os instrumentos de desenho e executar os traçados.</p> <p>Utilizar a Geometria Descritiva em situações de registo.</p> <p>Representar formas</p> <p>Ser autónomo no desenvolvimento de actividades individuais.</p> <p>Planificar e organizar o trabalho.</p> <p>Cooperar em trabalho colectivo.</p>	<p><u>Módulo inicial – 2 blocos</u> Ponto; recta; plano; posição relativa de rectas e de planos; perpendicularidade de rectas e de planos; superfícies; sólidos e secções planas de sólidos e truncagem.</p> <p><u>Introdução à Geometria Descritiva – 1 bloco</u> Resenha histórica, objecto e finalidades, noção de projecção.</p> <p>Tipos de projecção: Projecção central ou cónica; projecção paralela ou cilíndrica – 1 bloco</p> <p><u>Sistemas de representação – 2 blocos</u></p> <p>Introdução ao estudo dos sistemas de representação triédrica e diédrica.</p> <p>Representação triédrica Representação diédrica Vantagens e inconvenientes de ambos os sistemas de representação.</p> <p><u>Representação diédrica</u> Ponto – 4 blocos Localização de um ponto Projeções de um ponto</p>	<p>Módulo inicial Abordagem intuitiva e dedutiva do espaço com recurso a modelos tridimensionais.</p> <p>Introdução à Geometria Descritiva Mostrar desenhos, que permitem ilustrar os diversos estádios de desenvolvimento da representação rigorosa.</p> <p>Apresentar sistemas de representação com imagens sugestivas.</p> <p>Identificar e definir os elementos estruturantes do sistema de representação triédrica, com recurso a modelos tridimensionais.</p> <p>Representação diédrica Construir em cartolina o sistema de planos (referencial) tridimensional.</p> <p>Visualizar o espaço com recurso ao referencial.</p> <p>Caracterizar os métodos de representação triédrica e</p>	<p>Domínio de conceitos. Do conhecimento dos princípios teóricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpretação de representações de formas; - Identificação dos sistemas de representação utilizados; - Distinção entre as aptidões específicas de cada método, com vista à sua escolha na resolução de cada problema concreto de representação; - Relacionamento de métodos e/ou processos. <p>Do conhecimento dos processos construtivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpretação de dados ou de descrições verbais de procedimentos gráficos; - Aplicação dos processos construtivos na representação de formas; - Economia nos processos usados; - Descrição verbal dos 	<p>Trabalhos realizados nas aulas ou delas decorrentes quer em termos dos produtos finais quer em termos dos materiais produzidos durante o processo.</p> <p>Observação directa das operações realizadas durante a execução dos trabalhos.</p> <p>Intervenções orais.</p> <p>Testes de avaliação.</p> <p>Caderno diário.</p> <p>Trabalho de casa.</p> <p>Atitudes reveladas durante as actividades.</p>	<p>1º Período</p>

<p>Segmento de recta – 6 blocos Projecções de um segmento de recta Posição do segmento de recta em relação aos planos de projecção Recta – 8 blocos Recta definida por dois pontos Projecções da recta Ponto pertencente a uma recta Traçados da recta nos planos de projecção e nos planos bissectores Posição da recta em relação aos planos de projecção Posição relativa de duas rectas</p> <p>Figuras planas I – 4 blocos</p> <p>Plano – 16 blocos Definição do plano Rectas contidas no plano Ponto pertencente a um plano Rectas notáveis de um plano Posição de um plano em relação aos planos de projecção</p> <p>Intersecções (rectas/planos e planos/planos) – 20 blocos</p> <p>Sólidos I – 7 blocos Pirâmides Prismas Esfera Pontos e linhas situados nas arestas, nas faces ou nas superfícies dos sólidos</p> <p>Métodos geométricos auxiliares I - 12 blocos (Casos que impliquem apenas uma mudança) Rotações (casos que impliquem apenas uma rotação) Rebatimento de planos projectantes.</p>	<p>diédrica. Representar didacticamente os elementos geométricos: ponto, segmento de recta, recta e plano. Resolver problemas gerais de incidência relativos a estes elementos. Representar figuras planas I (polígonos e círculo) situadas em planos paralelos aos planos de projecção (horizontais, frontais ou de perfil). Resolver problemas gerais de intersecção relativos a rectas e / ou planos. Representar sólidos I, regulares e oblíquos (pirâmides, cones, prismas e cilindros) com base horizontal, frontal ou de perfil. Representar pontos pertencentes às arestas, faces ou superfícies dos sólidos. Aplicar os métodos geométricos auxiliares I (mudança de diedro de projecção que impliquem só uma mudança, rotações e rebatimentos) para a obtenção de verdadeiras grandezas. Representar figuras planas II (polígonos e círculos) situadas em planos projectantes (verticais ou de topo).</p>	<p>procedimentos gráficos para a realização dos traçados.</p> <p><u>Do conhecimento relativo à normalização:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpretação de desenhos normalizados; - Aplicação das normas nos traçados. <p>Domínio técnicas. <u>Utilização dos instrumentos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Escolha dos instrumentos para as operações desejadas; - Manipulação dos instrumentos; - Manutenção dos instrumentos. <p><u>Execução dos traçados:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cumprimento das normas; - Rigor gráfico; - Qualidade do traçado; - Legibilidade das notações. <p>Domínio da realização. <u>Como instrumento de comunicação ou registo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Recurso à representação de formas, para as descrever; - Legibilidade e poder expressivo das representações; - Pertinência dos desenhos realizados. <p>Domínio das atitudes.</p>	<p>2º Período</p>
			<p>3º Período</p>

