

**Universidade Aberta**

## **Aplicação e-Learning em Geometria Descritiva**



**José Manuel Gonçalves Moutinho Russo**

Dissertação apresentada à Universidade Aberta para a obtenção do grau de Mestre em Expressão Gráfica, Cor e Imagem

**Orientação Científica**

Professor Doutor Carlos Tavares Ribeiro

Lisboa, Outubro de 2008

## Agradecimentos

A todos os que, de forma directa ou indirecta, contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

Em particular, à minha filha Ana Alexandra, pela participação nas fotos destinadas aos textos didácticos, à minha esposa e ao meu orientador Professor Doutor Carlos Tavares Ribeiro pelo grande incentivo e apoio dado ao longo deste trabalho.

# Índice

Agradecimentos.....	II
Resumo .....	VI
Palavras-chave.....	VI
Abstract .....	VII
Keywords .....	VII
Introdução .....	VIII
Objectivo .....	IX
Metodologia.....	X
<b>Capítulo 1. Evolução dos processos de representação .....</b>	<b>1</b>
1.1. Representação Simbólica.....	2
1.2. Representação Estética.....	3
1.3. Representação Operativa.....	4
1.4. Percursos da representação.....	6
1.5. Sistematização dos Sistemas e Métodos de Representação.....	17
1.5.1. Sistema de Projecção Central.....	18
1.5.2. Sistema de Projecção Paralela .....	19
<b>Capítulo 2. A Geometria Descritiva e os Métodos de Aprendizagem.....</b>	<b>24</b>
2.1. O ensino da Geometria Descritiva.....	25
2.1.1. A Geometria Descritiva como um ramo da Álgebra.....	26
2.1.2. A Ilustração na Geometria Descritiva .....	27

2.1.3.	A Informática e a Geometria Descritiva.....	31
2.1.4.	A Geometria Descritiva e os Modelos .....	34
2.2.	A Geometria Descritiva nas reformas educativas em Portugal .....	37
2.3.	Notação e Normalização .....	40
2.3.1.	Notação.....	42
2.3.2.	Traçados.....	47
<b>Capítulo 3.</b>	<b>Ensino a Distância e e-Learning .....</b>	<b>50</b>
3.1.	As Origens do Ensino a Distância (EAD).....	51
3.2.	A Linguagem e os Media no Ensino a Distância .....	52
3.3.	Concepção de Conteúdos e-Learning .....	55
3.3.1.	Concepção e Desenvolvimento de um Projecto de Curso a Distância .....	56
3.3.2.	Concepção e Design de um Curso a Distância .....	57
3.4.	Criação de um curso numa plataforma de e-Learning .....	59
3.4.1.	Porquê utilizar o Moodle?.....	59
3.4.2.	Características do Moodle.....	60
3.4.3.	A Construção de uma disciplina.....	63
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Sala Virtual de Geometria Descritiva .....</b>	<b>70</b>
4.1.	Organização da Sala Virtual.....	71
4.1.1.	Design da Sala Virtual.....	72
4.1.2.	Tópicos da Sala Virtual.....	73
4.2.	Concepção de modelos tridimensionais.....	80
4.2.1.	Media utilizados na comunicação de construção de modelos .....	80

4.2.2. Recursos Informáticos.....	81
4.2.2.1. Hardware.....	82
4.2.2.2. Software .....	83
4.2.3. Materiais e Ferramentas necessários à construção de modelos.....	84
4.2.4. Exemplos de aplicação na construção e utilização de modelos.....	86
4.2.4.1. Exemplo 1 – Vamos construir os Planos de Projecção .....	87
4.2.4.2. Exemplo 2 – Vamos construir os Elementos Geométricos.....	96
4.2.4.3. Exemplo 3 – Introdução ao estudo do Ponto .....	103
4.2.4.4. Exemplo 4 – Representação do Ponto .....	113
<b>Capítulo 5. Conclusões .....</b>	<b>124</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>128</b>
<b>Sites consultados.....</b>	<b>131</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>133</b>

## Resumo

O Ensino a Distância e, em particular, o *e*-Learning têm vindo a constituir alternativas ou complementos ao ensino tradicional. A substituição da sala de aula e dos horários rígido por um espaço indefinido com horário flexível, de facto, veio possibilitar o início, a continuação ou a conclusão de estudos que de forma clássica seriam impossíveis ou, pelo menos, mais penosos. Muitas áreas do conhecimento, como as Línguas e Literatura ou mesmo a Matemática, podem integrar-se, de forma relativamente fácil, neste modelo de aprendizagem. No entanto, no que respeita à Geometria Descritiva, uma disciplina tradicionalmente de apreciável complexidade, a situação não se mostrou pacífica – como demonstrar o funcionamento de um processo de representação bidimensional de formas tridimensionais, que se situam no espaço? Apesar de existir software didáctico de qualidade, existem perfis de alunos que encontram dificuldade em lidar com ilustrações, mesmo que em perspectivas muito próximas da realidade. É neste âmbito, que esta dissertação desenvolve um modelo de Ensino a Distância (ou mesmo misto, o *b*-Learning) em que a construção e manipulação de Modelos constitui a principal via de aprendizagem do aluno relativamente a esta disciplina. A possibilidade de manipulação, que se concebeu e disponibiliza, associada às características social e construtivista da plataforma Moodle (onde foi implementada esta metodologia), contribui para um maior envolvimento do aluno no seu próprio processo de ensino-aprendizagem: as orientações apresentadas nos sucessivos documentos permitem-lhe observar, analisar, inferir e chegar às conclusões daquilo que lhe é apresentado, invariavelmente, de forma bidimensional.

## Palavras-chave

Geometria Descritiva, *e*-Learning, Ensino a Distância, Moodle.

## **Abstract**

Distance Education and *e*-Learning, in particular, became alternatives or complementation to traditional teaching. Substituting classroom and fixed schedules by an undefined place and time flexible, made possible the beginning and conclusion of studies that through classic ways would not be so efficient, impossible or, at least, more laborious. Many areas of knowledge, as Languages and Literature or Mathematics, can be easily adapted to *e*-Learning models. However, for Descriptive Geometry studies and learning the process can not be so standard – how to demonstrate the functioning of a process of bi-dimensional representation of three-dimensional forms, that if point out in the space? Although there is some educational software available, general pupils' profiles find difficulty in dealing with illustrations, even as perspectives close to reality. It is within this scope, that this dissertation develops a model of Education (or in the distance exactly mixing, *b*-Learning) where the construction and manipulation of Models is one of the main ways of learning Descriptive Geometry. The manipulation possibilities developed here, side by side the social and constructivist characteristics of the Moodle platform (where the methodology developed here has been implemented), contributes for a bigger involvement of pupils in their proper process of teach-learning: orientations and advises presented in successive documents allow the observation and analysis towards the right conclusions, even of course, invariably, through a bi-dimensional image.

## **Keywords**

Descriptive Geometry, *e*-Learning, Distance Education, Moodle.

## Introdução

Concluída a fase curricular do Mestrado em Expressão Gráfica, Cor e Imagem, que abrange e relaciona tão diversificadas áreas científicas – História da Arte e do Design, Geometria e Desenho Técnico, Fotografia e Cinema, Computação Gráfica e Modelação Geométrica, Psicologia e Pedagogia, e ainda Gestão e Marketing, em que cada uma surge como que mais entusiasmante e ter mais potencialidades para se definir como base de dissertação do que a anterior. A predominância da formação de base do autor Licenciado em Arquitectura, a longa experiência docente de vários anos no Ensino Secundário oficial nestas áreas, a experiência na formação de professores e outras acções afins a que se associam interesses de pesquisa e investigação nestas áreas determinou o aprofundamento de um contexto de envolvimento da Geometria e das Tecnologias da Informação e da Comunicação, em particular os domínios da computação gráfica e dos sistemas CAD e em especial o Ensino a Distância, de cujo trabalho de investigação e desenvolvimento resultou a presente tese – **Aplicação e-Learning em Geometria Descritiva**.

O Ensino a Distância, e em particular o e-Learning, surgem, por sua vez, na sequência da organização e condução de Acções de Formação de Professores. As Acções sobre CAD, Tratamento de Imagem ou Apresentações de diapositivos aplicadas ao ensino, num regime de frequência presencial, vão dando lugar às Oficinas de Web Design, das mesmas Apresentações em Powerpoint ou sobre o próprio Ensino Virtual em regime de frequência online. O Quadro de Referência da formação contínua de professores da área das TIC acaba por dar o empurrão na utilização de novas metodologias e novas ferramentas em substituição das tradicionais.

## Objectivo

À experiência do ensino no domínio da Geometria Descritiva e do interesse pela investigação e desenvolvimento ao nível das Tecnologias de Informação e Comunicação e em especial o e-Learning, desenvolve-se assim a ligação entre estas áreas que surge oportuna com a presente dissertação.

Num cenário em que as mudanças no ensino, em geral, impõem novas mentalidades, adaptadas a estas novas metodologias e meios, cabe perguntar:

- Será possível adequar o ensino da Geometria Descritiva, em particular, a este cenário?
- Uma disciplina relacionada com o Espaço como a Geometria Descritiva, cujo âmbito tridimensional ainda não chegou aos computadores<sup>1</sup>, será passível de ser constituída como Curso em e-learning?
- Os resultados esperados serão os mesmos de um curso, por exemplo, de Biologia, de Física e Química, de História ou de Português?

É este o desafio a que esta dissertação também procura responder e demonstrar através da construção, inédita pelo menos nos termos em que neste trabalho se pretende levar a efeito, da Sala Virtual de Geometria Descritiva, estabelecendo o caminho mais adequado, na utilização de plataformas de ensino (como o Moodle) de acesso à aprendizagem da Geometria Descritiva, através da disponibilização de materiais que permitam ao aluno compreender o espaço tridimensional e a sua sequente representação bidimensional e vice-versa. Mas porque o ensino não se faz apenas de conteúdos, igualmente se vai de encontro à utilização de estratégias de cariz social e construtivista. Como se verá.

---

<sup>1</sup> A existência de impressoras 3D ou o formato PDF 3D são, por agora, uma realidade longe do utilizador comum.

## Metodologia

De acordo com o projecto de dissertação inicialmente apresentada, a metodologia de desenvolvimentos seguiu a seguinte estrutura:

- Recolha de dados e de informação subjacente;
- Descrições/ilustrações, em ambiente multimédia, sobre os materiais de aprendizagem a criar pelos utilizadores;
- Processo de implementação em plataforma e-learning;
- Validação da utilização;
- Escrita da Tese.

A primeira fase consistiu, assim, numa recolha bibliográfica, de legislação e de web sites relacionados com os temas integrantes desta dissertação. Seguindo-se a sua consulta e respectivo tratamento da informação obtida.

A segunda fase, constitui-se como a elaboração original da escrita, ilustrações, animações e filmagens. O recurso às novas tecnologias, associados ao design, contribuiu em parte para o propósito didáctico inerente a este desenvolvimento.

A terceira fase constou na criação de uma Sala Virtual de Geometria Descritiva sobre a plataforma Moodle da Escola Secundária Padre Alberto Neto, em Queluz, no endereço <http://cursosonline.espan.edu.pt>. Todos os documentos elaborados na fase anterior foram, assim, integrados de forma organizada em Tópicos, bem como outros Recursos e Actividades disponibilizadas pela plataforma de aprendizagem utilizada.

A quarta fase, que consistia na validação da Sala Virtual em contexto de Ensino-Aprendizagem, não chegou a ser realizada com a representatividade desejada por questões logísticas e de calendário, na medida em que para tal, seria necessário considerar esta acção desde o início do ano lectivo o que não aconteceria até à data da entrega desta dissertação. Prevê-se no entanto e desde já a sua futura implementação após a conclusão e apresentação desta tese.

Finalmente, a quinta fase dedicou-se à escrita da dissertação de mestrado, que ficou dividida nos seguintes capítulos:

- Capítulo 1. Evolução dos processos de representação;
- Capítulo 2. A Geometria Descritiva e os métodos de aprendizagem;
- Capítulo 3. Ensino a Distância e *e-Learning*;
- Capítulo 4. Sala Virtual de Geometria Descritiva;
- Capítulo 5. Conclusões.

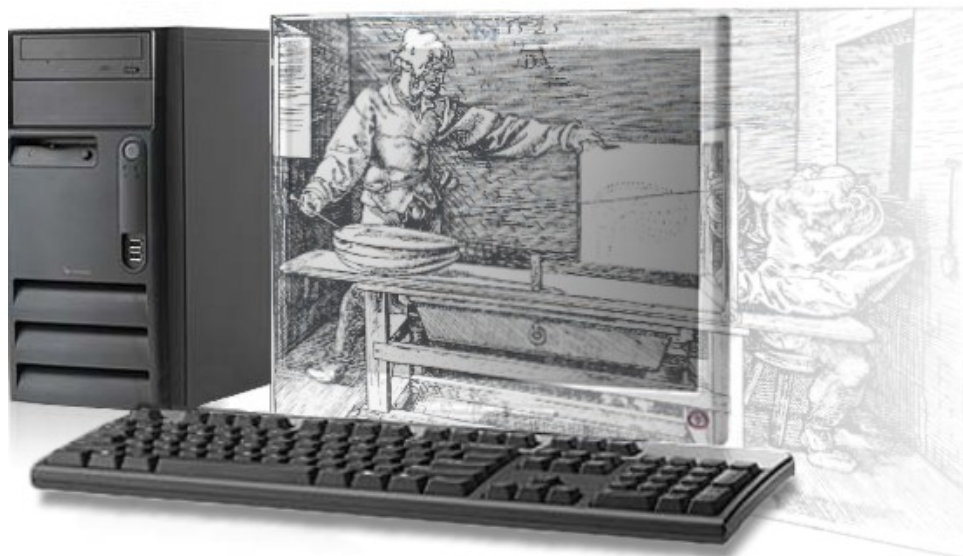
No Capítulo 1 procura-se dar uma breve panorâmica dos processos de representação, a sua evolução e as razões que conduziram ao aparecimento e desenvolvimento da Geometria Descritiva, como importante método de representação a aplicar no projecto de arquitectura, de engenharia ou de design.

O Capítulo 2 desenvolve as diferentes abordagens do ensino da Geometria Descritiva e o modo como, ao longo do processo educativo, foram aplicadas. Incluiu-se ainda a sua integração e evolução no Sistema Educativo Português, bem como o seu tratamento por diversos autores.

O Capítulo 3 perspectiva a linguagem e os meios utilizados no Ensino a Distância (EAD), com destaque para a mais recente modalidade de ensino, o *e-Learning* e o *b-Learning*. Complementa-se este capítulo com as características e a manipulação da plataforma de aprendizagem Moodle, que tem vindo a ser implementada nas nossas escolas.

No Capítulo 4 relata-se a aplicação dos princípios do *e-Learning* no âmbito da disciplina de Geometria Descritiva na plataforma Moodle. Uma vez que se defende a utilização de Modelos como importante via de aprendizagem, foram escolhidos os exemplos que dão início aos estudos da disciplina e em que a sua manipulação é a base.

O Capítulo 5 desenvolve as conclusões a que se chegou no desenvolvimento e aplicação deste método, que se crê ser inovador, a despeito da não testagem desta Sala Virtual.



## Capítulo 1.

### **Evolução dos processos de representação**

## 1. Evolução dos processos de representação

Porquê representar? Representar<sup>2</sup> revelou-se desde os primórdios da existência humana como uma necessidade em materializar os fenómenos da mente.

Razões de ordem vária, deram origem a representações que, pela sua finalidade ou sentido, poder-se-ão organizar em Simbólicas, Estéticas e Operativas. Esta é a taxinomia utilizada na avaliação de um objecto no âmbito do Design, o que se adequa perfeitamente para os fins da análise pretendida. No entanto, saliente-se que nenhuma representação é estritamente simbólica ou estética ou operativa. Para dar um exemplo, o simbolismo tanto está associado à estética como integra representações operativas, bem como estas não estão destituídas de um estética que lhes é inerente.

### 1.1. Representação Simbólica

O **Simbolismo** começa na expressão das crenças do Homem em forças mágicas ou espirituais, de ordem religiosa ou não. A existência da pintura do período paleolítico assenta na ideia de que as representações de animais seriam uma forma mágica de reencarnação dos animais mortos na caça<sup>3</sup>. A partir do Mesolítico, com a mudança do tipo de vida, com tendência para o sedentarismo, as Representações (também associadas a uma arquitectura emergente) passam a ser manifestações de culto<sup>4</sup>. O Homem, numa visão animista, é incluído no “catálogo” de imagens.

Praticamente até ao séc. XIX a temática religiosa é predominante nas Arte das civilizações. Mas outros temas, como a Natureza, o Quotidiano ou os acontecimentos Históricos, vão ganhando força como forma de constituírem documentos que simbolizam o que na posteridade não será possível presenciar.

A atribuição de um determinado significado a um Signo cedo teve expressão. Pensa-se que algumas marcas gráficas pré-históricas estão associadas à ideia de feminino e de

---

<sup>2</sup> “**Representar**, *v.t.* Tornar presente. Patentear. Expor claramente. Reproduzir por meio de imagem. Figurar. Ser a imagem de...” (Cândido de Figueiredo, 1938). No âmbito desta dissertação apenas interessa reter o significado relacionado com a imagem.

<sup>3</sup> Esta magia é reforçada pela expressão imitativa e naturalística dada aos touros, cavalos, veados, etc. “Os desenhos constituíam simultaneamente a representação e a coisa representada.” (Hauser, 1951, pág. 20)

<sup>4</sup> “Quando o homem tomou consciência da dependência em que se encontrava do bom e do mau tempo, do sol... é que surgiu a concepção de toda a espécie de demónios e espíritos – benéficos ou maléficos – distribuindo bênçãos ou maldições, e a ideia de poderes desconhecidos e misteriosos, de forças supra-terrenas independentes do controle humano.” (Hauser, 1951, pág. 41)

masculino, bem como a arte religiosa está repleta de formas que não representam o objecto em si mas uma ideia que lhe é associada. A forma icónica converte-se em forma simbólica – as chaves de S. Pedro (Fig. 1) representam as chaves do Reino dos Céus, permitindo a imediata identificação do santo, por exemplo.



Fig. 1 - S. Pedro, Peter Paul Rubens

A representação simbólica adquire particular importância no desenho técnico aplicado à arquitectura, à cartografia, à engenharia ou ao design. O simbolismo atribuído às suas componentes – traçados, cores, signos ou mesmo a organização – é a base da sua linguagem que, evidentemente, é necessária ser conhecida:

*“A não ser que saibamos as convenções, não temos meios de adivinhar o aspecto que nos é apresentado.” (Gombrich, 1977)*

## 1.2. Representação Estética

A **Estética**<sup>5</sup> não é habitualmente um fim em si, mas um complemento, ou um reforço, da obra simbólica ou icónica. Este conceito é definido na Antiga Grécia (*aisthētikós*) e a sua discussão, associadas à Lógica e à Ética, prescreve as regras que a Obra de Arte deve respeitar para que seja harmoniosa.

---

<sup>5</sup> “**Estética**, *f.* Filosofia das belas-artistas. Ciência que determina o carácter do belo nas produções naturais e artísticas.” (Cândido de Figueiredo, 1938)

Já a civilização egípcia tinha os seus cânones de representação da figura humana<sup>6</sup>. Todas as civilizações desenvolveram os seus padrões estéticos, por vezes inspirados nas sociedades anteriores, numa procura de melhor alcançar os sentidos do homem e condicionar ou exaltar as suas emoções.

O século XX traz dois aspectos inovadores neste campo. Produz as primeiras obras com finalidade quase estritamente estética (isto se excluirmos os motivos decorativos), em que a forma, abstracta, geométrica ou não, pode não representar nada em particular (Fig. 2). E, quase simultaneamente, assiste à negação da estética como elemento importante da representação, como defendeu o movimento Dada<sup>7</sup>.



Fig. 2 - Axiom-3, Victor Vasarely (1968)

### 1.3. Representação Operativa

A "utilidade" de uma representação marca o seu carácter **Operativo**. A necessidade em expor com rigor a ideia de uma forma que pode ou não vir a ser reproduzida na realidade, ou o inverso, implica a utilização de uma linguagem gráfica cuja leitura seja inequívoca. Independentemente de quem a observa, analisa e descodifica, essa representação deverá, desde que seja conhecido o código, ter uma leitura única. É o carácter operativo que marca a representação no âmbito da Geometria Descritiva.

---

<sup>6</sup> "Na arte egípcia, a representação por inteiro da figura humana organizava-se segundo a chamada "regra de proporção", um rígido quadriculado, com dezoito unidades de igual tamanho, que garantia a repetição acurada da forma ideal egípcia em quaisquer escalas e posições." ([http://www.portalartes.com.br/portal/historia\\_arte\\_mundo\\_antigo.asp](http://www.portalartes.com.br/portal/historia_arte_mundo_antigo.asp) [28.Nov.2006, 22:05])

<sup>7</sup> Movimento nihilista na arte que floresceu principalmente em França, Suíça e Alemanha de 1916 a 1920 e baseou-se nos princípios da irracionalidade deliberada, anarquia e cinismo e na rejeição das leis da beleza e organização social. (<http://www.peak.org/~dadaist/English/Graphics/index.html> [28.Jan.2007, 18:10])

Ao longo da História, o homem procurou métodos de representação como auxílio na construção das edificações. A sua presença na obra para dar as indicações necessárias passaria então a ser quase dispensável. À medida que os processos de arquitectura e de engenharia, e mais tarde de mecânica e de design, se vão tornando mais complexos, mais o criador vai sentido a necessidade de deixar no “papel” as suas ideias (Fig. 3). E essas ideias têm de ser expressas de uma forma inequívoca.

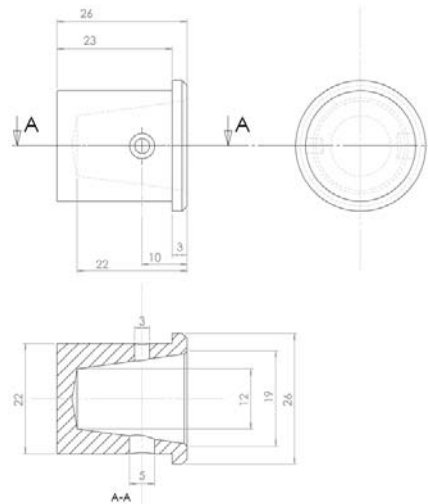


Fig. 3 - Representação de uma peça mecânica

As plantas de um palácio sumério (gravada em 2000 ac. na estátua de Gudea de Tello) (Fig. 4) ou da cidade de Nipur (de 1500 ac.)<sup>8</sup> são as representações mais antigas deste tipo que se conhecem. De finalidade desconhecida, não seriam com certeza projectos de obras a realizar, seriam representativos de espaços urbanos construídos – testemunhos de “obra feita” – mas são significantes de uma visão diferente da até aí praticada, aliás, numa tipologia de desenho muito actual.

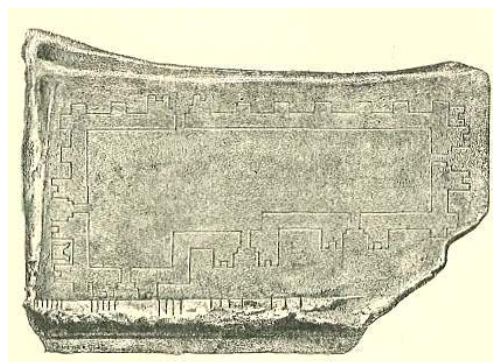


Fig. 4 - Palácio, Lagash (2000 ac.)

<sup>8</sup> “Exemplos do uso do plano fronto-paralelo com ponto de vista no infinito, antes de Monge.” (Massironi, 1982, pág. 39)

Vitruvius elabora o mais antigo tratado que se conhece sobre arquitectura, datando de cerca de 27 a.c. os Dez Livros que compõem *De architectura*. Não se lhe conhecem ilustrações, embora as versões editadas no Renascimento fossem recheadas de representações alusivas às descrições do texto. O arquitecto de Júlio César já na sua época “escreve sobre o corte horizontal (ichnographia) e vertical (orthographia) de um edifício” (Gonçalves, 1982, pág. 5).

Na Idade Média e no Renascimento os edifícios e as cidades são construídos a partir do desenho dos seus alçados e plantas:

*“Não nos é difícil admitir que os construtores das catedrais conheciam os processos de representação necessários à definição objectiva do corte da pedra, o que lhes permitia integrá-las com precisão nos imponentes conjuntos das abóbadas .”* (Gonçalves, 1982, pág. 6)

Mas é a partir da industrialização, com a separação do criador-produtor do objecto, que as plantas, alçados, cortes e outras vistas, respeitando determinadas regras e normas, marcam presença habitual na ideia de projecto e são a base da transmissão das ideias do criador (arquitecto, engenheiro ou designer) ao construtor (empresário, produtor, operário), de forma inequívoca.

#### 1.4. Percursos da representação

As primeiras representações, bidimensionais, surgem em formas livres e naturalistas na pintura rupestre. Mas, ao coexistirem pontos de vista diferentes, esse naturalismo procurava exprimir uma visão pessoal – por exemplo, o corpo do animal era visto de lado mas os chifres e os cascos de frente (Fig. 5).



Fig. 5 - Grand taureau noir, Lascaux (17.000 ac.)

Atinge a “perfeição” no período Madelenense onde, como acontece em Altamira (Fig. 6), o ponto de vista é único, lateral, mas o “artista” apercebe-se da falta da

terceira dimensão e utiliza o próprio relevo das paredes da gruta para criar um efeito volumétrico, mais realista.

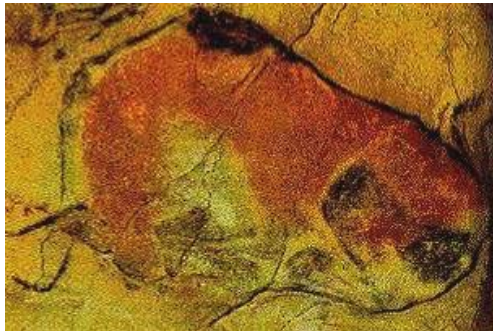


Fig. 6 - Bisonte, Altamira (16.000 ac.)

A sobreposição de diferentes pontos de vista é mais evidente na arte egípcia, onde na representação humana o tronco (acentuadamente triangular) e os olhos eram observados de frente e a cabeça, braços e pernas de perfil (Fig. 7). As figuras desfilam sobre uma linha, numa ausência da profundidade espacial, em escalas diferentes, de acordo com a hierarquia social, num rigoroso cumprimento de regras representativas (ao contrário do mundo natural, que dava continuidade ao naturalismo pré-histórico).



Fig. 7 - Túmulo de Nebamun, Tebas: Caça às Aves (c. 1350 ac.)

A sua influência estende-se à cultura mesopotâmica (embora seja difícil dizer quem influenciou quem, pois são culturas contemporâneas) e às primeiras civilizações do Egeu. Só no séc. XX o Cubismo retoma este método numa tentativa de introduzir uma quarta dimensão na representação bidimensional – o tempo.

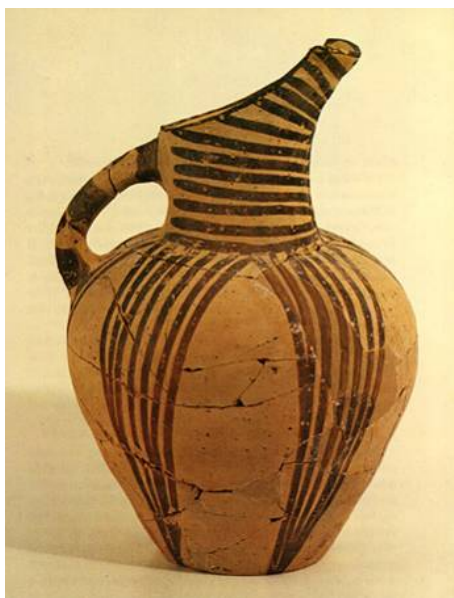
Uma questão poder-se-á colocar: porquê a preferência pelo ponto de vista lateral, numa ausência total de perspectiva? Dificuldade em reproduzir outro ponto de vista contradiria a perfeição ilustrativa demonstrada. Mas bem podia ser, porque a vista lateral cumpria melhor a função de se obter uma imagem clara e única do ser representado, como se do

alçado de um edifício se tratasse. O Homem já se apercebia de que uma representação que não corresponda na verdade à “perspectiva” real mais habitual pode tornar-se mais eficaz na mensagem que transporta. É o exemplo da ilustração científica (Fig. 8), que recorre à simplificação, ao ponto de vista ideal e à sobreposição de estados anacrónicos para demonstrar mais eficazmente a ideia verbalizada.



**Fig. 8** - Ilustração científica de Sandro Castelli (séc. XX)

O naturalismo do Paleolítico cede lugar à geometrização. Durante o Mesolítico e o Neolítico, o Homem sente que já não depende inteiramente do que a natureza lhe dá – ele próprio cria os seus animais e cultiva a terra. Já não acredita na magia dos desenhos rupestres. As formas representadas tornam-se lineares, curvas ou rectilíneas, simples, desprovidas de pormenor, adquirindo, por vezes, um carácter decorativo (Fig. 9).



**Fig. 9** - Jarro, período Minóico I (ca. 2500 ac.)

As formas humanas e animais transformam-se progressivamente em representações mais abstractas, chegando ao ponto de criar uma linguagem simbólica, como que numa espécie de sinalética (Fig. 10).



Fig. 10 - Caçadores, Cueva del Cingle (c. 5.000 ac.)

Será esta a segunda contribuição do período pré-histórico para o carácter operativo de uma imagem. A geometria e a simplificação contribuem tanto ou mesmo mais eficazmente para a leitura de uma representação.

Uma geometria mais rigorosa foi seguida pela civilização do Antigo Egipto a nível da arquitectura e, particularmente, da divisão da terra:

*« Diziam que o rei distribuiu as suas terras por todos os egípcios, atribuindo a cada pessoa um lote igual, de forma quadrada, e que, de acordo com essa divisão, estabeleceu os seus rendimentos, prescrevendo que cada um pagasse uma renda anual... O rei enviava os seus funcionários para examinar e medir...»* (Heródoto, in Gonçalves, 1999, pág. 8)

Os *harpedonaptas* (atadores de cordas) eram os funcionários agrimensores ou geómetras egípcios que, esticando uma corda traçavam as duas linhas mais elementares da geometria – a recta e a circunferência (Gonçalves, 1999).

Simultaneamente, na Mesopotâmia, o profundo conhecimento dos Sumérios, dos Babilónios e dos Assírios relativos à Astronomia só seriam possíveis se associados a conceitos de geometria, mesmo que de modo empírico.

Mas é na Antiga Grécia que a Geometria<sup>9</sup> é definida como uma ciência. Seguindo uma base dedutiva, é Euclides quem a sistematiza. O seu tratado composto de 13 livros – *Elementos* – converte-se numa obra fundamental no âmbito da geometria, cuja importância

---

<sup>9</sup> “**Geometria**, f. Ciência que tem por objecto a medida das linhas, das superfícies e dos volumes. Tratado geométrico: *a Geometria de Euclides*.” (Cândido de Figueiredo, 1938).

se manteve até aos nossos dias, apesar de actualmente alguns princípios serem postos em causa por parte de Matemáticos.

Estabelece-se o Racionalismo na Arte. O Ideal estético, em arquitectura, escultura ou pintura, depende do rigor de proporções e de relações geométricas. A Regra de Ouro ou Secção Áurea definia as proporções ideais do rectângulo e todas as formas que neles se inscrevessem (Fig. 11).

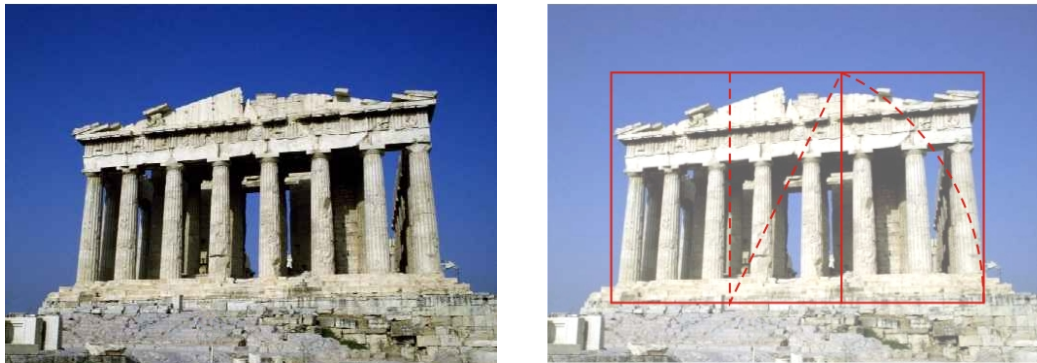


Fig. 11 - Partenon e o Rectângulo de Ouro, Atenas (438 ac.)

Na cultura Romana retoma-se a representação naturalista (Fig. 12). A figura humana é retractada em posturas mais livres e correspondentes a posições frontais, num espaço tridimensional pouco perceptível. O Realismo opõe-se ao Idealismo grego.



Fig. 12 - Vénus, Casa de Vénus

Neste período surge um estilo ilusório (catalogado em 4 Estilos) na pintura parietal dos compartimentos das "villa" que procurava, para além da imitação de materiais (como o mármore), criar um espaço mais amplo ao sugerir a terceira dimensão (Fig. 13). Processo bastante avançado para a época, seria retomado no Renascimento e no Barroco na pintura de tectos, bem como de paredes, denominado "Trompe l'oeil".



Fig. 13 - Vila dei Misteri, Pompeia (séc. I ac.)

Na Idade Média o caderno de **Villard de Honnecourt** demonstra como as catedrais já eram então desenhadas em planta e elevação (alçado). Neste caderno, para além de exemplos da geometria (numa época em que a geometria euclidiana seria desconhecida) e técnicas de construção, Honnecourt exemplifica pormenores das catedrais de Laon e Reims (Fig. 14), entre outras igrejas, representadas em planos fronto-paralelos.



Fig. 14 - Catedral de Reims (Pl.64), Villard de Honnecourt (séc. XIII)

Na pintura procurava-se dar a noção da terceira dimensão através de uma perspectiva “tosca” com uma profundidade com dimensões empíricas (Fig. 15) e que assinala, assim

se pode dizer, o surgimento da aplicação dos princípios do que, mais tarde, se denominaria de Perspectiva Cavaleira.



Fig. 15 - O Martírio de Santo Estêvão, Bernardo Daddi (1324)

Mas é no Renascimento que se dão talvez as maiores transformações até então na representação pictórica com a introdução da Perspectiva<sup>10</sup>. Vários artistas entram numa corrida desenfreada em busca de uma representação tão próxima quanto possível daquela que a visão humana observa. As gravuras de **Albrecht Dürer**, na obra "*Unterweisung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit...*" (Instrução da medição com o compasso e a régua...) de 1525 (Fig. 16), ilustram bem a procura científico-empírica das regras que permitiriam uma representação rigorosa, em perspectiva, ultrapassando aquilo que os antepassados conseguiram de forma intuitiva e aproximada.

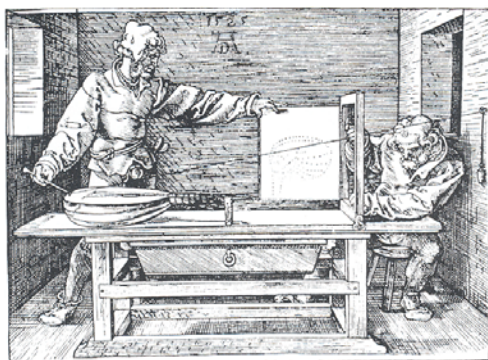


Fig. 16 - Unterweisung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit, Albrecht Dürer (1525)

<sup>10</sup> "**Perspectiva**, f. Técnica da representação tridimensional que possibilita a ilusão de espessura e profundidade das figuras, a partir da projecção das linhas paralelas do primeiro plano para um ponto de fuga, de maneira que haja uma diminuição das figuras que ocupam o segundo plano da obra..." (António Houaiss, 2001).

Muitos outros artistas, como **Fra Angelico** (*De Prospettiva Pingendi*, 1480), **Brunelleschi**, **Leonardo da Vinci**, **Aguilon/Rubens** (*Opticorum libri sex*) ou **Vignola** (*Le due regole della Prospettiva*, 1583) (Fig. 17), deixaram inúmeros escritos e ilustrações dessa pesquisa.

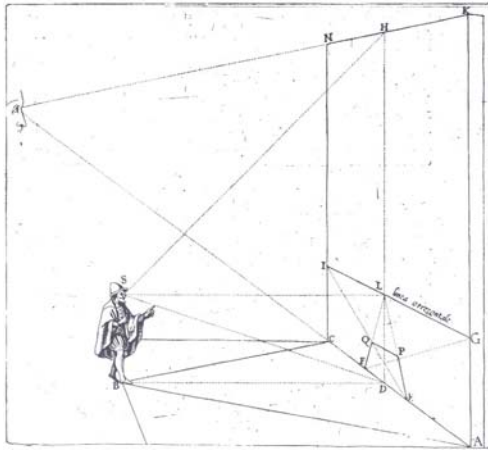


Fig. 17 - Le due regole della Prospettiva, Giacomo Vignola (1583)

Na representação dos espaços arquitectónicos (Fig. 18), pintores e gravadores encontraram a melhor forma de exibirem a sua mestria nesta matéria.



