



# Universidade Católica Portuguesa Centro Regional de Braga

## GEOMETRIA DESCRITIVA Didática em prol do Pensamento Espacial e Geométrico

Relatório de Estágio apresentado à  
Universidade Católica Portuguesa para  
obtenção do grau de mestre em **Ensino  
de Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino  
Básico e no Ensino Secundário**

**Susana Isabel Pereira de  
Azevedo Brandão**



FACULDADE DE FILOSOFIA  
ABRIL 2013





# **Universidade Católica Portuguesa**

## **Centro Regional de Braga**

### **GEOMETRIA DESCRITIVA**

#### **Didática em prol do Pensamento Espacial e Geométrico**

Local de Estágio: **Escola Artística de Soares dos Reis**

Relatório de Estágio apresentado à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de mestre em **Ensino de Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário**

**Susana Isabel Pereira de Azevedo Brandão**

Sob a Orientação de  
Prof. Doutor **João Pedro Xavier**



FACULDADE DE FILOSOFIA  
ABRIL 2013



## **AGRADECIMENTOS**

A realização de qualquer trabalho depende sempre de terceiros a vários níveis. E não me refiro apenas a questões relacionadas com as influências de autores, mas sim a terceiros que nos são próximos e, acima de tudo, essenciais para o nosso bem-estar e para encarar os desafios que a vida nos vai colocando com a força, confiança e segurança que só um porto de abrigo é capaz de conferir. Por estas razões, presto uma singela homenagem a todos aqueles que, direta ou indiretamente, me apoiaram ao longo de todo o mestrado e no estágio, em especial:

À orientadora cooperante e amiga, Susana Afonso, pela forma cuidadosa, organizada e dedicada como orientou o estágio, pela disponibilidade demonstrada para apoiar, tirar dúvidas, debater assuntos, e pela vontade de aprender acima da vontade de ensinar.

Ao orientador científico, João Pedro Xavier, pelas referências e conhecimentos que me mostrou, pela forma como conduziu o relatório, porque me fez refletir a fundo na temática mas sem desviar o meu foco da meta desta experiência.

À orientadora da faculdade, Sofia Thenaisie, pelas observações construtivas aos nossos trabalhos [dos mestrandos] e pelo apoio e motivação para que alcançássemos sempre o nosso melhor.

Ao professor e amigo José Pedro Carvalho, por ser o responsável principal pela minha paixão pela geometria, por tudo o que me ensinou, pela forma entusiasta como partilha os meus sucessos, pela total disponibilidade, pelo apoio e por ser um exemplo de excelência pedagógica.

Ao professor José Rebelo, por ter tornado fácil de gerir o nervosismo das aulas assistidas, pelos conhecimentos científicos transmitidos e pela herança de diversos recursos didáticos, entre os quais os modelos tridimensionais.

Aos meus alunos, os que acompanhei na prática pedagógica supervisionada e os que acompanho no Instituto das Artes e da Imagem, por serem eles a razão da minha realização profissional e por sentir que contribuo para que cada um deles seja um ser humano mais completo.

Aos meus colegas professores, tanto na Escola Artística de Soares dos Reis, como no Instituto das Artes e da Imagem, por acreditarem no papel do professor e pela persistência em demonstrar o que deve ser realmente o ensino e a docência.

Aos meus companheiros de mestrado, pela partilha dos bons e maus momentos, por serem parceiros desta aventura e fazerem dela menos dura e mais interessante.

A todos os meus amigos, pelos momentos de distração do trabalho e simultâneo apoio ao mesmo.

Aos meus pais, António e Aurora Brandão, agradeço por tudo o que me é possível e espero orgulhar-vos tanto no futuro como vocês me orgulham a mim.

A toda a minha restante família, em especial à minha irmã Sónia, cunhado Vasco e afilhado Bernardo, por me fazerem sentir parte desta união tão especial.

Por fim, ao Tiago Freire, pelas traduções, pelo amor e pela luz ao fundo do túnel.

## RESUMO

A Geometria Descritiva tem sido profundamente desprezada nas escolas, tanto pela classe docente, como pela discente. Em tempos de inovação informática e tecnológica, questiona-se o seu interesse e atualidade. Porém, não se questionam os métodos pedagógicos praticados por um grande número de professores.

Apesar do programa curricular da Geometria Descritiva e as suas sugestões metodológicas apontarem para a construção do conhecimento, a lecionação da disciplina está assente no dogmatismo e transmissão de fórmulas de resolução de problemas-tipo. O resultado é escassez de pensamento geométrico, praticamente irreversível, que se prolonga para além dos ciclos de estudos.

Perceção, Construção, Representação e Conceção são as quatro faces do tetraedro que serve de metáfora para reativar a dinâmica do pensamento geométrico. Articuladas de forma sólida e equilibrada, estas atividades permitem valorizar a forma como o sujeito se relaciona com o espaço, tanto pessoal, como profissionalmente.

Fundamentado na História, na Arte, na Psicologia e na Pedagogia, o presente documento configura-se sob a forma de uma proposta para uma didática da Geometria Descritiva que enaltece a comunicação entre a mão e o cérebro, no desenvolvimento recíproco de ideias e representações gráficas.

O professor deve usar e construir consistentemente a sua distinção profissional para uma meta: ensinar para a autonomia e criatividade.

**Palavras-chave:** Geometria Descritiva, Construção do Conhecimento, Pensamento Geométrico, Didática.

## **ABSTRACT**

Descriptive Geometry has been deeply neglected in schools, not only by teachers, but also by students. In times of computer innovation and technological wonders, its interest and contemporaneity are questioned. However, pedagogue methods adopted by a large number of teachers are not.

Although descriptive geometry's curricular program and its methodology suggestions tend to point to the construction of knowledge, the manner the subject is taught is based on dogmatism and the transmission of problem-solving formulas. The result is the geometric reasoning scarcity, almost irreversible, that is extended beyond the study cycles.

Perception, Construction, Representation and Conception are the four faces of the tetrahedron that serves as a metaphor to reactivate the dynamic of geometric reasoning. Aligned in a solid and balanced form, these activities allow the enhancement in which the subject relates to space, both personally and professionally.

Based in History, in Art, in Psychology and in Pedagogy, the present document is set under the form of a proposal for a Descriptive Geometry didactic, which improves the communication between hand and brain, in the reciprocal development of ideas and graphic representations.

The teacher must consistently use and construct its professional distinction aiming at a target: teaching autonomy and creativity.

**Keywords:** Descriptive Geometry, Knowledge Construction, Geometrical Reasoning, Didactic.

## SOMMAIRE

La Géométrie Descriptive a été profondément méprisée aux écoles, soit par les professeurs, soit par les élèves. Dans un temps d'innovation informatique et technologique, son intérêt et actualité est questionnée. Néanmoins, les méthodes pédagogiques pratiquées par un grand nombre de professeurs ne sont pas mises en doute.

Quoique le programme d'études de la Géométrie Descriptive et ses suggestions méthodologiques signalent la construction de la connaissance, l'enseignement de la discipline et basé sur le dogmatisme et la transmission de formules de résolution de problème-type. Le résultat devient un déficit de raisonnement géométrique, quasiment irréversible, qui se prolonge au delà des cycles d'études.

Perception, Construction, Représentation et Conception sont les quatre faces du tétraèdre qui sert de métaphore a la réactivation de la dynamique du raisonnement géométrique. Articulée de façon solide et équilibré, ces activité permettent de valoriser la forme dont le sujet se met en rapport avec l'espace, soit personnellement, soit professionnellement.

Fondé sur l'Histoire, l'Art, la Psychologie et la Pédagogie, ce document est configuré sous la forme d'une proposition pour une didactique de la Géométrie Descriptive qui privilégie la communication entre la main et le cerveau, dans le développement réciproque des idées et des représentations graphiques.

Le professeur doit utiliser et construire de façon consistant sa distinction professionnelle en vue d'un but : apprendre pour l'autonomie et la créativité.

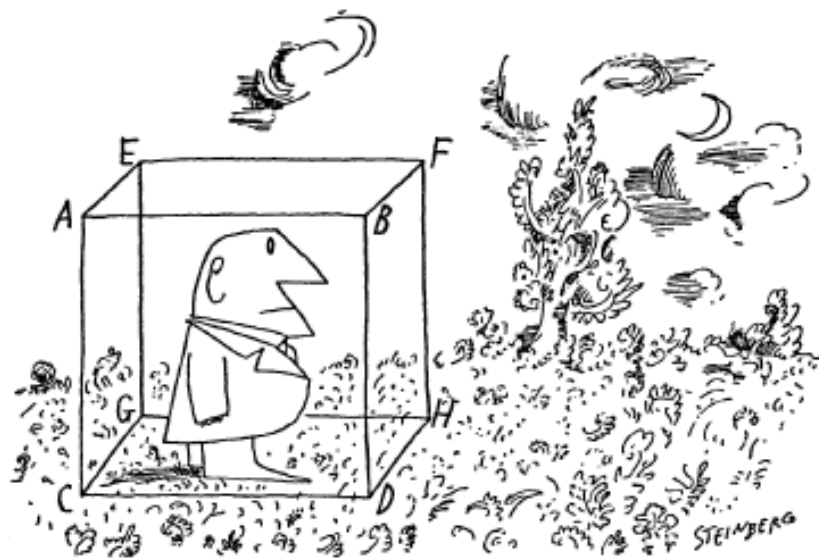
**Mots-clés:** Géométrie Descriptive, Construction de la Connaissance, Raisonnement Géométrique, Didactique.



# ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>Apresentação e Motivação</b> .....	13
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	
1.1. Estigmas e Dificuldades.....	19
1.2. Objetivos Geral e Específicos.....	25
1.3. Metodologia e Organização.....	27
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	
2.1. Contexto e Evolução Histórica.....	33
2.2. Definição.....	47
2.3. Utilizações e Importância.....	52
<b>3. CAMPO DE AÇÃO</b>	
3.1. Espaço e Inteligência Espacial.....	59
3.2. Construção do Conhecimento e Pensamento Geométrico	65
3.3. Escola e Geometria.....	69
3.4. Desenho e Geometria Descritiva em Portugal.....	73
3.5. Programa Curricular de Geometria Descritiva A.....	79
<b>4. PROPOSTA DIDÁTICA</b>	
4.1. Sugestões Metodológicas e Prática Pedagógica.....	87
4.2. Ação Estratégica e Recursos Didáticos.....	95
4.3. Modelos Tridimensionais.....	98
4.4. Resolução de Problemas.....	110
<b>Considerações Finais</b> .....	121
<b>Referências</b> .....	127
<b>Lista de Figuras</b> .....	135
<b>Anexos</b> .....	141





***"O concreto de hoje foi o abstracto de ontem,  
e o abstracto do dia que passa será concreto amanhã."***

(Ventura, 1967:11)



## Apresentação e Motivação

Este relatório final surge como um relato, não só de um mestrado e de um ano de estágio, mas de todo um percurso profissional que, apesar de não ser muito longo, tem sido tão desafiante quanto apaixonante. Atrevo-me a fazer uma breve narração para contextualizar, e até quem sabe contagiar, o meu entusiasmo.

Durante o ensino secundário ambicionava entrar em Arquitetura. Na altura a Geometria Descritiva já era a disciplina específica para ingressar no curso. A professora que eu tinha na escola explicava mecanicamente processos que os alunos repetiam na presença de problemas-tipo, o que não favorecia a aquisição das competências da disciplina. Por isso, procurei uma ajuda extra e, entre 1995 e 1998, fui explicada do Professor José Pedro Carvalho<sup>1</sup>. Dessa altura recorro sobretudo a surpresa que foi ter aulas com o apoio de modelos tridimensionais, que tornavam a visualização espacial direta e simplificada. O recurso a estas explicações viria mudar, não só o rumo do meu desempenho na disciplina, como a minha vida.

Alguns anos depois formei-me em arquitetura pela Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, mas nunca me senti realizada a exercer apenas essa profissão. Arquitetura agrada-me pela sua multidisciplinaridade, por ser uma atividade que passa por etapas distintas e pela versatilidade que exige, mas não me preenchia totalmente. Em 2006, por indicação do Professor José Pedro Carvalho, fui convidada para lecionar Geometria Descritiva, mais

---

<sup>1</sup> O Professor José Pedro Carvalho foi professor de Geometria Descritiva na Escola Secundária António Sérgio, entre outras. É coautor de *Geometria Descritiva – Planos a médio e longo prazo – 11º ano Técnico-Profissional*, MEC, 1986, *Geometria Descritiva - Atividades de aprendizagem e de avaliação - 11º ano Técnico-Profissional*, 1986, com Maria João Gama, Maria Fátima Silveira e José Pedro Rebelo, e de *Geometria Descritiva – Atividades de aprendizagem e de avaliação – 12º ano Técnico-Profissional*, MEC, 1987, com Maria Fátima Silveira e José Pedro Rebelo. Atualmente mantém-se ligado à Geometria Descritiva através de aulas individuais e de investigação na área dos modelos tridimensionais.

precisamente para substituir o Professor José Rebelo<sup>2</sup>, cuja idade o impedia legalmente de continuar a dar aulas. Apesar da responsabilidade, aceitei de imediato, sem qualquer ponderação ou hesitação. Tive a nítida sensação que era aquilo que faltava. Desde então sou professora do Instituto das Artes e da Imagem (IAI), uma escola de ensino secundário artístico especializado em Gaia, na qual leciono Geometria Descritiva e Oficina de Projetos de Construção (disciplina da componente técnico-artística do curso de Desenho de Arquitetura). O meu primeiro mês de leção foi assistido pelo Professor José Rebelo, numa espécie de estágio durante o qual me foi transmitida a filosofia do ensino através de modelos tridimensionais.

Enquanto arquiteta continuo a fazer pontualmente alguns trabalhos mas considero o ensino a minha atividade principal e prioritária. A docência faz-me sentir completa pessoal e profissionalmente. Isto porque alia a satisfação de adestrar conteúdos que me entusiasмам, com a possibilidade de contribuir para a construção das vindouras gerações.

Hoje ainda tenho muitas dúvidas em relação a muita coisa mas tenho também uma grande certeza, a de nunca querer deixar de ensinar!

A minha prática pedagógica supervisionada decorreu em condições análogas às do meu quotidiano laboral: numa escola de ensino artístico especializado, a Escola Artística de Soares dos Reis (EASR) no Porto, na disciplina de Geometria Descritiva A e numa turma de 12º ano. Esta conjuntura, aparentemente menos arriscada do que experimentar um ambiente novo ou uma disciplina diferente, emerge como a oportunidade de investigar a situação excecional em que felizmente me encontro, com cinco anos de serviço, no mesmo local e com as mesmas disciplinas. Na circunstância atual, e não

---

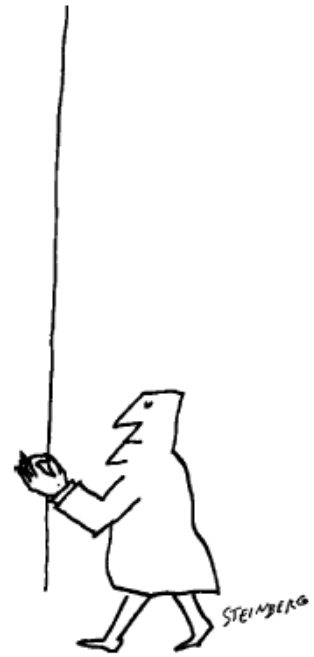
<sup>2</sup> O Professor José Rebelo foi professor de Geometria Descritiva na Escola Artística Soares dos Reis e Instituto das Artes e da Imagem, entre outras. É autor de *Modelos Didáticos, Filme didático (superfícies)*, Núcleo de Investigação Técnico-Pedagógica, Porto, 1986. É coautor de *Geometria Descritiva – Planos a médio e longo prazo – 11º ano Técnico-Profissional*, MEC, 1986, *Geometria Descritiva - Atividades de aprendizagem e de avaliação - 11º ano Técnico-Profissional*, 1986, com Maria João Gama, Maria Fátima Silveira e José Pedro Carvalho, de *Geometria Descritiva – Atividades de aprendizagem e de avaliação – 12º ano Técnico-Profissional*, MEC, 1987, com Maria Fátima Silveira e José Pedro Carvalho, e do Programa de Geometria Descritiva A do Curso Científico-Humanístico e Tecnologias e Curso Científico-Humanístico de Artes Visuais, ME, departamento do Ensino Secundário, 2001, com João Pedro Xavier. Atualmente não leciona a disciplina.

querendo entrar em questões políticas ou de organização escolar, poucos professores têm a possibilidade de pesquisar acerca de uma matéria específica num determinado contexto. Dificilmente lecionam sempre a mesma disciplina e raramente são colocados na mesma escola, ou seja, mesmo que tenham muito boas intenções, não têm nem o tempo nem o espaço necessários à análise e estruturação das suas práticas pedagógicas. Logo, não podia deixar de aproveitar a minha situação privilegiada de docência estável!

Assim, este trabalho consiste no registo das pesquisas e ações levadas a cabo no âmbito do estágio, mas também pretende refletir uma anterior experiência de lecionação no ensino artístico visual, mais concretamente da Geometria Descritiva. É um documento cheio de reflexões entre a geometria e a arte, entre a verdade e a criatividade, entre o raciocínio e a imaginação, mas é também um organizador de estratégias e ferramentas didáticas em prol da construção de conhecimento, sobretudo espacial e geométrico.

Além disso, é a oportunidade de renovar algumas opções didáticas que me foram legadas pelos referidos professores e amigos José Pedro Carvalho e José Rebelo, e que pretendo difundir o mais possível.





**CAPÍTULO 1**  
**INTRODUÇÃO**



## 1.1. Estigmas e Dificuldades

Todos os cursos secundários de artes visuais em Portugal integram a Geometria Descritiva nos seus currículos e na maioria deles esta é uma das principais disciplinas específicas para ingresso em vários cursos do ensino superior. É conhecida por ser complicada e apresenta grandes percentagens de insucesso, tanto na frequência, como no exame nacional. Além disso, os alunos não têm interesse pela disciplina e não percebem a sua utilidade, e os professores têm dificuldade em encontrar uma metodologia na abordagem da sua leção e uma pedagogia adequada às suas características científicas.

Porquê? O que leva a que a Geometria Descritiva seja assustadora e motivo de fracasso, não só para os estudantes, mas também para os docentes? É comum ouvir-se no círculo de professores de Geometria Descritiva no ensino secundário que 'os alunos não conseguem ver no espaço', 'não têm bases de geometria elementar' ou 'não conhecem as formas geométricas'. Entre os alunos surgem comentários como 'sabes tudo ou não sabes nada', 'é muito difícil', 'não se percebe, memorizam-se os passos', 'não serve para nada', 'hoje em dia os computadores fazem tudo' ou 'são só riscos'. Os motivos deste triste fracasso são muitos e variados e a sua génese poderá ter diversas origens.

Um dos principais problemas é o ensino/aprendizagem da geometria ao longo dos primeiros ciclos escolares.

*"Constata-se que, por vezes, em níveis de escolaridade mais baixos, a iniciação à Geometria é feita de forma insuficiente ou é mesmo inexistente. Este facto implica que os alunos em níveis de escolaridade mais avançados tenham mais dificuldades em se familiarizar com os princípios da Geometria, sobretudo quando a abordagem é feita directamente em termos abstractos"* (Torres, Campino, Gomes, Romeiro, Coelho & Jesus, 2006: 9).

A resolução desta falha ajudaria estruturalmente a questão pois permitiria que o trânsito entre as aprendizagens previstas para o ensino básico

e as definidas para o ensino secundário assentasse numa lógica de continuidade. Supostamente durante o 3º ciclo estimula-se o conhecimento por ligação ao concreto, para progressivamente se entrar na abstração. *"A Geometria Descritiva deverá beneficiar dessa lógica e, gradualmente, libertar os alunos da necessidade do concreto, abrindo-lhes de modo mais seguro a aventura do abstracto ainda que, pontualmente, seja necessário e conveniente tornar ao concreto"* (Torres, Campino, Gomes, Romeiro, Coelho & Jesus, 2006: 9). A Educação Visual e a Matemática são as disciplinas do ensino básico com mais responsabilidade neste processo, mas todas podem e devem intervir no desenvolvimento do pensamento geométrico.