Figuras planas II – 4 blocos

Sólidos II – 8 blocos

**Intersecção de rectas de perfil
com planos – 2 blocos**

Atitudes manifestadas no

trabalho:

- Autonomia no desenvolvimento de actividades individuais;
- Cooperação em trabalhos colectivos;
- Planificação e organização.

NOTA* A Atribuição de carga horária, expressa em números de aulas de 90 minutos cada, à abordagem de cada ponto do programa é uma sugestão passível de alteração, quer causada por demoras imprevistas nas actividades de desenvolvimento dessas abordagens, quer pela necessidade de organização da turma com ritmos de aprendizagens diferentes ou com trabalhos de execução de diferentes durações.

Referencial de avaliação aprovado em Conselho Pedagógico do dia de 2013

Referencial de Avaliação - E. Secundário – Geometria Descritiva A – 10º ano (1º Bloco) 11º ano (2º Bloco)

Ano Lectivo 2013/2014

ELEMENTOS / REFERENTES	CRITÉRIOS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> - Domínio de conceitos. - <u>Do conhecimento dos princípios teóricos:</u> - Interpretação de representações de formas; - Identificação dos sistemas de representação utilizados; - Distinção entre as aptidões específicas de cada método, com vista à sua escolha na resolução de cada problema concreto de representação; - Relacionamento de métodos e/ou processos. - <u>Do conhecimento dos processos construtivos:</u> - Interpretação de dados ou de descrições verbais de procedimentos gráficos; - Aplicação dos processos construtivos na representação de formas; - Economia nos processos usados; - Descrição verbal dos procedimentos gráficos para a realização dos traçados. - <u>Do conhecimento relativo à normalização:</u> - Interpretação de desenhos normalizados; - Aplicação das normas nos traçados. - Domínio técnicas. - <u>Utilização dos instrumentos:</u> - Escolha dos instrumentos para as operações desejadas; - Manipulação dos instrumentos; - Manutenção dos instrumentos. - <u>Execução dos traçados:</u> 	<p>Aplicação dos processos construtivos na representação de formas</p> <p>Manipulação dos instrumentos</p> <p>Aplicação das normas nos traçados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rigor gráfico - Qualidade do traçado - Legibilidade das notações - Pertinência dos desenhos realizados - Autonomia - Planificação e organização - Responsabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalhos realizados nas aulas ou delas decorrentes quer em termos dos produtos finais quer em termos dos materiais produzidos durante o processo. - Observação directa das operações realizadas durante a execução dos trabalhos. - Intervenções orais. - Testes de avaliação. - Caderno diário. - Trabalho de casa. - Atitudes reveladas durante as actividades.

<ul style="list-style-type: none"> - Cumprimento das normas; - Rigor gráfico; - Qualidade do traçado; - Legibilidade das notações. - Domínio da realização. - <u>Como instrumento de comunicação ou registo:</u> - Recurso à representação de formas, para as descrever; - Legibilidade e poder expressivo das representações; - Pertinência dos desenhos realizados. - Domínio das atitudes. - <u>Atitudes manifestadas no trabalho:</u> - Autonomia no desenvolvimento de actividades individuais; - Cooperação em trabalhos colectivos; - Planificação e organização. 		
--	--	--

Salvo metodologia justificada o peso relativo na avaliação final não deve ser superior a...

Competências essenciais do Domínio:		Peso relativo na avaliação final
Do saber		Até 90%
Relacional		Até 10%