Fig. 18 - A Escola de Atenas, Rafael Sanzio (1509)

Apesar de ficar estabelecido o princípio de um dos sistemas de projecção mais utilizados na representação – a projecção central ou cónica, que está na base da representação da Perspectiva – foi necessário esperar por **Gérard Desargues**<sup>11</sup> para demonstrar o conceito de intersecção de rectas paralelas no infinito. Desargues desenvolve uma geometria não euclidiana criando,

---

<sup>11</sup> **Gérard Desargues** (Lion, 1591-1661) french mathematician and engineer, a founder of modern geometry. He discovered the theorems on involutions and transversals known by his name and worked on conic sections. His writings, lost for a time, were republished in 1864. (<http://www.infoplease.com/ce6/people/A0815247.html> [30.Jan.2008, 16:30])

segundo alguns estudiosos, a Geometria Projectiva. No entanto, é **Poncelet**<sup>12</sup> quem viria a realizar o estudo sistemático da perspectiva, recorrendo às operações mongeanas (Fig. 19).

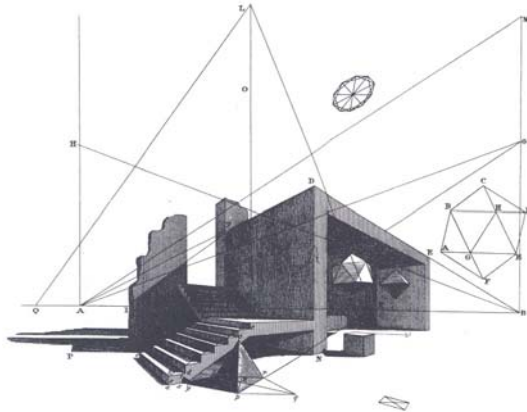


Fig. 19 - Exemple de l'une des manières universelles du SGDL..., Desargues (1636)

Por outro lado, os arquitectos, na sua obra gráfica, optavam pela representação em planta, alçado e cortes para demonstrarem a sua obra. Estas representações alheias ao conceito da perspectiva cónica, correspondiam sim a vistas frontais “de longe”, sem exibirem as “deformações” dos métodos utilizados pelos pintores – mas o conceito de projecção ortogonal ainda não é considerado de forma consciente. Em “I quattro libri dell’ architettura”, **Andrea Palladio** (1508-80) ilustra desta forma – em planta, alçado e corte – as suas ideias como arquitecto (Fig. 20).

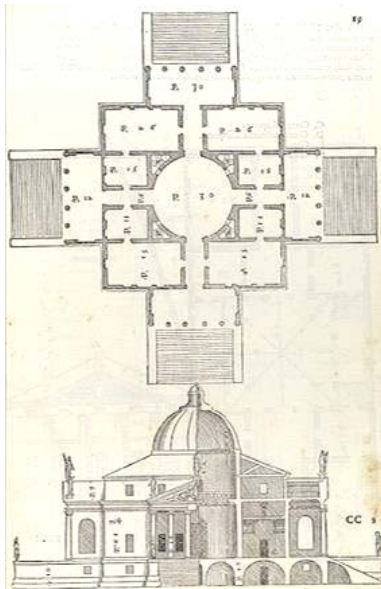


Fig. 20 - Villa Almerico (ou Villa Rotonda), Andrea Palladio (1570)

<sup>12</sup> **Jean Victor Poncelet** (Metz, 1788 – Paris, 1867), foi discípulo de Gaspard Monge e publicou o “Traité des propriétés projectives des figures” em 1822. Foi um dos fundadores, simultaneamente com Joseph Gergonne, da Geometria Projectiva. (<http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/Biographies/Poncelet.html> [12.Abril.2008, 16:00])

No séc. XVII recorria-se com frequência à perspectiva militar ou aérea na cartografia, que difere da perspectiva cónica por se basear num sistema de projecção paralela. Este método parte do desenho dos edifícios em planta e a terceira dimensão orienta-se a  $90^\circ$  relativamente à horizontal. Assim o utilizou **Pedro Texeira**<sup>13</sup> no levantamento topográfico de Madrid em 1656 (Fig. 21).

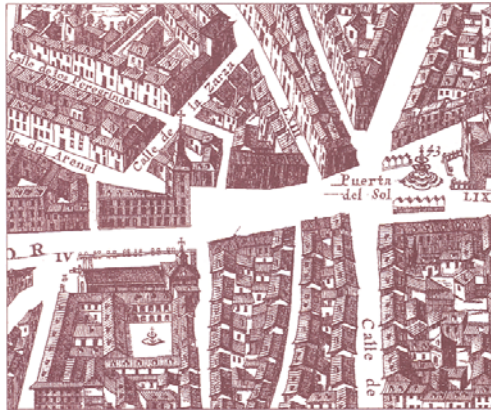


Fig. 21 - Puerta del Sol, Madrid (pormenor da prancha no. XIII), Pedro Texeira (1656)

**Gaspard Monge** (Beaune, 1746 – Paris, 1818) desenvolve um sistema que, finalmente, assenta numa metodologia de projecções em dois planos (ortogonais entre si) que permitirá representar qualquer forma, real ou não, e daí será possível descrevê-la com todo o rigor, a que Monge denomina de Geometria Descritiva (Fig. 22). Foi na escola militar de Mezières, onde trabalhava como agrimensor, que Monge realizou um estudo para “teoria das fortificações” cujo objectivo era conseguir que, em termos de defesa, nada ficasse exposto ao fogo directo do inimigo. Esse estudo foi realizado em tempo recorde, pois aos métodos de cálculo aritmético contrapôs um método baseado no desenho, em projecções ortogonais sobre dois planos de projecção.

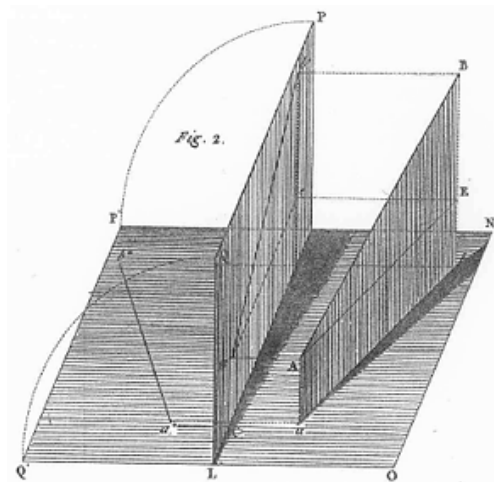


Fig. 22 - Dupla Projecção Ortogonal de um segmento de recta e Rebatimento do plano vertical, Gaspard Monge (1794)

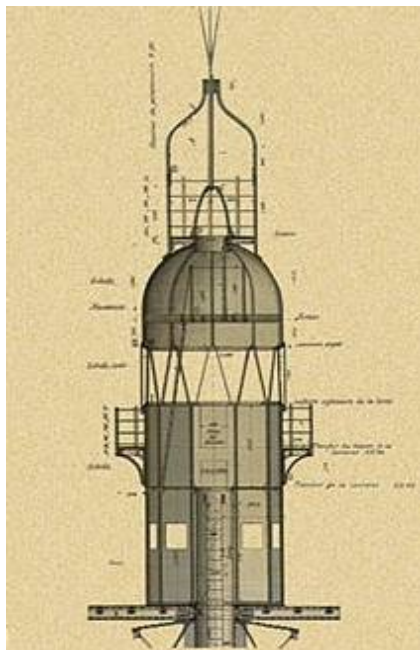
<sup>13</sup> “Pedro Teixeira nació en Lisboa hacia 1595 y murió en Madrid em 1662... llegó a Madrid em 1621 con su hermano en calidad de cosmógrafos reales... recibió el encargo de realizar la *Descripción de España y de las costas y puertos de su reyno. Al muy católico y muy poderoso rey don Filipe III. Nuestro Señor. Por don Pedro Texeira Albernas. Cavallero del ábito de Christo. Año 1634.*” (Guía del plano de Texeira (1656), M<sup>a</sup> Isabel Gea, 2006)

*“Le premier [objectif] est de représenter avec exactitude sur des dessins 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 de déduire de la description des corps tout ce qui suit nécessairement de leurs formes et de leurs positions respectives.” (Langevin, 2002)*

A importância deste método foi tal, que imediatamente foi considerado segredo militar e só mais tarde, em 1794, foi autorizado a divulgá-lo. Monge publica então o primeiro tratado de Geometria Descritiva “Géométrie Descriptive” e o manual escolar “Géométrie Descriptive. Leçons données aux Écoles Normales l’an 3 de la République”.

A Geometria Descritiva encontra de imediato aplicação como base científica na Estereotomia (corte da pedra) e posteriormente ao corte da madeira e, mais recentemente ao do ferro. Igualmente, encontrou no estudo das Sombras um importante campo de intervenção.

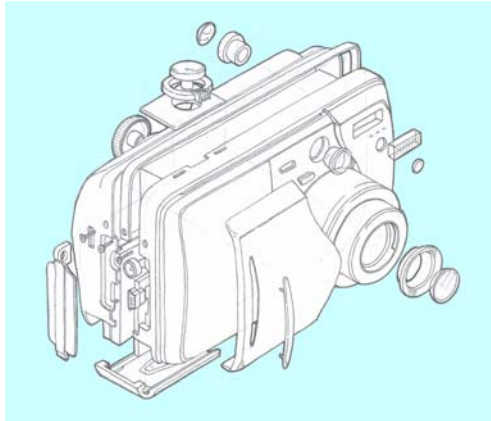
Com a Revolução Industrial do séc. XIX e conseqüente produção fabril, torna-se necessária a existência de um projecto. Neste projecto é a representação baseada na projecção paralela ortogonal que melhor se adequa à comunicação entre criador e produtor, onde são aplicados os princípios da Geometria Descritiva, até então desenvolvida (Fig. 23).



**Fig. 23** - Torre Eiffel (pormenor), Paris, Gustave Eiffel (1889)

Ao longo do séc. XIX e XX vulgarizam-se as representações em planta, alçados e cortes, bem como as “perspectivas” rápidas – cavaleira, militar, gabinete e as axonométricas isométrica, dimétrica e anisométrica – que, baseadas no princípio da projecção ortogonal, não se rodeiam da complexidade de representação da perspectiva cónica.

A “perspectiva” Isométrica (Fig. 24) é atribuída ao engenheiro inglês **William Farish** que, perante a necessidade de obter um desenho adequado às técnicas de fabrico, desenvolve uma metodologia de representação baseada na Trigonometria. Farish publicou em 1822 a obra expositiva dos princípios da isometria: “On Isometrical Perspective” (Krikke, 2000).



**Fig. 24** - Máquina fotográfica – representação isométrica explodida

Mais tarde, na Alemanha, o matemático e engenheiro **Julius Ludwig Weisbach** (1806-71) introduziu os termos de Axonometria Monométrica e Anisométrica (Costa, 2005), publicados em “Anleitung zum axonometrischen Zeichnen” de 1857.

Estes métodos de representação são aplicados já não apenas à cartografia, à arquitectura ou à engenharia mas também ao Design, então uma ciência emergente.

### 1.5. Sistematização dos Sistemas e Métodos de Representação

O percurso traçado na descoberta de um método de representação com base científica aplicável ao desenho rigoroso culmina na definição de dois Sistemas de Projecções<sup>14</sup>:

- **Sistema de Projecção Central ou Cónica**, correspondente a pontos de vista do observador a distância finita;
- **Sistema de Projecção Paralela ou Cilíndrica**, correspondente a pontos de vista do observador a distância infinita.

Cada um destes sistemas é desmultiplicado em diversos métodos, de acordo com as necessidades específicas do desenho de cada projecto.

---

<sup>14</sup> Consulta-se, por exemplo, em: <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/dt-4-2.htm> [1.Maio.2008, 16:15].

### 1.5.1. Sistema de Projecção Central

O Sistema de Projecção Central ou Cónica é o que mais se aproxima da realidade – o Mecanismo da Visão ou da Câmara Fotográfica são disso exemplos. A sua aplicação compreende as três situações seguintes:

- **Projecção Central e Paralela**, com um Ponto de Fuga (ponto no desenho para o qual convergem todas as rectas paralelas entre si, conforme se exemplificou na Fig. 18 e observável na Fig. 25);
- **Projecção Central e Angular**, com dois Pontos de Fuga;
- **Projecção Central e Oblíqua**, com três Pontos de Fuga.

Este Sistema permite obter representações a que vulgarmente se denominam “Perspectivas”, sendo a perspectiva da Projecção Central e Paralela a de utilização mais frequente, pela sua facilidade de execução.

A Forma representada frequentemente não corresponde à Forma real, na conformidade do processo de percepção, entendendo-se o conceito de Forma como a configuração que um objecto apresenta. Como tal, o recurso à Perspectiva e respectiva Sombra funciona como complemento do projecto, pois permite obter uma visão global, mais realista e de interligação das componentes do conjunto de formas projectado (fig. 25). Mas tais características não lhe conferem o papel de base para a sua concretização, isto é, a sua função operativa.



Fig. 25 - Representação em Perspectiva da Unity Temple, Oak Park, Frank L. Wright (1904)

O Sistema de Projecção Central também é aplicado à **Teoria das Sombras**, em que se determina a sombra de um conjunto de formas a partir de uma fonte de luz que se situa a distância finita.

### 1.5.2. Sistema de Projecção Paralela

O Sistema de Projecção Paralela ou Cilíndrica é o que mais se aplica ao projecto por permitir que a Forma representada frequentemente corresponda à Forma real. Quando as faces de um objecto tomam um alinhamento paralelo ao Plano de Projecção (PP), como o plano do papel de desenho, a sua configuração não sofre as “deformações” da perspectiva cónica. Como tal, é o sistema que permite a concretização do projecto – as dimensões da forma representada são rigorosamente iguais (a despeito da utilização de Escalas de redução ou de ampliação no desenho) às da forma que se pretende obter.

A posição que o observador toma (no infinito) perante o Plano de Projecção, subdivide este sistema em dois subsistemas:

- **Sistema de Projecção Paralela Ortogonal**, correspondente a um ponto de vista “frontal” ao plano, isto é, ortogonal em relação ao(s) plano(s) de projecção, ou seja, a recta que passa por qualquer dos pontos a representar (projectante) é perpendicular ao PP;
- **Sistema de Projecção Paralela Oblíqua**, correspondente a um ponto de vista não “frontal” ao plano, ou seja, a recta que passa pelo ponto a representar (projectante) é oblíqua em relação ao PP.

De acordo com as características do objecto e das vistas e tipos de vista necessárias a obter deste, existem diferentes métodos.

Relativamente ao **Sistema de Projecção Paralela Ortogonal**, ou simplesmente Sistema de Projecção Ortogonal, utilizam-se os seguintes métodos:

- **Método de Monge** ou **Dupla Projecção Ortogonal**, executada em dois Planos de Projecção ortogonais entre si.

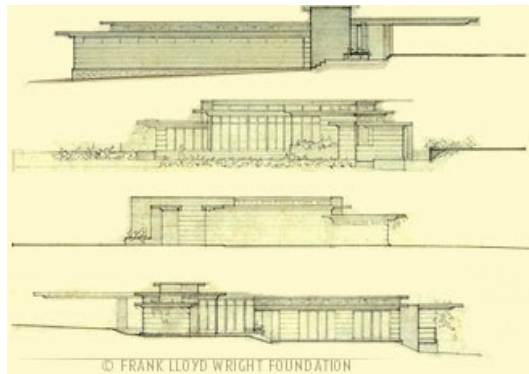
A Dupla Projecção Ortogonal, que surgiu para resolver os problemas de engenharia militar, foi sobretudo aplicada à Estereotomia (Corte da Pedra) e ao corte da Madeira e do Ferro. Presentemente tem um importante papel didáctico no estudo dos problemas geométricos e da sua representação – a Geometria Descritiva.

- **Vistas Múltiplas**, executada em três ou mais planos de projecção ortogonais entre si, sendo as convencionais:
  - **Triédrica**, quando se utilizam 3 PP ortogonais entre si (o que não é mais do

que aplicação do Cubo Envolvente, mas em que se utilizam as três vistas mais significativas);

- **Hexaédrica** ou **Cubo envolvente**, quando se utilizam 6 PP segundo a orientação das faces de um cubo:
  - **Método Europeu**, quando as projecções se efectuam nas faces interiores do cubo;
  - **Método Americano**, quando as projecções se efectuam nas faces exteriores do cubo.

As Vistas Múltiplas aplicam-se ao projecto de Design, de Arquitectura ou de Engenharia, pois correspondem normalmente às vistas das diferentes faces de um objecto, edifício ou estrutura. Se uma forma tridimensional tem lados paralelos visualmente iguais, a representação Triédrica é suficiente para dela se ter um conhecimento completo. Já em Arquitectura recorre-se a uma adaptação das 6 vistas, sendo a vista inferior eliminada por razões óbvias (Fig. 26).



**Fig. 26** - Usonian House, Frank L. Wright (1939)

- **Projecção Cotada**, executada num único PP e em que os pontos ou linhas apresenta uma Cota (distância destes ao plano de referência).

A Projecção Cotada é, sobretudo, utilizada na Cartografia, com a indicação de linhas a igual altitude relativamente ao nível do mar – as Curvas de Nível (Fig. 27) – e em Arquitectura, nos Projectos de Implantação dos edifícios com a indicação das cotas nos diversos pontos do terreno.



Fig. 27 - Carta da região de Famalicão com informação topográfica

O Sistema de Projecção Ortogonal também tem aplicação na obtenção de projecções de perspectivas, diferentes do Sistema de Projecção Central ou Cónico, e mais fáceis e rápidas de obter. Os factores de redução das suas dimensões fazem-se, convencionalmente, por valores aproximados (portanto, mais fáceis de calcular).

De acordo com a posição do objecto perante o Plano de Projecção (segundo a orientação dos 3 eixos que definem o espaço), obtém-se:

- **Projecções Axonométricas:**

- **Isométrica**, quando os 3 eixos fazem igual ângulo com o PP;
- **Dimétrica**, quando 2 eixos fazem igual ângulo com o PP (Fig. 28);
- **Trimétrica** ou **Anisométrica**, quando os 3 eixos fazem ângulos diferentes com o Plano de Projecção.

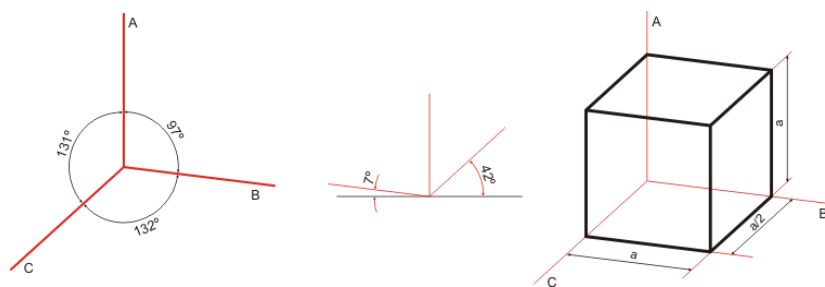


Fig. 28 - Axonometria Dimétrica – orientação dos eixos e direcção das suas projecções

O **Sistema de Projecção Paralela Oblíqua** encontra aplicação na obtenção de projecções de perspectivas rápidas e na execução das Sombras segundo uma fonte de luz colocada no infinito e segundo uma direcção convencional.

Assim, o Sistema de Projecção Paralela Oblíqua compreende:

- **Perspectiva Cavaleira**, correspondente a um ponto de vista frontal;
- **Perspectiva Militar ou Aérea**, correspondente a um ponto de vista superior;
- **Perspectiva de Gabinete**, semelhante à Perspectiva Cavaleira (Fig. 29);

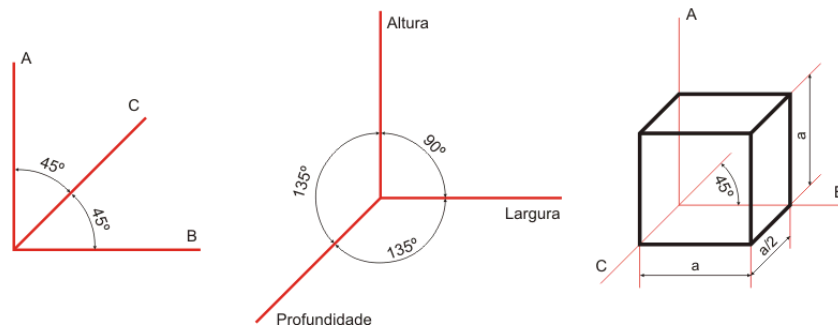


Fig. 29 - Perspectiva de Gabinete – orientação dos eixos e factores de redução

- **Teoria das Sombras**, em que a fonte de luz se situa a distância infinita: convencionalmente, a direcção da luz corresponde à diagonal do cubo, assente nos dois planos de projecção, que passa pelos vértices anterior superior esquerdo e posterior inferior direito.

SISTEMAS DE PROJEÇÃO	MÉTODOS	REPRESENTAÇÃO
Projecção Central ou Cónica	Visão Humana e Máquina Fotográfica Perspectiva [1] Sombras [2]	[1] [2]
Projecção Paralela ou Cilíndrica	<b>ORTOGONAL</b> Projecções Cortadas [1] Vistas Múltiplas — Triédrica [1] Método Europeu [2] Método Americano Perspectivas Anomométricas — Isométrica [3] Dimétrica [4] Anisométrica [5] Dupla Projecção Ortogonal (Mét. Monge) [6]	
	<b>OBLÍQUA</b> Perspectiva Cavaleira [1] Perspectiva Militar ou Aérea [2] Gabinete [3] Sombras [7]	

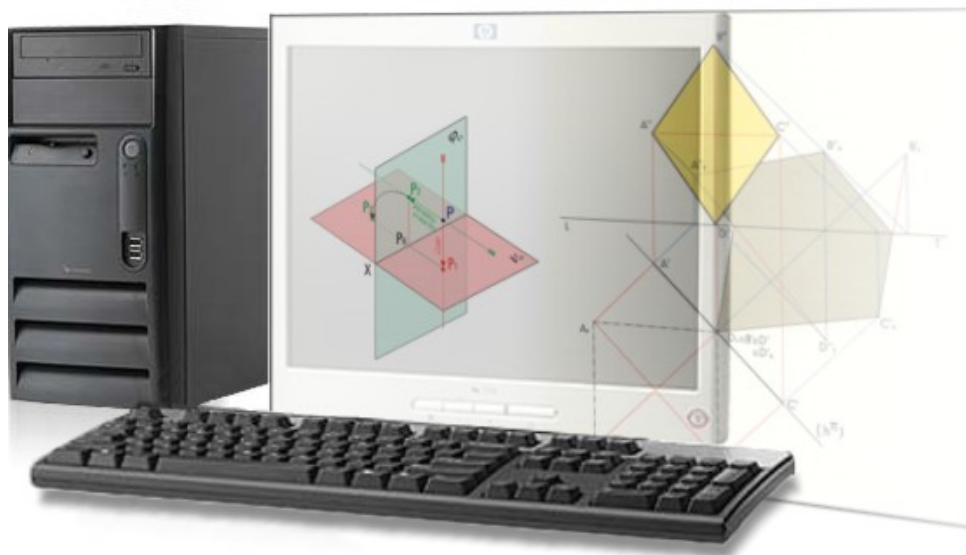
Fig. 30 - Quadro Síntese dos Sistemas e Métodos de Projecção.

Note-se que os métodos de representação baseados no Sistema de Projecção Paralela adequam-se à realização do projecto porque a grande maioria das formas que o Homem concebe são estruturalmente paralelepípedicas, prismáticas ou cúbicas ou, pelo menos, podem ser envolvidas por tais formas. O que não quer dizer que, no âmbito da GD, não se resolvam problemas relacionadas com formas complexas, como os Toros, os Parabolóides ou os Hiperbolóides.

Em situações de facto bastante complexas, será necessário fazer as necessárias adaptações aos métodos convencionais para resolver a questão da comunicação do desenho, ou recorrer as outras ferramentas – Frank O. Gehry nunca teria podido conceber (e vir a ser construído) o Museu Guggenheim de Bilbao (Fig. 31) sem recurso a modelos, a sensores de “posicionamento topográfico” e, de um modo global, a processos do âmbito da computação gráfica, tal a complexidade das suas formas.



Fig. 31 - Museu Guggenheim de Bilbao, Frank O. Gehry (1997)



## Capítulo 2.

### A Geometria Descritiva e os Métodos de Aprendizagem

## 2. A Geometria Descritiva e os Métodos de Aprendizagem

Assim que Gaspard Monge estabeleceu os princípios teóricos da Geometria Descritiva, tornou-se o seu primeiro docente:

*“On his return in 1794 he was made a professor at the short-lived Normal school, where he gave lectures on descriptive geometry; the notes of these were published under the regulation above alluded to... He was then made professor at the Polytechnic school, where he gave lectures on descriptive geometry; these were published in 1800 in the form of a textbook entitled Géométrie descriptive.”* (Fig. 32) (Ball, 1908, pág. 432)

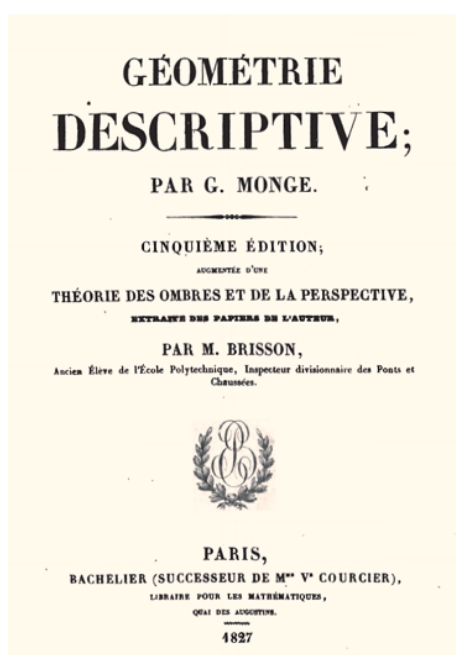


Fig. 32 - Géometrie Descrptive, Gasparde Monge – capa da 5ª edição (1827)

### 2.1. O ensino da Geometria Descritiva

Assiste-se, desde então, à procura de uma metodologia na sua abordagem ou de uma pedagogia adequada às suas características científicas. Tem passado por diversas etapas que dependem não só do nível de conhecimentos dos discentes como das ferramentas e das tecnologias disponíveis. Poder-se-á afirmar que dos princípios da Álgebra à utilização do Computador o ensino da Geometria Descritiva tem aproximações baseadas em pontos de partida tão díspares quanto convergentes e complementares.

### 2.1.1. A Geometria Descritiva como um ramo da Álgebra

A Geometria Descritiva entendida como um ramo da Álgebra pressupõe desde logo um recurso ao cálculo algébrico na explicação e justificação do sistema de projecções aqui utilizado. Também a isto não será alheia a relação da Geometria Projectiva (desenvolvida, relembre-se, por Poncelet no séc. XVIII, aliás, discípulo de Monge) com a Geometria Descritiva.

Para dar um exemplo, a Representação de um Ponto situado no I Quadrante em Dupla Projecção Ortogonal pode ser explicada pela relação de igualdade entre distâncias no espaço e em projecção:

O Afastamento  $[AA_2]$ , distância do Ponto ao Plano Frontal de Projecção (PFP), é igual à distância da Projecção Horizontal do Ponto e o eixo  $x$   $[A_1A_0]$ , bem como a Cota  $[AA_1]$ , distância do Ponto ao Plano Horizontal de Projecção (PHP), é igual à distância da Projecção Frontal do Ponto e o eixo  $x$   $[A_2A_0]$ . Ou seja, a distância do Ponto ao PFP é observável quando se executa a projecção horizontal e a distância do Ponto ao PHP é observável quando se executa a projecção frontal. Assim, o Afastamento sendo a distância entre o Ponto e o Plano Frontal de Projecção em projecção está relacionado com a distância da sua projecção horizontal ao eixo  $x$   $[A_1A_0]$ , bem como a Cota sendo a distância entre o Ponto e o Plano Horizontal de Projecção em projecção está relacionado com a distância da sua projecção frontal ao eixo  $x$   $[A_2A_0]$ .

Desde que o aluno tenha já apreendido o conceito de Projecção horizontal e frontal, não necessita de nenhuma ilustração em perspectiva para compreender de que modo as coordenadas do Ponto se reflectem (ou, melhor, se projectam) na sua representação no plano, já que a sua imagem é estabelecida mentalmente e de forma racional.

É o tipo de abordagem preferencial dos alunos que frequentam os cursos Científicos do ensino secundário. Apesar do seu afastamento do desenho por dois anos (10º e 11º anos), o conhecimento mais avançado da Álgebra, e em particular da Geometria, apreendido na disciplina de Matemática, contribui para essa preferência<sup>15</sup>. Pelo contrário, os alunos da área de Artes<sup>16</sup> começam a apresentar inicialmente mais dificuldades na apli-

---

<sup>15</sup> Actualmente, com a reforma introduzida no ensino em 2004, esta disciplina, por opção de oferta de escola, deixou de integrar obrigatoriamente os planos curriculares deste curso.

<sup>16</sup> De acordo com a organização curricular oferecida pela escola, os cursos de Artes do Ensino Secundário geralmente incluíam a disciplina de Matemática no seu currículo. Actualmente, indo de encontro às solicitações dos cursos Superiores, que maioritariamente já não exigem esta disciplina como factor de ingresso (incluindo os de Arquitectura), e da procura de uma via mais fácil por parte dos alunos, a Matemática deixou de integrar obrigatoriamente o curso de Artes Visuais (sendo geralmente substituída por História da Cultura e das Artes).

cação deste tipo de aproximação, como o demonstra a experiência docente com alunos de ambas as áreas, na obtenção de melhores resultados dos alunos da área Científica do que dos de Artes.

Outro exemplo de como um aluno, com um nível de raciocínio abstracto avançado, pode dispensar outros métodos é a obra "*Elementos de Geometria Projectiva e Geometria Descritiva*", de 1969, que Luís de Albuquerque escreveu com base na sua carreira docente no ensino superior em Lourenço Marques. Daí resultou uma monografia cuja única ilustração existente é relativa à explicação do conceito de projecção. Também fica em evidência que se destina a um público universitário e, conseqüentemente, já possuidor de conhecimentos anteriores.

### 2.1.2. A Ilustração na Geometria Descritiva

A utilização da comunicação gráfica procura complementar a comunicação verbal e algébrica. O recurso a ilustrações, que melhor exemplificam uma dada situação no espaço, e que o próprio Monge utilizou na sua obra com a inclusão de algumas Pranchas ilustradas, é a prática mais comum. As imagens utilizadas nas obras escritas ou nos manuais escolares sobre a Geometria Descritiva recorrem preferencialmente a representações bidimensionais em "perspectiva" cavaleira ou isométrica, tornando mais clara a comunicação por se limitarem ao essencial (contrariamente à fotografia, apesar do seu maior realismo). Pela sua simplicidade e facilidade de execução, o próprio aluno pode, inclusivamente, recorrer a este tipo de representação para resolver problemas espaciais.

Para exemplificar, retome-se a situação anteriormente apresentada, a da Representação de um Ponto, situado no I Quadrante, em Dupla Projectção Ortogonal:

Observando a imagem, note a existência do quadrilátero (rectângulo ou quadrado)  $[P P_1 P_0 P_2]$  formado pelas Projectantes que passam pelo Ponto e as linhas de chamada das Projectções do Ponto (que se constituem como projecções das próprias projectantes). Verifica-se que o Afastamento  $[PP_2]$  é igual à distância da Projectção Horizontal do Ponto e o eixo  $x$   $[P_1P_0]$  (dado que são lados opostos do rectângulo, logo, iguais), bem como a Cota  $[PP_1]$  é igual à distância da Projectção Frontal do Ponto e o eixo  $x$   $[P_2P_0]$  (dado que são os outros dois lados opostos do rectângulo, logo, também iguais). Assim, o Afastamento sendo a distância entre o Ponto e o Plano Frontal de Projectção em projecção está relacionado com a distância da sua projecção horizontal ao eixo  $x$  e a Cota sendo a distância entre o

Ponto e o Plano Horizontal de Projecção em projecção está relacionado com a distância da sua projecção Frontal ao eixo  $x$  (Fig. 33).

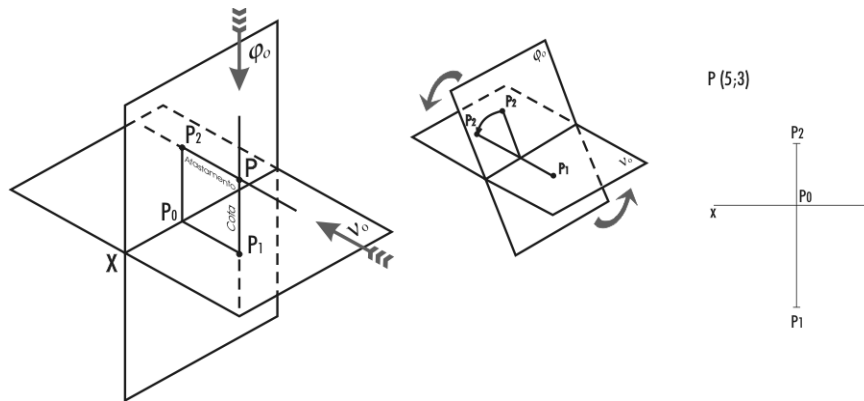


Fig. 33 - Dupla projecção ortogonal do ponto

Com a exemplificação ilustrada do Rebatimento dos planos de projecção, como se chega da situação do espaço ao “papel” quase que dispensa a descrição escrita, embora esta exista como elemento fundamental na racionalização do processo de representação.

Sendo uma metodologia que assenta, sobretudo, na exploração da memória visual, é a abordagem preferencial dos alunos que frequentam os cursos de Artes Visuais. As suas vantagens tornam-na na metodologia imprescindível de qualquer publicação (sendo o manual de Luís de Albuquerque uma das poucas excepções) ou de qualquer aula prática – o quadro negro, invariavelmente, vai enchendo-se de esquemas e de perspectivas.

A linguagem gráfica assistiu, igualmente, a uma evolução consequente dos instrumentos de desenho utilizados. Os aparos ou as canetas de “graphos” e a tinta-da-china preta foram dando lugar a outros materiais riscadores que inclusivamente facilitam a utilização da cor<sup>17</sup>.

O mesmo exemplo acima ilustrado com aplicação de cor apresenta uma mais valia pedagógica no ensino da Geometria Descritiva, sobretudo na sua fase de iniciação.

A associação de cada uma das projecções (horizontal e frontal) a uma cor (vermelho e verde, p.e.) permite mais facilmente relacionar as respectivas projecções no espaço e a sua representação em é pura (Fig. 34).

<sup>17</sup> Claus Pütz, na sua intervenção no 15º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico de São Paulo, refere a utilização da cor: “By using colours wherever possible repeated elements in the construction are emphasised. Students are enabled to identify them easily in complex drawings and to find explanations on the corresponding geometrical background within the booklet.” (Pütz, 2001, pág. 271)

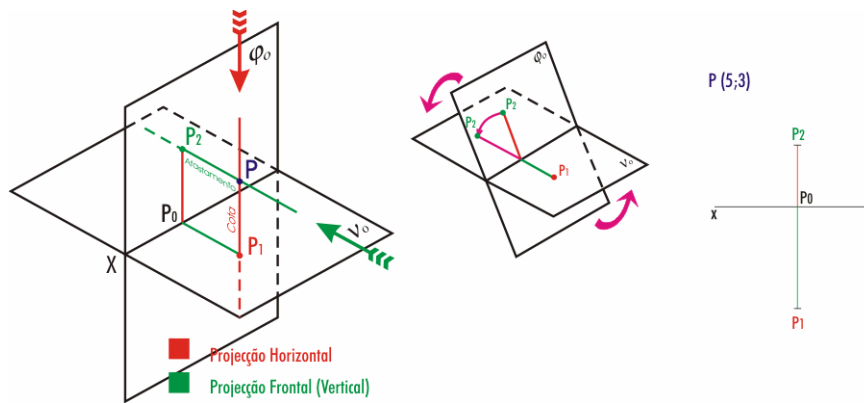


Fig. 34 - Dupla projecção ortogonal do ponto, com rebatimento (versão policromática)

O recurso ao computador como ferramenta de desenho, pela facilidade em criar superfícies e transparências entre si, muito contribuiu para melhorar a comunicação e não apenas para tornar o grafismo mais apelativo, o que também não deixa de ser importante.

A ilustração ainda do mesmo exemplo com uso de funções avançadas de software gráfico vectorial como o Corel Draw! evidencia algumas vantagens (Fig. 35):

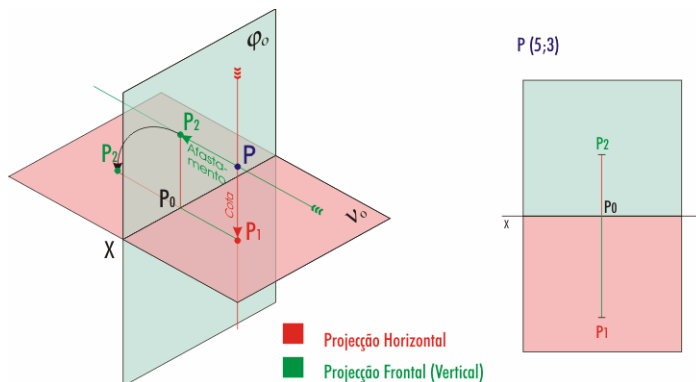


Fig. 35 - Dupla projecção ortogonal do ponto (em versão digital), Russo

O uso de uma tonalidade próxima utilizada para a respectiva projecção (vermelho – rosa e verde – verde claro) e a aplicação de transparência aos planos de projecção facilita a compreensão de em que parte do plano se efectua a projecção. Para o I Quadrante fica mais claro que o semiplano horizontal anterior de projecção se situa abaixo do eixo x e o semiplano frontal superior de projecção se situa acima do mesmo eixo. O grafismo mais apelativo é bem evidente.