Ainda que não ensine conceitos analíticos, a Geometria Descritiva apoia-se neles e sintetiza-os graficamente através de representações. A não compreensão e, em muitos casos, o não conhecimento do campo conceptual do espaço geométrico, da geometria euclidiana e da geometria espacial, são obstáculos intransponíveis e quase impossíveis de derrubar na aprendizagem da Geometria Descritiva. Ou seja, os problemas tendem a começar muito antes do confronto com a disciplina propriamente dita e são muito difíceis de solucionar quando já estamos implicados no processo de ensino/aprendizagem da mesma.

Não admira, por isso, que a disciplina tenha má fama, principalmente para quem com ela se depara durante a adolescência, fase em as competências inerentes ao raciocínio abstrato no domínio da lógica formal se iniciam e desenvolvem.

*"Não esqueçamos que a iniciação à geometria descritiva se faz em jovens de 14 ou 15 anos, cuja capacitação para os níveis de abstracção exigível ainda está em desenvolvimento. Estes jovens têm ainda um apego muito grande à actividade da lógica concreta, o que provoca um substancial desfasamento entre a percepção/manipulação dos objectos e a capacidade de raciocínios hipotético-dedutivos (abstracções puras que já nada têm a ver com a realidade empírica)"* (Pessegueiro, Coimbra & Silva, 1997: 4).

Assim, as capacidades cognitivas do aluno no âmbito da inteligência espacial e do pensamento geométrico estão relacionadas com o sucesso na disciplina. Se a construção do conhecimento espacial for escassa e

negligenciada antes do confronto com a disciplina, o mais certo é não existir um suporte cognitivo que permita a sua compreensão. Não há inteligência espacial, logo, não há pensamento geométrico.

Além disso é cada vez mais difícil cativar os alunos para este tipo de pensamento. *"Num mundo em que o papel da imagem visual, redundante e redutora, domina a comunicação, tornando o imaginário já numa realidade tangível, pedir ao jovem uma ideia mental estribada em conceitos é algo de muito difícil"* (Pessegueiro, 2001: 22).

No entanto, o problema está mais nos interesses do que nas capacidades. Além da estrutura cognitiva do aluno, a significação e utilidade dos assuntos são também fundamentais para o interesse, admiração e empenho pelos mesmos. *"O conhecimento exacto do que é e para que serve, é particularmente necessário dado o nível etário onde é iniciado o seu estudo aplicativo [da Geometria Descritiva], ao qual se adiciona o facto de ser só aí que o aluno ouve, pela primeira vez, o nome da disciplina"* (Sousa, 1997: 14).

*"Esta situação ainda se agrava mais quando alguns professores, provavelmente movidos pela desmotivação, revelam um inexplicável alheamento, conformismo e até desvalorização que se propaga aos alunos levando-os a construir uma imagem de inutilidade da disciplina, reforçada pelo sentimento de incompetência que o contexto induz"* (Torres, Campino, Gomes, Romeiro, Coelho & Jesus, 2006: 10).

A repulsa pela disciplina, que em muitos casos chega mesmo a ser um bloqueio, afeta não só os alunos, mas também os professores, o que torna a falta de conhecimento geométrico cíclica e com consequências negativas, tanto na prática pedagógica e nas estratégias didáticas do docente, como na motivação, desempenho e aproveitamento do discente. Muitos dos atuais professores foram alunos e os nossos alunos podem vir a ser professores, por isso, ainda que as condições da docência não estejam nos seus melhores dias, não se podem encarar os problemas da profissão com imediatismo e displicência, caso contrário corremos o risco de causar sérios danos. *"Não há qualquer motivo para que o ensino da Geometria Descritiva não possa constituir paixão, guiada por preceitos da razão, talvez, mas nem por isso menos impetuosa e extrovertida"* (Bensabat, 1996a: 23).

Há ainda uma cisão notória entre a geometria teórica (vinda da matemática) e a prática (associada ao projeto). Este é um dos principais motivos para "*o esvaziamento da vertente conceptual da disciplina aliada ao sentimento da falta de sentido 'utilitário' que a Geometria possa ou deva ter*" (Coimbra, 2001: 1). Nos programas curriculares da disciplina não é contemplado um enquadramento nas atividades artísticas e projetuais. Porém, alguém imagina um *designer* a descrever uma das suas peças sem perspetivar uma axonometria? Ou um arquiteto a explicar a disposição de um edifício sem esquisar uma planta? Ainda que possível, é redutor. Acima de tudo interessa perceber que, mais do que dificuldade em comunicar, sem conhecimento e pensamento espacial e geométrico é impossível conceber. Tornamo-nos incapazes de racionalizar dados, de articular as funções com as relações e de detetar e organizar interações e dependências. "*Se a operatividade é importante como factor de produção estandardizada, o domínio dos conceitos (que implicam as técnicas) é factor imprescindível para a criatividade*" (Pessegueiro, 2001: 24). Só com o restabelecimento do interesse pela geometria nas artes se poderá salvar a inteligência criativa.

Mais recentemente, devido aos rápidos avanços informáticos e tecnológicos, há o argumento de que os computadores substituem a geometria descritiva e o desenho geométrico. Muitos alunos, e talvez até professores, não encontram justificação para o esforço de construir realidades imaginárias a partir de conceitos quando as tecnologias lhes apresentam e permitem a apropriação de uma realidade já feita. Concordo totalmente que a informática potenciou muito as possibilidades e recursos de visualização e rigor, mas não podemos passar a representar e a controlar graficamente através de programas *CAD (Computer Aided Design)*, fingindo que a geometria não é o conhecimento base das imagens geradas. "*A imagem poderá ilustrar uma ideia e o computador poderá facilitar a procura, a memória, mas este não trabalha sem ideias, porque ele é um utensílio*" (Pessegueiro, 2001: 22). Com o *CAD* operamos mais diretamente sobre os objetos, mas se não houver a consciência dos métodos de representação intrínsecos dissimulados nestas ferramentas, podem provocar-se sérios malefícios. O uso das novas tecnologias, ao retirar preocupação com a representação gráfica, permite a reafirmação da geometria

em si mesma e deve ser encarado como um meio de potenciar os conceitos. "*Non obstante, a pesar da superación do pasado, o coñecemento da tradición pode axudar á asunción consciente, argumentada e rigorosa dos novos medios*"<sup>3</sup> (Cabezas, 1999: 41).

Além disso, a escola tem sido muito influenciada e afetada pela onda de facilitismo e utilitarismo que define a sociedade atual. Neste cenário, o estudo da Geometria Descritiva interessa a poucos, seja no âmbito científico ou pedagógico. A disciplina é geralmente rotulada como desnecessária e retrógrada pois cansa os alunos com conceitos demasiado abstratos e complexas representações gráficas manuais. Por isto, em diversos países deixou de se lecionar e foi substituída pelo Desenho Técnico e pelo Desenho Assistido por Computador, tanto no ensino secundário como no superior. Em Portugal também é comum ser menosprezada e considerada fastidiosa. "*Então elimine-se o mal pela raiz acabando com a disciplina. Assim foi feito com a Matemática nos Cursos de Arquitectura em Lisboa e Porto na década de 70. Assim, há pouco tempo, já se tentou fazer com a Geometria Descritiva na Faculdade de Belas Artes do Porto*" (Pessegueiro, 2001: 23). Por exemplo, na Faculdade de Belas Artes de Lisboa, apesar de não ter sido excluída, a disciplina passou de dois anos para dois semestres, e estranhamente pode fazer-se Geometria II sem ter feito Geometria I (Vieira, 2007: 15).

Por tudo isto, podemos estar a aproximarmo-nos perigosamente da possibilidade de extinção de uma das poucas disciplinas científicas que educa para a autonomia e criatividade.

As consequências de todos os estigmas e dificuldades apresentados refletem-se na leção da Geometria Descritiva, que é cada vez mais ensinada como um agregado de processos e métodos de resolução de exercícios. Na generalidade, não se consegue que as suas qualidades passem para os intervenientes do processo de ensino/aprendizagem, e os seduzam. Deste modo, os aprendizes da disciplina tornam-se meros reprodutores de um código de linguagem gráfica. É mais fácil para o professor transmitir os

---

<sup>3</sup> Tradução livre: "*Não obstante, apesar da superação do passado, o conhecimento da tradição pode ajudar a assumir os novos meios de forma consciente, argumentada e rigorosa.*"

conhecimentos ordenados e aplicáveis passo-a-passo, é mais fácil para o aluno assimilar os conteúdos como fórmulas, e é mais fácil obter melhores resultados nos momentos de avaliação, principalmente no exame nacional. Porém, *"ensinar geometria Descritiva será sempre ensinar a pensar e a representar o pensamento e, sobretudo, mostrar a íntima relação que entre ambos existe, interagindo reciprocamente e criando assim um plano de convergência e de cruzamento de informação"* (Bensabat, 1996a: 39).

Assim, é óbvia a conclusão de que há problemas de fundo na Geometria Descritiva, com diversas origens, e que afetam professores e alunos. A referida escassez de saber geométrico, seja na docência ou na discência, tem consequências irreversíveis e cíclicas para a disciplina, tanto ao nível da motivação, como do desempenho e aproveitamento. Além disso, prolonga-se para além dos ciclos de estudos, influenciando negativamente a forma como o sujeito se relaciona com o espaço, tanto pessoal, como profissionalmente.

A problemática é ampla e abarca todos os campos de ação da disciplina. Para efeitos desta investigação, interessa analisar as lacunas relativas ao ensino e aprendizagem, pois são estas que mais influenciam as ciências e práticas que dela se servem. O foco é numa proposta que envolva essencialmente a Geometria Descritiva lecionada no secundário. Por muito que se proponham articulações entre diferentes ciclos de estudos, estas dificilmente acontecem, por isso, parece-me mais pertinente apresentar soluções que o docente possa pôr em prática no ensino da disciplina, já em confronto com a estrutura cognitiva espacial e a bagagem geométrica que os alunos trazem das etapas anteriores.

