

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
Capítulo 1. Evolução dos processos de representação	1
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
Capítulo 2. A Geometria Descritiva e os Métodos de Aprendizagem.....	24
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
Capítulo 3.	Ensino a Distância e e-Learning	50
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
Capítulo 4.	Sala Virtual de Geometria Descritiva	70
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
Capítulo 5. Conclusões	124
Bibliografia	128
Sites consultados.....	131
Índice de Figuras.....	133

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 computadores¹, 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.

¹ 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.

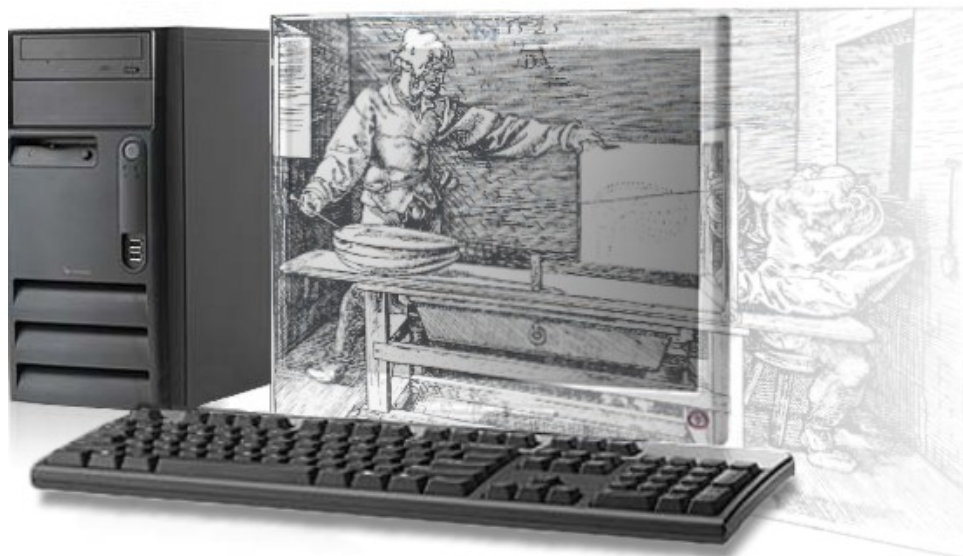
No Capítulo 1 procura-se dar uma breve panorâmica dos processos de representação, a sua evolução e as razões que conduziram ao aparecimento e desenvolvimento da Geometria Descritiva, como importante método de representação a aplicar no projecto de arquitectura, de engenharia ou de design.

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? Representar² 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 caça³. 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 culto⁴. 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

² “**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.

³ 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)

⁴ “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**⁵ 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.

⁵ “**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 humana⁶. 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 Dada⁷.



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.

⁶ "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 [28.Nov.2006, 22:05])

⁷ 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.

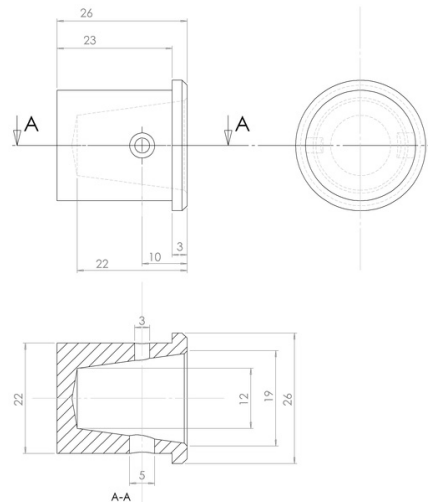


Fig. 3 - Representação de uma peça mecânica

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.)⁸ 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.

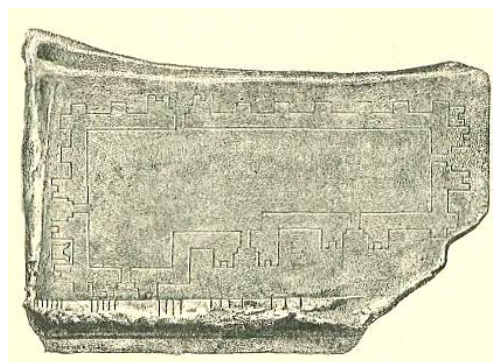


Fig. 4 - Palácio, Lagash (2000 ac.)

⁸ “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.

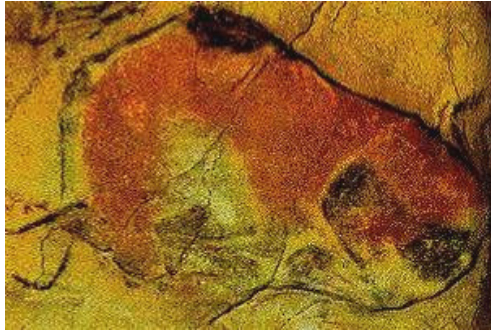


Fig. 6 - Bisonte, Altamira (16.000 ac.)

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).

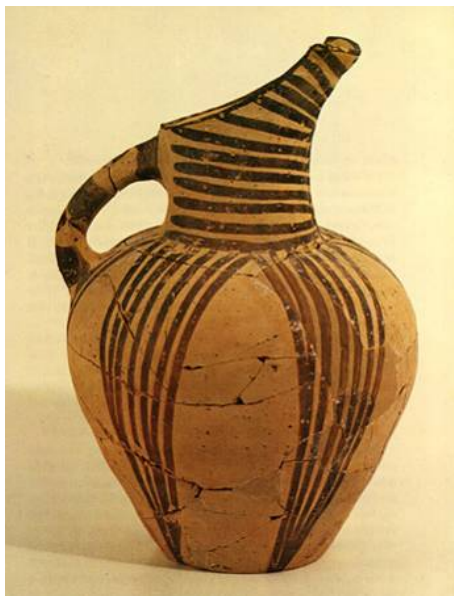


Fig. 9 - Jarro, período Minóico I (ca. 2500 ac.)

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 Geometria⁹ 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

⁹ “**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