O tipo de ilustração utilizado baseia-se na representação cavaleira ou isométrica. Assim as utilizaram Monge e outros autores de monografias sobre a GD, não só pela sua simplicidade de concepção mas também porque o valor das coordenadas no espaço (afastamentos e cotas) toma igual valor na representação das suas projecções.

Ainda no âmbito da Ilustração, refira-se a utilização de software gráfico na realização de exemplos animados, prática recente por parte de alguns docentes. A animação permite, a partir da imagem em movimento, demonstrar o processo de projecção e as equivalências do espaço e o ponto de vista de cada uma das projecções ou procedimentos, como o Rebatimento dos planos de projecção (Fig. 36).

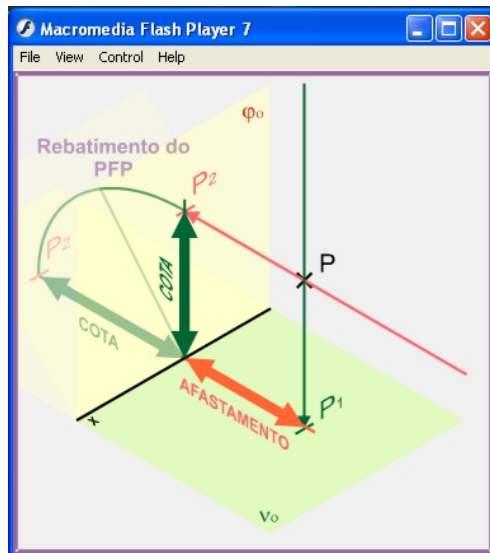


Fig. 36 - Rebatimento do PFP (sobreposição de 3 quadros)

Aplicações, como o **3D Studio**, possibilitam a criação de modelos geométricos a partir dos quais são geradas, simultaneamente ou não, imagens das suas projecções ortogonais e sucessivas projecções de quaisquer perspectivas, como que correspondentes a movimentos do objecto, possibilitando a “filmagem” da animação. No entanto, dada a complexidade no domínio da utilização do 3D Studio, o **Adobe Flash** (ex-Macromedia Flash) constitui-se como alternativa. O Flash possui variadíssimas funções de animação dos elementos desenhados (em “2D”) e, para quem conheça a sua linguagem Script, permite incluir funcionalidades de controlo e interactividade. O formato de exportação SWF facilita a sua integração em páginas HTML, cuja leitura se efectua com o *plug'in* gratuito Flash Player instalado no *browser*.

Na exemplificação animada da dupla projecção ortogonal de um Ponto pode-se:

Simular a passagem da projectante horizontal pelo Ponto e a sua intersecção com o Plano Horizontal de Projecção, obtendo-se a projecção horizontal do ponto  $P_1$ ;

Simular a passagem da projectante frontal pelo Ponto e a sua intersecção com o Plano Frontal de Projecção, obtendo-se a projecção horizontal do ponto  $P_2$ ;

Relacionar a distância  $[PP_2]$ , o Afastamento, com a distância  $[P_1P_0]$  com a anima-

ção de uma dupla seta a interligar as duas distâncias;

Relacionar a distância  $[PP_1]$ , a Cota, com a distância  $[P_2P_0]$  com a animação de uma dupla seta a interligar as duas distâncias (Fig. 37).

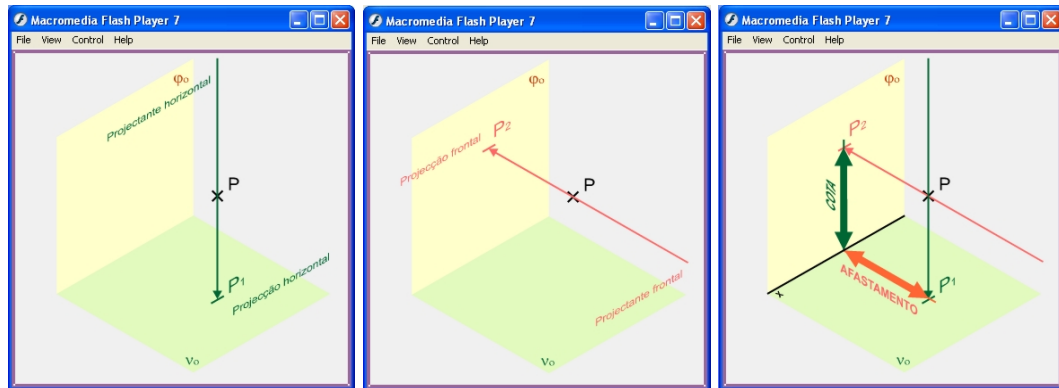


Fig. 37 - Dupla Projecção Ortogonal do Ponto (3 momentos da animação)

### 2.1.3. A Informática e a Geometria Descritiva

O Computador Pessoal (PC, acrónimo de Personal Computer) abriu o caminho ao desenvolvimento de software específico aplicado à geometria. Aplicações dinâmicas, que possibilitam a interacção do utilizador e a resposta gráfica a um problema, facilitam a compreensão de situações espaciais, apresentando paralelamente a sua resolução em Épura<sup>18</sup> (Fig. 38).

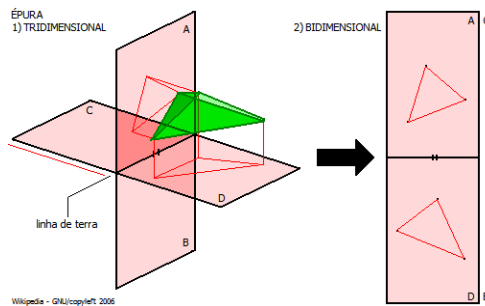


Fig. 38 - Épura tridimensional e épura bidimensional

<sup>18</sup> **Épura** é uma técnica de representação geométrica bidimensional para formas tridimensionais utilizada por Gaspard Monge. A técnica da Épura consiste em projectar uma forma sobre dois planos ortogonais entre si, obtendo duas projecções dessa forma – a projecção horizontal e a projecção frontal. Embora essas duas projecções sejam bidimensionais, os dois planos que as contêm formam um conjunto tridimensional, pelo que é necessário proceder à operação de rotação de 90° de um desses planos, tendo como eixo a recta de intersecção dos dois planos de projecção, ficando coincidentes. A esta operação chama-se Rebatimento e à representação, agora bidimensional, Épura.

Pode-se dizer que a utilização de software na aprendizagem da GD revolucionou, de certa forma, o seu ensino:

*“O ambiente hipermídia traz mudanças significativas ao ensino tradicional pois, além de disponibilizar um maior número de modelos tridimensionais, através da realidade virtual, proporciona certa independência do aluno em relação ao professor.” (Jacques, 2001)*

No entanto, os principais problemas na implementação do seu uso são, por um lado, os recursos disponibilizados nos estabelecimentos de ensino (uma sala de aula onde o PC fosse tão usual como o quadro negro) e, por outro, a apetência dos alunos para as Novas Tecnologias. Esta apetência só agora começa, em parte, a ser uma realidade.

Mais do que um fim em si, o recurso a software constitui uma ferramenta a valorizar no ensino da Geometria Descritiva. Durante a fase de iniciação, o aluno mais facilmente estabelecerá as relações do espaço a sua representação bidimensional.

Exemplifique-se, uma vez mais, a representação de um Ponto situado no I Quadrante em Dupla Projecção Ortogonal:

Na representação em perspectiva (representativa do espaço) o utilizador pode usar o cursor do rato arrastando o ponto P, por exemplo, para cima. Tanto na Épura bidimensional como na tridimensional observa-se o aumento da cota do ponto (distância deste ao PHP), por aumento da distância entre o eixo x e a projecção frontal (aqui exemplificada com uma tonalidade mais clara) (Fig. 39).

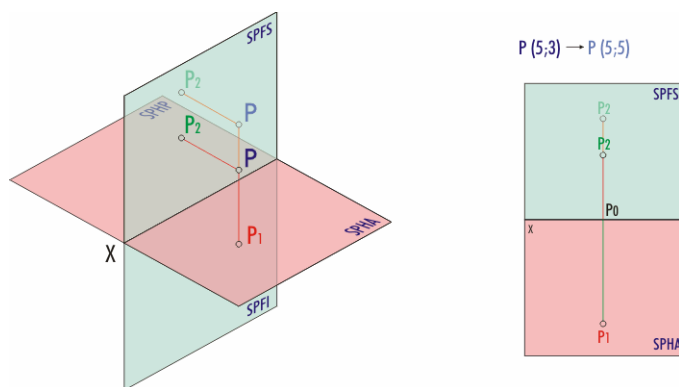


Fig. 39 - Dupla projecção ortogonal do ponto (versão dinâmica)

Programas como o **AEIOU** permitem criar e movimentar os elementos geométricos numa representação em perspectiva e observar, dinamicamente, o resultado em dupla projecção ortogonal, ou seja, a sua conversão para a representação bidimensional (Fig. 40).

Francisco Morgado refere na sua dissertação de Mestrado algumas outras das suas vantagens:

- Seguir exercícios, acompanhados por uma explicação áudio e escrita;
- Resolução de exercícios por parte do aluno e entrega ao professor;
- Possibilita ao professor ver a solução final do exercício, ou acompanhar a resolução proposta pelo aluno;
- Ver o tempo despendido na elaboração do exercício;
- Alterar, facilmente, a resolução, sem ter de "apagar" o que já se fez.

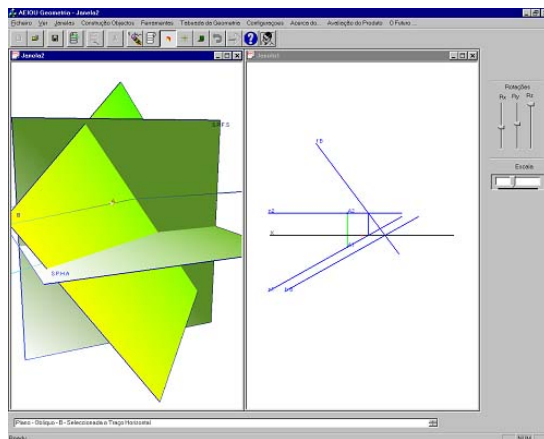


Fig. 40 - Ambiente do AEIOU – Recta horizontal de um plano

Outros programas como o **Geometer's Sketchpad** (disponível em versão demo em <http://www.chartwellyorke.com/sketchpad/gspdemos.html>) ou o **Cinderella** (disponível para download em <http://cinderella.de/tiki-index.php>) permitem a manipulação dos elementos da geometria – ponto e linha – directamente a duas dimensões (Fig. 41).

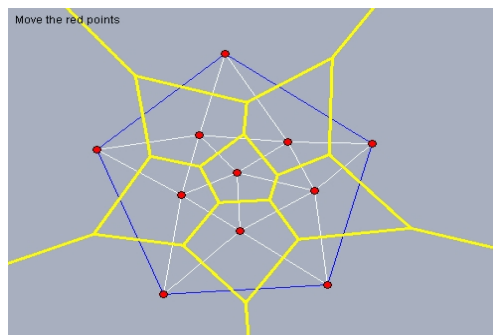


Fig. 41 - Cinderella

Muitos outros programas existem, alguns em simples “aplets” desenvolvidos por professores e instituições acadêmicas, mas que, por vezes, necessitam de conhecimentos de programação. O seu “embebimento” em páginas HTML permitem uma fácil acessibilidade a partir de qualquer “Browser” (como o Internet Explorer, o Netscape ou o Firefox). Alguns desses “aplets”, em programação Java, estão disponíveis on-line, como o **Caderno de Monge**<sup>19</sup> (Fig. 42).

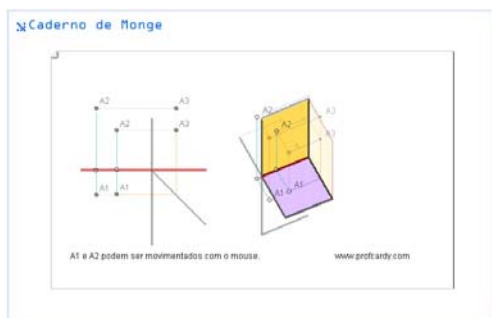


Fig. 42 - Caderno de Monge – Tripla projecção de um ponto (sobreposição de duas posições)

#### 2.1.4. A Geometria Descritiva e os Modelos

Em todas as situações referidas, um problema se mantém: as representações bidimensionais, mesmo que em perspectiva, podem eventualmente constituir uma limitação ao nível da avaliação espacial tridimensional.

É convicção de que os Modelos ou Maquetas constituem a melhor via na aprendizagem da Geometria Descritiva assentam na ideia de que a sua observação sob diversos pontos de vista contribuem para o melhor reconhecimento da forma:

*“In the natural environment, most objects are seen from several different viewpoints. We explored the nature of recognition after training with multiple views and compared it to recognition after training with only one view.”*<sup>20</sup>  
(Edelman, 1999)

Não será por acaso que um autor, ao publicar uma obra sobre temas relacionados com o

<sup>19</sup> O site dedicado à matemática disponibiliza, em Geometria → Geometria Descritiva, actividades interactivas. (<http://www.profcardy.com/geodina/> [6.Abr.2007, 23:25])

<sup>20</sup> “Em ambiente natural, muitos objectos são vistos de diferentes pontos de vista. Exploramos a natureza do reconhecimento depois de treinar com múltiplas vistas e comparando-a no reconhecimento depois do treino com uma única vista.”

espaço, opte por um método de publicação tridimensional (Fig. 43 e 44). Este método utiliza a capacidade de abrir o livro e, consequência da sua concepção, existirem elementos que automaticamente tomam a forma tridimensional pretendida – a forma pode, assim, ser observada sob qualquer ponto de vista.



Fig. 43 - A Linha definida por dois pontos e como intersecção de dois planos, seg. Ribeiro e Russo (2008)



Fig. 44 - Recriação 3D do Atelier de Johannes Vermeer, segundo Frayling (2006)

Os modelos assumem, assim, um importante papel como instrumentos de trabalho na aprendizagem. Só eles constituem a verdadeira situação espacial, numa aproximação particularmente à visualização horizontal e frontal e consequente “passagem” para a representação em dupla projecção ortogonal. Por vezes referidos nos programas oficiais da disciplina<sup>21</sup> na sua utilização para demonstrar determinados problemas, a verdade é que a grande maioria das escolas, por razões que se desconhecem, não os possuem. Resta ao docente ser ele próprio a construí-los, recorrendo aos mais diversos materiais – cartolinas, madeiras, plásticos, acrílicos ou metais – e criar um sistema que lhes permita criar situações que, complementadas com acetatos, permitam ao aluno compreender o porquê da representação em dupla projecção ortogonal.

---

<sup>21</sup> “O ensino das projecções será de início experimental e pouco a pouco habituar-se-á o aluno a ver no espaço sem o auxílio de modelos.” (Programa de Desenho para o 3º ciclo dos Liceus)

Também ao aluno caberá o papel de participar na construção e manipulação desses modelos, envolvendo-o mais directamente no seu processo da aprendizagem. Alguns manuais da disciplina incluem uma página impressa em cartolina com o desenho dos planos de projecção para recortar e montar. No manual “Desenho e Geometria Descritiva” do 10º ano, as autoras Stella Sant’Ana e Berta Gomes propõem exactamente essa participação do aluno.

Este factor e a procura de um processo de autonomia na aprendizagem da G.D., pela via do Ensino a Distância, contribuem para a ênfase a dar à utilização de Modelos tridimensionais na Concepção e no Desenvolvimento da disciplina de Geometria Descritiva, seja ela em modalidade presencial seja em não presencial.

Retomando o exemplo apresentado anteriormente, o da Representação em Dupla Projecção Ortogonal de um Ponto situado no I Quadrante, o aluno utiliza modelos no seu estudo (assunto desenvolvido no capítulo IV):

Após o estudo do que é uma projecção e do que são as coordenadas de um Ponto, utilize os Planos de Projecções e um Ponto (por exemplo, uma pequena esfera de plasticina) para verificar a interacção entre eles e as projecções do ponto: com a esfera situada a uma certa distância do Plano Horizontal de Projecção, olhe para o conjunto de cima – nota alguma diferença se afastar o “ponto” do PHP? Provavelmente não! Significa então que o aumento ou a diminuição da Cota não é observável quando efectua a projecção horizontal do Ponto. Mantendo-se na mesma posição, afaste a esfera/ponto do Plano Frontal de Projecção – agora já verifica que essa distância (o Afastamento) tem “reflexos” na projecção horizontal do Ponto.

A que conclusão se pode chegar? Que, apesar da Cota ser a distância de um Ponto ao Plano Horizontal de Projecção, é o Afastamento que define a distância da projecção horizontal do Ponto ao eixo x (que no espaço coincide visualmente com o Plano Frontal de Projecção) (Fig. 45).

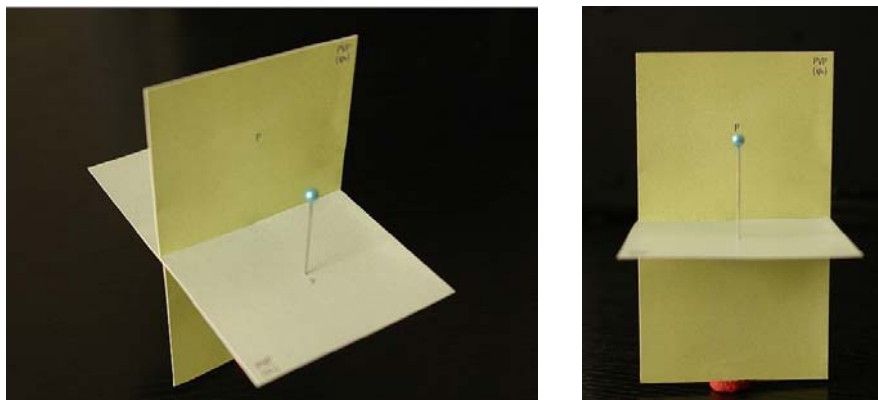


Fig. 45 - Modelo de 2 Planos de Projecção para o estudo da projecção do Ponto

Inversamente se verifica nas relações entre as coordenadas do Ponto e a sua projecção frontal.

Posteriormente, este sistema permite realizar o Rebatimento dos Plano de Projecção e compreender a relação entre as duas projecções e o eixo x, numa representação bidimensional.

## 2.2. A Geometria Descritiva nas reformas educativas em Portugal

Dado que o objectivo deste trabalho se dirige essencialmente ao ensino da Geometria Descritiva a nível do ensino Secundário, é neste âmbito que é interessante observar o caminho percorrido pela disciplina, desde o seu surgimento, nas sucessivas reformas educativas.

O Decreto n.º 27:085, de 14 de Outubro de 1936, que aprova os Programas do Ensino, não refere a existência de qualquer disciplina associada ao ensino do Desenho (subentenda-se, Geometria Descritiva).

O Decreto n.º 36:507, de 17 de Setembro de 1947, que aprova o novo Estatuto do Ensino Liceal, complementado pelo Decreto n.º 37:112, de 22 de Outubro de 1948, que aprova os Programas do Ensino Liceal, incluem a disciplina de Desenho a partir do 1º ano. Nos 6º e 7º anos, que correspondem ao ciclo secundário (e aos actuais 10º e 11º anos), a disciplina denomina-se **Desenho** e tem como programa:

- Desenho geométrico;
- Esboço cotado;
- Desenho à vista.

O Desenho geométrico é, na verdade, a representação em dupla projecção ortogonal, ou Método de Monge, e abarca a maior parte do ano lectivo. Os conteúdos deste capítulo vão desde a representação dos elementos básicos da geometria (Ponto, Recta, Plano e Sólidos) à Teoria das Sombras, passando pelos Métodos Geométricos Auxiliares (Rebatimentos e Mudança de Planos), Intersecções e Secções. A resolução de problemas refere-se à situação dos elementos geométricos em qualquer quadrante.

O Decreto n.º 39:807, de 7 de Setembro de 1954, vem introduzir algumas modificações nos programas do ensino liceal que, no caso do Desenho apenas se aplica a alterações na forma de escrita, mas não do seu conteúdo.

Após o 25 de Abril assiste-se, compreensivelmente, a sucessivas Reformas do Ensino em Portugal. Em 1975 cria-se o Curso Geral Unificado (do 1º ao 9º ano) com uma área vocacional no 9º ano e em 1976 introduz-se o Serviço Cívico Estudantil. O ano propedêutico, que inclui cinco disciplinas, é introduzido em 1977 e substituído em 1980 pelo 12º ano com as Via de Ensino e a Via Profissionalizante, que dão acesso ao Ensino Superior. Entretanto, o Curso complementar (10º e 11º anos) é implementado em 1978<sup>22</sup>. É neste cenário que a disciplina de Desenho toma várias nomenclaturas, de acordo com o nível escolar – **Educação Visual** (7º e 8º ano), **Desenho** (no 9º ano) e **Geometria Descritiva** (nos 10º e 11º anos, assim como no 12º ano). No entanto, no denominado Curso Complementar Liceal Nocturno a disciplina manteve o nome de **Desenho**, apesar dos seus conteúdos serem relativos a GD, tendo as provas de exame terminado em 2000.

A disciplina de Desenho, no 9º ano, é integralmente dedicada ao desenho geométrico, já que este foi substancialmente reduzido nos anos anteriores. A complementar as construções geométricas – concordâncias, arcos, polígonos regulares, etc. – surge uma aproximação à dupla projecção ortogonal com a representação do cubo ou do paralelepípedo com bases de nível ou de frente.

O programa da disciplina de Geometria Descritiva inclui os capítulos<sup>23</sup>:

- Projecções Axonométricas;
- Desenho cotado;
- Projecção Cotada;
- Projecção cónica;
- Dupla Projecção (constando os Sólidos no 11º).

Em 1984, já com nova nomenclatura, a disciplina de **Desenho e Geometria Descritiva**, aparece reorganizada em Dupla Projecção Ortogonal – Ponto, Recta, Plano, Figuras Planas e Sólidos, Intersecções, Métodos geométricos auxiliares, Sombras – Projecções cotadas e Perspectiva<sup>24</sup>. Sendo os dois últimos capítulos referidos de forma breve, a inclusão do termo Desenho no nome da disciplina apenas se limita ao papel de associar a GD ao Desenho e a sua função representativa.

---

<sup>22</sup> Fonte: OEI – Ministério da Educação de Portugal: Sistema Educativo de Portugal – Cap. 2. Breve Evolução Histórica do Sistema Educativo (2003).

<sup>23</sup> Fonte: Manual de GD, de Luís Gonçalves, aprovado pela Portaria n.º 542/81.

<sup>24</sup> Fonte: Manual de DGD A, de Stella Sant'Ana e Berta Gomes, aprovado pela Portaria n.º 608/84.

A Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro, “estabelece o quadro de referência da reforma do ensino educativo, decorrendo a definição dos planos curriculares dos ensinos básico e secundário...”, é alterada pela Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro, e é regulamentada curricularmente pelo Decreto-Lei n.º 286/89, de 26 de Agosto de 1989, que refere a disciplina de Desenho e Geometria Descritiva (DGD) para os 10.º, 11.º e 12.º anos na componente de Formação Específica (o 12.º ano passa então a considerado integrante no ciclo de estudos). Para os alunos que pretendem ingressar em Arquitectura a sua duração é de 4 horas nos três anos, enquanto que para os que pretendem ingressar em Engenharia é de apenas 3 horas no 12.º ano. Nesta reforma, apesar de se criar uma via “para o prosseguimento de estudos” e outra para o “ingresso na vida activa”, não se introduziram quaisquer diferenciações no seu conteúdo.

Com a inclusão de mais um ano de estudos no Desenho e Geometria Descritiva (DGD A) os conteúdos programáticos do 12.º ano versam integralmente o estudo da Perspectiva Linear, que até então apenas era abordada de forma superficial e no ensino superior.

No entanto, em 1999 (ano em que os cursos para o “ingresso na vida activa” se passam a denominar de Tecnológicos) o plano curricular da GD A sofre uma nova reorientação – a Perspectiva linear é retirada e os Problemas Métricos e a Representação Axonométrica passam a integrar o currículo.

O Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março de 2004, que “estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão do currículo”, entretanto rectificado pela Declaração de Rectificação n.º 44/2004, de 25 de Maio, aprova os cursos Científico-humanísticos e os cursos Tecnológicos com nova matriz de nível secundário. São regulamentado pelas Portarias n.º 550-A a D/2004, de 21 de Maio, que aprovam o regime de organização, funcionamento e avaliação dos cursos de nível secundário. O Decreto-Lei n.º 24/2006, de 6 de Fevereiro, alarga a oferta curricular com os cursos Profissionais.

O novo programa da disciplina, que retoma a nomenclatura de **Geometria Descritiva**, responde a uma lacuna que os docentes já vinham a sentir por parte dos alunos – a deficiente preparação no âmbito do desenho e dos conceitos básicos da geometria. Em Educação Visual, progressivamente se foi diminuindo a proposta de trabalhos com base na geometria em prol da criatividade. Tal evolução teve uma consequência negativa na habilidade não só em lidar com os instrumentos (régua, esquadro e compasso) como na aplicação de princípios básicos da geometria. Assim, a inclusão de um **Módulo inicial**, contendo os conceitos gerais relativos à geometria, pretende preencher essa lacuna.

Por outro lado, surge a **Geometria Descritiva A** para o curso Científico-humanístico de Artes Visuais (que substitui o curso orientado para o prosseguimento de estudos) e a

**Geometria Descritiva B** para os cursos Tecnológicos de Design de Equipamento e de Multimédia (que substituem os cursos orientados para a vida activa). Os currículos são reduzidos a dois anos (nos 10º e 11º ano), sendo de 6 tempos (4,5 horas efectivas) semanais para a GD A e 4 tempos (3 horas efectivas) para a GD B. Alguns dos pontos dos programas foram reduzidos, para dar lugar às Axonometrias clinogonais e ortogonais (Fig. 46). Este capítulo constitui uma novidade, já que se debruça sobre a “Determinação gráfica das escalas axonométricas” e “Métodos de construção” e não apenas sobre as axonometrias convencionais.

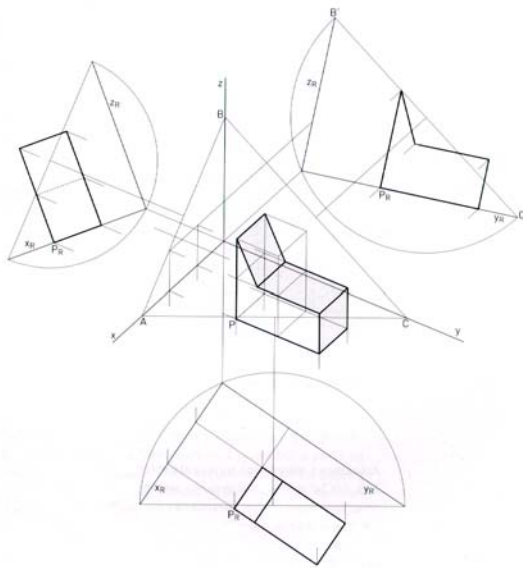


Fig. 46 - Axonometria isométrica de um sólido geométrico, segundo J. Costa (2005)

### 2.3. Notação e Normalização

Como no Desenho Técnico, é importante regulamentar a representação em Geometria Descritiva. Da identificação dos elementos geométricos (pontos, linhas, eixos, planos, volumes, etc.), denominada habitualmente de Notação, aos Traçados (tipos, espessuras e cor), há que encontrar uma linguagem uniforme<sup>25</sup> que contribua para uma leitura inequívoca da representação.

Apesar de ser relacionada com o século XX, a necessidade dessa regulamentação, ou

---

<sup>25</sup> “O desenho pode assim considerar-se uma “linguagem” e como tal deve ter uma gramática, uma ortografia e uma caligrafia próprias, cujo estudo é necessário a quem pretenda ler e escrever correctamente essa linguagem.” (Cunha, 1980, pág. 1)

melhor, de uma normalização, era já uma prática em épocas anteriores, como se refere James Ackerman à obra de Honnecourt:

*“Alcuni dei disegni di Reims di Villard de Honnecourt sono considerati una pietra miliare nella messa a punto delle convenzioni per la rappresentazione di opere e progetti di architettura.” (Ackerman, 2003)<sup>26</sup>*

Igualmente, o refere Luís Veiga da Cunha em “O Desenho Técnico” da seguinte forma:

*“Já entre os antigos se reconheciam os benefícios de uma normalização, através do estabelecimento de regras de actuação em certos domínios. Assim, por exemplo, as regras construtivas e arquitectónicas de alguns povos da Antiguidade Clássica e Oriental chegam até aos nossos dias como testemunho de uma preocupação normalizadora. Contudo, muitos séculos passariam ainda antes que a normalização, no sentido em que hoje é entendida, se tornasse realidade, impondo-se como verdadeira necessidade.” (Cunha, 1980)*

E acrescenta mais adiante:

*“Só com o progresso alcançado pela revolução industrial do século XIX se começou a justificar a necessidade de normalização no plano sectorial e nacional. E foram sobretudo as dificuldades encontradas na cooperação técnica e militar entre os países aliados no decurso da Segunda Guerra Mundial que puseram em evidência a necessidade urgente de se caminhar rapidamente para a normalização no plano internacional.” (Cunha, 1980)*

No entanto, as regras criadas foram sofrendo uma evolução. Muitas das vezes, consequência da adaptação à própria evolução científica e tecnológica ou, no caso do Desenho, pela necessidade de uma simplificação.

Muito provavelmente, ao consultar um livro de Geometria de há 50 anos encontrar-se-á alguma dificuldade em descodificar a Notação e o Traçado, ao compará-los com quaisquer um dos actuais manuais escolares da matéria. No caso de os conhecimentos de quem os consultar forem sólidos, pelo menos demorar-se-á algum tempo a encontrar as respectivas correlações.

É, assim, necessário definir, conhecer e aplicar uma Normalização dos elementos de representação.

---

26 “Alguns dos desenhos de Reims de Villard de Honnecourt são considerados uma pedra miliar num apanhado das convenções para a representação de obras e projectos de arquitectura.” (pág. 29)

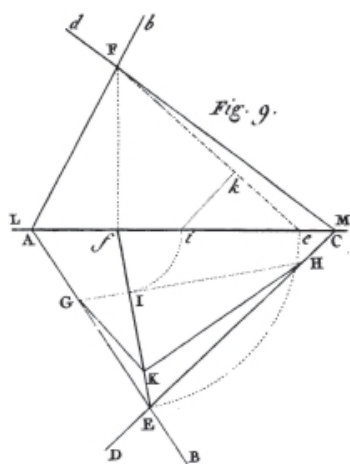
### 2.3.1. Notação

No âmbito da Geometria Descritiva, a Notação, ou seja, a identificação dos elementos geométricos, nem sempre foi suficientemente clara, sobretudo ao nível das projecções. Não se tem encontrado consenso na sua normalização ou, melhor dizendo, carece de uma Normalização. Particularmente no seu ensino, existem orientações que contribuem para a utilização de critérios uniformes, seja para a sua prática seja para a edição de manuais da especialidade, mas nem sempre seguidas.

Na análise de algumas publicações, verifica-se a existência de um percurso que contribui, por vezes, para a melhoria da “leitura” do desenho, o que, no fim de contas, é um dos principais objectivos em qualquer desenho rigoroso – a observação inequívoca da representação.

Observando algumas obras publicadas, espaçadas no tempo e na geografia, entre as quais manuais escolares de referência no nosso ensino, ter-se-á uma melhor percepção das diferenças de Notação e da sua evolução:

#### G. Monge (Fig. 47)



Intersecção dos PP LM

Ponto A

Proj. horizontal do ponto a

Proj. vertical do ponto a'

Recta 2 pontos indefinidos

Traços do Plano 3 pontos  
(um deles em LM)

Fig. 47 - Intersecção de dois planos, segundo Monge (Pl. III)

N. Krylov (Fig. 48)

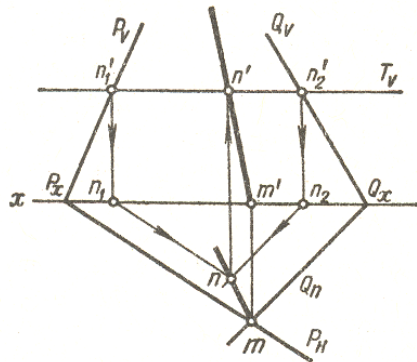


Fig. 100

Fig. 48 - Intersecção de planos cujos traços não se intersectam em projecção vertical, segundo Krylov (pág. 59)

Intersecção dos PP  $x$  ou  $x_0$

Ponto A

Proj. horizontal do ponto a

Proj. vertical do ponto a'

Recta 2 pontos indefinidos

Traços do Plano  $Ph / Px / Pv$

A. Carreira (Fig. 49)

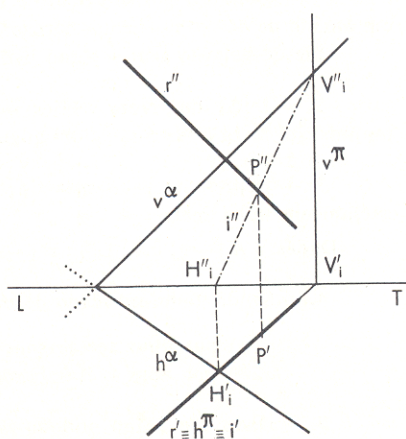


Fig. 135

Fig. 49 - Intersecção duma recta com um plano, segundo Carreira (pág. 89)

Intersecção dos PP LT (Linha de Terra)

Ponto A

Proj. horizontal do ponto A'

Proj. vertical do ponto A''

Recta r

Traços do Plano  $h^\alpha / v^\alpha$

J. Santa-Rita (Fig. 50)

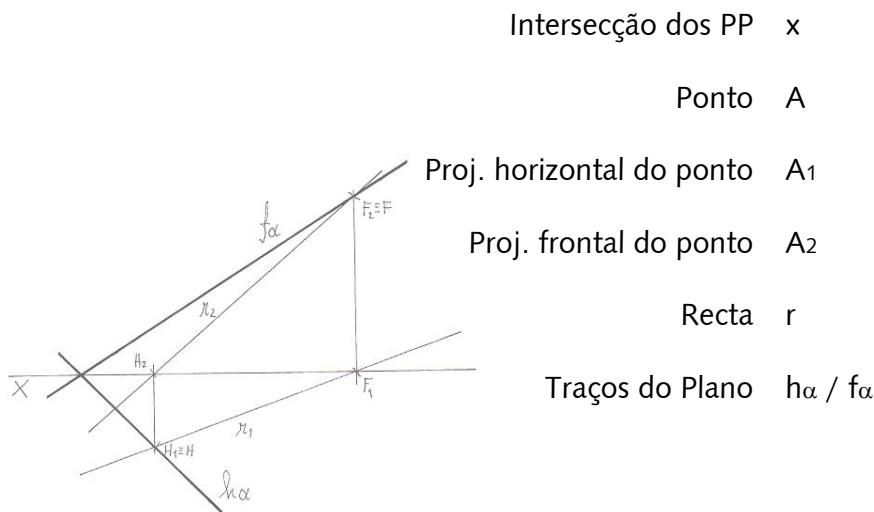


Fig. 50 - Plano passando por um recta dada, segundo Santa-Rita (pág. 135)

Numa breve análise, refiram-se alguns princípios aplicados e suas respectivas alterações:

- A **Intersecção dos Planos de Projecção** é identificada inicialmente por LT (Linha de Terra) e utilizada durante a vigência do manual de A. Carreira (ver na Recta a justificação da utilização das duas letras). Já em Krylov esta recta correspondente ao eixo x, como passou a ser adoptado no nosso ensino a partir de 1989.

Na reforma de 1989 foram dadas algumas orientações no sentido de incluir a notação 1 e 2, respectivamente, abaixo e acima do eixo x (do lado direito), indicando o plano de projecção 1 (PHP) e 2 (PFP), que se converteria, um deles, em 4 na mudança de planos, e 5 para uma segunda mudança (o 3, ausente, corresponderia a um hipotético plano de projecção de perfil). Embora pedagogicamente funcione como auxiliar, facilmente se compreende a contradição com o conceito geométrico de plano, de dimensões infinitas;

- O **Ponto**, enquanto elemento geométrico referenciado no espaço, é identificado por uma letra maiúscula do nosso alfabeto em todas as publicações;
- As **Projecções do Ponto** são identificadas com a respectiva letra em minúscula e diferenciada a projecção vertical da horizontal com a aposição de um apóstrofo a seguir à letra nas obras de Monge e de Krylov. Nos nossos manuais opta-se pela manutenção da maiúscula seguida de um ou dois apóstrofos (respectivamente, na projecção horizontal e na projecção vertical) ou, actualmente, seguido de 1 ou 2 em índice;

- A **Recta**, enquanto elemento geométrico referenciado no espaço, é actualmente identificada por uma letra minúscula do nosso alfabeto. Mas, com Krylov, a sua identificação recorre à própria definição de recta, ou seja, por dois pontos (indefinidos);
- As **Projecções da Recta** seguem a lógica da identificação das projecções do ponto, respectivamente em cada autor. Para situações que exigem várias rectas, a utilização da mesma letra seguida de um número progressivo e respectiva projecção ( $r_1'$ ,  $r_2'$ ,  $r_3'$ , etc.) foi substituída pela letra seguida de uma plica incrementada e respectiva projecção ( $r'_1$ ,  $r''_1$ ,  $r'''_1$ , etc.), troca que se percebe tornar desconfortável na utilização de mais de 3 plicas;
- O **Plano**, enquanto elemento geométrico referenciado no espaço, é identificado na actualidade por uma letra minúscula do alfabeto grego. Como para a recta, Krylov opta pela definição do plano por três pontos/duas rectas concorrentes (correspondentes aos traços do plano<sup>27</sup>) – um deles sobre o eixo x (que é o ponto de intersecção dos dois traços do plano) e um (indefinido) em cada uma das rectas – ficando, respectivamente, a notação em  $P_x$ ,  $P_h$  e  $P_v$ . Nas obras de Carreira e Santa-Rita, h e v ou f são atribuídos aos traços horizontal e vertical (ou frontal) respectivamente, seguidos da correspondente letra grega em posição ascendente no primeiro autor e em índice no segundo;
- As **Projecções do Plano** (enquanto representado pelos seus traços) constituem a única excepção em Geometria Descritiva ao serem conotadas com os próprios traços no espaço e, assim, identificadas com as letras utilizadas no espaço.