## 1.2. Objetivos Geral e Específicos

Deparei-me com todas as situações acima referidas nos meus anteriores anos de lecionação, durante os quais as fui tentando solucionar intuitivamente. O ano de prática pedagógica supervisionada foi determinante para organizar, inquirir e sedimentar a perspectiva que tenho sobre a disciplina e a sua didática. Não tenho a pretensão de propor nenhuma novidade, mas considero que a minha jornada no mundo da Geometria Descritiva me permite dar um contributo relevante. Há uma problemática que é urgente resolver, as causas estão à vista, mas pouco se avança nas metodologias. Isto porque as lacunas, além de terem motivos variados, pedem uma intervenção que vai além das estratégias e das ferramentas pedagógicas. *"Então, o ensino da Geometria Descritiva terá que se reequilibrar, aplicando hábitos pedagógicos e didáticos utilizados até aqui, criando novos modos de 'operar', geradores de novas mentalidades"* (Coimbra, 2001: 2). Ou seja, além dos recursos e requisitos didáticos e científicos, há muito a fazer em relação às mentalidades e atitudes perante a disciplina. *"Se a Geometria Descritiva é um modo de pensar e se é ainda um método comunicacional, então será no complexo processo de formação recíproca que deverá centrar-se o investimento do professor"* (Bensabat, 1996a: 39).

O objetivo geral da minha investigação é sugerir uma didática da Geometria Descritiva, apoiada no programa curricular e nas suas sugestões metodológicas, que não se foca na preparação técnica e nos resultados, mas sim na construção do conhecimento. Aliás, considero que esta é a meta indispensável para a Escola em geral, pois, aparentemente, muitos dos envolvidos não parecem perceber *"o papel que a educação pode ter no desenvolvimento das capacidades de qualquer cidadão em formular raciocínios autónomos, isto é ser livre de receitas, de programas, ser um criador"* (Pessegueiro, 2001: 21).

Foi com esta máxima que estruturei o meu trabalho, o qual não poderá circunscrever todas as questões já levantadas, por questões óbvias de abrangência do campo de ação em função do intervalo temporal para o seu desenvolvimento. Como tal, estabeleci os seguintes objetivos específicos:

Definir a Geometria Descritiva num sentido lato e abordar os principais momentos do seu desenvolvimento.

Exaltar a utilidade da Geometria em diversas áreas, nomeadamente a das Artes Visuais, enquanto forma de representação operativa, mas essencialmente criativa.

Fundamentar teórica e cientificamente o tema da inteligência espacial e do pensamento geométrico.

Observar o processo de desenvolvimento do pensamento geométrico e a sua influência na aprendizagem da Geometria Descritiva.

Reconhecer o contexto escolar atual e o posicionamento da Geometria Descritiva nos currículos do ensino secundário.

Analisar o programa curricular de Geometria Descritiva, suas sugestões metodológicas e recursos didáticos.

Experimentar estratégias, atividades e recursos que permitam ensinar, aprender e avaliar Geometria Descritiva, respeitando o seu objeto de estudo, as competências que lhe são inerentes e a individualidade de cada aluno.

Fundamentar a pertinência da utilização de modelos tridimensionais e da resolução de problemas no ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva.

Alertar para a importância do docente, enquanto motivador e orientador do complexo desenvolvimento do conhecimento geométrico.

Propor uma didática da Geometria Descritiva em prol do pensamento espacial e geométrico.

### 1.3. Metodologia e Organização

Para a produção deste documento optei por realizar simultaneamente a investigação teórica, a par das aplicações práticas. Numa primeira fase a teoria foi mais considerada, devido à necessidade e vontade de constituir uma base científica para o tema, e numa segunda fase foram as experiências em contexto sala de aula, de modo a ensaiar didáticas possíveis para a disciplina.

A procura de livros e autores sobre o objeto de estudo foi dividida em subtemas que estão diretamente relacionados com a estrutura do trabalho. Houve preocupação em pesquisar sobre as questões mais gerais da construção do conhecimento, para depois focar mais especificamente nos sistemas cognitivos inerentes à inteligência espacial e ao pensamento visual e geométrico. Nesta busca surgiram nomes como Jean Piaget, Howard Gardner, Rudolf Arnheim, Dina e Pierre Marie Van Hiele, entre outros. A contribuição dos boletins da Associação dos Professores de Desenho e Geometria Descritiva (APROGED) foi também essencial para esclarecer a situação da Geometria Descritiva no panorama académico, mas também profissional, em Portugal. Nestes constam artigos de professores e profissionais interessados pelo tema, entre os quais: Vera Viana, Abreu Pessegueiro, Joaquim Vieira, Vítor Murtinho, Pedro Sousa e Luís Gonçalves. Apoiei-me também em trabalhos de outros colegas, realizados no âmbito de doutoramento, profissionalização, mestrado e licença sabática, nomeadamente: Eliane Panisson, Pedro Jesus, Ana Figueiredo, Ricardo Pinho e Fernando Bensabat. Investiguei autores de referência na Geometria Descritiva, tais como Lino Cabezas e Ricardo Migliari. Consultei livros didáticos de autores como Eduardo Veloso, Attilio Marcolli, Emma Castelnuovo, Marques Leitão e, obviamente, Gaspard Monge. Observei ainda livros diversos e publicações várias sobre geometria, *sites* de internet relacionados com o assunto e manuais escolares antigos e atuais. Apreciei o espólio de modelos tridimensionais criados por Théodore Olivier exposta no

Museu do Instituto Superior de Engenharia (ISEP) do Porto. Analisei atentamente o programa curricular de Geometria Descritiva A, suas sugestões metodológicas e recursos didáticos. Além disso, tive o privilégio de ser aluna de dois grandes mestres do ensino da Geometria Descritiva em Portugal, José Pedro Carvalho e José Augusto Rebelo, que me transmitiram conhecimentos que valem por muitos livros. Na tentativa de reunir todas as informações relevantes para este relatório, a opção foi por uma pesquisa mais alargada, ainda que em certos conteúdos menos aprofundada.

A experimentação de estratégias e ferramentas didáticas ocorreu nas aulas dinamizadas no âmbito da prática pedagógica supervisionada e, paralelamente, nas aulas que leciono no Instituto das Artes e da Imagem (no qual tenho turmas de Geometria Descritiva A e B, de ambos os anos). Pontualmente são feitas referências a práticas letivas fora do âmbito do estágio, pelas razões óbvias da formação do professor ser um processo, que inclusive tem início antes da atividade docente. Foram seguidas as sugestões metodológicas e recursos didáticos do programa curricular de Geometria Descritiva A. Os meios utilizados foram modelos e maquetes tridimensionais de diferentes tipos, *software* de apresentação de diapositivos, de Geometria Dinâmica e de *CAD*, e o tradicional quadro branco. Todas as atividades, desafios e momentos de avaliação foram realizados em conformidade com os conteúdos lecionados e a forma como foram sendo apreendidos. Como diagnóstico de inteligência espacial, foram realizados testes nos quais foi possível tirar conclusões sobre o pensamento geométrico e as aptidões visuais dos alunos, ainda que sem dados assaz influentes para esta pesquisa.

E porque o professor deve extravasar para fora do contexto sala de aula, procurei realizar atividades que complementassem a minha prática pedagógica supervisionada. Propus uma ação de formação para professores sobre um programa de modelação tridimensional. Escrevi para a magazine de *Design* de Produto da escola um artigo sobre geometria. Analisei a intervenção dos conhecimentos de Geometria Descritiva em alguns trabalhos de Projeto e Tecnologias do curso de Design de Produto. Participei nos encontros regional e nacional da APROGED, nos quais tive a oportunidade de trocar ideias com outros colegas.

Após a colheita das informações sobre as atividades, procedi à análise e verificação dos resultados, de forma a sistematizar neste documento a informação reunida ao longo do processo.

O relatório está organizado em quatro capítulos. Neste primeiro capítulo apresenta-se o tema, a problemática que o envolve, quais os objetivos a alcançar e a forma como se estruturou o trabalho. O capítulo 2 resume essencialmente a base científica e pretende esclarecer o que é a disciplina, como se desenvolveu ao longo dos tempos, para que serve e como se aplica. O capítulo 3 define o campo de ação, no qual se abordam aspetos cognitivos essenciais ao estudo da Geometria Descritiva e se procura o posicionamento institucional da disciplina na escola. No capítulo 4 é realizado um estudo comparativo entre os subsídios teóricos e os resultados práticos que resulta numa proposta didática fundamentada na articulação estratégica das sugestões metodológicas do programa curricular da disciplina, aplicadas com o auxílio de recursos didáticos, nomeadamente modelos tridimensionais, e de resolução de problemas. As considerações finais surgem em tom de apelo ao papel do professor no ensino da Geometria Descritiva e na educação em geral.

A descrição das atividades da prática pedagógica supervisionada da turma que me foi atribuída, assim como outros documentos de interesse para a investigação, encontram-se em anexo devido à sua extensão. Sempre que necessário são referidos em nota de rodapé. Além disso, existe um *dossier* que reúne todo o material utilizado e produzido durante o estágio.

Todo o percurso de trabalho visa alcançar os objetivos propostos e apontar orientações para melhorar a didática da Geometria Descritiva.





## **CAPÍTULO 2**

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**



## 2.1. Contexto e Evolução Histórica

*"Tomar consciência é dar forma, é estabelecer relações e medida. Na geometria se viu o pretexto para dar forma ao mundo. No mundo se descobriram as formas da geometria"* (Murtinho, 2007: 30).