Convém ainda destacar a forma dada à representação do Ponto que, em obras como a de Krylov, Guilherme de Ricca ou Fernando Asensi, é desenhado como uma minúscula circunferência consequente da utilização de programas informáticos na sua concepção ou como forma de destacar este elemento que, como se define geometricamente, não tem dimensões. O próprio António Carreira a utiliza nas exemplificações em perspectiva mas nunca no desenho das projecções. Esta representação tem, obviamente, falta de rigor, pois a área do círculo definido pela circunferência/ponto torna incerta a localização exacta do Ponto. É preferível a utilização do x ou de um pequeno traço (na horizontal) con-

---

<sup>27</sup> Traço de um Plano é a recta de intersecção desse plano com outro plano. Abreviadamente, refere-se como Traços de um Plano as rectas de intersecção do plano com os Planos de Projecção. Um plano (se não for paralelo a um dos planos de projecção) tem assim dois traços – o traço horizontal e o traço vertical (ou frontal).

corrente com uma linha, recta ou não, para a obtenção do rigor exigido – prática usada pela maioria dos manuais portugueses (Fig. 51).

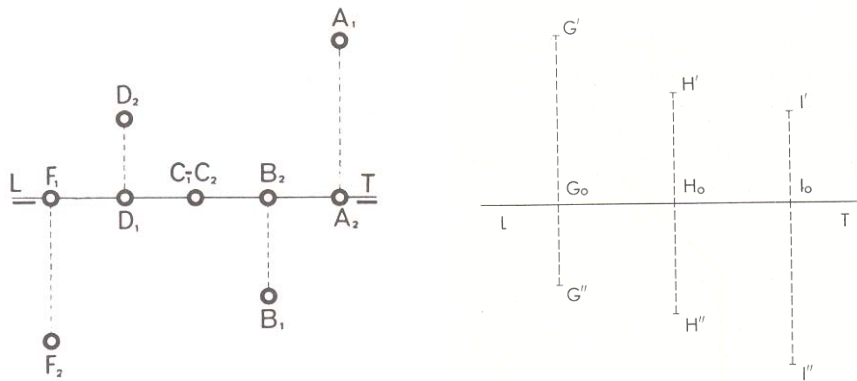


Fig. 51 - Representação do Ponto, segundo Asensi (à esquerda) e Carreira (à direita)

José de Santa-Rita é o único autor que utiliza o x sobre a linha de chamada ou um pequeno traço oblíquo, talvez influenciado pelo grafismo preferido dos arquitectos na cotagem dos desenhos ao intersectar a linha de cota e a linha de chamada com um traço a 45° (Fig. 52).

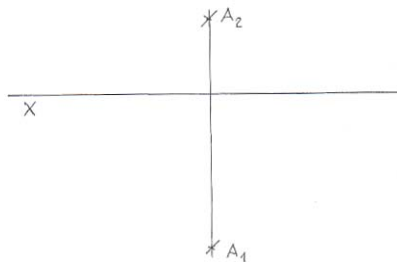


Fig. 52 - Representação do Ponto, segundo Santa-Rita

Refira-se ainda a questão da alteração de algumas nomenclaturas utilizadas:

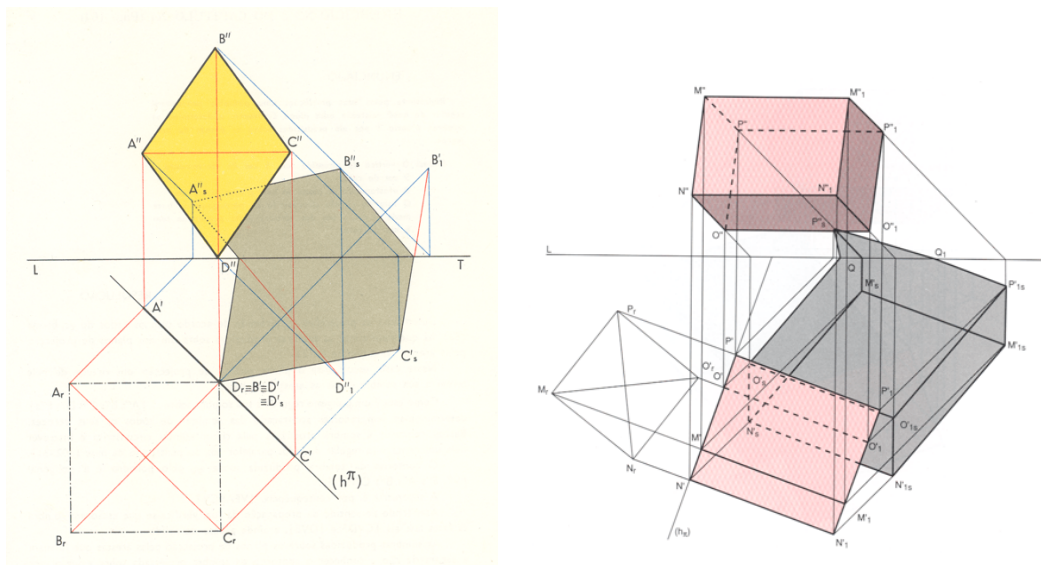
- A **Linha de Terra**, cuja origem provém do francês *Ligne de Terre*, e ainda utilizada no desenho de Perspectiva Cónica, passou apenas a ser designado por **eixo x**. X refere-se ao eixo do sistema referencial tridimensional que é constituído por três eixos ortogonais: xyz;
- O **Plano Horizontal de Projecção** (PHP como acrónimo ou v<sub>0</sub> como plano de cota nula) encontra em todos os autores uma designação única, bem como as respectivas projecções – Projecção horizontal. No entanto, alguns manuais também o referem como o Plano xOy;

- O **Plano Vertical de Projecção** (PVP como acrónimo ou  $\varphi_0$  como plano de afastamento nulo) foi renomeado pelas recentes reformas do ensino para **Plano Frontal de Projecção** (PFP). Também as projecções passaram da designação de Projecção vertical para a de Projecção frontal. No entanto, alguns manuais também o referem como o Plano  $xOz$ ;

### 2.3.2. Traçados

Ao contrário do que acontece com as Notações, os Traçados encontraram a sua regulamentação na Norma Portuguesa NP-62 de 1961. Esta norma "... define os traços que deverão ser utilizados, suas espessuras e condições de utilização." (Ribeiro, 1991, pág. 242). Com a introdução das normas internacionais ISO no nosso país, as Linhas do Desenho Técnico são regulamentadas pelas ISO 128-23:1999.

A normalização dos Traços tem evoluído não só devido à introdução da computação no desenho (com a utilização de Plotters na sua impressão) mas também devido à rapidez de execução, à clareza e ao rigor do traçado. Assim, se assistiu a uma substituição do traço interrompido e do traço-ponto-traço de algumas situações pelo traço contínuo. Esta alteração, que visa uma aproximação às normas portuguesas e internacionais, apresenta efectivamente a virtude de maior clareza do desenho para algumas situações.



**Fig. 53** - Exercícios de Sombras, segundo A. Carreira (esquerda) e L. Gonçalves (direita)

Que dizer das duas ilustrações da figura 53 de aplicação de Sombras? Na primeira, de António Carreira, a cor e os diferentes tipos de traço contribuem para uma melhor inteligibilidade do desenho – distinção entre formas, traçados auxiliares, linhas de chamada e de sombra. Na segunda, de Luís Gonçalves, a redução dos tipos de traço aumentam a

clareza mas não a sua descodificação (mesmo considerando que trata de um sólido e que o autor, para tornar mais expressiva a representação, usou aqui a cor, o que já não consta do programa como actividade a executar pelo aluno).

Também neste campo, não se tem encontrado consenso, quer sobre as espessuras do traçado quer sobre o seu tipo, havendo inclusivamente algumas contradições. Mesmo os autores, por vezes, indicam as normas a seguir mas nos desenhos apresentados seguem outras – por exemplo, A. Carreira indica a linha a traço-ponto-traço como norma para as linhas de eixo, no entanto, utiliza o traço interrompido (na altura, denominado de tracejado) para representar as referidas linhas rectas.

A comparação entre dois dos manuais de Geometria Descritiva, talvez dos mais utilizados no nosso ensino secundário<sup>28</sup>, evidencia essas diferenças:

#### A. Carreira

Linhas de chamada	-----	traço interrompido
Linhas de chamada (alternativa)	—	traço contínuo vermelho
Linhas de sombras (alternativa)	—	traço contínuo azul
Linhas visíveis / Arestas	—	traço contínuo grosso
Traços do plano / Arestas “Auxiliares”	—	traço contínuo fino
Linhas invisíveis	.....	ponteados
Rebatimentos / Linhas auxiliares	-----	traço – ponto – traço
Eixos	-----	traço interrompido

#### J. Santa-Rita

Linhas auxiliares / Linhas de chamada	—	traço contínuo fino (leve)
Linhas visíveis / Arestas	—	traço contínuo médio
Linhas visíveis (solução)	—	traço contínuo grosso (forte)
Linhas invisíveis	-----	traço interrompido
Rebatimentos / Rectas auxiliares	—	traço contínuo fino
Eixos	-----	traço – ponto – traço

<sup>28</sup> O primeiro, o de António Carreira, foi-o de certeza, já que foi “aprovado oficialmente como livro único”, como é referido na contracapa do manual.

A passagem a Tinta-da-china dos traçados e a aplicação de Aguadas<sup>29</sup> na representação de Figuras Planas, Sólidos e Sombras que constituía uma obrigação, deixou de o ser pelas mais recentes reformas da disciplina.

Presentemente apenas se utiliza a grafite como único material de desenho. Note-se a utilização dos termos traço leve, médio e forte por Santa-Rita, uma vez que com o lápis seria complicado espessar a linha. Assim, se recorre a diferentes durezas da grafite para atribuir uma melhor “expressividade” ao desenho geométrico.

Foi-se perdendo a experiência de “passar a limpo” um desenho, mas foi-se ganhando no tempo na aplicação em resolver problemas. Foi-se perdendo a qualidade gráfica do desenho mas foi-se ganhando na componente pedagógica.

---

<sup>29</sup> Como refere o programa de Desenho para o 3º Ciclo: “... Alguns trabalhos podem deixar de ser passados a tinta e aguarelados, especialmente quando constituírem recapitulação...”



### Capítulo 3.

## Ensino a Distância e e-Learning

### 3. Ensino a Distância e e-Learning

Com o aparecimento da escrita, o conhecimento passa a poder ser transmitido sem a presença do seu detentor ou do fenómeno em si. É essa uma das funções principais dos rolos de papiro ou dos cilindros (da Mesopotâmia)<sup>30</sup> ou dos pergaminhos. A introdução do papel na Europa, a invenção da tipografia no séc. XV (atribuída a Johannes Gutenberg) e o processo de impressão e encadernação em Livro por Aldus Manutius<sup>31</sup> abrem um novo caminho à maior acessibilidade e ampla divulgação do conhecimento através da escrita.

#### 3.1. As Origens do Ensino a Distância (EAD)

A génese do Ensino a Distância reside na possibilidade que o livro trouxe de se ler em qualquer lugar, em qualquer dia e a qualquer hora. Torna-se possível conhecer ou aprender sobre um assunto, na ausência de alguém especialista que o escreveu.

Mas é evidente que o Ensino a Distância é algo mais. Foi necessário esperar pelo séc. XVIII, onde na “Boston Gazzette”, datado de 20 de Março de 1728, se anunciava um curso de escrita através de materiais auto-instrucionais e tutoria por correspondência (“Caleb Phillips, Teacher of the new method of Short Hand”), ou pelo “Composition through the medium of the Post” noticiado no periódico sueco “Lunds Weckoblad” n.º 30, de 1833 (Holmberg, 2005). Estes dois anúncios perspectivam, por um lado, o apoio de um tutor para o esclarecimento de dúvidas e, por outro lado, a utilização dos serviços postais no seu transporte. Aliás, como curiosidade, o segundo propõe o próprio Selo como suporte do curso.

São, precisamente, os países de maior dimensão geográfica, como a Suécia e o Canadá, que vêm no EAD a melhor forma de fazer chegar o Ensino à casa de alunos cujas escolas mais próximas estarão a várias dezenas de quilómetros. Desenvolveram-se então metodologias adequadas ao Ensino a Distância. Na Suécia foi, inclusivamente, aplicada com grande sucesso ao ensino primário (La Uned, 1984).

Em Portugal, só no ano de 1928 se anuncia um “Curso de Contabilidade” e nos anos 40 aparecem os centros de ensino por correspondência (Lagarto, 2002).

---

<sup>30</sup> Estes suportes eram utilizados para cartas instrutivas para os sacerdotes (Holmberg, 2005).

<sup>31</sup> “...Aldo resolveu o problema do preço reduzindo o custo de produção; como o seu objectivo não podia realizar-se com a publicação de pesados fólhos, concebeu a ideia de editar todas as obras melhores em volumes de tamanho manuseável, cuidadosamente impressos em pequenos caracteres... Em Fevereiro de 1495, Aldo empregou pela primeira vez um tipo romano muito legível e de grande valor...” (McMurtrie, 1965, pág. 227 e 229).

### 3.2. A Linguagem e os Media no Ensino a Distância

A linguagem, a concepção, a organização e a metodologia deste método de aprendizagem tem sofrido uma evolução em paralelismo com as progressivas revoluções tecnológicas dos Media. Actualmente já é possível definir três gerações de Aprendizagem a Distância.

A primeira geração do Ensino a Distância assenta no Papel como matéria de suporte ao texto e à imagem (estática).

O livro surge assim como o primeiro media a ser utilizado, pela sua acessibilidade e relativamente baixo custo. A aprendizagem realiza-se essencialmente através da leitura de textos. A imagem – fotografia, ilustração ou gráfico – complementa e reforça a compreensão do texto. O que poderia ficar dúbio através da palavra, tem a imagem para tentar eliminar qualquer má interpretação.

A segunda geração do EAD dá-se com o recurso a múltiplos meios de comunicação, designada de Multimédia. Também se poderia definir como a geração do polímero<sup>32</sup>, já que a sua evolução o transforma no suporte ideal e económico aos registos fonográficos e videográficos.

A ausência do som tornava limitada a abordagem de alguns temas, como as línguas ou a música. Esse problema só foi possível resolver com o aparecimento do disco de vinil, primeiramente, e da fita magnética ou da cassette de áudio e mais recentemente do CD. É o caso dos cursos da Linguafone, em que aprender uma língua não é apenas dar valor à gramática, à sintaxe ou aos significados pela leitura, mas também desenvolver a pronúncia ou a entoação pela audição. Também passam a ficar disponíveis a audição de Lições, comentários, diálogos, discursos ao vivo, etc. em registo discográfico ou magnético (em fita ou em cassetes). Alarga-se ainda o ensino a distância a destinatários invisuais.

Para situações mais complexas, é chegada a vez do filme ou, ainda melhor, do vídeo em cassette ou, mais recentemente, em DVD. Permite-se agora a possibilidade de visionamento de acções em que o tempo é fundamental para a sua compreensão – um exercício físico, um percurso arquitectónico ou urbano, uma experiência de química, a montagem de um objecto, etc. Também a Animação contribui para o visionamento de acontecimentos por suposição ou simulação – uma experiência atómica ou uma visita à Antiguidade. Este novo meio de comunicação junta, num só, o poder da palavra, do som e da imagem estática ou em movimento.

---

<sup>32</sup> Vulgarmente conhecido como Plástico, foi inventado durante a 1ª Grande Guerra, em 1918, sob a forma de Baquelite.

Uma terceira geração do EAD inicia-se com a Telemática, ou a geração da Sílica, como suporte a componentes dos meios informáticos.

Por muito bem concebidos e poderosos que fossem os media, existia o problema das situações de aplicação prática, seu acompanhamento e verificação de resultados. O contacto escrito ou telefónico disponibilizado pelas estruturas organizadoras dos cursos a distância são um primeiro passo para ultrapassar esta questão. Mas nem sempre o “feed-back” destas consultas o resolve – a barreira do espaço mantém-se e a interacção é limitada.

É na Interação que a utilização das novas tecnologias no Ensino a Distância vem, em grande parte, autonomizar e tornar mais eficaz a aprendizagem. Ao aluno pede-se uma atitude mais activa, ao contrário da maior passividade que os métodos anteriores implicavam. O software multimédia, a Internet e as plataformas de aprendizagem, conhecidas como LMS (Learning Management System), surgem como um suporte aos conteúdos produzidos, em formato digital (substituindo os volumosos papéis, fitas magnéticas, discos ópticos, etc.), acrescidos de novos materiais que, fruto da aplicação de diversas linguagens de programação, permitem a um utilizador já não apenas se limitar a ler, ver e ouvir, mas a interagir. Aplicações interactivas, dinâmicas, possibilitam o controlo quase total do material a consultar, saltar de secção para secção, realizar simulações ou exercícios que emitem uma resposta imediata à sua correcta ou não execução. O e-Learning, assim se denomina, revela-se um novo modelo de aprendizagem a distância, em que se aprende mais e mais rapidamente (Yannie, 2000).

Material	Suporte	Media	Acções
Papel	Livro	Texto Imagem fixa	Ler Ver Escrever/desenhar
Polímero (Plástico)	Disco de vinil Cassete Filme CD DVD	Texto Imagem fixa Som Vídeo	Ler Ver Ouvir Escrever/desenhar Gravar som Filmar
Sílica / Polímero	Disco rígido Disquete CD-ROM DVD-ROM Web	Texto Imagem Som Vídeo Animação Dados	Ler Ver Ouvir Escrever/desenhar Gravar som Filmar Manipular Interagir

Fig. 54 - Quadro resumo da evolução dos meios de comunicação

Quando se coloca lado a lado o tipo de ensino tradicional (em sala de aula com um professor) e o *e-Learning* (em espaço físico aleatório e um tutor), este último apresenta-se com inúmeros benefícios, de acordo com Marguerita McVay Lynch, na sua obra "The Online Educator" (2002):

- Todos os conteúdos do curso estão em local acessível a professores e alunos... 24 horas por dia, sete dias por semana;
- Podem ser dirigidos diferentes estilos de aprendizagem;
- É aumentada a aprendizagem activa;
- Adopção de comunidades de aprendizagem;
- Os estudantes tiram partido da diversidade de media para aprender conceitos e teoria.

O *e-Learning* hipnotizou as comunidades como uma fantástica solução que abre caminho a uma verdadeira democratização do ensino. Poderia, inclusivamente, ser alargada aos alunos com necessidades especiais de aprendizagem. Mas cedo essas comunidades se aperceberam que o *e-Learning* não é tão milagroso como inicialmente parecia: a par de inúmeros benefícios, debate-se com outros problemas, e que não são tão poucos quanto isso. Colocam-se questões de natureza material ou tecnológica, cognitiva e social ou mesmo deontológica. Ainda referindo M. Lynch, os cursos "online" enfrentam problemas de:

- Acesso ao sistema de aprendizagem;
- Retenção dos conhecimentos;
- Isolamento;
- Adaptação ao estilo de aprendizagem;
- Generalização de modelos mentais;
- Motivação;
- Gestão do tempo;
- Integridade académica.

Estes problemas abrem o caminho a um novo conceito – o *b-Learning* ou Blended Learning. Um sistema misto, onde a aprendizagem se efectua a distância (online), mas também com uma assinalável componente presencial.

É um sistema que as escolas básicas e secundárias portuguesas estão a tentar implementar, de forma autónoma e adaptadas aos diferentes níveis etários, com a utilização de plataformas de aprendizagem, em particular a plataforma Moodle. A sua instalação tem sofrido nestes dois últimos anos um forte crescimento, ao qual não é alheio a formação dos professores para a sua utilização tanto no contexto de ensino-aprendizagem como no da gestão de escolas<sup>33</sup>.

### 3.3. Concepção de Conteúdos e-Learning

A concepção de um curso on-line, e seus respectivos conteúdos, exige um cuidado suplementar comparativamente a um curso presencial, onde a improvisação e o imediato esclarecimento de dúvidas é frequente devido à presença do educador. Com a ausência do professor/tutor, a organização das sessões de trabalho implica a previsão antecipada da forma de comunicação consequente do perfil de conhecimentos variável do aluno. Como tal, a apresentação e organização das lições, o apoio e a estruturação dos conteúdos, bem como das actividades, têm de ser bem sequenciadas, claras e motivadoras – tudo tem de estar presente antecipadamente. Um dos problemas com que se debate o ensino a distância é a sua taxa de desistência, fruto dos “tropeços” que o aluno dá em determinados momentos do estudo e por não encontrar um modo eficaz e rápido de ultrapassar essas barreiras.

Conforme sugere a obra do Instituto para a Inovação na Formação (INOFOR, 2003), a “Concepção de Dispositivos Pedagógicos para e-Learning” deve optar como estratégia:

- **Concepção e Design:** a definição dos objectivos do curso e a metodologia pedagógica a adoptar e a formatação electrónica dos conteúdos;
- **Apoio ao Teleformando:** a existência de um centro de apoio especializado por telefone ou e-mail;
- **Tutoria e acompanhamento:** o formador assume o papel de tutor, como facilitador da aprendizagem, e a promoção de um ambiente colaborativo, com partilha de experiência entre os formandos;
- **Conteúdos Pedagógicos:** a desenvolver de acordo com a metodologia defini-

---

<sup>33</sup> O Quadro de Referência da formação contínua de professores da área das TIC – 2006 consagra cinco áreas de intervenção: A – Animação e dinamização de projectos TIC nas Escolas; B – A utilização das TIC nos processos de ensino e aprendizagem; C – Factores de liderança na integração das TIC nas escolas; D – Utilização das TIC em contextos inter e transdisciplinares; E – Os novos programas na área da informática (ME/CRIE, 2005).

da no Design e distribuídos quer on-line quer off-line;

- **Duração dos Cursos:** deve ser flexível, já que a formação centra-se no aluno, mas com um calendário de referência;
- **Sistema de Avaliação:** a existir em todos os módulos, com processos de autoavaliação e uso de uma base de dados com os sucessivos resultados das avaliações. Também se devem privilegiar actividades com avaliação automática (escolha múltipla, lacunas, verdadeiro/falso, etc.);
- **Modelo Pedagógico:** criação de uma estrutura modular com unidades bastante subdivididas, privilegiando os conteúdos interactivos;
- **Plataforma Tecnológica:** escolha de um software de gestão da formação on-line que responda às necessidades pedagógicas do curso.

### 3.3.1. Concepção e Desenvolvimento de um Projecto de Curso a Distância

O projecto de um Curso a distância deverá ser estruturado em 6 fases<sup>34</sup>:

- **Planeamento da Formação:** passa pelo diagnóstico das Necessidades de Formação, definição dos Objectivos Estratégicos, caracterização do Público-alvo e contexto da Realização da Formação. Sendo os dois primeiros prioridades de carácter empresarial, saliente-se a caracterização do Público-alvo como um aspecto primordial no ensino secundário. A Idade, a Formação/Conhecimentos e Experiência anterior e os Hábitos de Estudo são factores condicionantes sobre a forma como o Curso deverá ser concebido e desenvolvido. Quanto ao contexto de Realização da Formação importa considerar o Número de Alunos (que deverá rondar os 20 mas nunca exceder os 30), o Local (Escola, Biblioteca, Casa, etc.) e o acesso aos Materiais de Ensino, a Duração (Ano Lectivo ou Bi/Trimestral para o caso do ensino Modular), o Regime (Presencial/Distância, Intensivo a Regime Livre) e o Modelo centrado na Escola ou no Aluno (sendo o primeiro mais aplicado aos cursos do ensino diurno e o segundo aos do nocturno e do Profissional).

---

<sup>34</sup> "Guia para a Concepção e Desenvolvimento de Projectos de Formação a Distância" (INOFOR, 2003, pág.14).

- **Concepção do dispositivo de Formação:** inclui a definição dos Objectivos Específicos, a escolha dos Conteúdos de Formação, a definição da Metodologia de Ensino, a escolha dos Media e a estratégia de Tutoria (incluindo os Instrumentos de Comunicação Preferenciais).
- **Produção dos Materiais de Ensino:** Autoria (a entregar preferencialmente em formato digital, obedecendo a um modelo), Mediação (conversão dos documentos para os diferentes media) e Multicópia.
- **Preparação do desenvolvimento de Formação:** que para o caso do ensino regular envolve principalmente a organização da Estrutura Logística de Apoio (salas, sistema informático, acessibilidade à Net e e-mail, além das estruturas administrativas). Não põe aqui as questões de selecção de Candidatos/Alunos, pois genericamente as escolas estão obrigadas a aceitar a inscrição de alunos salvo na falta de vagas e dos Tutores (embora se possa fazer uma selecção de docentes com perfil e formação mais adequados à utilização deste modelo de ensino).
- **Desenvolvimento de Formação:** correspondente à fase da Formação, inicia com a difusão dos Materiais (presencialmente ou por disponibilização electrónica), desenvolve-se sob o Acompanhamento, Aconselhamento e Tutoria dos Alunos e termina com a Avaliação da Aprendizagem (formativa e sumativa).
- **Avaliação da Formação:** não menos importante na estratégia da construção de um curso a distância, está a avaliação final que se deve fazer do Sistema Formador e dos Resultados da Formação. Constituem elementos que permitirão ajustar a reaplicação posterior do curso com o objectivo de obtenção de melhores “performances”.

### 3.3.2. Concepção e Design de um Curso a Distância

A planificação de um Curso a distância, ou em particular on-line, inicia com a indicação de um **Título** e uma **Introdução** que explicita, claramente, os factores justificativos da existência do curso e os seus objectivos. Também é importante a definição do público-alvo e respectivas competências prévias.

Numa segunda fase, dever-se-ão explicitar o Plano de Actividades, os Recursos necessários e o processo de Assistência ao aluno. A Estratégia de Estudo, a Estratégia de Assessoria e o Calendário do curso deverão ser tidas em conta nesta fase da planificação.

A definição dos Conteúdos e seu desenvolvimento são a preocupação seguinte.

Cada Lição/Sessão deverá ser construída na base de um Design único com a existência de:

- **Introdução:** aos conteúdos a abordar;
- **Calendário:** cronologia de referência da unidade e data limite de conclusão;
- **Conteúdos:** desenvolvimento dos materiais ou recursos de aprendizagem, organizados por Unidades e Subunidades. Torna-se importante a utilização de hiperligações (Hyperlinks) a assuntos referidos na lição que permitam ao aluno ultrapassar lacunas de conhecimento que potencialmente possam impedir o progresso na sua aprendizagem;
- **Autor:** quando o desenvolvimento é elaborado por diversos autores, a indicação do responsável ou dos responsáveis deverá ser indicada;
- **Recursos:** indicação dos recursos necessários ao desenvolvimento da unidade em questão;
- **Actividades:** organização de um conjunto de actividades que passam da simples leitura à realização de tarefas, preferencialmente sociais e interactivas. A realização de actividades que possibilitam a avaliação automática também deverá ser disponibilizada;
- **Avaliação:** definição das actividades a serem avaliadas, matriz de avaliação e processo de entrega, promovendo a autoavaliação. Disponibilização do progresso avaliativo;
- **Assessoria:** indicação das formas de comunicação a utilizar;
- **Checklist:** listagem de itens de aprendizagem e verificação de competências esperadas do aluno;
- **Sumário:** síntese dos conteúdos abordados. Também poderá ser referida a Unidade que se segue.

### 3.4. Criação de um curso numa plataforma de e-Learning

A disponibilização de um curso on-line coloca o problema da sua gestão, entre outros:

- Quem acede ao curso?
- Como orienta os seus estudos?
- Como interage?
- Como saber o que cada aluno realizou durante a sua formação?

Uma página em HTML pode constituir um suporte para um curso a distância, no entanto, muitas das questões da sua gestão são incontroláveis ou morosos.

É neste âmbito que surgem as plataformas de aprendizagem – Learning Management System (LMS) – como o Blackboard, o Webct ou o Moodle. Um “Sistema de Gestão da Aprendizagem” é um software que corre num browser (tipo Internet Explorer ou Firefox) e permite distribuir, acompanhar e administrar diferentes cursos. A sua acessibilidade apresenta níveis de controlo e segurança – um professor, por exemplo, pode executar ou ver tarefas que um aluno não pode. As diferentes disciplinas instaladas no LMS podem ser reutilizadas, bem como os seus conteúdos, sobretudo se cumprirem as normas SCORM (Sharable Content Object Reference Model) ou AICC (Aviation Industry Computer-Based Training Committee).

#### 3.4.1. Porquê utilizar o Moodle?

A utilização da plataforma Moodle<sup>35</sup> na aplicação de um curso em ambiente virtual prende-se, por um lado, a uma questão economicista. O Moodle é um CMS (Course Management System) de código aberto (Open Source) e, como tal, de utilização gratuita, contrariamente às plataformas comerciais, provavelmente com outras capacidades, mas cujo orçamento está completamente de fora da capacidade financeira das escolas básicas e secundárias, pelo menos. Este factor contribuiu para o aparecimento de diversas comunidades, espalhadas por este mundo fora, que desenvolveram sistemas de ajuda e de debate (tutoriais, sites, foruns ou blogs) bem como aplicações (módulos e plugins) que enriquecem as funcionalidades do Moodle. Ao mesmo tempo, esta plataforma pode ser ins-

---

<sup>35</sup> O **Moodle** (acrónimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learning*) é um software livre de apoio à aprendizagem executado num ambiente virtual. Podemos dizer também que o Moodle é um Learning Management System, ou seja, um Sistema de Gestão de Aprendizagem em trabalho colaborativo. Foi criado em 2001 pelo educador e cientista computacional australiano Martin Dougiamas.

talada em máquinas com sistemas operativos Linux, igualmente gratuitos (ou quase), e facilmente conectáveis à world wide web como servidores web. Esta gratuidade não tem impedido a evolução deste software, que vai na versão 8, e com a nona em versão beta.

Por outro lado, há a considerar o “desenho” da plataforma, já que utilizar um ambiente virtual apenas porque não implica grandes custos de utilização não faria sentido quando se pretende um sistema educacional eficaz. O facto desta plataforma ter sido desenvolvida não apenas por um cientista computacional mas igualmente professor na universidade de Perth, Martin Dougiamas, contribuiu para a concepção de um ambiente tão próximo quanto possível de uma real sala de aulas. As ferramentas colaborativas que possui favorece uma filosofia social construtivista que contribui para uma melhor aprendizagem – “... People learn best when they are engaged in a social process of constructing knowledge through the act of constructing an artifact for others” (Cole, 2005). Sob o ponto de vista do utilizador, a sua utilização resulta extremamente amigável, de fácil acesso e de fácil manipulação, quer a professores quer a alunos.

O Moodle pode ainda ser instalado em qualquer língua, o que inclui o Português, o que não obriga, por parte do utilizador, à “desconcentração” na utilização de um ambiente de língua estrangeira, mesmo que bem conhecida, como é o caso do inglês. No entanto, também é permitido a um utilizador individualmente seleccionar outra língua de preferência (desde que disponibilizada pelo administrador), o que o torna excelente para a criação de disciplinas de línguas estrangeiras, como o francês, o inglês, o alemão, etc.

Estas vantagens, em conjunto, fazem com que o Moodle seja já amplamente utilizado por universidades, escolas básicas e secundárias e, inclusivamente, por empresas.

### 3.4.2. Características do Moodle

Quando se entra numa página do Moodle – por exemplo, na da própria organização em <http://www.moodle.org> (Fig. 55) ou na da Universidade Aberta em <http://www.moodle.univ-ab.pt/moodle/> – rapidamente se observa uma divisão do espaço em três colunas, encabeçada por uma banda horizontal identificadora do site e do utilizador em linha e hiperligação para logout. As três colunas, configuráveis nos seus conteúdos e organização, podem ter funcionalidades bem definidas. Habitualmente: a da esquerda para gestão ou administração da sala/disciplina (utilizadores, configuração, as minhas disciplinas, etc.), a da esquerda para blocos informativos (calendário, entradas recentes, etc.), e a central, a mais larga e importante, para os conteúdos (texto, imagem, actividades, etc.).



Fig. 55 - Página principal do Moodle na web

A comparação entre dois sites permite observar como a organização da página de acesso, ou mesmo de uma disciplina, pode ser quase radicalmente diferente, pois o Moodle possui a flexibilidade suficiente para o adaptar às necessidades de cada entidade educativa ou comercial ou de cada departamento dentro destas. Existem escolas que o utilizam como página web, como a Escola Secundária José Gomes Ferreira em <http://www.esjgf.com/moodle/>, já que permite navegar pelas diversas páginas como visitante, com observação (mas sem interacção) de livre acesso, ou como utilizador registado, com acesso livre, condicionado ou reservado de acordo com os níveis atribuídos (por exemplo, as páginas que dizem respeito aos professores só a estes estão acessíveis, estando vedadas a alunos e visitantes).

Excluindo o utilizador **visitante** (guest), um utilizador tem de se registar para usufruir das funcionalidades do Moodle (Fig. 56), tal como acontece em alguns sites comerciais (Amazon, Webboom, Sony, etc.).



Fig. 56 - Área de registo (login) na plataforma Moodle

O administrador pode definir o modo de registo – livre, através de uma confirmação automática ou não por e-mail, condicionada, tendo conhecimento prévio de uma pala-

vra-chave, ou restrita, através de solicitação por outros meios (e-mail, carta ou oralmente) – bem como, posteriormente na inscrição em determinadas áreas ou disciplinas. Existem ainda três tipos de utilizador, para além do **administrador** que tem, obviamente, acesso a tudo o que existe na plataforma, que correspondem a três níveis de acesso:

- O **Professor**, que pode criar, manipular, editar ou consultar as disciplinas em que está inscrito (mas não na dos outros professores);
- O **Professor não editor**, que não pode alterar os conteúdos e organização da disciplina mas pode acompanhar todas as actividades dos alunos;
- O **Estudante** (Aluno, em versões mais antigas), que apenas pode consultar e executar ou participar em actividades de alunos nas disciplinas em que está inscrito.

Outra característica interessante do Moodle é a do seu formato de apresentação. De acordo com as suas características específicas, a disciplina pode apresentar-se nos formatos denominados de:

- **Semanal**, em que “a disciplina é organizada semana a semana, com datas de início e fim bem definidas. Cada semana inclui actividades para essa semana. Algumas delas, como os trabalhos, podem estender-se por mais do que uma semana, ficando inactivas nas semanas seguintes”;
- **Tópicos**, “bastante semelhante ao formato semanal, excepto que cada “semana” é substituída por um tópico. Os tópicos não têm limite de tempo. Não é preciso especificar quaisquer datas”;
- **Social**, “orientado à volta de um fórum principal, o fórum social, que é apresentado na página principal. É útil para situações em que se precisa de um formato mais livre. Podem inclusivamente não serem disciplinas. Por exemplo, podem ser usados para afixar avisos de um departamento”. (Moodle Help)

Para concluir esta breve caracterização do Moodle, acrescente-se que na sua manipulação um ícone de ajuda permite aceder rapidamente a um texto descritivo da funcionalidade a que se refere, como é o exemplo do texto atrás utilizado para descrever os Formatos.

### 3.4.3. A Construção de uma disciplina

Após a disponibilização de um acesso a uma “sala virtual” por parte do administrador, o Professor encontra a área de trabalho com alguns elementos, de acordos com as definições gerais do Moodle, como o calendário, administração, 10 tópicos, etc. (atenção que poderão existir diferenças de acordo com as definições do administrador), mas vazia de conteúdos.

A primeira tarefa, após uma boa planificação do curso on-line, será a de configurar a própria disciplina, em **Administração** → **Configurações** (Fig. 57), entre outros parâmetros disponíveis, e alteráveis a qualquer momento:

- Nome completo, Nome curto e Sumário (obrigatórios);
- Formato (Semanal, Tópico ou Social) e Nº de semanas ou tópicos;
- Data de início;
- Tamanho máximo de *upload*;
- Disponibilidade a estudantes ou não;
- Chave de inscrição;
- Língua.

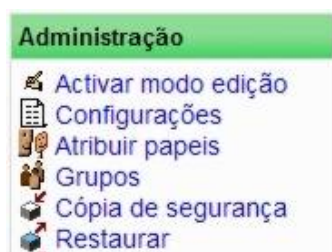


Fig. 57 - Bloco de Administração no Moodle

A partir daqui, pode-se dar início à construção propriamente dita da “sala”. Para se adicionar, alterar ou eliminar qualquer elemento é necessário estar em modo de edição (Fig. 58), já que neste momento não se vislumbra a possibilidade de executar essas tarefas. Para isso, basta clicar no botão existente na zona superior – **Activar Modo Edição**.