Geometria deriva etimologicamente do grego 'geo + metria', que significa medição da Terra. Apesar de ser impossível determinar a origem da geometria, é consensual que está em toda a parte pois *"foi uma ciência que procurou perceber o comportamento dos objectos naturais, transpôs esta linguagem para um discurso técnico, rigoroso"* (Barbosa, 2006: 9), e possibilitou a sua ordenação. A importância da geometria é óbvia e gritante desde os primórdios da civilização e, seja a sua natureza epistemológica, filosófica ou científica, sempre foi utilizada em prol do desenvolvimento da Humanidade. A origem da geometria como disciplina autónoma remonta ao pensamento grego e nasce com a consciência de que os conhecimentos geométricos não se podem obter apenas através de uma relação sensível com o mundo físico. Surgiu assim o método axiomático da geometria dedutiva que foi apresentada nos *Elementos*, a grande obra de Euclides em 300 a.C., que foi alvo de várias versões, traduções e revisões críticas, e que se mantém como referência até aos nossos dias.

*"A pesar da orixe remota da fundación da Xeometría, a maior parte das suas ramas son de recente fundación, dos séculos XVIII e XIX." [...] "Actualmente é case imposible falar de Xeometria sem adxectiva-la. (...) Euclidiana, analítica, métrica, descritiva, proxectiva, plana, do espacio, cinemática, diferencial, de n dimensións, e un longo etcétera"*<sup>4</sup> (Cabezas, 2002: 51).

A geometria na sua globalidade é um ramo da matemática, mas a Geometria Descritiva emerge essencialmente no contexto artístico e projetual,

---

<sup>4</sup> Tradução livre: *"Apesar da origem remota da fundação da Geometria, a maior parte dos seus ramos são de recente fundação, dos séculos XVIII e XIX." [...] "Atualmente é quase impossível falar de Geometria sem adjetivá-la. (...) Euclidiana, analítica, métrica, descritiva, projetiva, plana, do espaço, cinemática, diferencial, de n dimensões, e um longo etecetera."*

pois é uma geometria sintética, que se demonstra pelo seu próprio traçado linear, praticamente sem recorrer ao cálculo numérico (como por exemplo a analítica). Os seus diferentes sistemas são responsáveis pela representação de todo o tipo de formas, figuras e volumes sólidos. Assim, a Geometria Descritiva é principalmente representativa, e por esse motivo é uma disciplina integrante dos cursos de Artes Visuais. Para efeitos desta investigação, interessa sobretudo analisar a geometria nas suas relações com a arte e a educação artística, ou seja, no seu campo de atuação mais gráfico, logo, mais prático.

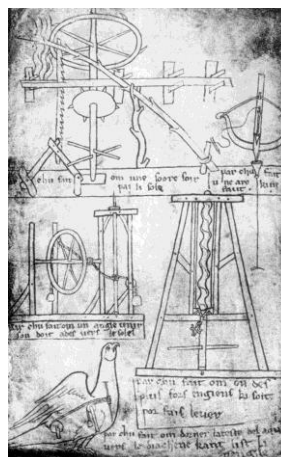
Todos os sistemas de representação gráfica acompanharam o desenvolvimento do Homem e do Mundo, mesmo antes de teoricamente justificados. "*Com efeito, é do conhecimento geral que muitas culturas e civilizações recorreram, no passado, a representações geométricas de carácter iconográfico (plantas) e ortográfico (alçados) como são os casos das representações rupestres do Paleolítico, a cerâmica da Mesopotâmia, os hieróglifos do Egipto antigo, entre outras*" (Pinho, 2012: 31). A presença do ser humano inserido num determinado cenário histórico, determina a forma como este representa essa realidade. No âmbito desta investigação, há dois recortes temporais a considerar, um anterior à publicação da teoria mongeana<sup>5</sup> e outro posterior.

Segundo Cabezas (2002: 52-53), o momento inicial tem origem na Idade Média, como se pode comprovar com a geometria prática dos artífices, geometria *fabrorum*, que estava claramente diferenciada da geometria teórica ensinada nas universidades medievais, por servir a resolução imediata de problemas de construção. Como um dos primeiros registos das funções práticas dos artistas temos a obra *Cuaderno*, do século XIII, de Villard de Honnecourt. Ainda que os saberes geométricos dos homens de estudo fossem independentes dos usados pelos artesãos, a origem era comum: "*a habilidade ancestral do ser humano para reconhecer e comparar distintas formas e tamaños que, a través dos séculos, constituirán un corpo de coñecementos*

---

<sup>5</sup> Entenda-se teoria mongeana como o sistema da dupla projeção ortogonal, sistema de representação gráfica rigoroso contemplado na maior parte do programa curricular da Geometria Descritiva.

encamiñados a clasificar e estudia-la extensión, posición e forma dos obxectos"<sup>6</sup> (Cabezas, 2002: 52,53).



Figs.1 e 2 - Desenhos de Villard de Honnecourt (séc. XIII)

Esta primeira fase ganha forza e assume-se decididamente com a representación gráfica do Renascimento, e com o aparecemento do arquitecto como profesional en substitución dos mestres-pedreiros da época medieval. Inicia-se a sistematización dos saberes e dos "*conociminetos que se comienzan a exponen a través de publicaciones de libros, estableciendo así la tradición de los tratados y manuales de arquitectura, lo que fue posible gracias a la nueva concepción humanista que cambió por completo la actitud ante el secreto profesional*"<sup>7</sup> (Alonso, 1996: 40). Neste sentido, a representación gráfica avança no estudo da perspetiva e nos traçados prácticos para as construcións, nos quais a axonometria e as proxeccións ortogonais começan a aparecer, como auxiliares da perspetiva, para mellor conceber o espazo, comprendido cada vez mais como geométrico. Do século XV ao século XVIII surgen sobretudo ensaios sobre a perspetiva, e tratados de estereotomias que desenvolven os métodos de representación gráfica.

---

<sup>6</sup> Tradução livre: "a habilidade ancestral do ser humano para reconhecere e comparar distintas formas e tamanhos que, através dos séculos, constituíram un corpo de conhecimentos encamiñados a classificar e estudar extensión, posición e forma dos obxectos."

<sup>7</sup> Tradução livre: "conhecimentos que se começan a expor através de publicacións de libros, establecendo assim a tradición dos tratados e manuais de arquitetura, o que foi possível graças à nova conceção humanista que mudou por completo a atitude perante o segredo profesional."

A perspetiva surge como o primeiro método projetivo ordenado. É inicialmente demonstrada e impulsionada nas investigações do arquiteto italiano Filippo Brunelleschi, que envolve o espaço com conceção matemática através de um método ótico-gráfico apoiado em tabuletas. Segundo Cabezas (2002: 65), é Leon Battista Alberti que dá início à literatura artística da Era Moderna, com a redação do tratado *De Pictura*, de 1435, no qual propõe a pintura como secção plana da pirâmide visual. Ao expor um procedimento operativo baseado na redução geométrica da visão humana seguindo modelos da ciência ótica, trata pela primeira vez a perspetiva moderna.

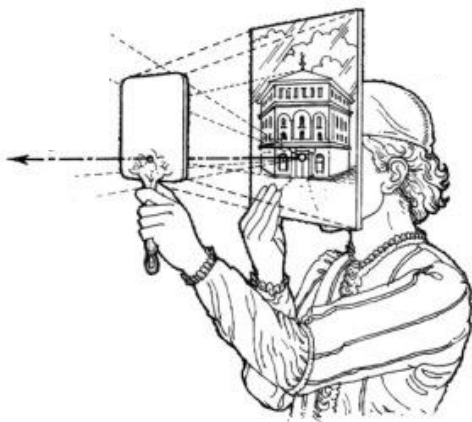


Fig.3 - Ilustração do Método ótico-gráfico apoiado em tabuletas, de Brunelleschi

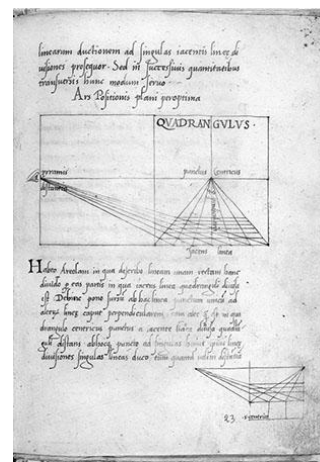


Fig.4 - Página do tratado *De Pictura* de Alberti

Apesar da época renascentista ser marcada por métodos rigorosos de desenho, a primeira sistematização conhecida de representações gráficas e geométricas remonta ao séc. I a.C.. Pertence a Vitruvius e à sua obra *De Architectura Libri Decem* que, curiosamente, foi redescoberta e reeditada em simultâneo com o *De Re Aedificatoria*, tratado de arquitetura publicado no séc. XV, também da autoria de Alberti. *De Architectura Libri Decem* de Vitruvius é "o único livro que parece participar da mesma vocação-função instauradora do *De Re Aedificatoria* e pode, pois, pretender uma anterioridade sobre este" (Choay, 1980: 19) porque Alberti retoma muitos dos conceitos precoces mas visionários de Vitruvius. A principal vantagem destes dois testemunhos foi trazer um carácter intelectual ao exercício da atividade projetual. O *De Re Aedificatoria* de Alberti consegue conferir uma espécie de poder e autoridade do arquiteto sobre os mestres-pedreiros e os artesãos. Este domínio era partilhado com o mecenas e era conferido graças aos desenhos cujo grau de requinte e primor

aumentava cada vez mais. A partir de então começa a ser possível demarcar construção e concepção.

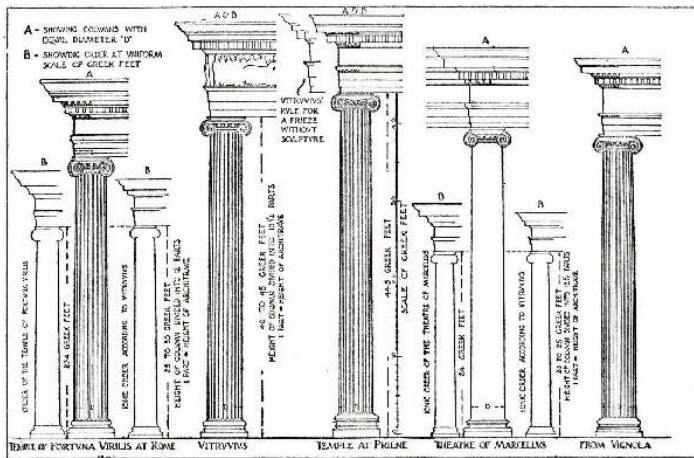


Fig.5 - Representação das ordens das colunas por Vitruvius



Fig.6 - Palácio Rucellai (séc. XV), Florença, projetado por Alberti

Na perspectiva importa também destacar a contribuição de Piero della Francesca no campo da geometria e da ciência. O seu tratado *De prospectiva pingendi*, de 1435, já enumera as operações geométrico-descritivas para o desenho da perspectiva que envolvem o observador, as formas, a distância do observador, as projetantes e o plano de projeção. Os seus trabalhos ocupam-se essencialmente da perspectiva, mas também desenvolvem a dupla projeção ortogonal, ainda que sem a sistematizar (Migliari, 1996: 23).