Fig. 58 - Cabeçalho de uma Sala Virtual no Moodle.

Quando se activa este modo surgem diversos ícones imediatamente abaixo ou ao lado dos elementos existentes na página (Fig. 59) que permitem:

- Recursos e Actividades: Mover para a direita, Mover (verticalmente), Editar (actualizar), Eliminar, Ocultar ou Grupos (não há) (1);
- Blocos: Atribuir papéis, Ocultar, Eliminar, Mover para a esquerda, Mover para cima e Mover para baixo (2);
- Tópicos: Mostrar só o tópico, Marcar como actual, Ocultar, Mover para cima e Mover para baixo (3).



Fig. 59 - Ícones de edição: 1- Recursos e Actividades, 2 - Blocos, 3 - Tópicos

Poderá começar por adicionar **Blocos** no bloco situado na coluna lateral direita em baixo (Fig. 60) seleccionando em **Adicionar...** a opção pretendida, como uma Listas RSS, um Apontador de Secção, um bloco em HTML, etc. Posteriormente pode deslocá-lo para a coluna da esquerda, ou mais para cima, usando os ícones de mover.

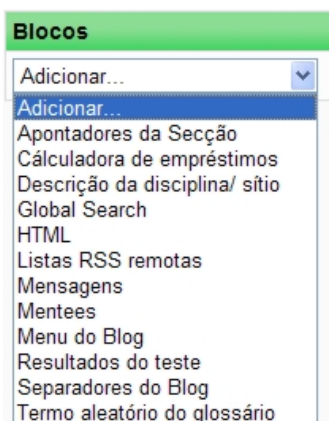


Fig. 60 - Lista dos Blocos disponíveis a adicionar à Sala Virtual

Um bloco que se reveste de grande importância é o **Calendário** (Fig. 61) que, por opção geral, já se encontra visível (mas tal poderá não acontecer). A função do Calendário não é a de apenas se saber em dia se está mas, o que o torna importante, a de permitir agendar (marcar) actividades ou acontecimentos relativos à disciplina. Nele aparecerão também informações da administração da plataforma, que poderá ser relativo à escola ou ter

apenas um carácter de gestão. A cor permite distinguir o tipo de evento: Global, da Disciplina, do Grupo ou do Utilizador.



Fig. 61 - Calendário da plataforma Moodle

Os blocos não desejados poderão ser eliminados através do botão de edição – note-se que a lista de blocos em Adicionar exhibe apenas os blocos não activados no ambiente virtual.

Passa-se então à fase mais absorvente da construção da sala virtual, a de “levantar” a área dos tópicos, que exige umas boas centenas de horas até se conseguir não só uma boa organização pedagógica como também uma boa apresentação gráfica (que não deve ser desconsiderada, pois constitui um reforço da acessibilidade e da fácil leitura).

Na zona superior existe desde logo uma zona (que se pode considerar como Tópico zero) dedicada ao sumário da disciplina e que pode ser editada com um texto introdutório ou simplesmente com uma imagem (Fig. 62), ou ambos – deverá constituir o cartão de visita da disciplina. Por defeito, existe um **Fórum Notícias** destinado a agrupar todas as informações/notícias emanadas pelo professor ao longo do curso.



Fig. 62 - Exemplo de um Sumário

A partir daqui os objectos a adicionar aos tópicos (Fig. 63) são um de dois tipos:

- **Recursos:** como Etiqueta, Apontador, Página de texto, Página web, Directório;
- **Actividades:** como Glossário, Mini Teste, Hot Potatoes, Wiki, Trabalho, Forum, Chat, Diário.

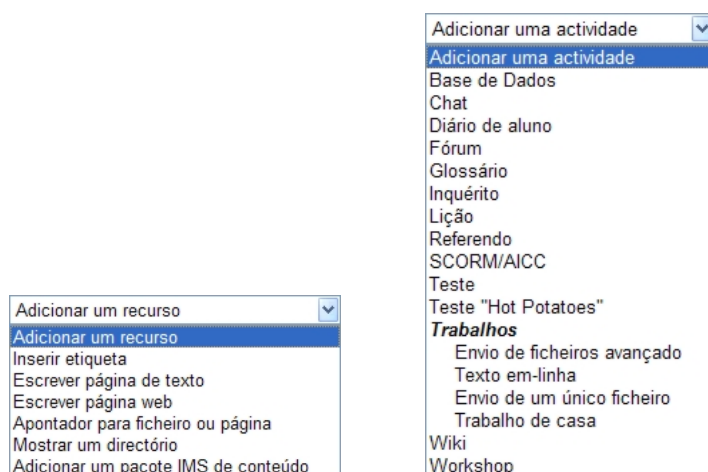


Fig. 63 - Lista de Recursos (esquerda) e de Actividades (direita) para adicionar

Outros recursos criados fora do âmbito do Moodle, como documentos de Word, PDF, Vídeo, etc. poderão ser importados através da opção **Administração** → **Ficheiro** que accede a uma janela que permite não só importar os ditos ficheiros como organizá-los em Pastas para uma mais fácil procura destes. É conveniente que essa arrumação seja feita antes da criação dos Apontadores para esses ficheiros.

Observem-se as características de alguns dos principais Recursos e Actividades.

O recurso **Etiqueta** (ou **Vínculo**, segundo a versão mais recente) tem como finalidade poder inserir no tópico texto e imagem de forma visível (Fig. 64). Pode-se, assim, colocar uma faixa gráfica no início de um tópico – o que ajuda a destacá-lo relativamente aos outros – bem como colocar um texto introdutório (por exemplo, explicativo sobre os conteúdos ou os objectivos desse tópico). A Etiqueta permite ainda inserir Links, à semelhança do Apontador.

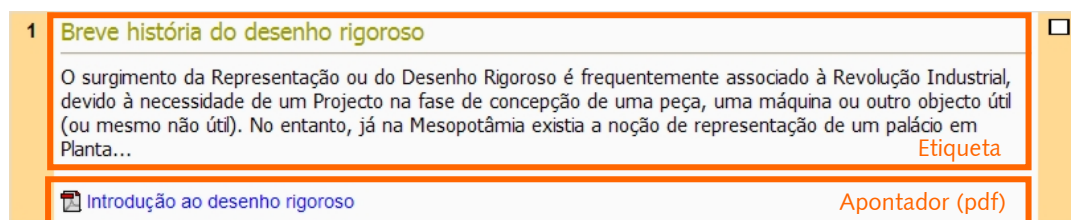


Fig. 64 - Exemplo de um Tópico com uma Etiqueta e um Apontador

O recurso **Apontador** permite criar links directos a páginas web (ao indicar um endereço URL) ou a diversos tipos de documentos, previamente importados como ficheiros, como PDF, DOC, animações Flash. Uma característica interessante é a de existir no tópico um ícone indicativo do tipo de documento ou link web antes do nome dado ao apontador, o que facilita o reconhecimento do tipo de documento.

O recurso **Página de texto** possibilita a criação de texto interno no Moodle (sem recorrer a importação de documentos de Word). Esse texto pode ser formatado com ferramentas (Fig. 65) semelhantes às do Microsoft Word – tipo de letra, tamanho, cor, estilo (bold, sublinhado, itálico) ou alinhamento. A sua apresentação no tópico assemelha-se a um Apontador – o ícone é exactamente uma folha de texto. A vantagem em utilizar este tipo de recurso, em vez de um documento Word, reside na detecção de termos definidos num glossário e assim criar as hiperligações correspondentes no texto.



Fig. 65 - Barras de Ferramentas do Editor de Texto

O recurso **Página web** funciona do mesmo modo que a Página de texto, com as mesmas características de formatação, no entanto a sua visualização será como numa página web. O ícone identificativo não se distingue do recurso anterior.

O recurso **Directório** tem como finalidade criar uma pasta no tópico que permite aceder a um conjunto de ficheiros, previamente importados, relacionados com um tema (Fig. 66). A sua vantagem sobre os Apontadores é a de ocupar apenas um linha no tópico, quando se pretende que o aluno, por exemplo, leia um conjunto de textos, evitando estar a criar um Apontador para cada um deles (e assim ocupar demasiado espaço no tópico, o que torna incómodo a navegação, devido ao alongamento da sala virtual).

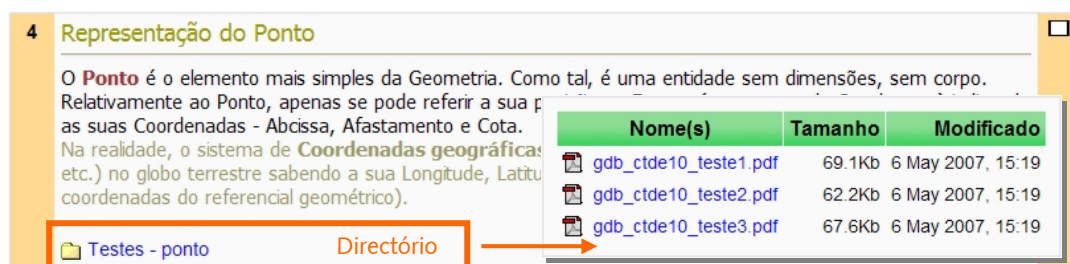


Fig. 66 - Exemplo de um Tópico com o recurso Directório e Janela de conteúdos

A actividade **Glossário** permite a qualquer aluno introduzir um termo e defini-lo, à semelhança de um dicionário. Cada intervenção regista a sua autoria, pelo que possibilita ao professor saber quem participou na construção do glossário. Pode ser configurado de

modo a permitir ou não a um aluno alterar uma definição e a sua autenticação pelo professor. É um excelente exemplo de uma actividade colaborativa, e cuja consulta está acessível a todos os alunos.

A actividade **Diário** é, pelo contrário, uma actividade individual. Aqui, o aluno pode registar actividades diárias ou semanais (depende da periodicidade definida pelo docente), reflexões, experiências, etc. Apenas o próprio aluno e o professor da disciplina a ele têm acesso (portanto, é invisível aos colegas da turma). Aconselha-se que, sempre que um aluno faça uma intervenção no diário, inicie com a indicação da data de participação.

A actividade **Trabalho** é a forma encontrada no Moodle para um aluno entregar um trabalho, em formato de ficheiro – um documento de Word, um trabalho de imagem (em formato nativo ou digitalizado de preferência em JPG), uma base de dados, uma folha de cálculo, ou mesmo um conjunto de ficheiros (previamente zipados). O professor pode definir se o aluno pode ou não substituir um ficheiro já enviado, bem como o seu tamanho (em Kbytes). Note-se que o Administrador, por uma questão de espaço disponível no servidor, define um espaço máximo de envio, pelo que, se a disciplina se destinar a trabalhos na área gráfica, o professor deverá solicitar um espaço maior.

A actividade **Hot Potatoes** permite integrar testes realizados na aplicação externa da Half-Baked (cujo download gratuito encontra-se em <http://hotpot.uvic.ca/>). Tem a vantagem sobre a actividade Mini Teste de poder ser reutilizada e reformulada noutras salas virtuais por ser independente. Por outro lado, enquanto o Mini Teste está limitado à escolha múltipla o Hot Potatoes possibilita a realização de exercícios de Preenchimento de lacunas, Ligação de conceitos ou Palavras Cruzadas, por exemplo. É uma ferramenta de estudo muito útil pois o aluno quando executa o exercício tem imediatamente um feedback às suas respostas, se correctas ou erradas e comentários. Antes de se definir a actividade, os ficheiros Hot Potatoes nativos (não em versão html, que o programa permite criar) deverão ser importados previamente.

A actividade **Forum** é uma ferramenta social assíncrona, através da qual o aluno pode colocar questões ou dúvidas relativas a um tema ou apresentar reflexões (Fig. 67). Os Fóruns podem ser genéricos ou temáticos consoante o método organizativo definido pelo professor. De acordo com a sua configuração, pode-se permitir a introdução de novas questões ou apenas responder a uma questão. Assim que é realizada uma intervenção, o seu autor tem 30 minutos para a editar, após os quais não mais será permitido eliminar ou alterar o seu conteúdo e será enviado por e-mail a todos os inscritos nesse Fórum.

5 **Representação da Recta**

A **Recta** é o elemento da Geometria obtido pela deslocação de um ponto numa dada direcção. Como tal, é uma entidade sem espessura e uma dimensão - o comprimento, infinito. Geralmente uma Recta é definida por 2 pontos. Tal como um pedreiro, para assentar uma fiada de tijolos em linha recta, espeta dois ferros no solo, que corresponderiam aos 2 pontos, e estica um fio atado a estes - obtendo, assim, uma recta. Mas a Recta também pode ser definida por um Ponto e uma Direcção.



 Reflexões sobre a Recta	Forum
 Conversas com Rectas	Chat

Fig. 67 - Exemplo de um Tópico com um Fórum e um Chat

A actividade **Chat** é, por sua vez, uma ferramenta social síncrona (Fig. 67), através da qual o aluno pode dialogar directamente com os outros utilizadores que se encontrem on-line (à semelhança do Microsoft Messenger). O professor pode neste caso definir um horário em que esteja disponível para esclarecimentos ou mesmo debater um assunto com os seus alunos.

Note-se que, caso um utilizador pretenda comunicar com outro que no momento não se encontre ligado, pode enviar uma Mensagem da qual o utilizador será avisado assim que realizar o seu login na disciplina através do bloco **Actividade recente** (Fig. 68).

Qualquer actividade realizada por um utilizador – Mensagem, participação num Forum, envio de Trabalho, etc. – é anunciada na coluna direita. O Professor/Tutor tem, assim, o conhecimento imediato das mais recentes intervenções. Esta funcionalidade, que necessita de estar activa, evita ter de consultar cada uma das actividades disponíveis, o que reduz o tempo de gestão.

**Actividade recente**

Activity since Thursday, 10 July 2008,  
07:30 PM  
[Full report of recent activity...](#)

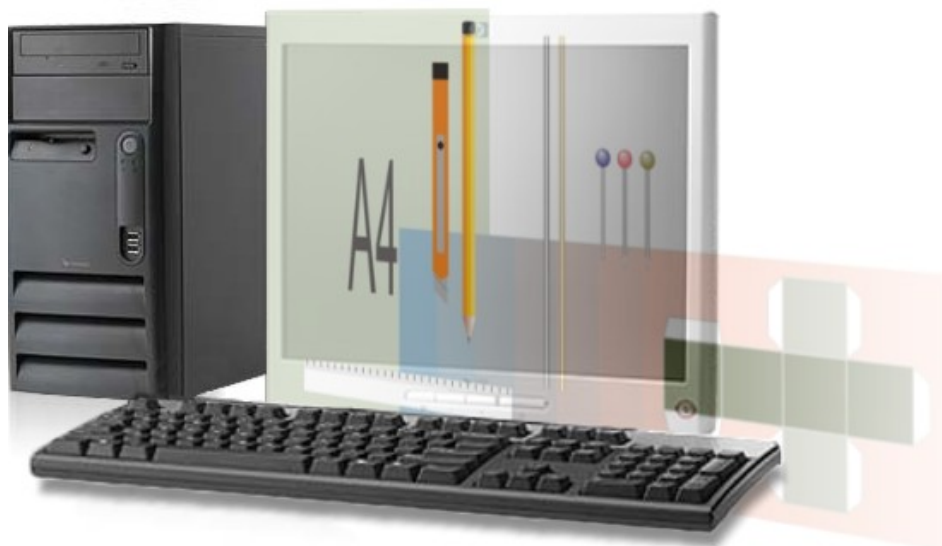
**Assignments submitted:**

?? Jul, 00:54  
Cíntia Mendes  
[Trabalho sobre som](#)

**New forum posts:**

?? Jul, 00:55  
Cíntia Mendes  
["Re: Entrega das actividades"](#)

Fig. 68 - Bloco de Actividade Recente



**Capítulo 4.**  
**Sala Virtual de Geometria Descritiva**

## 4. Sala Virtual de Geometria Descritiva

Avaliados os processos de ensino-aprendizagem e do e-Learning, construir uma Sala Virtual destinada à disciplina de Geometria Descritiva apresenta-se como uma tarefa complexa mas, ao mesmo tempo, aliciante. Tanto a sua organização como a concepção de conteúdos tem de dar resposta a um vasto espectro de alunos, que vai do reflexivo ao activo, passando pelo pragmático e pelo abstracto<sup>36</sup>, bem como envolver os diferentes patamares cognitivos<sup>37</sup>, afectivos e psicomotores.

O projecto de Sala Virtual aqui apresentado procura, assim, oferecer um variado conjunto de ferramentas que permitam ao aluno definir o seu próprio percurso, com destaque para a construção e utilização de modelos na sua aprendizagem.

### 4.1. Organização da Sala Virtual

A construção da Sala Virtual de Geometria Descritiva na plataforma Moodle<sup>38</sup> orienta-se por uma primeira preocupação – a organização clara dos seus conteúdos:

- Formato de apresentação por **Tópicos**, na sua maioria correspondentes aos capítulos do programa aprovado para a disciplina;
- Sucessão dos capítulos na ordem cronológica da aprendizagem;
- Não proliferação de Tópicos para evitar o alongamento vertical da sala virtual (embora exista uma funcionalidade que faz exibir apenas o Tópico actual, mas nem sempre prático).

Estas características permitem assemelhar este ambiente ao do manual escolar, contribuindo para a fácil navegação na disciplina por parte do aluno.

O primeiro Tópico, que não é numerado, pelo que apenas será referenciado como **Sumário** (denominação atribuída pelo Moodle), contém as instruções de organização e funcio-

---

<sup>36</sup> David Kolb desenvolveu um modelo que estabelece quatro estilos de aprendizagem distintos (<http://www.infed.org/biblio/b-explrn.htm> [10.Set.2008, 19:10]).

<sup>37</sup> Benjamin Bloom estabeleceu uma taxinomia que classifica os níveis de comportamento intelectual relativos à aprendizagem. No nível mais baixo situa-se o **Conhecimento** e o da **Avaliação** no topo, existindo pelo meio a **Compreensão**, a **Aplicação**, a **Análise** e a **Síntese** (<http://www.learningandteaching.info/learning/bloomtax.htm> [11.Jan.2008, 16:36]).

<sup>38</sup> O caso aqui apresentado foi realizado na plataforma Moodle instalada na Escola Secundária Padre Alberto Neto no endereço <http://espan.edu.pt/cursosonline/>, na categoria dos Cursos Diurnos. O acesso como visitante está disponível com a palavra-chave: *geometricas*.

namento da sala, os recursos de carácter genérico, actividades de utilização durante todo o curso e o Fórum Notícias.

O Tópico seguinte, efectivamente o primeiro, será destinado às actividades de Construção de Modelos auxiliares de GD e de Bases do Desenho (traçados elementares). À semelhança do Sumário, os seus conteúdos são para desenvolvimento ou consulta ao longo do ano. Daí a sua posição cimeira na sala. O *Módulo inicial* poderá ser incluído neste tópico, no entanto, a concentração dos conceitos básicos da geometria não parece ser a melhor metodologia.

O Tópico 2 aglutina a Introdução histórica ao desenho rigoroso e o Conceito e Tipos de projecção. Os restantes Tópicos seguem então a ordem cronológica dos itens da disciplina:

- Ponto, Recta, Plano, Figuras Planas e Intersecções (10º ano);
- Sólidos, Métodos geométricos auxiliares, Secções e Axonometrias (11º ano).

Na coluna direita dar-se-á destaque ao **Calendário**, que irá sendo actualizado segundo a agenda de actividades do aluno, a **Actividade Recente**, que informa o aluno de mensagens, trabalhos e outras actividades que consigo estão directamente relacionadas, e **Utilizadores Activos**, que facilita a percepção de quem está conectado.

#### 4.1.1. Design da Sala Virtual

A componente gráfica adquire um papel activo na procurada clareza da Sala Virtual. Ao nível do texto, a facilitação da sua leitura é conseguida através da distribuição equilibrada (estrutura ou *layout*) e da forma com a minimização do grafismo, pelo que se utilizaram as seguintes formatações de texto:

- **Tipo de letra** (*Font*) único, simples, não serifado Tahoma;  
Tipos como Trebuchet ou **Arial** ou **Times New Roman** (serifado) constituem alternativas. Eventualmente um segundo tipo de letra poder-se-á aplicar aos títulos. É importante fazer uma selecção de tipos de letra disponíveis em qualquer sistema informático, pois a sua ausência alterará a sua visualização.
- **Tamanho** (*Size*) a 14 e 10 pontos para diferenciar títulos do corpo de texto. Também um tamanho mais reduzido, como 8 pts, pode ser adoptado para outras manchas de texto;

- **Cor** diferente a aplicar aos títulos (verde oliva claro), texto (preto) e destaques (bordeaux), além do azul das hiperligações, que é uma cor automática;

A utilização de um maior número de cores é de evitar, pois perturba mais a leitura do que destaca diferentes elementos. No entanto, não é de excluir quando utilizado em situações especiais, como a cor esvanecida (uma variante do verde oliva claro) aplicada a texto complementar, mas ao qual não se pretende dar destaque.

- **Espaçamento entre parágrafos** simples ou duplo;

Note-se que o html (linguagem que o Moodle utiliza no âmbito da web) não permite espaços simples entre cada parágrafo, que se converte em espaço duplo (pode-se forçar a mudança de linha com SHIFT+ENTER para que esse espaço entre “parágrafos” seja simples).

O uso de um **Filete** (a aplicação de SHIFT+ENTER após o filete evita um espaçamento maior relativamente ao texto) é suficiente para destacar ou se perceber melhor o início de cada Tópico ou separar secções dentro do tópico. Uma imagem de reduzidas dimensões em altura, preparada num programa gráfico, constitui igualmente uma alternativa ao filete/título.

Finalmente, aplicou-se a funcionalidade de **Avanço** na organização de itens complementares dos itens principais.

Assim, cada Tópico exibe o modelo de grafismo exemplificado na Figura 69.

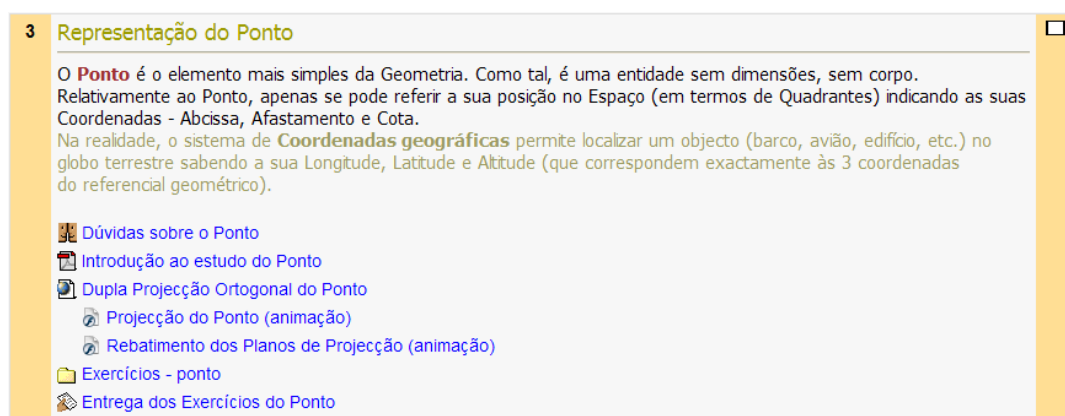


Fig. 69 - Apresentação gráfica de um Tópico

#### 4.1.2. Tópicos da Sala Virtual

O **Sumário** (Fig. 70) é o tópico inicial (que não inclui numeração) contém, como anteriormente se referiu, os recursos e actividades de carácter genérico e de utilização duran-

te todo o curso, como:

- **Introdução à disciplina e Guião Pedagógico** da organização e de instruções da utilização da sala virtual;
- **Planificação e Critérios de Avaliação**, é um documento introduzido como resposta à orgânica escolar obrigatória em qualquer disciplina do ensino regular (presencial);
- **Programa** aprovado e homologado da disciplina;
- **Glossário** – actividade que o aluno irá desenvolvendo ao longo da sua aprendizagem relativo a conceitos ligados à Geometria Descritiva;
- **Endereço de um Dicionário** on-line para apoio à actividade referida;
- **Notícias**, Fórum existente por defeito, destinado às notícias gerais com importância relevante a dar ao longo do ano.



Fig. 70 - Tópico inicial – Sumário

Outros recursos ou actividades se inscrevem nesta área, como:

- **Grupos de Trabalho** – uma lista dos nomes dos alunos e da sua integração em grupos de trabalho;
- **Diário do Aluno** – actividade de registo, não necessariamente diária, de reflexões ou descrições do aluno (só o professor terá acesso ao seu conteúdo).

O **Tópico 1 – Vamos Construir e Desenhar...** (Fig. 71) – contém exactamente as Actividades de construção de materiais didácticos, procedimentos básicos de desenho e de construções geométricas elementares e os Recursos complementares. Eventualmente, poder-se-ão incluir neste capítulo instruções sobre a utilização dos recursos informáticos, como a Digitalização de desenhos, por exemplo. Nas actividades de construção de materiais didácticos incluem-se:

- **Vamos construir...** – fórum para colocação de dúvidas, problemas ou sugestões relativos a este tema;
- **Vamos construir os Planos de Projecção** – que incluiu o texto explicativo e um vídeo complementar (ver página 87);
- **Vamos construir os Elementos Geométricos** (ver página 96);
- **Figuras Planas para construir** – onde se incluem as figuras desenhadas, que o aluno pode imprimir em cartolina e recortar;
- **Sólidos para construir** – onde se incluem os sólidos planificados para imprimir em cartolina, recortarem e montar.

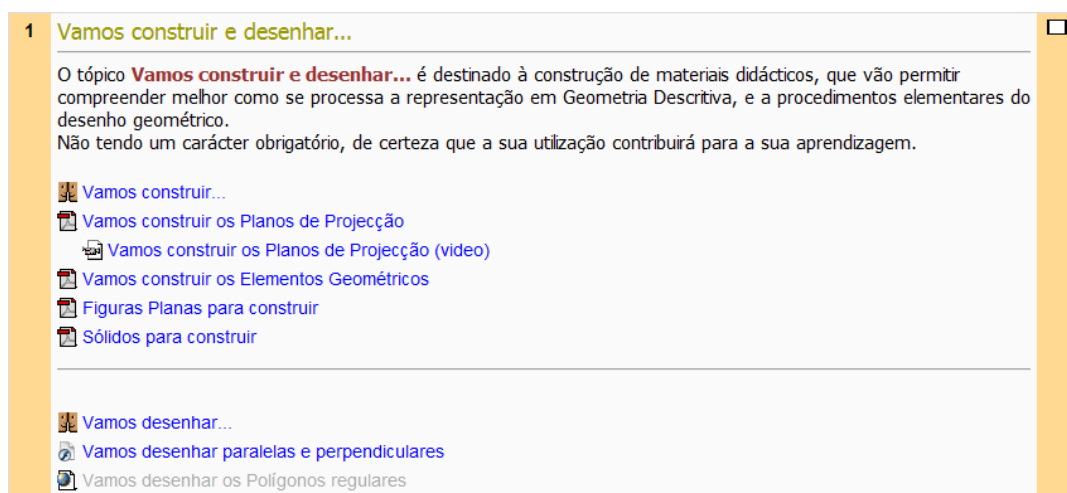


Fig. 71 - Tópico 1 – Vamos construir e desenhar...

Para a área do desenho, incluem-se actividades como:

- **Vamos desenhar...** – fórum para colocação de dúvidas, problemas ou sugestões relativos a este tema;
- **Vamos desenhar Paralelas e Perpendiculares** – recurso explicativo de como utilizar a régua e esquadro (que é problemática em alguns alunos) apresentado em animação flash;

- **Vamos desenhar os Polígonos regulares** – que funciona como complemento ou como um recordar da construção geométrica dos polígonos, que inclui igualmente um desenvolvimento animado;
- **Normas de traçado** – onde se incluem as normas e notações a utilizarem, bem como os procedimentos técnicos na utilização do lápis e das suas diferentes durezas.

O **Tópico 2 – Representação e Projecções** (Fig. 72) – destina-se a introduzir o aluno no conhecimento da evolução da representação e dos processos de projecção. O tema das Projecções tem um particular cuidado no seu desenvolvimento, já que depende muito da compreensão de como se processa a fácil progressão do aluno na aprendizagem da Geometria Descritiva. Para isso, disponibilizam-se recursos e actividades diversificados.

- **Dúvidas do Tópico 2** – fórum;
- **Breve História da Representação rigorosa** – é um recurso informativo sobre a génese e evolução dos métodos de representação operativa. Embora se possa propor um trabalho de recolha, o tempo para desenvolver a disciplina implica contenção em temas menos fundamentais;
- **O que são Projecções?** – propõe-se a actividade de discussão do tema num Fórum, para além do texto introdutório e animações ou vídeos;
- **Sistemas e Métodos de Projecção** – sistematização da aplicação dos dois sistemas de projecção aos diversos métodos utilizados actualmente;
- **Classificação das Projecções Geométricas Planas** – actividade de entrega de trabalho relativo aos Sistemas e Métodos de Projecção;
- **Referencial** – justificação do referencial tridimensional utilizado em Geometria Descritiva, com recurso a uma animação Flash interactiva.

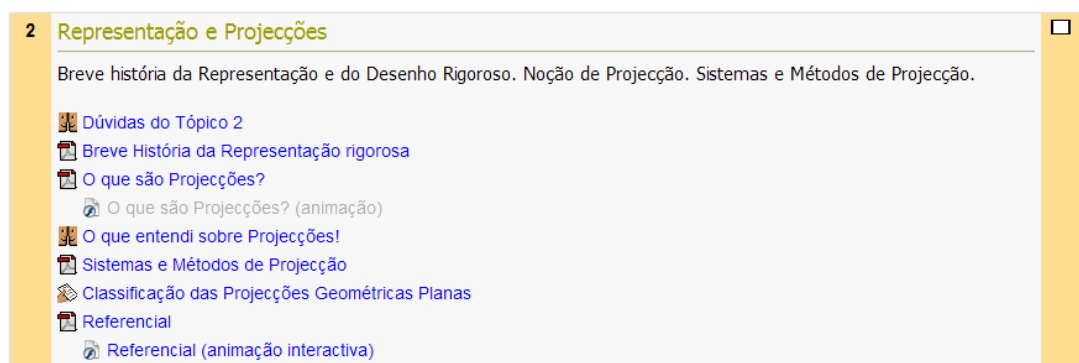


Fig. 72 - Tópico 2 – Representação e Projecções

O **Tópico 3 – Representação do Ponto** (Fig. 73) – destina-se ao estudo do Ponto e a sua representação em dupla Projecção Ortogonal. Também este tema tem um particular cuidado no seu desenvolvimento, pois contribui particularmente para a progressão do aluno na aprendizagem da Geometria Descritiva. Para isso, disponibilizam-se recursos e actividades diversificados.

- **Dúvidas sobre o Ponto** – fórum;
- **Introdução ao estudo do Ponto** – é o retomar do princípio das Projecções, propondo-se actividades com os instrumentos elaborados no Tópico 1 (ver página 103);
- **Dupla Projecção Ortogonal do Ponto** – documento sobre o processo de representação do Ponto segundo o método de Monge. Uma vez mais, propõe-se a utilização de Modelos para ultrapassar as limitações das ilustrações bidimensionais (ver página 113);
- **Projecção do Ponto e Rebatimento dos Planos de Projecção** são duas animações, concebidas em *Corel Rave*, que complementam a informação do documento anterior;
- **Exercícios – Ponto** – directório de acesso a ficheiros que contêm exercícios de aplicação na representação diédrica do Ponto;
- **Entrega dos Exercícios do Ponto** – actividade para entrega de exercícios propostos. Optou-se pelo Envio avançado de ficheiros que permite enviar, neste caso até 3 ficheiros.

**3 Representação do Ponto** □

O **Ponto** é o elemento mais simples da Geometria. Como tal, é uma entidade sem dimensões, sem corpo. Relativamente ao Ponto, apenas se pode referir a sua posição no Espaço (em termos de Quadrantes) indicando as suas Coordenadas - Abcissa, Afastamento e Cota.

Na realidade, o sistema de **Coordenadas geográficas** permite localizar um objecto (barco, avião, edifício, etc.) no globo terrestre sabendo a sua Longitude, Latitude e Altitude (que correspondem exactamente às 3 coordenadas do referencial geométrico).










-  [Dúvidas sobre o Ponto](#)
-  [Introdução ao estudo do Ponto](#)
-  [Dupla Projecção Ortogonal do Ponto](#)
-  [Projecção do Ponto \(animação\)](#)
-  [Rebatimento dos Planos de Projecção \(animação\)](#)
-  [Exercícios - ponto](#)
-  [Entrega dos Exercícios do Ponto](#)
-  [Alfabeto do Ponto](#)
-  [Entrega de Exercícios do Alfabeto do Ponto](#)

Fig. 73 - Tópico 3 – Representação do Ponto

O estudo do Ponto ficará concluído com:

- **Alfabeto do Ponto** – recurso da análise e representação do Ponto segundo a sua posição no espaço (o que inclui a noção de quadrante e de octante).

Os Tópicos seguintes, como anteriormente se referiu, seguem a ordem das Unidades Didáticas do programa oficial da disciplina, como se sintetiza no Quadro da página 79.

Quadro MindManager

## 4.2. Concepção de modelos tridimensionais

Conforme foi referido no Capítulo 2, é através da utilização de Modelos a 3 Dimensões que melhor se compreende o espaço real. Não é observando um Cubo que se compreende o que é efectivamente um Cubo? Talvez já constitua um cliché, mas nunca é demais referir a magistral obra de René Magritte “La Trahison des Images” (Fig. 74) com a inscrição “*Ceci n’est pas une pipe.*” – será totalmente correcto o conhecimento de um cachimbo perante esta representação hiper-realista?



Fig. 74 - La Trahison des Images, René Magritte (1928-29)

O próprio Magritte comentou:

*“O famoso cachimbo. Como as pessoas me reprovaram por causa dele! Não, é apenas uma representação, não é verdade? Então se eu tivesse escrito na minha pintura ‘Isto é um cachimbo’, estaria a mentir!”* (Torczyner, 1977, pág. 71).

A construção de Modelos (Maquetes se preferir) constitui, assim, uma importante fase da aprendizagem da Geometria Descritiva, seja em modalidade a distância seja presencial. Os Modelos constituirão importantes ferramentas na análise de situações espaciais através da sua observação segundo determinados pontos de vista. A passagem desse ponto de vista para a representação bidimensional far-se-á por simulação da sua projecção.

### 4.2.1. Media utilizados na comunicação de construção de modelos

A documentação, cujo objectivo é o de instruir o aluno/formando na construção dos Modelos, será concebida com recursos a diferentes Media. Cada Modelo a construir pode, em muitas situações, ser apresentada em várias linguagens de comunicação. Desta forma, procura-se responder aos diferentes perfis de aprendizagem.

Toda a documentação será elaborada em formato digital. O uso das novas Tecnologias da Informação e da Comunicação permite a criação de documentos com uma qualidade inegável, bem como utilizar efeitos mais facilitadores da comunicação. Por outro lado, os ficheiros obtidos são a única via da disponibilização dessa documentação on-line, e, particularmente, numa plataforma como o *Moodle*.

Os Media disponíveis a utilizar são do tipo:

- Texto: escrito;
- Imagem estática: ilustração, fotografia e esquemas;
- Imagem dinâmica: animação e vídeo.

O **Texto** assume-se como a linguagem principal de comunicação. Sendo a mais utilizada, por estar directamente relacionada com a fala, terá um carácter descritivo mas também reflexivo. No caso da construção e da manipulação dos modelos, uma vez que a imagem terá uma presença obrigatória, o texto remeter-se-á a uma posição de orientação do aluno durante o processo.

Fundamental, sem quaisquer dúvidas, a **Imagem** – seja ela de ilustração ou fotográfica – marcará uma presença de relevo. Frequentemente, apresentará um formato de sequência de imagens (como uma banda desenhada ou como quadros de uma animação) para ilustrar os sucessivos passos a dar no fabrico das ferramentas de aprendizagem. O mesmo se aplicará na sua utilização ou manipulação.

A **Imagem em movimento** – em formato de animação ou de filme (vídeo) – assume igualmente um papel bastante importante. Em situações mais complexas, sobretudo na manipulação dos modelos, esta linguagem adequa-se a uma melhor exemplificação (por exemplo, no movimento do Rebatimento dos planos de projecção). A animação ou o vídeo podem mesmo constituir um complemento à exemplificação de casos com recurso à imagem estática.

#### 4.2.2. Recursos Informáticos

Constituindo os recursos informáticos ferramentas fundamentais na elaboração dos documentos que integram a Sala Virtual de Geometria Descritiva, aqui se apresenta uma lista indicativa, não exaustiva, dos equipamentos necessários, respectivas características e das aplicações a utilizar.