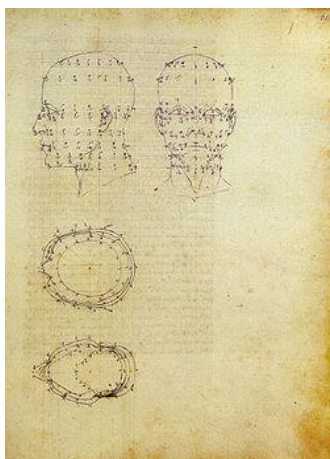


Fig.7 - Secções de cabeça humana ilustradas em *De prospectiva pingendi* de Piero della Francesca



Fig.8 - A Flagelação de Cristo de Piero della Francesca

Outra figura de referência é Dürer, que também se consagra principalmente na perspectiva, mas já utiliza a dupla projeção ortogonal como

forma de analisar as figuras no espaço. Além disso, é o responsável por uma teoria das proporções do corpo humano que impulsionou uma importante linha de investigação na geometria e na arte. A sua obra de referência para a representação gráfica é de 1525 e denomina-se *Underweysung der messung mit dem zirckel und richtscheyt*. Ao constituir as bases da projeção ortográfica, Dürer ensina o processo de obtenção da planta, alçado e secções de um edifício, completando com explicações o trabalho iniciado por Vitruvius e desenvolvido por Alberti. No entanto, o seu esforço de matematização da perspectiva não se difundiu, pois as informações métricas ainda não eram vistas como essenciais à representação (Cabezas, 2002: 68).

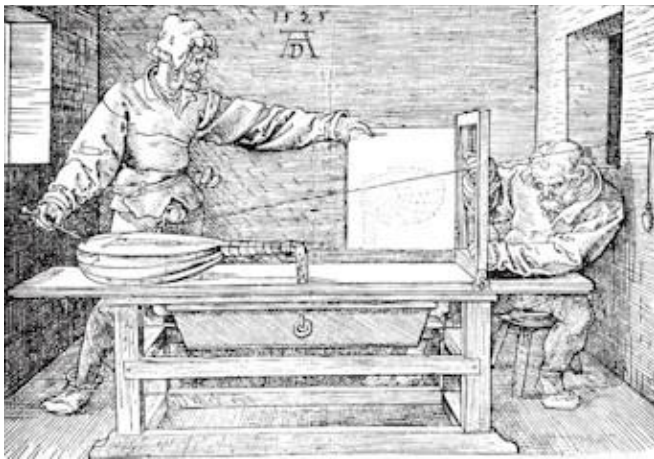


Fig.9 - Ilustração de *Underweysung der messung mit dem zirckel und richtscheyt* de Dürer

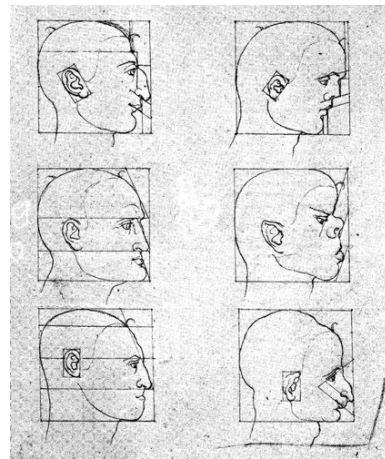
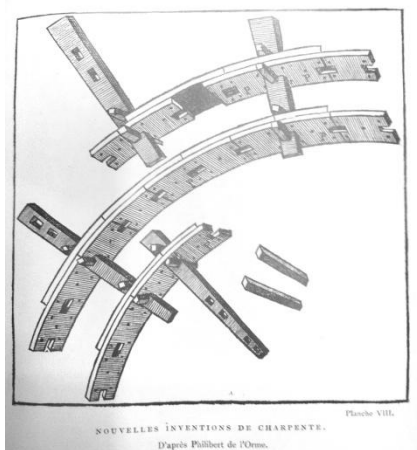


Fig.10 - Estudos para seis caras, gravura de Dürer

A par da perspectiva, o estudo no âmbito da estereotomia também se revelou essencial para o desenvolvimento da representação gráfica. Por um lado porque a sua figuração levantava questões geométricas difíceis, e por outro por se tratar de um processo que devia ser entendido pelos construtores. Era fundamental encontrar um equilíbrio entre o rigor da matemática e a interpretação acessível. Este objetivo era difícil de alcançar devido à complexidade dos temas, à oposição existente entre artistas e matemáticos e à resistência dos técnicos e profissionais em relação ao conhecimento teórico. Philibert de l'Orme é o primeiro a justificar as regras da estereotomia valendo-se do raciocínio geométrico, e a sua obra de referência é *Le premier tome de l'Architecture*, datada de 1567 (Panisson, 2007: 71-74).



Figs.11 e 12 - Ilustrações de *Le premier tome de l'Architecture* de Philibert de l'Orme

Neste cenário de investigações mais práticas e específicas, apenas Desargues se aproximou da generalização. Os seus estudos sobre as propriedades projetivas dos objetos geométricos e problemas complicados de representação gráfica eram expostos segundo métodos exclusivamente geométricos, cujas construções sucessivas já apontavam a compreensão exata da Geometria Descritiva. Deste modo, atinge uma abstração que se aproxima da cientificidade. Porém, os princípios teóricos que utilizou eram de difícil leitura e exigiam grande esforço mental, logo, tiveram pouco sucesso. A sua obra de 1640, *Brouillon project d'une atteinte aux evenemens des recontres du cone avec un plan*, só será efetivamente desenvolvida com a obra *Géométrie Descriptive*, de Gaspard Monge, em 1799. Importa também destacar Descartes e a sua obra *La Géométrie*, de 1664, cuja investigação levou à denominação do espaço cartesiano e, conseqüentemente, à representação cartesiana. Esta matematização foi um importante passo para o reconhecimento do espaço moderno (Panisson, 2007: 75-77).

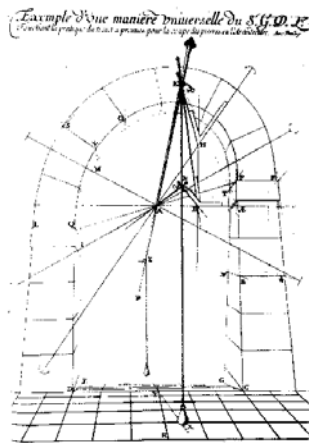


Fig.13 - Ilustração de Desargues

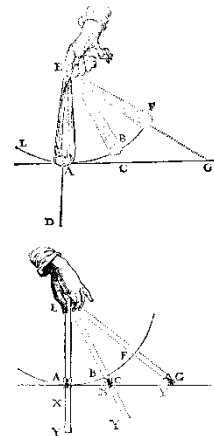


Fig.14 - Ilustração de *La Géométrie* de Descartes

Entretanto, vários autores surgiram, tais como: Jousse, Bosse, La Hire, La Ruë e Derand<sup>8</sup>. Trataram essencialmente de estereotomias e estavam direcionados para o sentido prático da construção e da aplicação técnica. A estereotomia chegou também a ser abordada em obras de matemática pura, mas pouco se avançou na sua fundamentação científica. A mudança de rumo acontece com o *Traité de stéréotomie à la usage de l'architecture* de Amédée-François Frézier, de 1737, cuja preocupação é realçar a importância dos estudos teóricos da geometria como bases sólidas para a representação em arquitetura. Nesta obra é notória uma distinção entre a teoria e a prática que não era tão clara em nenhum dos tratados anteriores. Frézier retoma, quase um século depois, o conceito de Desargues de que o processo é geral e não específico para cada tipo de construção, e a sua ideia de conjugar racionalismo matemático com técnicas empíricas (Panisson, 2007: 80-83).

<sup>8</sup> Mathurin Jousse é o autor de *Le secret d'architecture découvrant fidèlement les traits géométrics, coupes et dérohemens nécessaires dans les batiments*, o primeiro tratado dedicado exclusivamente à estereotomia, datado de 1642. Bosse publica em 1643, *La pratique du trait a preuves de Mr. Desargues Lyonnais, pour la coupe de pierres en la architecture*, obra na qual retoma os conceitos de Desargues. La Hire, em 1702, argumenta e corrige a obra de Jousse com o título *L'art de charpenterie de Mathurin Jousse*. Jean-Baptiste de La Ruë, em 1728, publica a obra *Traité de lacoupe des pierres* na qual figuram qualificadas representações em axonometria que chegaram a ser utilizadas por Monge nas suas aulas. Derand é o autor de *Architecture des voûtes ou l'art des traits et coupe des voûtes*, de 1763, primeira obra a reunir diversos problemas relativos à técnica do desenho de arquitetura (Panisson, 2007: 77-80).