### 4.2.2.1. Hardware

O Hardware necessário à realização da documentação de concepção dos materiais atrás referidos é:

- **Computador** equipado com:
  - **Processador**, o mais avançado possível (como o Intel Core 2 Extreme quad-core QX9650 ou o Intel Core 2 Quad Q9550<sup>39</sup>), uma vez que muitas das tarefas a executar são bastante exigentes no seu processamento;
  - **Placa Gráfica** que, à semelhança do processador, deverá ser topo de gama (como a Matrox Parhelia 256MB, a NVidia GeForce 8800 ou a ATI Radeon X1950<sup>40</sup>) pois é sobre ela que recai todo o processamento de imagem. Para além da resolução, é importante a memória que a integra, bem como a possibilidade de ligação de dois monitores;
  - **Memória RAM**, responsável pelo armazenamento temporário das aplicações em funcionamento, deverá ser preferencialmente de 2 Gbytes (embora 1 Gb seja aceitável);
  - **Disco Rígido** de alta capacidade – nunca inferior a 320 Gbytes – que permita a instalação de software diverso consumidor de memória de massa, espaço de armazenamento de ficheiros de grande dimensão e espaço para Backup (neste caso aconselha-se um segundo disco, pois o primeiro pode avariar-se)<sup>41</sup>;
  - **Leitor-gravador de DVD**, que terá a função de unidade de Cópia de Segurança (Backup), embora muitos dos projectos de vídeo não caibam num disco óptico (mesmo em “double-layer”);
  - **Porta Firewire**, é útil para a transferência de vídeo das câmaras de vídeo digitais (existente nalguns equipamentos), para além das já tradicionais portas USB 2;

---

<sup>39</sup> Estes são os processadores mais rápidos nestas duas classes, podendo-se optar por modelos menos evoluídos, mas com desempenhos perfeitamente aceitáveis. Fonte: [http://www.intel.com/products/desktop/processors/index.htm?iid=processors\\_body+dt\\_core](http://www.intel.com/products/desktop/processors/index.htm?iid=processors_body+dt_core) [25.Fev.2008, 21:45].

<sup>40</sup> Fontes: <http://www.matrox.com/graphics/en/corpo/products/home.php> [25.Fev.2008, 22:17], <http://www.nvidia.com/page/desktop.html> [25.Fev.2008, 22:22] e <http://ati.amd.com/pt/products/home-office.html> [25.Fev.2008, 22:25].

<sup>41</sup> A maioria dos discos integrados nos sistemas são de 7200 rpm (rotações por minuto), mas existem os de 10.000 rpm mais eficazes para lidar com o Vídeo e com o Cad. Não sendo de uma necessidade absoluta, são uma hipótese de ter em conta quando se pretende um sistema isento de falhas. Fonte: <http://www.wdc.com/en/products/index.asp?cat=3> [25.Fev.2008, 22:05].

- **Monitor**, componente que sofreu uma grande evolução, pode-se optar por um modelo TFT Widescreen de 19" (com a vantagem de ocupar pouco espaço na secretária e exibir mais informação na horizontal), com uma resolução mínima de 1280x1024. Para além do contraste, é importante a taxa de refrescamento, sendo possível encontrar monitores com valores de 2 ms (milissegundos)<sup>42</sup>. Nota: é importante verificar se as saídas, sendo digitais, existem do mesmo tipo na placa gráfica;
- **Scanner**, para a digitalização de documentos de texto (que podem ser convertidos em texto via OCR – Optical Character Recognition) e de imagens. Como características fundamentais tem: a resolução (600dpi), a profundidade de cor (24 a 48 bits) e a velocidade de digitalização. Existem modelos com adaptadores para digitalização de diapositivos (como o HP Scanjet 8300<sup>43</sup>). A existência de software de digitalização independente é também aconselhável;
- **Câmara Fotográfica Digital**, outro equipamento em franca evolução, possui as mesmas características do scanner. A resolução é medida em Megapixels (que constituem o sensor), sendo os 5 MP o mínimo aceitável. A possibilidade de gravar Vídeo (em formato AVI) pode também vir a ser útil.

#### 4.2.2.2. Software

Neste capítulo, refira-se, desde já, a necessidade de conhecer com certa profundidade diverso Software Multimédia como a única via para produzir a documentação, numa linguagem suficientemente sugestiva, dos conteúdos referenciados. A utilização da linguagem e das ferramentas adequadas é um importante contributo na obtenção dos exemplos aplicados à construção dos materiais didáticos e não só.

O Software a utilizar será de natureza variada, de acordo com os diferentes tipos de Media que se pretende criar ou editar<sup>44</sup>:

- **Texto escrito**: um processador de texto como o Microsoft Word permite produzir documentos escritos com esquemas de "Layout" desenvolvidos, ou o Open Office, de distribuição gratuita e que guarda em formato DOC;

---

<sup>42</sup> Fonte: <http://www.samsung.com/pt/products/monitor/index.asp> [25.Fev.2008, 22:45].

<sup>43</sup> Fonte: [http://h10010.www1.hp.com/wwpc/us/en/sm/WF02a/15179-15179-64195.html?jumpid=re\\_R295\\_pro-dexp/busproducts/printing-scanner/scanners&psn=fax/copiers/scanners](http://h10010.www1.hp.com/wwpc/us/en/sm/WF02a/15179-15179-64195.html?jumpid=re_R295_pro-dexp/busproducts/printing-scanner/scanners&psn=fax/copiers/scanners) [25.Fev.2008, 23:08].

<sup>44</sup> A versão indicada entre parêntesis corresponde à mais recente disponível no mercado até à data desta dissertação. Versões anteriores são igualmente adequadas à elaboração dos materiais pretendidos.

- **Imagem ilustrada ou fotográfica:** tratamento gráfico, criado de raiz ou para edição, em Adobe Photoshop (CS3) ou Corel Photopaint (X4). Outros programas mais simples e acessíveis, e até gratuitos, podem ser utilizados nalgumas soluções, como o Paint.Net 3.36 (download gratuito disponível em <http://paint.net/>) ou o Gimp 2.4 (download igualmente gratuito disponível em <http://www.gimp.org/>);
- **Imagem de animação:** o Adobe Flash (CS3) adequa-se à criação de animações interactivas através da linguagem de programação Flash *script* exportáveis em formato SWF (podem ser embebidas em páginas HTML) ou AVI. O Corel Rave também exporta as animações para o formato SWF, com a vantagem de se utilizarem os conhecimentos do Corel Draw no desenho das formas, mas com a desvantagem de não ser programável. O Microsoft Powerpoint (2007) tem capacidades de produzir animações simples em Diapositivos (Slides). Outros programas, como o Gimp com o *plugin* de animação, permitem igualmente produzir ficheiros GIF animados;
- **Imagem de vídeo:** para a edição de ficheiros AVI o Adobe Première (CS3) é uma potente ferramenta na produção de filmes a exportar em diversos formatos. O Pinnacle Studio (v.12) ou o Corel Videostudio (11.5 Plus) possibilita também a produção de vídeo de uma forma bastante simples na óptica do utilizador. Ambas as aplicações possuem um amplo lote de Efeitos de imagem e de transição. Também o Microsoft Movie Maker 2 (aplicação acessória do Windows XP) será útil na exportação de vídeo em formato WMA, que possui uma qualidade suficiente em pequenos ficheiros e visualizáveis no Windows Media Player existente em todos os sistemas (assegurando-se assim uma maior compatibilidade);
- **Áudio:** para a manipulação do som em forma pura (nos formatos WAV, WMA ou MP3) ou a integrar nas animações e no vídeo existe o Audacity (download gratuito disponível em <http://audacity.sourceforge.net/>), que possui as ferramentas essenciais para a edição em diferentes pistas sonoras.

#### 4.2.3. Materiais e Ferramentas necessários à construção de modelos

No âmbito dos materiais e instrumentos a utilizar na construção dos Modelos didácticos é importante a sua acessibilidade. É importante cativar o aluno através da utilização de materiais que sejam fáceis de encontrar, que estejam “à mão”, e de baixo custo. No entanto, não se exclui a sugestão de outros, mais complexos, e conseqüentemente mais caros, mas que terão outras potencialidades e maior durabilidade.

De entre os materiais mais comuns, considerem-se:

- **Cartolinas e Cartões** (de cor, espessura e gramagem variável) para a construção de Planos e Sólidos – a utilização de embalagens, cartões de suporte de fascículos colecionáveis constituem opções gratuitas;
- **Acetatos**, utilizados em Retroprojectores ou em Encadernação, são a solução na concepção de transparências e sobreposições;
- **Arames, Alfinetes e Palitos** para a construção de Rectas – os cliques ou o fio eléctrico grosso, após endireitados, são também uma solução acessível;
- **Plasticina**, para a produção de pequenas esferas, ou **Contas de Plástico**, com a finalidade de representarem os Pontos.

Outros materiais, menos comuns, mas igualmente fáceis de encontrar, serão:

- **Papel para impressão** (de 120 g/m<sup>2</sup> ou mais, de superfície brilhante ou semi-mate) para a impressão de modelos disponíveis em ficheiro, se o aluno pretender economizar o tempo para os desenhar;
- **Acrílico** (entre 1 e 3 mm de espessura), incolor ou não, adequa-se a planos transparentes – as caixas de CD ou molduras acrílicas estragadas ou embalagens feitas deste material são facilmente reutilizadas para os fins necessários (o que acaba por ser uma solução igualmente gratuita);
- **Varetas de Plástico ou de Madeira** (entre 2 e 3 mm de espessura) podem ser adquiridas como tal ou em aplicações – o Mikado, por exemplo, é um jogo fabricado nestes dois materiais e que se adapta perfeitamente ao uso como instrumentos de Geometria Descritiva.

As ferramentas necessárias à construção dos modelos são, na sua maioria, as disponíveis no estojo de qualquer aluno ou numa caixa de ferramentas:

- **Tesoura e X-acto** (preferencial em muitas situações);
- **Base de corte** ou um cartão grosso inutilizável para os cortes com x-acto;
- **Cola branca e Cola transparente**, líquida, em Stick ou em Spray (mais cara);
- **Régua e Esquadros** (será útil utilizar uma régua metálica para os cortes com o x-acto);
- **Lápis, Canetas e Canetas de Acetato**;
- **Serra de serrilha fina** (como a Serra de Contornar) para o corte dos acrílicos e das varetas de madeira;

- **Alicate de Corte**, para o corte dos arames ou das varetas de metal (podendo ser usada uma serra de metal em alternativa);
- **Furador**.

#### 4.2.4. Exemplos de aplicação na construção e utilização de modelos

Todos os documentos de texto, produzidos em **Microsoft Word** (versão 2003), assentam num Modelo (*Template*) criado especificamente para este fim. Os elementos gráficos, cabeçalhos (identificação do curso, autor e local), rodapés (identificação da unidade didáctica e numeração de página) e formatação de texto, com recurso a Estilos de Parágrafo, aplicados à página são guardados num ficheiro em formato DOT, o que facilita a posterior criação de novos documentos. Igualmente, evita variações no formato gráfico dos textos elaborados.

A estrutura dos seus conteúdos, seguindo a lógica abordada na “Concepção e design de um curso a distância” (pág. 57), é organizada em:

- Índice
- Introdução
- Conteúdos
- Suporte ao Formando
- Estratégia de Estudo/Trabalho
- Recursos
- Textos
- Actividade / Projecto
- Sumário
- Checklist.

O *Layout* utilizado tem como objectivo uma leitura fácil e uma organização que permita identificar claramente cada fase de trabalho, sendo cada item antecedido de um ícone (também concebidos para este fim) de fácil identificação.

Os exemplos que se seguem, são acompanhados dos textos desenvolvidos com base neste Modelo.

#### 4.2.4.1. Exemplo 1

##### Vamos construir os Planos de Projecção

Esta actividade, que integra o Tópico 1 e a Unidade 1.1, consta da construção de um sistema de Planos de Projecção (PP) ortogonais, segundo o método de Monge. Este instrumento reveste-se de grande importância, pois vai servir de base a demonstrações das projecções no âmbito da Geometria Descritiva. Como se vai exemplificar nos Exemplos 3 e 4 (pág.103 e pág. 113), vai ser utilizado na demonstração de como se executam as projecções horizontais e frontais e de seguida, com a possibilidade de efectuar o rebatimento dos PP, o aluno observará o resultado da representação, agora bidimensional.

A sua construção é explicada num documento de texto produzido em **Microsoft Word**, com base no modelo atrás referido, e exportado para o formato PDF<sup>45</sup>. Contém, particularmente, a lista de material e do equipamento necessário, a descrição das fases de construção dos Planos de Projecção e a indicação de alternativas.

As imagens, ilustrações das sucessivas fases de trabalho, foram criadas vectorialmente em **Corel Draw** (versão X3), pela facilidade e rapidez em desenhar os elementos de formas geométricas, como a folha de cartolina, a régua graduada, o esquadro, o lápis e o x-acto. Os elementos desenhados podem ser facilmente copiados e colados (Copy/Paste) e editados em tamanho e cor e, inclusive, ser utilizados posteriormente noutros trabalhos.

Ilustrados todos os passos a desenvolver, as imagens foram exportadas, uma a uma, para ficheiros de imagem *raster* em formato JGP (em baixo nível de compressão), o que permite a sua importação ou inserção (Insert → Picture → From File) no Word.

Transcreve-se em seguida o documento resultante.

---

<sup>45</sup> O formato PDF (Portable Document Format) é obtido com o Adobe Acrobat (não confundir com o Acrobat Reader, que apenas serve para ler este tipo de ficheiros). Sendo um software relativamente caro, tem a grande vantagem de converter qualquer tipo de ficheiro num ficheiro PDF de forma a garantir a sua visualização (composição e tipos de letra) e impressão igual à sua concepção gráfica e obter um ficheiro de pequena dimensão sem uma redução assinalável da sua qualidade (consequência de compressão variável da informação). Alguns programas da Adobe instalam uma impressora virtual que a partir de qualquer software permite "imprimir" para ficheiro nesse formato. No entanto, existem actualmente distribuições gratuitas ou de baixo custo de outros produtores de software, como o PdfCreator 0.9.5 (download disponível em <http://www.pdfcreatorsoft.com/pt/>) ou o PdfCreator 9.0 (download disponível em <http://www.pdf-format.com/>).

## UNIDADE 1.1 Vamos Construir... os Planos de Projecção



### Índice

Introdução .....	88
Conteúdos .....	89
Suporte ao formando .....	89
Estratégia de Estudo/Trabalho .....	89
Recursos .....	89
Texto: Como construir os Planos de Projecção .....	90
Actividade: Eu vou construir os meus Planos de Projecção .....	93
Sumário .....	93
Checklist .....	93



### Introdução

A utilização de materiais didácticos é um importante meio na aprendizagem de uma disciplina como a Geometria Descritiva. E como grande parte dessa aprendizagem pode ser realizada em regime de Ensino a Distância, tais materiais quase serão imprescindíveis, pois vão facilitar a compreensão dos conteúdos expostos nos textos da disciplina.

Dado que os materiais necessários não se encontram à venda, terá o aluno de os construir ou adaptar objectos disponíveis como caixas, cliques, pauzinhos, bolas, etc. – daqui a razão de existir um Tópico dedicado à sua construção.

Fica ao critério do aluno, de acordo com as suas capacidades para com a geometria descritiva, construir ou não os materiais didácticos.

Nesta unidade vão-se construir dois planos de projecção – dois simples rectângulos com a possibilidade de encaixarem um no outro – que constituem toda a base da Geometria Descritiva.



### Conteúdos

Como se constrói um sistema de Planos de Projecção.

Actividade: Eu vou construir os meus Planos de Projecção.



### Suporte ao formando

- E-mail: [jose.russo@espan.edu.pt](mailto:jose.russo@espan.edu.pt)
- Fórum: **Vamos construir...**
- Sessão on-line: dia xx de Setembro, das 17:00 às 18:00



### Estratégia de Estudo/Trabalho

Leia primeiramente todo este documento.

Prepare todos os materiais e ferramentas necessárias de acordo com as opções tomadas.

No Tópico 1 da Sala Virtual **Vamos construir...** tem disponível o vídeo: **Vamos construir os Planos de Projecção (vídeo)**.

Em caso de dificuldade, utilize os meios de **Suporte ao formando**.



### Recursos

Materiais e Ferramentas a utilizar:

- **Materiais:** Cartolina de cor clara A4 (ou 2 de cor diferente) de 260 g aproximadamente, em alternativa poderá utilizar um cartão fino de uma embalagem (p.e. caixa de sapatos) ou de suporte de revista ou dvd (que se vendem em quiosques); película autocolante transparente (opcional);
- **Ferramentas:** Régua, esquadro, lápis, x-acto ou tesoura, base de corte ou cartão grosso inutilizável.





## Como construir os Planos de Projecção

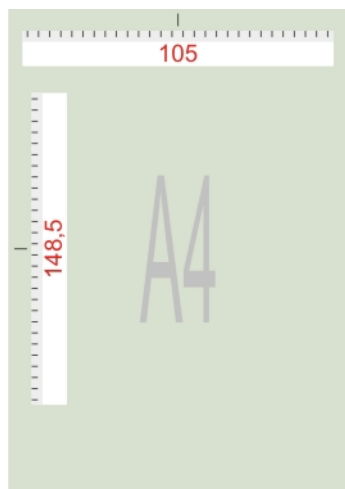
Os Planos de Projecção são o instrumento primordial na aprendizagem da Geometria Descritiva, como tal, vai ser este o primeiro instrumento de trabalho que vamos construir.

Na construção dos Planos de Projecção existem várias opções (indicadas no final deste texto), mais ou menos trabalhosas consoante o produto final que se pretende obter. As propostas apresentadas são sempre adaptáveis – se tiver uma cartolina que não seja exactamente A4 ou se a cor não seja igual à da ilustração, use-a na mesma, ou outro material... utilize a imaginação para conseguir o mesmo efeito, ou mesmo melhor.

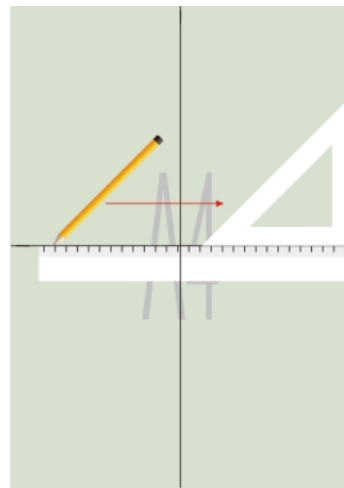
A opção aqui desenvolvida (visualizável no vídeo disponível na Sala Virtual) é talvez a mais simples de executar e a mais económica, pois utilizou-se um cartão que serviu de base a uma revista de colecção, por curiosidade: *A Arte do Desenho*.

**Para construir os Planos de Projecção, siga os seguintes procedimentos:**

1. Marque com o lápis o meio dos lados da folha de cartolina A4 (148,5 mm e 105 mm);



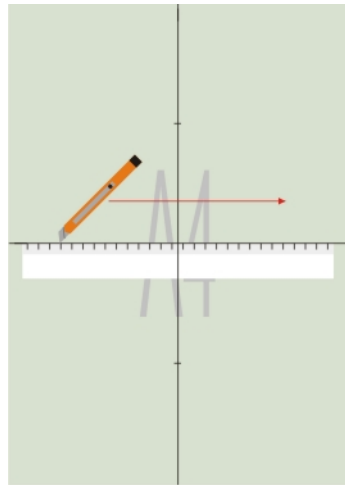
[1]



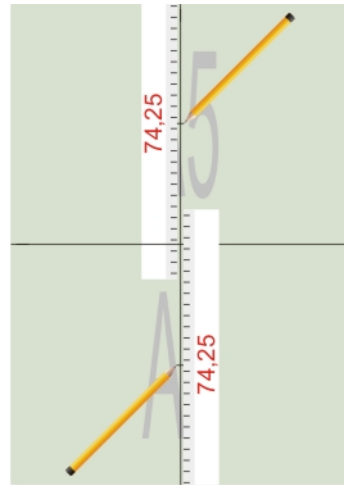
[2]

2. Com a régua e o esquadro, trace, a partir de cada marca, uma linha recta que divida o rectângulo ao meio quer na horizontal quer na vertical – ficando assim a folha dividida em 4 partes iguais;

3. Com o x-acto e a régua corte a cartolina segundo a recta da divisão menor (a de 105 mm de comprimento), colocando uma base de corte ou um cartão grosso por baixo para não cortar a mesa de trabalho. Poderá utilizar uma tesoura se não se sentir à vontade no uso do x-acto;

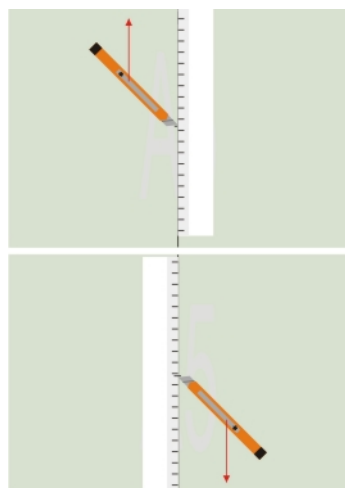


[3]

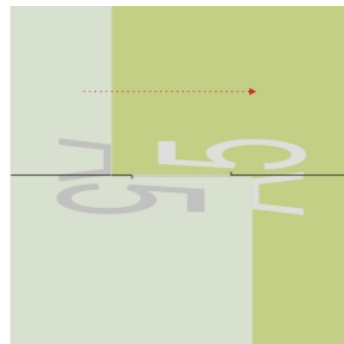


[4]

4. Em cada um dos rectângulos obtidos assinale a lápis o meio da linha divisória desenhada (ou seja, um ponto da linha a 74,25 mm da margem);
5. Com o x-acto e a régua corte a cartolina ao longo da recta até ao ponto assinalado a meio – se a cartolina for muito grossa poderá aplicar outro corte muito próximo do anterior (0,5 mm de distância entre si), mas assegure-se de que a lâmina está a cortar bem, e não se esqueça de colocar a base de corte ou um cartão por baixo das zonas a cortar;



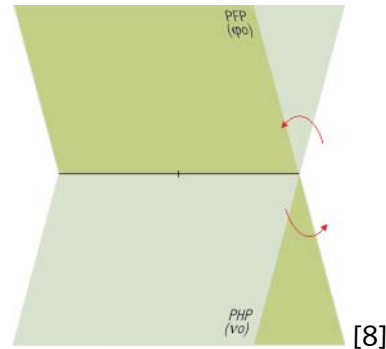
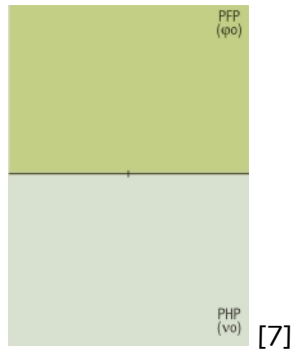
[5]



[6]

6. Inverta a posição dos dois rectângulos e encaixe-os segundo os cortes aplicados;

7. Com uma caneta identifique cada um dos rectângulos com o nome de cada plano, como indicado na imagem – PFP no canto superior direito e PHP no canto inferior direito, e respectivas identificações gregas  $\nu_0$  e  $\varphi_0$ ;



8. Assim se obtêm os dois planos de projecção que podem rodar da posição ortogonal (perpendicular) entre si, em torno da linha que os divide ao meio (o eixo x), até à sua sobreposição, convertendo este conjunto tridimensional em bidimensional;
9. Aconselha-se um acabamento com película autocolante transparente (como a utilizada para forrar os livros), colando-a na superfície superior (do PHP) e frontal (do PFP) e dobrando-a sobre as faces inferior e posterior, respectivamente. Poderá então escrever e apagar com uma caneta de tinta lavável ou colar pequenos acetatos com fita-cola e retirá-los sem lascar as cartolinas. Assim, garante uma maior durabilidade dos planos de projecção.

#### Notas sobre alternativas:

1. Se utilizar cartolinas com outras dimensões corte-as de forma a obter dois rectângulos A5 (148,5 x 105 mm), desenhe a linha de divisão a meio em cada um deles e prossiga com os passos 4 a 7;
2. Pode aplicar outras dimensões menores que as indicadas a partir do formato A4;
3. Se pretender distinguir cromaticamente os dois planos de projecção utilize duas cartolinas de cor diferente – se aplicar as instruções anteriores às duas cartolinas A4 de cor, pode construir dois conjuntos de planos de projecção;
4. Em vez da cartolina também pode utilizar um acetato grosso – a identificação dos planos terá de ser feita com caneta de acetato; terá como vantagens a transparência dos planos e poder escrever e desenhar sobre eles e apagar posteriormente com álcool;

5. Como alternativa à fase de desenhar os planos, pode utilizar o ficheiro **Planos de Projecção para imprimir** existente neste Tópico da Sala Virtual, imprimi-lo num papel fotográfico grosso ou mesmo cartolina branca (normalmente as impressoras aceitam papéis até 160 g), dobrar cada plano (aconselha-se vincar com uma faca mal afiada pelas linhas de dobra assinaladas) e colar com cola branca em stick ou em spray e cortar com o x-acto pelas marcas de corte.



### **Actividade: Eu vou construir os meus Planos de Projecção**

Após a leitura do texto e da visualização do vídeo relativos à construção dos planos de projecção, faça uma opção dos materiais a utilizar e construa os seus próprios Planos de Projecção.

Utilize o Fórum **Vamos construir...** do Tópico 1 se tiver alguma dificuldade.



### **Sumário**

Nesta unidade de trabalho aprendemos a:

- Construir os Planos de Projecção, que são a base do método de representação em Geometria Descritiva.

Na próxima unidade vamos construir os elementos geométricos, que complementam esta unidade.



### **Checklist**

No final desta Sessão será capaz de:

- ✓ Conceber um sistema de Planos de Projecção em cartolina.

Para o Tópico 1, relacionado ainda com a Unidade 1.1, foi produzido um vídeo como complemento à actividade referida, de forma a explicitar a eventual dificuldade em a desenvolver.

O vídeo foi realizado com uma *camcorder* digital, com porta *firewire*, em Vídeo 8. A importação para o PC foi concretizada através do **Pinnacle Studio** (versão 8.12) usando um cabo *firewire* (não sendo necessário ter uma placa de captura de vídeo). Com o mesmo software, foi editado, com base num Guião Técnico previamente concebido (ver documento em anexo na página seguinte), e exportado em formato AVI. Finalmente, o produto obtido foi aberto no **Windows Movie Maker 2** para ser exportado em WMA na configuração "Vídeo for ISDN (48 Kbp)", o que permitiu obter um ficheiro de 2,18 Mb para 6 minutos de filme.

Para tornar mais maleável a montagem de vídeo, o som ao vivo foi importado com o **Audacity** (bastando, para tal executar o vídeo no Media Player e usar a função *Record* do Audacity). Em seguida, foi editado e exportado em fragmentos para ficheiros em formato WAV, o que facilita a sua colocação nas pistas de áudio do Pinnacle Studio.



## Guião Técnico: Vamos construir: os Planos de Projecção

### Guião Técnico

Título: Vamos construir: os Planos de Projecção

Autor/produtor/realizador: José Manuel Russo

Cena	Descrição	Efeitos	Som	Timeline I/O	
1	Título: Vamos construir: os planos de projecção	Scroll L/R		00:00.00	
	Apresentação dos instrumentos de trabalho	Fade in	PP1.wav	00:03.00	00:00.00
2	Marcar as linhas de divisão a meio da folha	Dissolve	PP2.wav	00:24.05	00:35.13
			PP3.wav	00:41.24	00:49.00
	Insert – marcação	Dissolve		00:51.02	00:51.16
3	Marcação das linhas divisórias		PP4.wav	00:52.15	01:08.11
			PP5.wav	01:22.23	01:32.19
4	Pegar na base e cortar	Center out wipe	PP6.wav	01:33.00	02:15.19
	Assim se obtém dois A5			02:15.19	02:22.09
5	... marcações a meio do A5		PP7.wav	02:22.09	02:43.00
	Insert – marcação			02:43.00	02:46.15
6	Pegar no x-acto e cortar até meio	Center out wipe	PP7.wav	02:46.12	
	...			03:00.23	
	Insert – corte			03:11.05	03:11.23
	Primeiro plano			03:13.14	
7	... dar um segundo corte		PP8.wav	03:16.22	03:30.19
	Insert – corte			03:30.19	
	... dar um golpe		PP9.wav	03:38.11	
	Fazer o mesmo para o outro cartão			03:47.05	04:06.03
8	Encaixe dos planos		PP10.wav	04:06.03	
9	Rotação dos planos	Dissolve	PP11.wav	04:18.03	
10	Identificação dos planos a lápis	Center out wipe	PP12.wav	04:23.13	04:51.19
	Identificação a caneta	Dissolve	PP13.wav	04:50.17	
	Insert – inscrição a caneta			04:59.03	05:16.00
	Primeiro plano			05:20.22	
				05:34.16	
11	Trabalho completo	Fade out	PP14.wav	05:36.04	05:48.06
12	Título: concepção e realização	Dissolve		05:50.00	
	Título: José Manuel Russo	Dissolve			
	Título: março de 2008	Dissolve			06:01.13

#### 4.2.4.2. Exemplo 2

##### Vamos construir os Elementos Geométricos

Esta actividade, que integra o Tópico 1 e a Unidade 2, consta da construção de elementos e formas geométricas. Estes elementos, que visam ser associados aos conceitos de pontos, de rectas, de planos e de sólidos, não só constituirão as formas a serem representadas como os elementos de projecção (projectantes, projecções de pontos e de rectas, etc.). Juntamente com os Planos de Projecção anteriormente construídos, servirão para ensaiar as situações de estudo nos capítulos da representação do ponto, da recta, das figuras planas, do plano e dos sólidos.

Dado que esta actividade é simples de desenvolver – na sua maioria, limitar-se-á a arranjar objectos existentes – apenas se elaborará um documento de texto com ilustrações em **Microsoft Word**.

Na ilustração de exemplos de objectos/formas procurou-se geralmente utilizar a imagem fotográfica. Ao utilizar situações reais, fica mais evidente o tipo de materiais utilizados. A sua captura foi realizada com uma Máquina Fotográfica Digital e posteriormente editadas em **Corel Photopaint X3**, para limpeza de manchas ou sombras indesejáveis e redução para uma dimensão ajustada à sua integração no texto.

Para o caso das Figuras Planas e dos Sólidos será disponibilizado o seu desenho planificado sob a forma de dois ficheiros concebidos em **Corel Draw! X3** e exportados para formato pdf. Estes ficheiros poderão ser impressos em cartolina, recortados e montados pelo aluno, caso não deseje ser ele próprio concebê-los.

Transcreve-se em seguida o documento resultante.

## UNIDADE 1.2 Vamos Construir... os Elementos Geométricos



### Índice

Introdução .....	97
Conteúdos .....	98
Suporte ao formando .....	98
Estratégia de Estudo/Trabalho .....	98
Recursos.....	98
Texto: Como construir as Formas Geométricas .....	99
Actividade: Eu vou construir as minhas Formas Geométricas.....	102
Sumário.....	102
Checklist .....	102



### Introdução

A utilização de materiais didácticos é um importante meio na aprendizagem de uma disciplina como a Geometria Descritiva. E como grande parte dessa aprendizagem pode ser ou é realizada em regime de Ensino a Distância, tais materiais quase serão imprescindíveis, pois vão facilitar a compreensão dos conteúdos expostos nos textos da disciplina.

Dado que os materiais necessários não se encontram à venda, terá o aluno de os construir ou adaptar objectos disponíveis como caixas, cliques, pauzinhos, bolas, etc. – daqui a razão de existir um Tópico dedicado à sua construção.

Nesta unidade vão-se construir algumas das formas geométricas – pontos, linhas, figuras planas, etc. – que são a base de estudo da Geometria Descritiva.



### Conteúdos

Como se constroem as Formas Geométricas.

Actividade: Eu vou construir as minhas Formas Geométricas.



### Suporte ao formando

- E-mail: [jose.russo@espan.edu.pt](mailto:jose.russo@espan.edu.pt)
- Fórum: **Vamos construir...**
- Sessão on-line: dia xx de Setembro, das 17:00 às 18:00



### Estratégia de Estudo/Trabalho

Leia primeiramente todo este documento.

Prepare todos os materiais e ferramentas necessárias de acordo com as opções tomadas.

No Tópico 1 da Sala Virtual **Vamos construir...** estão disponíveis ficheiros com algumas das formas geométricas desenhadas.

Em caso de dificuldade, utilize os meios de **Suporte ao formando**.



### Recursos

Materiais e Ferramentas necessários:

- **Materiais:** Cartolina de cor de 260 e 160 g aproximadamente; plasticina, contas de plástico, varetas de madeira, de plástico ou de metal. Película autocolante transparente (opcional);
- **Ferramentas:** Régua, esquadro, lápis, x-acto ou tesoura, serra (de contornar ou outra), alicate de corte, base de corte ou cartão inutilizável, cola transparente.





## Como construir as Formas Geométricas

Sendo a Geometria Descritiva o estudo da representação das Formas Geométricas, a sua observação no espaço real fazem delas instrumentos primordiais na aprendizagem da disciplina. Como tal, vão ser instrumentos de trabalho que vamos construir à medida que forem sendo precisos.

Como na construção dos Planos de Projecção, existem várias opções consoante o produto final que se pretende obter. As propostas apresentadas são sempre adaptáveis – se tiver uma vareta de metal com 12 cm em vez de 18 cm, use-a na mesma, ou em outro material... utilize a imaginação para conseguir o mesmo efeito.

As opções aqui indicadas procuraram ser soluções simples de executar e económicas, pois utilizam-se objectos comuns ou jogos acessíveis, como o *Mikado*... aprenda Geometria com ele e divirta-se também a jogá-lo um pouco.

### Para construir as Formas Geométricas, siga os seguintes procedimentos:

1. Para o **Ponto** amasse pequenos bocados de Plasticina de forma a criar pequenas esferas, cujo diâmetro depende dos elementos que vai utilizar como rectas. Também pode adquirir pequenas contas utilizadas para enfiamento de colares. Para algumas situações, alfinetes com cabeça esférica serão uma boa solução.



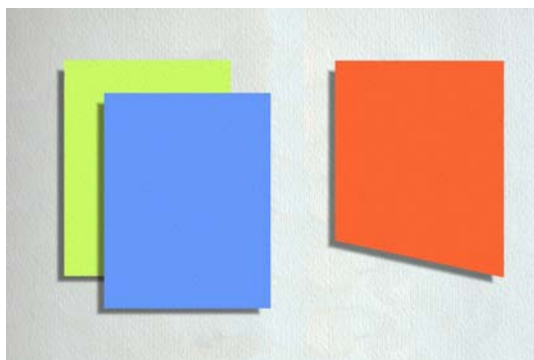
2. Para a **Recta** existem várias alternativas:
  - a. Varetas de metal, com espessura entre 1 e 1,5 mm, adquirido em arame, devendo ser endireitado e cortado com um alicate de corte com um comprimento de acordo com as dimensões dos Planos de Projecção. Poderá cortar algumas varetas com 15 cm e outras com 8 cm. Um clipe grande endireitado pode ser uma alternativa;

- b. Varetas de madeira, com cerca de 2 mm de diâmetro, utilizadas na confecção de “espetadas” ou adquirir um jogo de “Mikado” (de madeira). Poderá cortar desde logo algumas varetas ao meio com uma serra ou com o x-acto. Para trabalhar com Planos de Projecção de menor dimensão, os palitos constituem uma alternativa;
- c. Varetas de plástico, que constituem o jogo do “Mikado” (em versão de plástico); poderá cortar algumas varetas ao meio com uma serra ou com o x-acto.



Como a cor facilita o estudo da representação dos elementos geométricos, é conveniente pintar as varetas de madeira com canetas de feltro ou as de metal com tinta de esmalte em quatro cores (por exemplo: verde, vermelho, amarelo e azul).

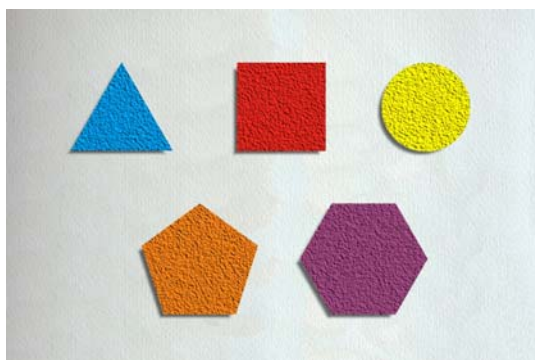
3. Para os **Planos**, desenhe rectângulos com as dimensões dos semi-planos (10,5 x 7,4 cm) em cartolina de cerca de 260 g e corte-os com um x-acto. Num ou dois desses rectângulos corte um triângulo segundo o lado menor, obtendo um trapézio rectângulo (o ângulo do lado oposto será cerca de 80°) como se pode observar na imagem.



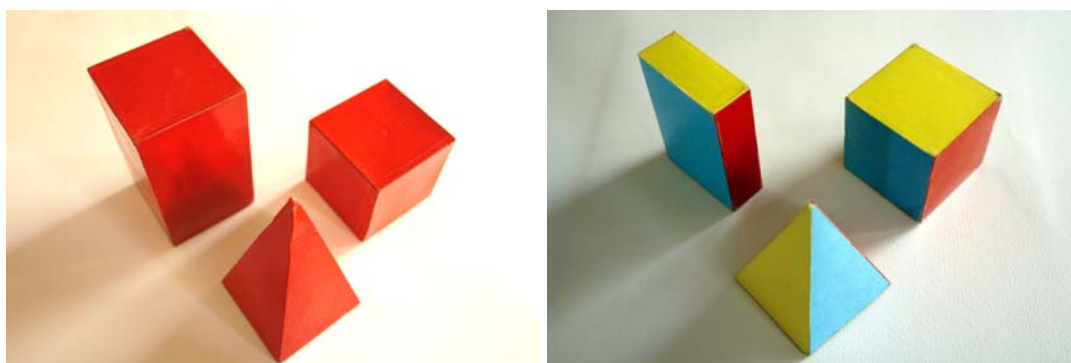
Para o capítulo das Intersecções, alguns desses planos terão de levar um corte a meio (à semelhança do que se fez nos planos de projecção), mas isso será referido mais tarde.