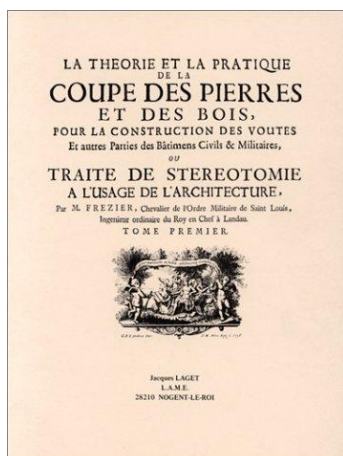


Fig.15 - Capa do *Traité de stéréotomie à l'usage de l'architecture* de Amédée-François Frézier

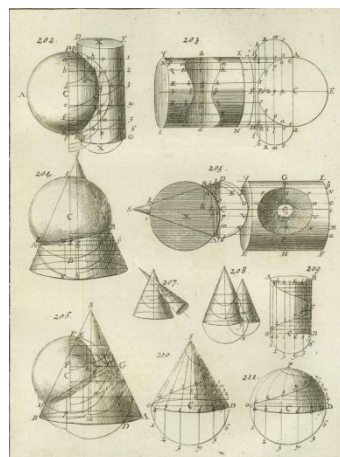


Fig.16 - Ilustração do *Traité de stéréotomie à l'usage de l'architecture* de Amédée-François Frézier

Assim, do século XV ao século XVIII, experimentou-se e observou-se com o apoio da matemática e, a partir de então, surge uma compreensão realmente científica da disciplina. Esta exploração permite concluir que certamente não foi a geometria que produziu a perspectiva e as estereotomias, mas sim o contrário, ou seja, foi a atividade projetual que subsidiou a matemática e que levou, muitos tratados depois, ora sustentados por conceitos científicos, ora suportados nas aplicações práticas, à sistematização da Geometria Descritiva.

As transformações sociais e políticas do século XVIII proporcionaram o cenário adequado a renovadas especulações, entre as quais o Iluminismo<sup>9</sup>. Em tempos de Revolução Industrial era cada vez mais inevitável conservar o rigor da matemática mas com fácil interpretação. Eis que surge a abordagem de Gaspard Monge, precisamente no momento de transição para a industrialização, altura em que se revelou crucial que engenheiros, arquitetos e técnicos envolvidos na conceção e execução de projetos, falassem a mesma língua. A teoria mongeana conseguiu alcançar a simplicidade e o rigor que nenhum autor antes tinha conseguido, mantendo os suportes de representação usados até então, mas sistematizando-os numa linguagem gráfica que articula ciência e técnica, e permite resolver os problemas com ordem e raciocínio,

<sup>9</sup> Corrente filosófica do século XVIII que imobilizou o pensamento e cristalizou o conhecimento. Tinha como principais objetivos conter e regular a sociedade, fornecendo formas prévias de pensar e conhecer.

aliando o conhecimento científico tradicional, às inovações da época. A nova teoria favoreceu a mensuração e a ordem pois consistia em esquemas de representação fundados sobre a homogeneidade postulada do espaço, articulados a partir da projeção ortogonal, da imóvel disposição dos diedros e da infinita distância do observador. Ao formalizar a geometria analítica tridimensional, Monge aproximou artistas e matemáticos, a teoria da prática, e a análise da síntese. Utilizou os termos arte e rigor para definir uma geometria que requer, simultaneamente, lógica e imaginação.



Fig.17 - Selo da República Francesa com retrato de Gaspard Monge

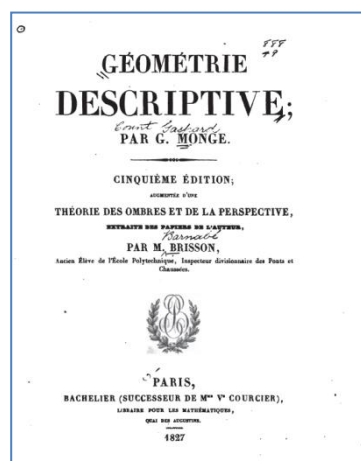


Fig.18 - Capa de *Géométrie Descriptive* de Gaspard Monge, 1799

Gaspard Monge começou por ser desenhador na *École Royale du Génie de Mézières* e as prodigiosas soluções que propunha para os problemas de engenharia militar, logo originaram um convite para ser professor. O facto de não ter origem aristocrática fez com que o reconhecimento do seu trabalho fosse mais demorado, mas consequência de mérito próprio. Posteriormente lecionou Estereotomia na *École Centrale de Travaux Publics*. Seguiu-se a *École Normale*, onde ensinou a disciplina de Geometria Descritiva criada por si. Estas lições foram ainda apresentadas na *École Polytechnique*, da qual também foi professor e administrador. Os alunos de Monge eram sobretudo engenheiros, numa altura em que emergia desta profissão uma arquitetura tecnicista que explorava os novos materiais, como o ferro e o cimento. Os arquitetos renegaram o trabalho da engenharia até final do séc. XIX mas, a força de um tempo dado à ciência e à tecnologia, acabou por vingar. A representação de Monge apareceu para resolver as exigências das novas

construções, favorecer o trabalho dos engenheiros e permitir procuras no sentido estético das construções. Ou seja, defendia as artes e ao mesmo tempo dedicava-se ao aperfeiçoamento da produção. Assim, a sua teoria acabou por atenuar a cisão entre a arquitetura e a engenharia que então se sentia (Panisson, 2007: 105-107).

Cientista, político, matemático e professor, Monge era também notável em áreas como a física e a química. Além disso, era um revolucionário que almejava uma sociedade igualitária e justa, aderiu com entusiasmo aos movimentos da Revolução Francesa e fazia parte do círculo de amigos de Napoleão Bonaparte, que lhe pedia conselhos para as suas expedições. A sua maior herança foi a fundação da Geometria Descritiva como ciência, mas também como disciplina pois, além da sua genialidade, Monge era conhecido pelas suas grandes qualidades pedagógicas, pela profunda dedicação à didática, pela formação de novas gerações e pela renovação da sociedade num sentido liberal. A partir de então a Geometria Descritiva passou a integrar o núcleo de disciplinas matemáticas no sistema de instrução técnica, o que levou à criação de modelos de ensino da representação gráfica sistematizando o uso das projeções ortogonais, que inicialmente integraram a instrução da engenharia e, posteriormente, a da arquitetura (Panisson, 2007: 84-85). A Geometria Descritiva de Monge assumiu uma enorme importância no ensino técnico superior francês e alastrou-se a outros países, entre os quais Portugal<sup>10</sup>, mantendo-se até à atualidade. Inclusive algumas das componentes do currículo de Matemática Moderna que se desenvolveu ao longo do séc. XIX surgem desta viragem e da aproximação que Monge estabeleceu entre a álgebra e a geometria a três dimensões.

Segundo Cardone (1996: 72-73), Monge não foi autor de nenhuma invenção revolucionária mas, com acertados e definidos pensamentos, conseguiu concretizar a intuição de numerosos estudiosos que o haviam precedido e transformou a matéria empírica do desenho em ciência da representação. Ou seja, conseguiu uma conceção clara do espaço racionalizado, a ponto de ser operado. Assim, é considerado o pai da

---

<sup>10</sup> Em Portugal, os denominados Liceus Portugueses preconizavam o ensino do desenho industrial, no qual predominava o desenho geométrico decorrente do pensamento iluminista

Geometria Descritiva, não porque a criou, mas por ter transformado o material bruto colocado à disposição por pintores e arquitetos, numa disciplina científica, à semelhança do que já fizera Euclides com a geometria clássica (Cabezas, 1997: 184).

O segundo momento desta evolução histórica, o momento após Monge, é marcado pelas transformações que sucederam ao longo do século XIX, resultantes das novas realidades económicas e culturais, do aparecimento da burguesia, e da passagem da produção manual para a industrial. A conjuntura provocou discordâncias entre a arte e a arquitetura e tornou difícil definir estilos mas, ao mesmo tempo, provocou ainda mais a exploração do espaço como matemático. No final do século XIX existiam duas tendências opostas: a arquitetura vanguardista e tecnicista dos engenheiros e o movimento artesanal e laborioso *Arts and Crafts*. Pelo meio ainda surgiu a *Art Nouveau*, mais ligada à decoração. No século XX aconteceu finalmente uma revolução nas formas, consequência da nova abordagem espacial. Por exemplo, a *Bauhaus*, embora fosse considerada uma escola de artes, tratava as questões da arquitetura além do campo do sensível. Gropius (1988: 98) refere uma nova visão do espaço no processo de criação arquitetónica, que assenta a sua essência numa problemática espacial tratada como intelectual. Para isso, recorria ao método de Monge no ensino da representação gráfica incluída no currículo dos seus cursos.

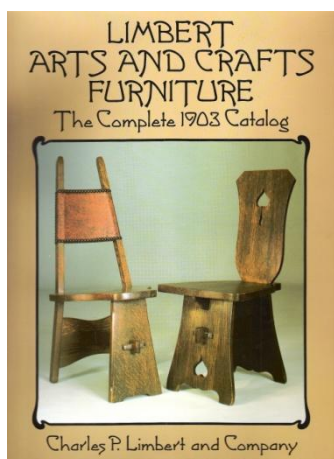


Fig.19 - Catálogo de mobiliário Arts and Crafts



Fig.20 - Art Nouveau, Livraria Lello, no Porto

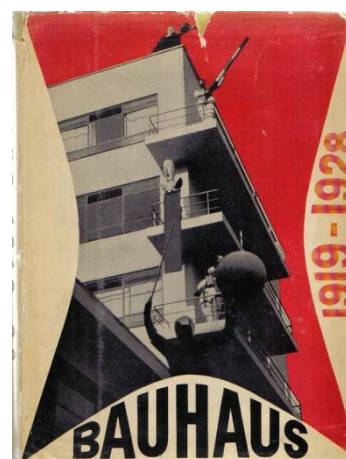


Fig.21 - Cartaz revolucionário da Bauhaus

No entanto, importa referir que aconteceram contestações ao pensamento Iluminista no início do século XIX, que subsidiaram uma crescente ênfase na diversidade de representações do espaço, amparadas pela quebra da unidade da linguagem matemática consequente da descoberta das geometrias não-euclidianas. O espaço passou então a ser caracterizado pelas axonometrias, pela topologia, pelas influências do dadaísmo, surrealismo, cubismo, realismo, entre outras maneiras de figurá-lo (Panisson, 2007: 15). Assim, a representação gráfica não se limitou à tradição francesa e, no final do século XIX, já eram conhecidas outras possibilidades. Destas destaca-se a representação axonométrica. Apesar de já ser complementar da perspectiva no Renascimento, a axonometria surge como paradigma de representação no final do século XIX, no contexto do desenho industrial, devido às suas características de construção dos traçados. No séc. XX foi muito utilizada na arquitetura por ser menos abstrata que as projeções ortogonais combinadas, e por permitir uma relação mais prática com o projeto. Assim, a representação axonométrica é associada às atividades projetuais por meios de ensino mais pragmático e a dupla projeção ortogonal persiste como saber académico. *On Isometrical Perspective*, do inglês William Farish, surge em 1822 e é um exemplo de uma das obras de referência que se afastou da especulação teórica e do pensamento matemático da teoria mongeana. Estavam assim delineadas duas vertentes de representação para a indústria: a inglesa, mais direcionada para as necessidades, e a francesa, mais académica. Esta divergência, associada à guerra que França e Reino Unido travaram, pode ter sido a origem da diferença que perdura até hoje no modelo anglo-saxão de representação gráfica (Panisson, 2007: 92).