Para determinadas situações, a construção dos planos em acetato grosso ou acrílico fino (como o das caixas de CD) é bastante mais prático.

4. Para as **Figuras planas** desenhe 4 polígonos regulares (para lembrar, utilize os ficheiros disponíveis em **Eu vou Desenhar...**) – triângulo, quadrado, pentágono e hexágono – com lados entre 3 e 4 cm de comprimento e um círculo em cartolina de 160 g ou mesmo de 260 g e corte-os com um x-acto ou uma tesoura. Pode utilizar o ficheiro **Figuras Planas para construir** disponibilizado neste tópico como referência ou para imprimir em cartolina de 160 g.

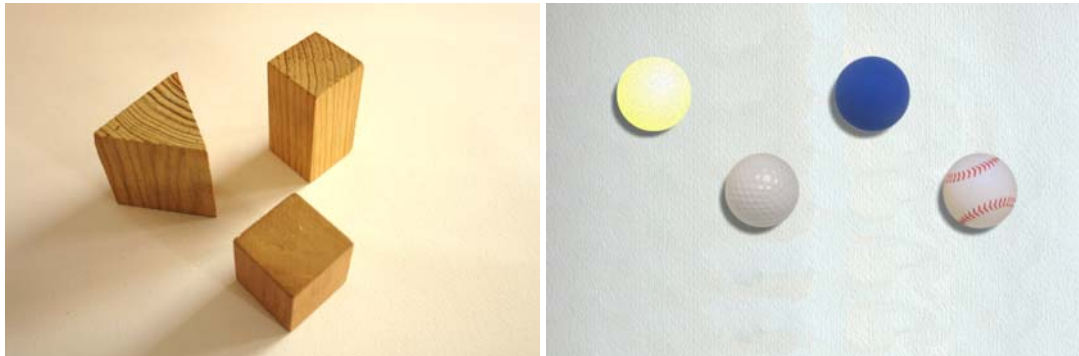


5. Para os Sólidos desenhe em cartolina de 160 g as planificações de um paralelepípedo, um cubo, um prisma triangular e outro quadrangular, uma pirâmide triangular e outra quadrangular, um cilindro e um cone com dimensões entre os 3 cm de lado e os 7 cm de altura. Pode utilizar o ficheiro **Sólidos para construir** disponibilizado neste tópico como referência ou para imprimir na cartolina. Em seguida recorte-os e monte-os, vincando as linhas de dobra com uma faca mal afiada e colando as aletas com cola branca ou transparente – antes de colar a última parte poderá encher o sólido com pequenos bocados de papel amachucado ou de esferovite para evitar que os sólidos se amachuquem com facilidade.



Note que numa das opções ilustradas se utilizaram cores diferentes para cada um dos lados com o objectivo de facilitar o seu posterior estudo. Depois de construído o sólido, cole a figura plana, correspondente à face, recortada em cartolina fina de cor. A plastificação com película transparente aderente permitirá uma durabilidade maior do sólido.

Alguns jogos de construção modular em madeira possuem algumas destas formas, constituindo uma alternativa aos de cartolina.



Finalmente, para a Esfera poder-se-á utilizar um Berlinde, uma bola de Ténis de mesa ou uma bola de Golf ou de outro jogo qualquer com dimensões semelhantes.



### **Actividade: Eu vou construir as minhas Formas Geométricas**

Após a leitura do texto e ter consultado (e eventualmente impresso) os ficheiros relativos às formas geométricas, faça uma opção dos materiais a utilizar e construa as suas próprias Formas Geométricas.

Já sabe, se tiver alguma dificuldade utilize o Fórum **Vamos construir...** do Tópico 1.



### **Sumário**

Nesta unidade de trabalho aprendemos a:

- Construir as Formas Geométricas, como os Pontos, as Rectas, os Planos, as Figuras Planas ou os Sólidos, que vão servir de base ao estudo da Geometria Descritiva.



### **Checklist**

No final desta Sessão será capaz de:

- ✓ Arranjar objectos que se afigurem como pontos e como rectas;
- ✓ Construir planos e figuras planas – triângulo, quadrado, pentágono, hexágono e círculo – em cartolina;
- ✓ Construir sólidos em cartolina.

### 4.2.4.3. Exemplo 3

#### Introdução ao estudo do Ponto

Esta actividade, que integra o Tópico 3 e a Unidade 1, consta de uma introdução ao estudo do Ponto – conceito, definição e representação.

Após o Tópico 2, em que se estuda o princípio das projecções e suas aplicações, com recurso ao fenómeno da luz e das sombras para a explicar, procura-se agora racionalizar o conceito de projecção a partir do elemento mais simples da geometria – o Ponto – recorrendo aos elementos criados no Tópico 1.

Fazendo parte do Módulo Inicial do programa adoptado para a disciplina do ensino secundário, procura-se previamente entender o conceito de ponto aplicado a situações reais e a diversas áreas do conhecimento (como o Português, a Geografia ou a Música, por exemplo).

Só depois se passa à representação/projecção do ponto num Plano de Projecção. Sugere-se que o aluno utilize um rectângulo de cartolina como Plano de Projecção, um “ponto” de plasticina ou de plástico e uma recta projectante em plástico, de madeira ou de metal. Então, propõe-se que perante o “ponto” situado no espaço o aluno o represente do ponto de vista em que se encontra fazendo passar uma recta/projectante pelo ponto a partir de um dos olhos até intersectar o Plano de Projecção, marcando nesse local a projecção do ponto. Se o aluno mudar de posição, obterá outra representação, e por aí fora. Perante estas experiências, o aluno pode inferir que:

- A um Ponto podem corresponder várias projecções, mediante diferentes perspectivas;
- A vários Pontos podem corresponder uma única projecção ou, melhor dizendo, várias projecções coincidentes, por afastamento do ponto de vista numa mesma direcção (os pontos estarão contidos na mesma projectante);
- A vários Pontos, em projecção ortogonal, corresponde uma e só uma projecção de cada Ponto, mas que, igualmente, as suas projecções podem ser coincidentes se esses pontos estiverem contidos na mesma projectante.

Esta unidade é explicada, de novo, num documento de texto produzido em **Microsoft Word**, acompanhado de imagens de ilustração e fotográfica. Por um lado, as ilustrações têm o objectivo de conceptualizar a noção de projecção e, por outro, as imagens fotográficas explicitam situações reais não só do conceito de Ponto como das demonstrações de como o aluno deverá proceder na actividade de projecção do Ponto.

De novo, as ilustrações foram criadas vectorialmente em **Corel Draw! X3** e exportadas, uma a uma, para ficheiros de imagem *raster* em formato JGP (em baixo nível de compressão), para importação ou inserção no Word. Por seu lado as fotos foram capturadas com uma Máquina Fotográfica Digital e posteriormente editadas em **Corel Photopaint X3**, para limpeza de manchas ou sombras indesejáveis e redução para uma dimensão ajustada à sua integração no texto.

Transcreve-se em seguida o documento resultante.

## UNIDADE 3.1 Introdução ao estudo do Ponto



### Índice

Introdução .....	105
Conteúdos .....	107
Suporte ao formando .....	107
Estratégia de Estudo/Trabalho .....	107
Recursos.....	107
Texto: Conceito e definição de Ponto.....	108
Texto: Representação e identificação do Ponto.....	108
Texto: Projecção do Ponto .....	109
Actividade .....	110
Sumário.....	112
Checklist .....	112



### Introdução

Como entidade mais elementar da Geometria Descritiva, o estudo desta disciplina inicia-se habitualmente pela representação do **Ponto**.

A palavra Ponto é utilizada nas mais diversas áreas – não só da geometria, como na da geografia, da música, das línguas ou da linguagem corrente – e refere-se a um elemento cuja “dimensão” é reduzida. Termos como Ponto (parágrafo ou não), Ponto de encontro, Ponto de referência, Punctum (palavra latina que se refere a lugar, posição), são utilizados exactamente para se referirem a pequenos elementos, reduzidos à sua menor expressão. Por exemplo:

- A utilização do Ponto, na pontuação da escrita, serve para reduzir um conjunto de palavras de um texto a uma frase com um determinado sentido e representa, ao mesmo tempo, um momento de respiração antes de se iniciar outra frase;

- O Ponto de encontro, tão comum em muitos centros comerciais ou em zonas urbanas, serve para definir uma área reduzida onde se possa encontrar facilmente alguém com quem se marca um encontro – é normalmente marcado por um estreito elemento vertical – pilar, painel, tabuleta – para fácil identificação;
- Em Arquitectura ou no Urbanismo, as colunas, torres, obeliscos, pelourinhos ou lápides, assinalam no terreno pontos de acontecimentos históricos e sociais, pontos de observação, centros urbanos, sepulturas, ou simplesmente pontos de referência urbana, em que a sua base é bastante reduzida, comparada com a dimensão do território (a viabilidade de um ponto como ponto de marcação, será estabelecida através de uma forma linear que no plano horizontal, quando visto de cima, se projecta como um ponto);
- Nas Cartas Geográficas (mapas) assinalam-se através de símbolos a localização de Hotéis, Museus, Bombas de gasolina, Paragens, etc. para reduzir a procura desses elementos numa complexa malha de ruas, avenidas ou vias ferroviárias;
- O Sistema de Coordenadas (longitude, latitude e altitude) permite, igualmente, identificar o ponto de localização de um barco, de um avião ou de um outro veículo, para a qual os actuais sistemas de GPS (Global Positioning System) vieram facilitar essa localização através das coordenadas relativas à posição dos satélites existentes para esse fim;
- Nos primórdios da escrita musical, o Punctum referia-se a um símbolo que identificava um som curto e que, conforme sua posição acima ou abaixo de uma linha horizontal, correspondia a uma nota mais aguda ou mais grave. Presentemente, os sons continuam a ser identificados basicamente por um pequeno círculo.





### Conteúdos

Conceito e definição de Ponto. Representação e identificação do Ponto. Projecção do Ponto.  
Actividade: Compreender a projecção do Ponto com os elementos didácticos.



### Suporte ao formando

- E-mail: [jose.russo@espan.edu.pt](mailto:jose.russo@espan.edu.pt)
- Fórum: Dúvidas sobre o Ponto
- Sessão on-line: dia xx de Setembro, das 17:00 às 18:00

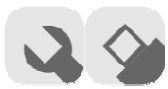


### Estratégia de Estudo/Trabalho

Leia primeiramente todo este documento.

Execute a **Actividade – Projecção do Ponto num Plano de Projecção** proposta utilizando os recursos a seguir indicados.

Em caso de dificuldade, utilize os meios de Suporte ao Formando.



### Recursos

Elementos concebidos no tópico T1U1 e U2:

- Planos de Projecção;
- Pontos (pequenas esferas de plástico ou de plasticina);
- Rectas (varetas de plástico, de madeira ou de metal);
- Plano (rectângulo de cartão ou de acrílico).

Bibliografia/Site a consultar:

- **Santa-Rita, José Fernando**, *GD – A/B*, Texto Editores, Cacém, 2007
- <http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenho1.htm>



### Conceito e definição de Ponto

Genericamente, à medida que aumentamos a escala de comparação, qualquer elemento visual tende a identificar-se com um Ponto – a Terra (uma enorme massa de matéria) vista do espaço tende a identificar-se com um Ponto à medida que nos afastamos dela.

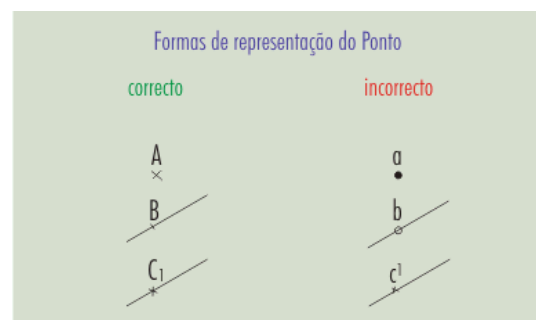
Geometricamente, um Ponto não tem corpo, massa ou dimensão – é este o conceito de **Ponto**: uma entidade da geometria sem dimensões.

Assim, um Ponto define-se pela intersecção de duas rectas (como se verá mais tarde, uma recta não tem espessura, pelo que a região comum de duas rectas concorrentes é um Ponto) ou pela intersecção de três planos (igualmente, um plano não tem espessura, pelo que a região comum de dois planos é uma recta e de três planos é um Ponto).



### Representação e identificação do Ponto

Uma vez que um Ponto não tem dimensões, a sua representação recorre à sua definição pela intersecção de duas rectas, pelo que é usual desenhar um x para assinalar um ponto exacto. Quando se representa um Ponto como elemento de uma recta marca-se um pequeno traço nessa recta. Para tal deve-se utilizar um lápis de mina dura e muito bem afiado.



*Nota: apenas na ilustração de exemplos ou em software de GD o ponto é representado por um pequeno círculo ou circunferência por razões técnicas ou de destaque.*

Em Geometria Descritiva cada entidade geométrica é identificada por uma letra do nosso alfabeto ou do alfabeto grego. No caso do Ponto utilizam-se as letras maiúsculas do nosso alfabeto: **A, B, C, D**, etc. Cada ponto será identificado por uma letra diferente – por exemplo ao representar um cubo, os seus vértices serão identificados por 8 letras maiúsculas, como A a H ou M a T. Em projecção adiciona-se em índice o número de projecção de acordo com o plano em que é representado – por exemplo: **P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>**, etc. – para o distinguir do ponto real.

A notação do Ponto é concretizada com uma letra maiúscula do nosso alfabeto seguida das três coordenadas (referido no tópico T2U3) colocadas entre parêntesis e separadas por ponto e vírgula: por exemplo, **P(2;4;1,5)** – correspondendo o valor 2 à abcissa, 4 ao afastamento e 1,5 à cota. Estes valores correspondem a apenas um único ponto no espaço.

Note-se a semelhança com as coordenadas geográficas: longitude, latitude e altitude – 9,1° W ; 38,4° N ; 50 m (a localização de Lisboa a 50 m de altitude).

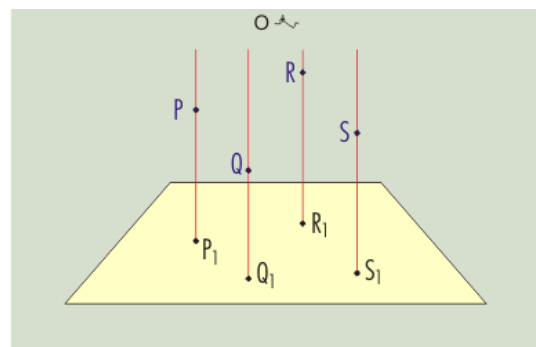
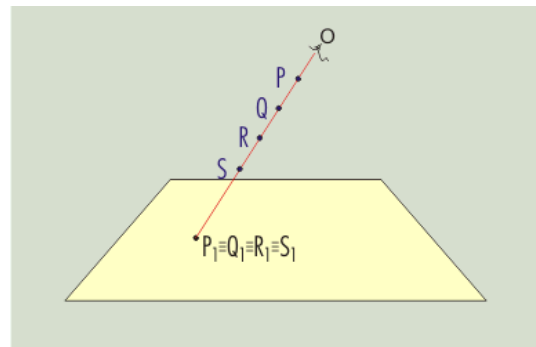
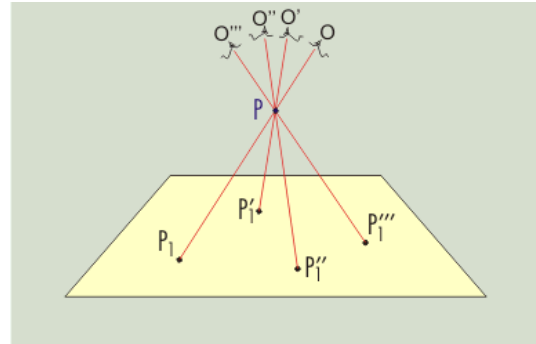


## Projectão do Ponto

A Representação do Ponto resulta da sua projecção num Plano (de projecção), conforme foi desenvolvido no tópico T2U2, pelo que é conveniente lembrar o Conceito de Projectção.

Começemos por analisar a projecção de um **Ponto** situado no espaço num único Plano de Projectção. Podemos encontrar três situações:

- A um único ponto no espaço podem corresponder várias projecções desse ponto de acordo com o ponto de vista do observador;
- A vários pontos no espaço pode corresponder uma única projecção, se esses pontos estiverem alinhados segundo a recta projectante;
- A cada ponto no espaço corresponde uma única projecção se o ponto de vista estiver situado no infinito (na prática, a uma grande distância). As rectas projectantes podem ser perpendiculares ou não ao plano de projecção, mas são paralelas entre si (Projectção Paralela).



Como o método de Monge, aplicado em Geometria Descritiva, se baseia no sistema de projecção paralela ortogonal então verificamos que a cada Ponto situado no espaço corresponde uma única projecção num dado plano de projecção. No entanto, a segunda situação também se pode verificar em projecção ortogonal, ou seja, a vários pontos no espaço corresponder uma só projecção (se estes se situarem na mesma perpendicular ao Plano de Projectção).

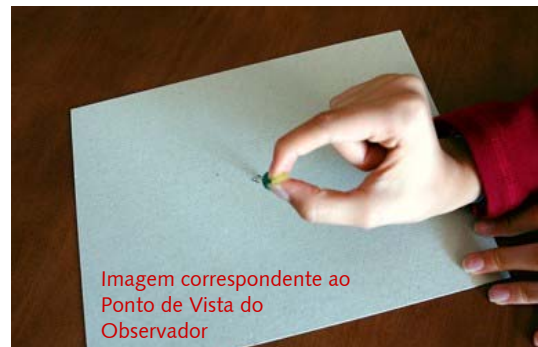


### Actividade – Projecção do Ponto num Plano de Projecção

Com base na leitura do texto anterior efectue as seguintes experiências, utilizando os elementos concebidos para a geometria.

#### Situação 1

- Coloque um rectângulo (pode ser uma folha branca A4) sobre a mesa de trabalho que será o seu Plano de Projecção (PP);
- Segure o elemento Ponto uns centímetros acima do PP;
- Observe o Ponto de uma posição mais ou menos superior;
- Coloque um elemento Recta (Projectante) segundo a direcção do seu ponto de vista ao Ponto;
- Assinale a lápis com um x o Ponto onde a Projectante toca (mais correctamente, intersecta) o Plano de Projecção;
- Identifique o Ponto representado (por exemplo  $P_1$ ).



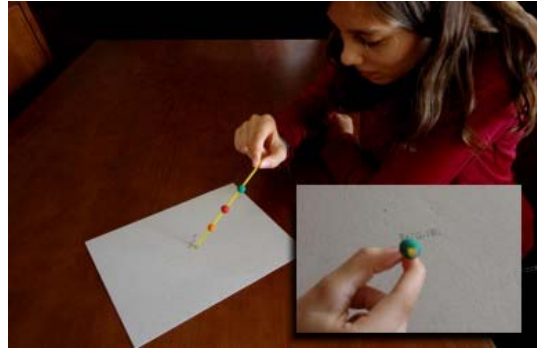
Repita a experiência duas ou três vezes, sem deslocar o elemento Ponto do sítio mas mudando de ponto de vista e identificando os novos Pontos representado (por exemplo  $P'_1$ ).

Observe a folha de papel (o Plano de Projecção) e verifique que:

**A um único ponto no espaço correspondem várias projecções desse ponto de acordo com o ponto de vista do observador.**

### Situação 2

- Coloque um rectângulo sobre a mesa de trabalho que será o seu PP;
- Segure o elemento Ponto uns centímetros acima do PP;
- Observe o Ponto de uma posição mais ou menos superior;
- Coloque um elemento Recta (Projectante) segundo a direcção do seu ponto de vista ao Ponto;
- Assinale a lápis com um x o Ponto onde a Projectante toca (mais correctamente, intersecta) o Plano de Projecção;
- Identifique o Ponto representado (por exemplo  $P_1$ ).



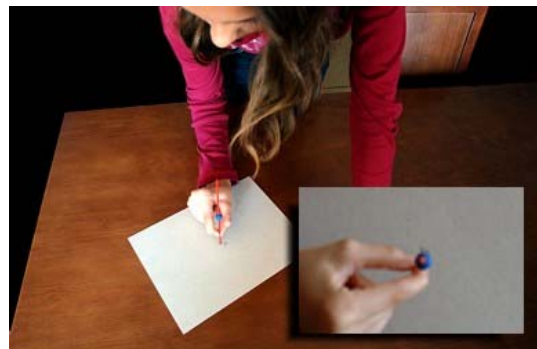
Repita a experiência duas ou três vezes, deslocando o elemento Ponto para outra posição ao longo do elemento Recta (Projectante) sem mudar o seu ponto de vista e identificando os novos Pontos representado (por exemplo  $Q_1$ ,  $S_1$ , etc.).

Observe a folha de papel (o Plano de Projecção) e verifique que:

**A vários pontos no espaço corresponde uma única projecção, se esses pontos se situarem segundo uma projectante.**

### Situação 3

- Coloque um rectângulo sobre a mesa de trabalho que será o seu PP;
- Segure o elemento Ponto uns centímetros acima do PP;
- Observe o Ponto de uma posição superior distante (procure olhar na vertical);
- Coloque um elemento Recta (Projectante) segundo a direcção do seu ponto de vista ao Ponto (devendo ficar perpendicular à folha de papel);
- Assinale a lápis com um x o Ponto onde a Projectante intersecta o Plano de Projecção;
- Identifique o Ponto representado (por exemplo  $P_1$ ).



Repita a experiência duas ou três vezes, deslocando o elemento Ponto para outra posição e procurando sempre ter um ponto de vista perpendicular à folha de papel (teoricamente deveria situar-se no infinito) e identificando os novos Pontos representado (por exemplo  $Q_1$ ,  $R_1$ , etc.).

Observe a folha de papel (o Plano de Projecção) e verifique que:

**A cada ponto no espaço corresponde uma única projecção se a projectante for perpendicular ao plano de projecção** (como é o caso da projecção ortogonal).



### Sumário

Nesta unidade de trabalho apreendemos o conceito de **Ponto** como o elemento mais simples da geometria. Também ficámos a saber as regras utilizadas na sua representação e identificação, bem como se executa a sua projecção num plano.

Na próxima unidade vamos ver como se representa um Ponto em dupla projecção ortogonal.



### Checklist

No final desta Sessão será capaz de:

- ✓ Definir Ponto.
- ✓ Conhecer os elementos da notação do ponto.
- ✓ Representar e Identificar correctamente um Ponto na folha de desenho.
- ✓ Utilizar o sistema de projecções na representação do ponto num Plano de Projecção.

#### 4.2.4.4. Exemplo 4

##### Representação do Ponto

Esta actividade, que integra o Tópico 3 e a Unidade 2, consta da Representação diédrica do Ponto.

Após a Unidade anterior, em que o aluno desenvolveu a competência de saber representar um Ponto num Plano de Projecção, inicia-se efectivamente agora o estudo da Geometria Descritiva com a representação do ponto em Dupla Projecção, segundo o método de Monge.

Começa-se, utilizando o conjunto de PP concebido, por se explicar a Projecção Horizontal do Ponto. Propõe-se que o aluno:

- Observe um ponto de uma posição superior e na vertical relativamente ao PHP;
- Seguindo os procedimentos da unidade anterior, marque nesse plano a projecção do ponto segundo o princípio da projecção ortogonal;
- Identifique a projecção com, por exemplo, P<sub>1</sub>.

Do mesmo modo, explica-se a Projecção Frontal do Ponto.

Coloca-se a questão de, apesar de se ter obtido duas representações bidimensionais, o Sistema de Projecções continua a ser tridimensional. Então sugere-se que o aluno proceda ao seu Rebatimento (assunto complementado com a disponibilização de uma animação) para obter um conjunto bidimensional – assim, representável numa folha de papel.

Conclui-se o assunto com a análise das coordenadas – Abcissa, Afastamento e Cota – verificando em que projecção se pode determinar cada um desses valores. Por exemplo, ao “subir” um ponto o aluno deverá inferir que só na Projecção Frontal se pode verificar o aumento da cota, apesar desta coordenada estar relacionada com PHP.

Os textos são ilustrados quer graficamente quer fotograficamente (com recurso ao software anteriormente utilizado) para uma melhor percepção das situações descritas. A complementar os textos e as actividades, foram realizadas duas animações em **Corel Rave 3** exportadas para o formato SWF (Flash). Ainda se indica um site onde o aluno pode, interactivamente, observar a deslocação de um Ponto e a alteração da sua representação.

Nas ilustrações dos Planos de Projecção e dos procedimentos da projecção do ponto recorreu-se ao uso da cor. A associação de uma cor a cada um dos planos e a respectiva projecção visa facilitar a compreensão da sua localização em época bidimensional.

Assim, o Plano Horizontal de Projecção é ilustrado numa tonalidade rosa e a projectante horizontal e a projecção horizontal do ponto a vermelho, enquanto o Plano Frontal de Projecção é ilustrado numa tonalidade verde clara e a projectante frontal e a projecção frontal do ponto a verde. Esta simbologia encontra paralelo nas animações, bem como se procurará utilizar a mesma correspondência em documentos a produzir nos restantes tópicos e unidades didácticas.

Transcreve-se em seguida o documento resultante.

## UNIDADE 3.2 Representação do Ponto



### Índice

Introdução .....	115
Conteúdos .....	115
Suporte ao formando .....	116
Estratégia de Estudo/Trabalho .....	116
Recursos.....	116
Texto: O Método da Dupla Projecção Ortogonal .....	116
Texto: Representação do Ponto em Dupla Projecção Ortogonal .....	117
Actividade 1 .....	120
Actividade 2: Exercícios .....	123
Sumário.....	123
Checklist .....	123



### Introdução

Em **Dupla Projecção Ortogonal**, também conhecido como método de Monge, e que constitui o capítulo mais importante da disciplina de Geometria Descritiva, o Ponto é representado não apenas num Plano de Projecção mas em dois. Desta forma é possível identificar a situação exacta do Ponto no espaço – assim o demonstrou Monge.

Uma vez mais, este tópico é de extrema importância, pois compreendido o processo de representação do Ponto em **Dupla Projecção Ortogonal**, todos os tópicos que se seguem serão mais facilmente desenvolvidos.



### Conteúdos

O Método e a Representação do Ponto em Dupla Projecção Ortogonal.

Actividades: Compreender a Dupla Projecção Ortogonal do Ponto com os elementos didácticos. Exercícios de aplicação.



### Suporte ao formando

- E-mail: [jose.russo@espan.edu.pt](mailto:jose.russo@espan.edu.pt)
- Fórum: Dúvidas sobre o Ponto
- Sessão on-line: dia xx de Setembro, das 17:00 às 18:00



### Estratégia de Estudo/Trabalho

Leia primeiramente todo este documento. Execute a **Actividade – Compreender a Projecção do Ponto em Dupla Projecção Ortogonal** proposta utilizando os recursos a seguir indicados.

Execute em seguida os Exercícios de aplicação propostos na **Actividade – Exercícios de Representação do Ponto**.

Em caso de dificuldade, utilize os meios de Suporte ao Formando.



### Recursos

Elementos concebidos no tópico T1U2:

- Planos de Projecção;
- Pontos (pequenas esferas de plástico ou de plasticina);
- Rectas (varetas de plástico, de madeira ou de metal).

Animações: **Projecção do Ponto** e **Rebatimento dos Planos de Projecção**.

Bibliografia/Site a consultar:

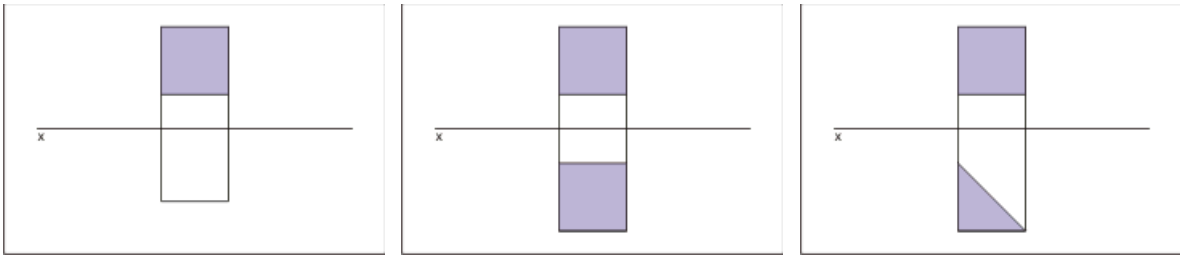
- Santa-Rita, José Fernando, *GD – A/B*, Texto Editores, Cacém, 2007
- <http://www.profcardy.com/geodina/descritiva3.php>



### O Método da Dupla Projecção Ortogonal

Como a designação indica e segundo a ideia de Monge, todo o método de representação envolverá duas projecções segundo o sistema de projecção paralela ortogonal – daí o termo **Dupla Projecção Ortogonal**. Os dois Planos de Projecção são perpendiculares entre si (conforme foi explicado na sua construção em T1U1), sendo o plano que fica na horizontal denominado de **Plano Horizontal de Projecção** ou  $v_0$  (leia-se: niú zero) ou, para simplificar a escrita, **PHP** e o plano que fica na vertical denominado de **Plano Frontal de Projecção** ou  $\varphi_0$  (leia-se: fi zero) ou **PFP**.

Assim, se obterão duas representações de qualquer forma que, pela relação existente entre as duas, permite identificar a forma real. Se observarmos os três exemplos ilustrados, em que uma das representações é sempre um quadrado e a outra é variável, ao relacionarmos a imagem de cima com a de baixo (correspondentes a dois pontos de vista diferentes), constatamos que no primeiro exemplo trata-se efectivamente de um quadrado (pela ausência de espessura), o segundo de um cubo e a terceira de um prisma ou uma cunha.



Interessa ainda saber, como já referenciado em T2U4, que:

- A recta de intersecção dos dois Planos de Projecção se denomina como **eixo x**;
- A coordenada de posicionamento ao longo do eixo x se denomina **Abcissa**;
- A distância de qualquer ponto ao PFP se denomina **Afastamento**
- A distância de qualquer ponto ao PHP se denomina **Cota**.

Vejamos então como se representa o Ponto, elemento mais simples da geometria, em dupla Projecção Ortogonal.

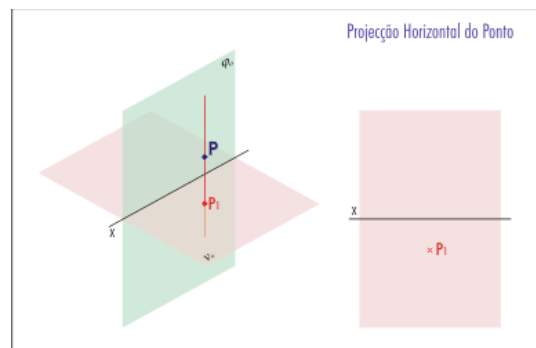


## Representação do Ponto em Dupla Projecção Ortogonal

### Projecção Horizontal do Ponto

Comecemos por representar o ponto no Plano Horizontal de Projecção (PHP). Considere-se um Ponto **P** situado no espaço (no I Quadrante). Aplicando o princípio da projecção paralela ortogonal:

- A Projectante que passa pelo ponto é **perpendicular ao PHP**;
- A intersecção da **Projectante Horizontal** (assim se denominam as projectantes que determinam as projecções horizontais, apesar da sua posição na vertical) com o  $v_0$  é a **Projecção Horizontal do Ponto – P<sub>1</sub>**.

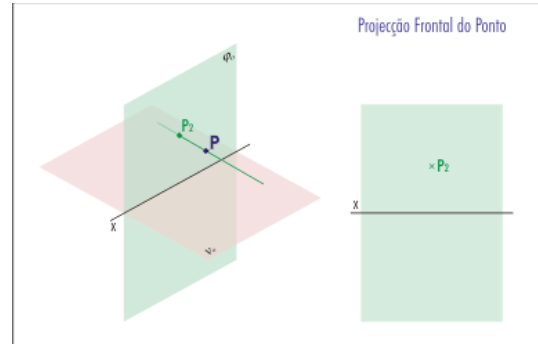


Assim, a representação horizontal do Ponto numa folha de desenho exhibe uma linha horizontal, correspondente ao eixo x, e a projecção horizontal, identificada com **P<sub>1</sub>**, abaixo dessa linha.

### Projectão Frontal do Ponto

Em seguida, representemos o ponto no Plano Frontal de Projectção (PFP). Considere-se o mesmo Ponto **P** situado no espaço (no I Quadrante). Aplicando o mesmo princípio da projecção paralela ortogonal:

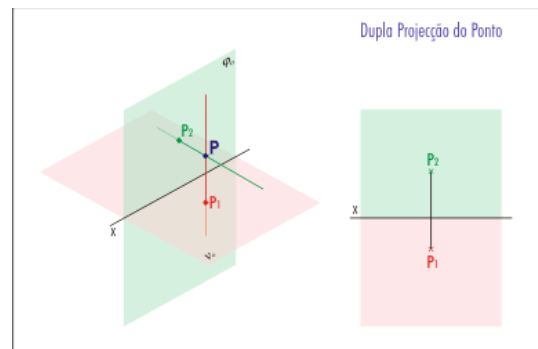
- A Projectante que passa pelo ponto é **perpendicular ao PFP**;
- A intersecção da **Projectante Frontal** (assim se denominam as projectantes que determinam as projecções frontais, apesar da sua posição na horizontal) com o  $\phi_0$  é a **Projectão Frontal do Ponto –  $P_2$** .



Assim, a representação frontal do Ponto numa folha de desenho exhibe uma linha horizontal, correspondente ao eixo x, e a projecção frontal, identificada com  **$P_2$** , acima dessa linha.

### Rebatimento dos Planos de Projectção

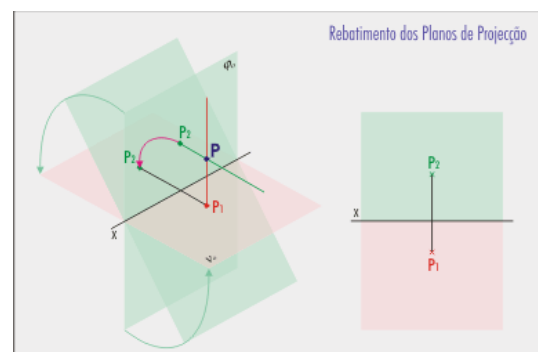
Dado que o método de Monge pressupõe as duas projecções, se sobrepuser as duas representações atrás obtidas, a representação do um Ponto mostra o eixo do x e a projecção horizontal (abaixo do eixo) e a projecção frontal (acima do eixo). Para facilitar a leitura do desenho, representa-se uma linha que une as duas projecções – denominada linha de chamada ou linha de referência – que, como se verifica, é perpendicular ao eixo x.



No entanto, metodologicamente o resultado obtido é consequência do **Rebatimento dos Planos de Projectção**, ou seja:

- A rotação, no sentido contrário dos ponteiros do relógio, do PFP em torno do eixo x até o plano coincidir com o PHP.

Assim, o conjunto de projecções, que inicialmente constituía um sistema tridimensional com duas representações bidimensionais, transforma-se um sistema bidimensional à semelhança da folha de papel.



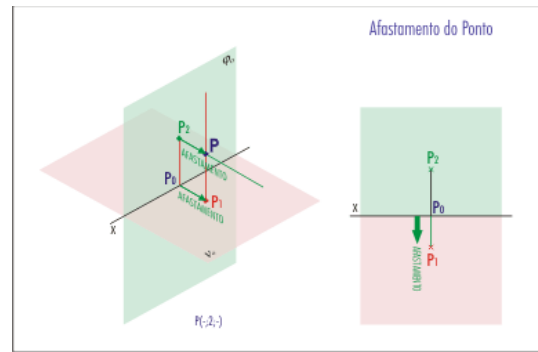
Observe a animação do Rebatimento disponibilizada na Sala Virtual.

## As Coordenadas de um Ponto

Como já se referiu anteriormente, o que distingue um ponto de outro é o facto de terem pelo menos uma coordenada diferente, já que se tivessem as mesmas coordenadas seriam pontos coincidentes no espaço, o que não é considerado em Geometria Descritiva.

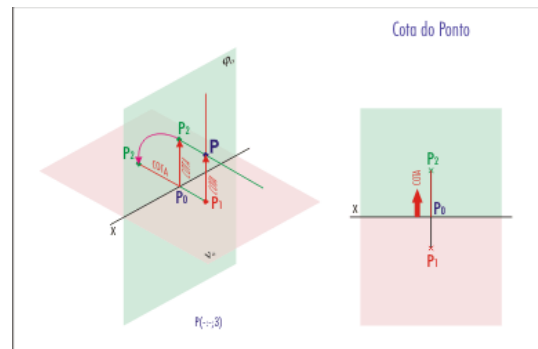
### O Afastamento

Comecemos então por analisar o **Afastamento**. Tomando a situação em que se determinou a Projecção Horizontal do Ponto, coloca-se a seguinte questão: que coordenada é possível determinar quando se representa horizontalmente um Ponto? É exactamente o Afastamento, ou seja, a **distância do Ponto ao Plano Frontal de Projecção** [PP<sub>2</sub>]. Esta distância, no espaço, projecta-se horizontalmente e é igual à **distância que fica entre o eixo x e a projecção horizontal do ponto** [P<sub>1</sub>P<sub>0</sub>] (considera-se P<sub>0</sub> como uma projecção do ponto no eixo x) – neste caso, o ponto tem 2cm de Afastamento. Se afastar o Ponto do PFP maior é a distância entre o eixo x e a projecção horizontal do ponto.



### A Cota

Seguidamente analisemos a **Cota**. Tomando a situação em que se determinou a Projecção Frontal do Ponto, coloca-se a seguinte questão: que coordenada é possível determinar quando se representa frontalmente um Ponto? É exactamente a Cota, ou seja, a **distância do Ponto ao Plano Horizontal de Projecção** [PP<sub>1</sub>]. Esta distância, no espaço, projecta-se frontalmente e é igual à **distância que fica entre o eixo x e a projecção frontal do ponto** [P<sub>2</sub>P<sub>0</sub>] – neste caso, o ponto tem 3cm de Cota. Se afastar o Ponto do PHP maior é a distância entre o eixo x e a projecção frontal do ponto.



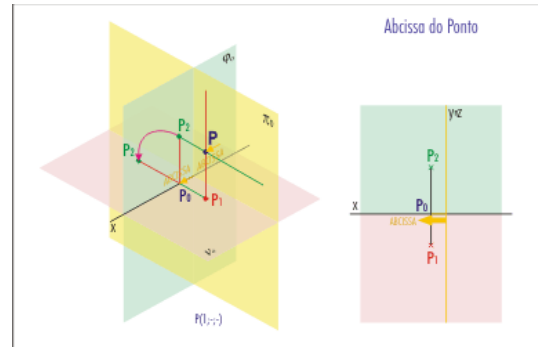
### A Abcissa

Não sendo, para já, um problema que se coloque na representação do Ponto, pois essa coordenada apenas é importante quando relacionamos pelos menos dois pontos, considere-se a análise da **Abcissa**. Ao contrário das situações anteriores, a Abcissa é observável quer na projecção horizontal que na projecção frontal, já que esta é medida segundo o eixo x.

Se considerar um plano perpendicular aos dois planos de projecção, esse plano denomina-se Plano de Perfil (a estudar na capítulo dos Planos) de coordenada zero, ou  $\pi_0$ . A Abcissa é então a **distância do Ponto ao Plano de Perfil zero**, sendo positiva para a esquerda e negativa

para a direita. Esta distância, no espaço, projecta-se quer horizontal quer frontalmente e é igual à **distância de um ponto zero marcado no eixo x e linha de chamada das projecções do ponto**. Quanto maior for a distância do Ponto a esse Plano de Perfil maior será a sua abcissa.

Nota: para melhor referenciar a Abcissa pode-se desenhar uma linha recta perpendicular ao eixo x e identificá-la como  $y=z$  (relativos aos eixo y e eixo z do referencial tridimensional).



Concluído este primeiro estudo da representação do Ponto, lembre-se que a notação de um ponto no espaço tem a seguinte forma, de acordo com o exemplo dado:  $P(1;2;3)$  – sendo a primeira coordenada a abcissa, seguida do afastamento e da Cota.



### Atividade: Compreender a Projecção do Ponto em Dupla Projecção Ortogonal

Com base na leitura do texto anterior, coloque o sistema de Planos de Projecção com os semiplanos identificados virados para si (pode criar um suporte, com plasticina, por exemplo, e pousar o conjunto numa mesa) e efectue as seguintes experiências, utilizando os elementos pontos e rectas concebidos para a geometria.

#### Experiência 1

- Segure o Ponto no espaço entre os semiplanos identificados (no I quadrante);
- Faça passar uma recta (projectante) pelo ponto de modo a ficar perpendicular ao Plano Horizontal de Projecção, podendo abrir um pequeno orifício no ponto de intersecção da projectante com o PHP para fixar a recta (o ponto ficará fixo na recta);
- Assinale a lápis com um x o Ponto onde a Projectante intersecta o referido Plano de Projecção e identifique o Ponto representado (por exemplo  $P_1$ );
- Observe o conjunto de uma posição superior a uma distância razoável.

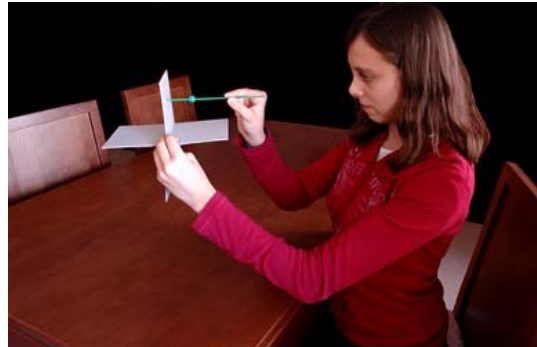


Note a semelhança do seu ponto de vista com a imagem direita que ilustra a projecção horizontal do ponto. Note também que, ao olhar de cima, o Plano Frontal de Projecção reduz-se a uma recta e coincide com a sua intersecção com o PHP, ou seja, com o eixo x.

## Experiência 2

Retire o ponto e a projectante, utilizadas na experiência anterior, e:

- Segure o Ponto na mesma posição anterior (no I quadrante);
- Faça passar uma recta (podendo utilizar outra cor) pelo ponto de modo a ficar perpendicular ao Plano Frontal de Projecção, podendo abrir um pequeno orifício no ponto de intersecção da projectante com o PFP para fixar a recta (o ponto ficará fixo na recta);
- Assinale a lápis com um x o Ponto onde a Projectante intersecta o referido Plano de Projecção e identifique o Ponto representado (por exemplo  $P_2$ );
- Observe o conjunto de uma posição frontal a uma distância razoável.



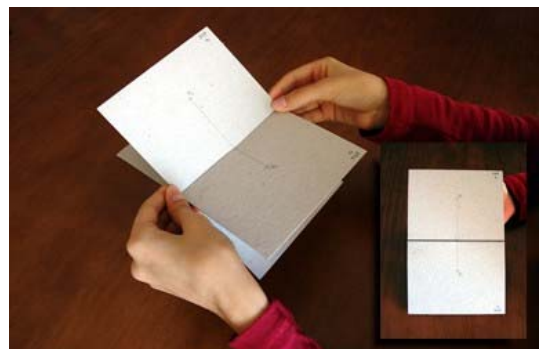
Note a semelhança do seu ponto de vista com a imagem direita que ilustra a projecção frontal do ponto. Note também que, ao olhar de frente, o Plano Horizontal de Projecção reduz-se a uma recta e coincide com a sua intersecção com o PHP, ou seja, com o eixo  $x$ .

## Experiência 3

Adicione ao conjunto anterior, a projectante utilizada na projecção horizontal do ponto. O conjunto obtido corresponde à dupla projecção ortogonal de um Ponto. Dado que o sistema é tridimensional, constate que não consegue representar/observar as duas projecções simultaneamente, segundo qualquer um dos pontos de vista que utilizou para obter cada projecção.

Em seguida, retire as duas Projectantes e o Ponto e proceda ao Rebatimento dos Planos de Projecção:

- Faça rodar o Plano Frontal de Projecção em torno da recta de intersecção dos dois PP, o eixo  $x$ , até o semiplano frontal assentar (coincidir) no semiplano horizontal posterior (parte do plano que fica “para lá”).

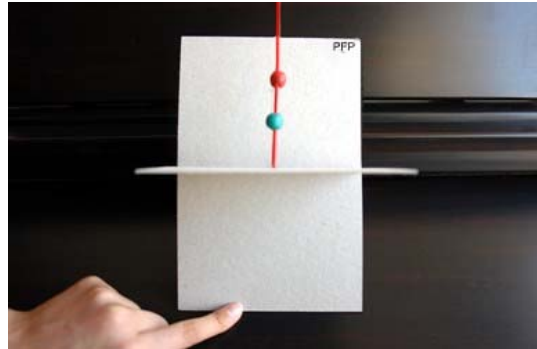


Note a semelhança do ponto de vista superior com a imagem direita que ilustra a dupla projecção do ponto. Assim, note que o conjunto obtido é reproduzível numa folha de desenho, dado que é um conjunto bidimensional. É este o método de representação, em dupla projecção ortogonal, de um ponto.

### Experiência 4

Para concluir a análise da representação do Ponto, execute as seguintes experiências relativa à determinação das suas coordenadas:

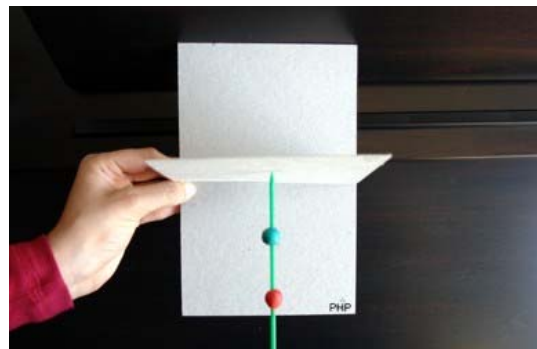
- Retome a Projecção Horizontal (experiência 1) e suba o Ponto – do ponto de vista em que se encontra, pode ter a noção do aumento da Cota (distância do Ponto ao PHP)?
- Observando de frente, repita a mudança de posição do Ponto – e agora? Consegue ter a percepção do aumento da Cota?



A conclusão a que chega é que no primeiro caso não é possível determinar a Cota do Ponto, mas no segundo sim. Por isso, é ao efectuar a Projecção Frontal do Ponto que pode determinar o seu valor de Cota.

Agora inverta o procedimento:

- Retome a Projecção Frontal (experiência 2) e aproxime de si o Ponto – do ponto de vista em que se encontra, pode ter a noção do aumento do Afastamento (distância do Ponto ao PFP)?
- Observando de cima, repita a mudança de posição do Ponto – e agora? Consegue ter a percepção do aumento do Afastamento?



A conclusão a que chega é que no primeiro caso não é possível determinar o Afastamento do Ponto, mas no segundo sim. Por isso, é ao efectuar a Projecção Horizontal do Ponto que pode determinar o seu valor de Afastamento.



### Actividade: Exercícios de Representação do Ponto

Agora que compreendeu como se representa um Ponto segundo o método de Monge, utilizando um lápis afiado de dureza 2H, uma régua e um esquadro, execute numa folha de papel cavalinho A4, orientada ao alto, o seguinte exercício:

- Represente em dupla projecção ortogonal os seguintes pontos:
  - A (4 ; 2) , B (1 ; 5) , C (3 ; 3) e D (6 ; 1)
  - Execute os exercícios com rigor e represente cada um dos pontos num eixo x diferente (dois na metade superior da folha e os outros dois na metade inferior). Identifique o exercício no canto inferior direito da folha com o seu nome, turma e número, utilizando caracteres de imprensa.

Envie o exercício, após a sua digitalização, na Actividade Trabalho: **Entrega dos Exercícios do Ponto.**



### Sumário

Nesta unidade de trabalho aprendemos a representar o **Ponto** segundo o método da Dupla Projecção Ortogonal, ou Método de Monge ou ainda Representação Diédrica. Também ficámos a saber como determinar as coordenadas do Ponto, quer no espaço quer em projecção. Vimos ainda a função do Rebatimento dos Planos de Projecção.

Na próxima unidade vamos estudar o Alfabeto do Ponto.



### Checklist

No final desta Sessão será capaz de:

- ✓ Representar o Ponto em dupla projecção ortogonal.
- ✓ Identificar a projecção horizontal e a projecção frontal.
- ✓ Determinar o Afastamento de um Ponto.
- ✓ Determinar a Cota de um Ponto.
- ✓ Determinar a Abcissa de um Ponto.
- ✓ Compreender o processo de Rebatimento dos PP, de forma a transformar um sistema tridimensional num sistema bidimensional.



## Capítulo 5. Conclusões

## 5. Conclusões

*“...the use of computers in courses of DG and graphics should be introduced after the students have worked with their eyes, minds and hands on the theory of DG through drawing on the paper and model making” (Stulic & Atanackovic, 2003)*

*“No ensino da Geometria Descritiva, quanto mais se trouxerem, para a sala de aula, exemplos concretos, permitindo aos alunos raciocinarem do todo para as partes, percebendo as aplicações da teoria e conceituação no mundo que o cerca, através de seus objectos, mais facilmente eles irão aprender a raciocinar espacialmente.” (Koepeke, 2001)*

### Construção da Sala Virtual

No contexto do seu próprio desenvolvimento e evolução do processo de aprendizagem da Geometria Descritiva que tem uma fase inicial de extrema importância e da qual depende a facilidade de progressão do aluno ao longo dos seus estudos, a construção da **Sala Virtual de Geometria Descritiva** inclui – Sumário, Construção de Modelos, Projecções e Representação do Ponto, temas que se constituem como suficientes para demonstrar o princípio enunciado na Abertura desta dissertação – aplicar em *e-Learning* um método que tornasse exequível um curso de Geometria Descritiva.

No âmbito dos recursos disponibilizados inclui-se textos, imagens, por fotografia ou por ilustração, animações e filmagens e a sua organização em documentos, com base em *layouts* especificamente concebidos para esse fim. A estruturação, importação e activação de recursos e actividades na plataforma de aprendizagem *Moodle*, tinha, por sua vez, o propósito imperativo da obtenção de um ambiente aprazível.

O resultado final disponibiliza quatro Tópicos em que o aluno:

- Toma conhecimento das características da disciplina e do seu funcionamento em ambiente virtual;
- Constrói um conjunto de instrumentos didácticos relacionados com a Geometria Descritiva;

- Tem acesso a um conjunto de recursos não só em texto mas também em multimédia;
- Utiliza as ferramentas didácticas concebidas, aplicando-as no estudo das Projecções e na Representação Diédrica do Ponto.

Em simultâneo, deu-se algum destaque às ferramentas colaborativas disponíveis na plataforma como os Glossários e os Fóruns, onde o aluno pode não só colocar as suas dúvidas como contribuir para o processo de ensino-aprendizagem dos colegas inscritos.

Posteriormente, virão a ser desenvolvidos os Tópicos relativamente às restantes unidades que integram o programa da disciplina de Geometria Descritiva. Como metodologia, continuar-se-á a incentivar o uso dos Modelos construídos na análise dos problemas do espaço e da sua representação em dupla projecção ortogonal, como os relacionados com a Recta ou com o Plano.

### Utilização da Sala Virtual

Apesar da Sala Virtual (SV) de Geometria Descritiva ter sido concebida para um curso autónomo e integralmente em *e-Learning*, a sua utilização iniciou-se, no presente ano lectivo (2008-09), com uma turma do 10º ano do Curso de Artes Visuais, em regime presencial diurno. Procurou-se que a SV funcionasse como apoio às aulas presenciais e que fosse a partir dela que os alunos construíssem os seus Modelos, pois estas actividades não foram efectuadas na sala de aula. Esta turma é composta por 23 alunos com uma faixa etária apropriada ao nível de ensino (14 a 18 anos) e em que apenas 3 não possuem computador ou ligação à Internet.

A sua utilização implica alguma disponibilidade do professor/tutor para um acompanhamento eficaz, tendo-se destinado duas aulas presenciais (3 horas) para criar as contas do alunos na plataforma, auxiliar na personalização dos seus perfis e dar algumas instruções básicas na sua utilização. Após esta introdução, o trabalho de gestão da plataforma é efectuado a partir de casa, sendo possível:

- Actualizar o Calendário, por exemplo, com as datas dos Testes de Avaliação;
- Verificar o índice de utilização pelos alunos inscritos e de quais os recursos / actividades acedidos (funcionalidade disponível a partir do perfil de aluno);
- Analisar e rectificar as intervenções no Glossário geral da disciplina, colocado no Tópico inicial;

- Consultar os Fóruns e responder às questões ou intervenções colocados (nesse caso, ter activado o envio por e-mail dos *post* colocados nos fóruns permite deles ter conhecimento ao consultar o correio electrónico, evitando a entrada na sala virtual);
- Tomar conhecimento das intervenções em outras actividades, como o Diário ou Trabalhos;
- Adicionar novos Tópicos e Itens ou editar aqueles que necessitem de algum ajustamento.

### **Avaliação da Sala Virtual**

Finalmente, impõe-se uma avaliação do modelo de aprendizagem aqui defendido. Como referido inicialmente, a utilização da Sala Virtual só no momento do encerramento desta dissertação está a ser concretizada. Assim, não é possível apresentar resultados que expressem a efectiva consistência do método aplicado.

Ao fim de vinte dias do seu arranque pode-se, no entanto, desde já considerar que a SV começa a ter receptividade perante utilizadores em processo de aprendizagem presencial. No momento em que se iniciou o estudo da Representação do Ponto, já alguns alunos se faziam acompanhar dos instrumentos que ali se propõe serem construídos. É, de facto, motivador para prosseguir.

## Bibliografia

- A.A. – *EL MODELO ESPAÑOL DE EDUCACIÓN SUPERIOR A DISTANCIA: LA UNED* (vol.1). Madrid: U.N.E.D., 1984.
- A.A. – *PROGRAMAS DO ENSINO LICEAL*. Lisboa: Imprensa Nacional de Lisboa, 1948.
- A.A. – *PROGRAMAS DO ENSINO LICEAL*. Lisboa: Imprensa Nacional de Lisboa, 1962.
- A.A. – *SISTEMA EDUCATIVO DE PORTUGAL*. Madrid: OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura) – Ministério da Educação de Portugal, 2003.
- A.A. – *QUADRO DE REFERÊNCIA DA FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES DA ÁREA DAS TIC – 2006*, Lisboa: M.E. / CRIE, 2005.
- A.V. – *GUIA PARA A CONCEPÇÃO DE CONTEÚDOS DE E-LEARNING*, Lisboa: INOFOR, 2003.
- A.V. – *GUIA PARA A CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PROJECTOS DE FORMAÇÃO A DISTÂNCIA*, Lisboa: INOFOR, 2003.
- ACKERMAN, James S. – *ARCHITETTURA E DISEGNO: LA RAPPRESENTAZIONE DA VITRUVIO A GEHRY*. Milano: Mondadori Electa, 2003.
- ALBUQUERQUE, Luís de – *ELEMENTOS DE GEOMETRIA PROJECTIVA E GEOMETRIA DESCRITIVA*. Coimbra: Livraria Almedina, 1969.
- ARNHEIM, Rudolf – *ARTE Y PERCEPCIÓN VISUAL*. Madrid: Alianza Editorial, 2001.
- ASENSI, Fernando Izquierdo – *GEOMETRÍA DESCRIPTIVA*. Madrid: Editorial Dossat, S.A., 1980.
- BALL, W. W. Rouse – *A SHORT ACCOUNT OF THE HISTORY OF MATHEMATICS*. London / New York: Macmillan. 1893.
- COLE, Jason – *USING MOODLE*. Sebastopol: O'Reilly Community Press, 2005.
- ECO, Umberto – *COMO SE FAZ UMA TESE EM CIÊNCIA HUMANAS*. Lisboa: Editorial Presença, 1988.
- FIGUEIREDO, Cândido de – *GRANDE DICIONÁRIO DE CÂNDIDO DE FIGUEIREDO* (2 volumes). Lisboa: Livraria Bertrand, 1938.
- CARREIRA, António Ribeiro – *COMPÊNDIO DE DESENHO*. Lisboa: Livraria Sá da Costa, 1970.
- COSTA, João – *GEOMETRIA DESCRITIVA 11B*. Porto: Areal, 2005.
- CUNHA, Luís Veiga da – *DESENHO TÉCNICO*. 4ª Edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.
- DIAS, João; RIBEIRO, Carlos Tavares; SILVA, Arlindo; SOUSA, Luís – *DESENHO TÉCNICO MODERNO*. 6ª Edição. Lisboa: Lidel, 2004.
- EDELMAN, Shimon - *REPRESENTATION AND RECOGNITION IN VISION*. Massachusetts: MIT Press, 1999.

- FRAYLING, Christopher; FRAYLING, Helen; MEER; Ron van der – *L'ATELIER DU PEINTRE*. Paris: Flammarion, 2006.
- GEA, María Isabel – *GUÍA DEL PLANO DE TEXEIRA (1656)*. Madrid: Ediciones La Librería, 2006.
- GOMBRICH, E. H. – *ART & ILUSION: A STUDY IN THE PSYCHOLOGY OF PICTORIAL REPRESENTATION*. London: Phaidon Press, 1960.
- GONÇALVES, Luís – *DESENHO E GEOMETRIA DESCRITIVA A*. Porto: Porto Editora, 1997.
- GONÇALVES, Luís – *DESENHO E GEOMETRIA DESCRITIVA A/B*. Porto: Porto Editora, 1999.
- GONÇALVES, Luís – *GEOMETRIA DESCRITIVA 1* (2ª edição). Lisboa: Empresa Litográfica Fluminense Lda, 1982.
- HAUSER, Arnold – *HISTÓRIA SOCIAL DA ARTE E DA CULTURA: OS TEMPOS PRÉ-HISTÓRICOS, GRÉCIA E ROMA* (vol.1). Aveiro: Vega/Estante Editora, 1989.
- HOLMBERG, Börje – *THE EVOLUTION, PRINCIPLES AND PRACTICES OF DISTANCE EDUCATION*. Oldenburg: BIS - Verlag der Carl von Ossietzky Universität, 2005.
- HOUAISS, Antônio – *DICIONÁRIO HOUAISS DA LÍNGUA PORTUGUESA* (6 volumes). Lisboa: Círculo de Leitores, 2002.
- JACQUES, Jocelise J. e outros – *NOVA ABORDAGEM PARA O ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA BÁSICA*, in *Intervenção na Cobenge*, 2001, in <http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/NTM087.pdf> [26.Abr.2008, 18:25].
- JULIÁN, Fernando; ALBARRACÍN, Jesus – *DIBUJO PARA DISEÑADORES INDUSTRIALES*. Barcelona: Parramón Ediciones, 2005.
- KOPKE, Regina Coeli Moraes – *ENSINO DE GEOMETRIA DESCRITIVA: INOVANDO NA METODOLOGIA*. *Revista Escola de Minas*. Ouro Preto. Vol. 54 n.º 1 (2001) in <http://www.scielo.br/> [27. Set. 2006, 21:47].
- KRIKKE, Jan – *AXONOMETRY: A MATTER OF PERSPECTIVE*. *IEEE Computer Graphics and Applications*. Vol. 20, n.º 4 (2000), pp. 7-11.
- KRYLOV, N.; LOBANDIYEVSKY, P.; MEN, S. – *DESCRIPTIVE GEOMETRY*. Moscovo: Mir Publishers, 1968.
- LAGARTO, José Reis – *ENSINO A DISTÂNCIA E FORMAÇÃO CONTÍNUA*, Tese de doutoramento. Lisboa: U.A., 2002.
- LANGÉVIN, R. – *GASPARD MONGE, DE LA PLANCHE A DESSIN AUX LIGNES DE COURBURE /DE LA METHODE*. Besançon: Presses Universitaires Franc-Comtoises, 2002.
- LEÃO, Maria da Graça Pereira – *PARA ENTENDER MELHOR A GEOMETRIA: INVESTIGAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS MULTIMÉDIA PARA APOIO E DESENVOLVIMENTO DE ACTIVIDADES DE ENSINO/APRENDIZAGEM EM G.D*, Dissertação de Mestrado, Lisboa: U.A., 2003.
- LYNCH, Marguerita McVay – *THE ONLINE EDUCATOR – A GUIDE TO CREATING THE VIRTUAL CLASSROOM*. London: Routledge Falmer, 2002.
- McMURTRIE, Douglas C. – *O LIVRO*. Lisboa: F.C.G, 1997.
- MASSIRONI, Manfredo – *VER PELO DESENHO: ASPECTOS TÉCNICOS, COGNITIVOS, COMUNICATIVOS*. Lisboa: Edições 70, 1996.

- MIRANDA, Samuel Santos de** – *O PAPEL DA GEOMETRIA DESCRITIVA NOS PROBLEMAS DE GEOMETRIA ESPACIAL: UM ESTUDO DAS SECÇÕES DE UM CUBO*. Dissertação de Mestrado, São Paulo: PUC/SP, 2006.
- MONGE, Gaspard** – *GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE*. 7ª Edição. Paris: Bachelier, Imprimeur-Libraire, 1847.
- MORGADO, Francisco** – *AMBIENTE INTERACTIVO PARA O ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA*, Dissertação de Mestrado, Lisboa: IST, Junho de 1996.
- PIAGET, Jean** – *LA REPRÉSENTATION DU MONDE CHEZ L'ENFANT*. Paris: Librairie Félix Alcan, 1926.
- PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel** – *L'IMAGE MENTALE CHEZ L'ENFANT*. Paris: Presses Universitaires de France, 1966.
- PÜTZ, Claus** – *TEACHING DESCRIPTIVE GEOMETRY FOR ARCHITECTS: DIDACTIC PRINCIPLES AND EFFECTIVE METHODS DEMONSTRATES BY THE EXAMPLE OF MONGE PROJECTION*. São Paulo: Graphica 2001, 2001.
- RIBEIRO, Ana Isabel; ARAÚJO, Renata** – *O DESEJO DO DESENHO*. Almada: Casa da Cerca, 1995.
- RIBEIRO, Carlos Tavares** – *A PERSPECTIVA – DO RENASCIMENTO À SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO*. *Proelium*. Lisboa. VI Série, n.º 3 (2005), p. 127-161.
- RIBEIRO, Carlos Tavares** – *GEOMETRIA PROJECTIVA. CONCEITOS, METODOLOGIAS, APLICAÇÕES*. Lisboa: Europress, 1991.
- RIBEIRO, Carlos Tavares; RUSSO, José Manuel** – *FORMA, ESPAÇO E ORDEM*. Lisboa: Versus, 2008
- RICCA, Guilherme** – *GEOMETRIA DESCRITIVA – MÉTODO DE MONGE*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.
- ROSENBERG, Mark J.** – *E-LEARNING: STRATEGIES FOR DELIVERING KNOWLEDGE IN THE DIGITAL AGE*. New York: McGraw-Hill, 2001.
- SALMON, Gilly** – *E-MODERATING – THE KEY TO TEACHING AND LEARNING ONLINE*. London: Kogan Page, 2000.
- SANT'ANA, Stella; GOMES, Berta** – *DESENHO E GEOMETRIA DESCRITIVA* (4ª edição). Porto: Porto Editora, 1985.
- SANTA-RITA, José Fernando de** – *DGD-A: DESENHO E GEOMETRIA DESCRITIVA*. Lisboa: Texto Editora, 1999.
- SOUZA, Lucilene Inês Gargioni de** – *A COGNIÇÃO DA IMAGEM E AS SUAS IMPLICAÇÕES NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM*, Dissertação de Mestrado, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- STANDIFORD, Kevin & Debrah** – *DESCRIPTIVE GEOMETRY – AN INTEGRATED APPROACH USING AUTOCAD*. New York: Thompson Delmar Learning, 2005.
- TORCZYNER, Hary** – *MAGRITTE, IDEAS AND IMAGES*. Editora desconhecida, 1977.

## Sites consultados

<http://ati.amd.com/pt/products/home-office.html> [consultado em 25.fev.2008, às 22:22]

<http://audacity.sourceforge.net/> [consultado em 1.out.2007, às 19:15]

<http://cinderella.de/tiki-index.php> [consultado em 20.nov.2007, às 17:29]

<http://classics.mit.edu/Herodotus/history.html> [consultado em 19.abr.2008, às 19:15]

<http://espan.edu.pt/cursosonline/> [consultado em 1.out.2007, às 22:00]

<http://facta.junis.ni.ac.yu/facta/aace/aace2003/aace2003-09.pdf>

[consultado em 2.ago.2006, às 23:29]

[http://h10010.www1.hp.com/wwpc/us/en/sm/WF02a/15179-15179-64195.html?jumpid=re\\_R295\\_prodexp/busproducts/printing-scanner/scanners&psn=fax/copiers/scanners](http://h10010.www1.hp.com/wwpc/us/en/sm/WF02a/15179-15179-64195.html?jumpid=re_R295_prodexp/busproducts/printing-scanner/scanners&psn=fax/copiers/scanners)

[consultado em 25.fev.2008, às 23:08]

<http://hotpot.uvic.ca/> [consultado em 1.out.2007, às 19:03]

<http://jrusso.criatividade.net> [consultado em 1.out.2007, às 19:29]

<http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200372918317paper-178.pdf>

[consultado em 2.ago.2006, às 19:58]

<http://www.chartwellyorke.com/sketchpad/gspdemos.html>

<http://www.dma.ens.fr/culturemath/maths/pdf/geometrie/monge.pdf>

[consultado em 2.ago.2006, às 19:46]

<http://www.esjgf.com/moodle/> [consultado em 1.out.2007, às 19:42]

<http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/Biographies/Poncelet.html>

[consultado em 12.abr.2008, às 16:00]

<http://www.gimp.org/> [consultado em 15.fev.2008, às 22:15]

[http://www.heldermann-verlag.de/jgg/jgg01\\_05/jgg0110.pdf](http://www.heldermann-verlag.de/jgg/jgg01_05/jgg0110.pdf)

[consultado em 2.ago.2006, às 23:24]

<http://www.infed.org/biblio/b-explrn.htm> [consultado em 10.set.2008, às 19:10]

<http://www.infoplease.com/ce6/people/A0815247.html> [consultado em 30.jan.2008, às 16:30]

<http://www.learningandteaching.info/learning/bloomtax.htm> [consultado em 17.jan.2008, às 16:36]

[http://www.intel.com/products/desktop/processors/index.htm?iid=processors\\_body+dt\\_core](http://www.intel.com/products/desktop/processors/index.htm?iid=processors_body+dt_core)

[consultado em 25.fev.2008, às 22:25]

<http://www.matrox.com/graphics/en/corpo/products/home.php>

[consultado em 25.fev.2008, às 22:05]

<http://www.moodle.org> [consultado em 1.out.2007, às 19:12]

<http://www.moodle.univ-ab.pt/moodle/> [consultado em 1.out.2007, às 21:50]

<http://www.nvidia.com/page/desktop.html> [consultado em 25.fev.2008, às 22:15]

<http://www.pbs.org/flw/> [consultado em 1.out.2007, às 19:23]

<http://www.pdf-format.com/> [consultado em 21.set.2008, às 15:45]

<http://www.pdfcreatorsoft.com/pt/> [consultado em 21.set.2008, às 15:35]

<http://www.peak.org/~dadaist/English/Graphics/index.html> [consultado em 28.jan.2007, às 18:10]

[http://www.portalartes.com.br/portal/historia\\_arte\\_mundo\\_antigo.asp](http://www.portalartes.com.br/portal/historia_arte_mundo_antigo.asp)

[consultado em 28.nov.2007, às 18:10]

<http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/NTM087.pdf> [consultado em 5.out.2006, às 16:14]

<http://www.profcardy.com/geodina/> [consultado em 6.abr.2007, às 23:25]

<http://www.samsung.com/pt/products/monitor/index.asp> [consultado em 25.fev.2008, às 22:45]

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-44672001000100008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672001000100008)

[consultado em 27.set.2006, às 21:47]

<http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/> [consultado em 1.mai.2008, às 16:15]

<http://www.wdc.com/en/products/index.asp?cat=3> [consultado em 25.fev.2008, às 22:05]

## Índice de Figuras

Fig. 1 -	S. Pedro, Peter Paul Rubens.....	3
Fig. 2 -	Axo-3, Victor Vasarely (1968) .....	4
Fig. 3 -	Representação de uma peça mecânica.....	5
Fig. 4 -	Palácio, Lagash (2000 ac.) .....	5
Fig. 5 -	Grand taureau noir, Lascaux (17.000 ac.) .....	6
Fig. 6 -	Bisonte, Altamira (16.000 ac.) .....	7
Fig. 7 -	Túmulo de Nebamun, Tebas: Caça às Aves (c. 1350 ac.) .....	7
Fig. 8 -	Ilustração científica de Sandro Castelli (séc. XX) .....	8
Fig. 9 -	Jarro, período Minóico I (ca. 2500 ac.).....	8
Fig. 10 -	Caçadores, Cueva del Cingle (c. 5.000 ac.).....	9
Fig. 11 -	Partenon e o Rectângulo de Ouro, Atenas (438 ac.) .....	10
Fig. 12 -	Vénus, Casa de Vénus.....	10
Fig. 13 -	Vila dei Misteri, Pompeia (séc. I ac.) .....	11
Fig. 14 -	Catedral de Reims (Pl.64), Villard de Honnecourt (séc. XIII) .....	11
Fig. 15 -	O Martírio de Santo Estêvão, Bernardo Daddi (1324) .....	12
Fig. 16 -	Unterweisung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit, Albrecht Dürer (1525).....	12
Fig. 17 -	Le due regole della Prospettiva, Giacomo Vignola (1583).....	13
Fig. 18 -	A Escola de Atenas, Rafael Sanzio (1509) .....	13
Fig. 19 -	Exemple de l'une des manières universelles du SGDL..., Desargues (1636).....	14
Fig. 20 -	Villa Almerico (ou Villa Rotonda), Andrea Palladio (1570).....	14
Fig. 21 -	Puerta del Sol, Madrid (pormenor da prancha no. XIII), Pedro Texeira (1656) .....	15
Fig. 22 -	Dupla Projecção Ortogonal de um segmento de recta e Rebatimento, Gaspard Monge (1794) .....	15
Fig. 23 -	Torre Eiffel (pormenor), Paris, Gustave Eiffel (1889).....	16
Fig. 24 -	Máquina fotográfica – representação isométrica explodida .....	17
Fig. 25 -	Representação em Perspectiva da Unity Temple, Oak Park, Frank L. Wright (1904) .....	18

Fig. 26 - Usonian House, Frank L. Wright (1939).....	20
Fig. 27 - Carta da região de Famalicão com informação topográfica .....	21
Fig. 28 - Axonometria Dimétrica – orientação dos eixos e direcção das suas projecções.....	21
Fig. 29 - Perspectiva de Gabinete – orientação dos eixos e factores de redução.....	22
Fig. 30 - Quadro Síntese dos Sistemas e Métodos de Projectão. ....	22
Fig. 31 - Museu Guggenheim de Bilbao, Frank O. Gehry (1997).....	23
Fig. 32 - Géometrie Descriptive, Gasparde Monge – capa da 5ª edição (1827).....	25
Fig. 33 - Dupla projecção ortogonal do ponto .....	28
Fig. 34 - Dupla projecção ortogonal do ponto, com rebatimento (versão policromática).....	29
Fig. 35 - Dupla projecção ortogonal do ponto (em versão digital), Russo .....	29
Fig. 36 - Rebatimento do PFP (sobreposição de 3 quadros).....	30
Fig. 37 - Dupla Projectção Ortogonal do Ponto (3 momentos da animação).....	31
Fig. 38 - Épura tridimensional e épura bidimensional .....	31
Fig. 39 - Dupla projecção ortogonal do ponto (versão dinâmica) .....	32
Fig. 40 - Ambiente do AEIOU – Recta horizontal de um plano .....	33
Fig. 41 - Cinderella.....	33
Fig. 42 - Caderno de Monge – Tripla projecção de um ponto (sobreposição de duas posições).....	34
Fig. 43 - A Linha definida por dois pontos e como intersecção de dois planos, seg. Ribeiro e Russo (2008).....	35
Fig. 44 - Recriação 3D do Atelier de Johannes Vermeer, segundo Frayling (2006).....	35
Fig. 45 - Modelo de 2 Planos de Projectção para o estudo da projecção do Ponto.....	36
Fig. 46 - Axonometria isométrica de um sólido geométrico, segundo J. Costa (2005).....	40
Fig. 47 - Intersecção de dois planos, segundo Monge (Pl. III).....	42
Fig. 48 - Intersecção de planos cujos traços não se intersectam em projecção vertical, segundo Krylov.....	43
Fig. 49 - Intersecção duma recta com um plano, segundo Carreira.....	43
Fig. 50 - Plano passando por um recta dada, segundo Santa-Rita .....	44
Fig. 51 - Representação do Ponto, segundo Asensi e Carreira .....	46
Fig. 52 - Representação do Ponto, segundo Santa-Rita.....	46
Fig. 53 - Exercícios de Sombras, segundo A. Carreira e L. Gonçalves .....	47
Fig. 54 - Quadro resumo da evolução dos meios de comunicação.....	53

Fig. 55 -	Página principal do Moodle na web.....	61
Fig. 56 -	Área de registo (login) na plataforma Moodle.....	61
Fig. 57 -	Bloco de Administração no Moodle .....	63
Fig. 58 -	Cabeçalho de uma Sala Virtual no Moodle.....	63
Fig. 59 -	Ícones de edição: 1– Recursos e Actividades, 2 – Blocos, 3 – Tópicos .....	64
Fig. 60 -	Lista dos Blocos disponíveis a adicionar à Sala Virtual .....	64
Fig. 61 -	Calendário da plataforma Moodle .....	65
Fig. 62 -	Exemplo de um Sumário .....	65
Fig. 63 -	Lista de Recursos e de Actividades para adicionar .....	66
Fig. 64 -	Exemplo de um Tópico com uma Etiqueta e um Apontador .....	66
Fig. 65 -	Barras de Ferramentas do Editor de Texto.....	67
Fig. 66 -	Exemplo de um Tópico com o recurso Directório e Janela de conteúdos.....	67
Fig. 67 -	Exemplo de um Tópico com um Fórum e um Chat.....	69
Fig. 68 -	Bloco de Actividade Recente.....	69
Fig. 69 -	Apresentação gráfica de um Tópico .....	73
Fig. 70 -	Tópico inicial – Sumário .....	74
Fig. 71 -	Tópico 1 – Vamos construir e desenhar... ..	75
Fig. 72 -	Tópico 2 – Representação e Projecções.....	76
Fig. 73 -	Tópico 3 – Representação do Ponto.....	77
Fig. 74 -	La Trahison des Images, René Magritte (1928-29).....	80