Em síntese, numa perspectiva histórica, os diferentes sistemas de representação gráfica figuraram concepções e representações sociais, e foram-se potencializando na solução das exigências das atividades projetuais, principalmente da arquitetura. Inicialmente eram apoiados em simbologias arbitrárias, que se foram convertendo em códigos normalizados reunidos em tratados, livros ou manuais. Estes documentos eram compêndios que definiam a arte de bem representar, através dos quais os saberes eram disciplinados e controlados.

Mais recentemente, o advento das novas tecnologias e os avanços informáticos permitem a utilização de um espaço virtual com características próximas do espaço imaginário. No campo da representação, "*a utilização do CAD não se situa apenas ao nível da técnica - constitui uma espécie de prótese do pensamento, tal como o avião e o automóvel o são relativamente à locomoção, o que permite criar novos mundos sempre mais vastos e complexos*" (Costa, 1998: 9). Novas Geometrias surgem, além dos limites do pensamento cartesiano e da geometria euclidiana, com novas estruturas do mundo das formas e da representação gráfica. Ainda assim, as projeções ortogonais sistematizadas por Monge continuam a ser a maneira de representar mais utilizada até à atualidade, sustentam a linha de representação que existe nos dias de hoje e abrangem, inclusive, a era dos computadores em que o desenho manual foi substituído pelo desenho digital.

*"Sem nega-la lección da historia, comprobamos que esta pode utilizar-se desde dúas actitudes: como revisión crítica que repercute activamente no presente, ou desde unhas posicións historicistas que adoptan un ton épico. (...) Invoca-lo pasado glorioso dunha disciplina, ou seu arraigamento, para xustifica-la súa necesidade na actualidade non deixa de pór en evidencia unha actitude defensiva, intereseira, incapaz de argumenta-lo seu sentido com referencias ó presente"*<sup>11</sup> (Cabezas, 1999: 61).

Nesta investigação, a opção por uma descrição exaustiva da história fez-se no sentido de encontrar uma compatibilidade entre a tradição e a inovação, assim como manter a sua convivência. O conhecimento do passado, ainda que sem demasiada nostalgia, permite ter uma consciência argumentada e rigorosa da atualidade.

---

<sup>11</sup> Tradução livre: "*Sem negar a lição da história, comprovamos que esta pode utilizar-se a partir de duas atitudes: como revisão crítica que repercute ativamente no presente ou desde posições historicistas que adotam um tom épico. (...) Invocar o passado glorioso de uma disciplina, ou o seu enraizamento, para justificar a sua necessidade na atualidade, não deixa de pôr em evidência uma atitude defensiva, interesseira, incapaz de argumentar o seu sentido com referências ao presente*".

## 2.2. Definição

Documentado o contexto e o desenvolvimento da Geometria Descritiva, percebemos que esta é um produto do seu tempo, um período histórico em que se acreditava numa nova era da Humanidade e no progresso sustentado pela indústria que substituíra técnicas milenares por outras mais eficientes e mais económicas. A teoria mongeana emerge como ciência na sequência do desenvolvimento dos traçados gráficos, mas também profundamente associada à matemática. É uma linguagem matemática de representação do espaço, na qual o observador não o percebe como real, concebe o espaço como euclidiano e produz imagens ilusórias da realidade.

*"Com o método de Monge, estava delineado um simples, mas rigoroso modelo gráfico do espaço que não fornece somente a imagem de ponto e reta, mas ainda permite a individualização destes elementos geométricos no espaço enquanto assegura a correspondência biunívoca entre as suas representações na folha bidimensional e as suas posições exatas no espaço tridimensional. Feita a exceção às bases adquiridas da geometria cartesiana, pela qual o espaço é transportável a um sistema de referência, a geometria descritiva originou-se a partir da geometria euclidiana, no que se refere à representação gráfica do espaço" (Panisson, 2007: 109).*

Na sua obra, Monge (1827: 1) expõe os objetivos da geometria descritiva, ciência que serve para a representação aplicada a qualquer corpo da natureza:

*"Le premier, de donner les méthodes pour représenter sur une feuille de dessin qui n'a que deux dimensions, savoir, longueur et largeur, tous les corps de la nature, qui en ont trois, longueur, largeur et profondeur, pourvu néanmoins que ces corps puissent être définis rigoureusement.(...) Le second objet est de donner la manière de reconnoître d'après une description exacte les formes des corps, et d'en déduire toutes les vérités qui résultent et de leur forme et de leur positions respectives"<sup>12</sup>.*

---

<sup>12</sup> Tradução livre: "O primeiro é dar métodos para representar sobre um papel de desenho, que não tem mais do que duas dimensões, a saber, largura e altura; todos os corpos da natureza que têm três, largura, altura e profundidade, para que esses corpos possam ser determinados rigorosamente."(...) "O segundo objetivo é dar o modo de reconhecer por meio de uma exata

A repercussão da obra *Géométrie Descriptive* e das lições de Monge está patente principalmente na atual representação utilizada nas atividades projetuais. A linguagem sintética, exata e compatível com as necessidades de construção, permitiu a repercussão de atividades como a arquitetura, o *design* e a engenharia. O progresso destas e de outras áreas disciplinares, mais ou menos periféricas, foi trazendo contributos de ordem conceptual e operativa. Naturalmente houve uma evolução de conhecimentos e competências, houve uma abertura e confluência de saberes, mas "*a Geometria Descritiva é, na sua essência, uma técnica de criação de uma linguagem gráfica universal, legível por qualquer que esteja por dentro do 'código'*" (Sousa, 1996: 14).

*Cabe-lhe "informar das regras que permitem representar as formas geométricas tridimensionais (nascidas na antiga Grécia, como sínteses das formas naturais e base das formas arquitectónicas e do equipamento), ao mesmo tempo que desenvolve o raciocínio lógico e ordenado"* (Sousa, 1997: 14).

*É um "poderoso sistema de análise, que repousa sobre um corpo específico de saberes - a Geometria (...), que lhe dá a consistência conceptual e que lhe permite que ela ultrapasse em larga medida os limites estritos de método de representação gráfica"* (Bensabat, 1996a: 38).

*"É a disciplina dedicada ao estudo gráfico projecional das quatro famílias de figuras geométricas do espaço (Ponto, Linhas, Superfícies e Sólidos), tendo em conta os seus aspectos formais, dimensionais e perspécticos. Estuda igualmente métodos de geração, posicionamentos relativos e resolve as problemáticas métricas envolvidas"* (Aguilar, 2006: 8).

A disciplina de Geometria Descritiva inicialmente só abarcava o sistema diédrico, mas atualmente engloba diferentes sistemas de representação. "*É constituída por quatro Sistemas de Representação Gráfica, Dupla (ou múltipla) Projecção Ortogonal (...), Representação Axonométrica, Representação Cotada e Representação Perspéctica (...), com vocações bem definidas"* (Sousa, 1996: 14). Em Portugal, os dois primeiros são lecionados no ensino básico e secundário, e os dois últimos integram planos de estudos de cursos superiores. "*Qualquer destes sistemas é autónomo (...) e em cada um pode (e*

---

*descrição das formas dos corpos, e de deduzir todas as verdades que resultam sejam de suas formas, sejam de suas posições respectivas."*

tem de) ser seguida a ordem analítica, que constitui uma única sequência capitular, lógica e sistematicamente organizada" (Sousa, 1996: 14). Em todos estes sistemas, em contraponto à representação por desenho livre, encontramos um denominador comum, identificado como um grau de racionalidade, decorrente de um maior ou menor uso da geometria. O debate sobre os sistemas de representação auxiliados pela geometria vai das matemáticas que apoiam os sistemas, à atividade criadora que neles se apresenta, passando pelas estratégias da sua utilização. "*El propio carácter de 'metassistema' otorgado al diédrico se justificaba por la posibilidad de plantearse, desde él mismo, la perspectiva como una aplicación del sistema de doble proyección*"<sup>13</sup> (Cabezas, 1999).

No âmbito deste trabalho serão referidos principalmente os conteúdos do programa curricular de Geometria Descritiva A (que difere da B apenas por abranger mais conteúdos programáticos), que abordam a dupla projeção ortogonal e a representação axonométrica. No entanto, as diversas estratégias e ferramentas didáticas que irão ser apresentadas podem ser utilizadas num abrangente leque de sistemas de representação gráfica. O princípio e o entendimento são os mesmos e têm que ver com as capacidades de ver, perceber, organizar e catalogar o espaço e a forma.

Uma vez que a representação do espaço proposta por Monge extrapola os limites do existente, acaba por se atrever no contexto criador e produtivo, logo, artístico e projetual. "*Ao projetar, inventamos no próprio ato de representar, ou seja, desenhemos com cada vez mais precisão um objeto inexistente*" (Panisson, 2007: 46). Esta capacidade inventiva permitida pela Geometria Descritiva fez com que o seu nome chegasse a ser contestado por alguns autores que defendiam que esta se devia chamar construtiva, "*xa que esta non se limita a describir senón que, ademais de representar obxectos dados, indica a maneira de construír outros novos a partir deles*"<sup>14</sup> (Cabezas, 1999: 46). Inclusive, na língua alemã, a teoria de Monge foi denominada

---

<sup>13</sup> Tradução livre: "O próprio carácter de 'metassistema' outorgado ao diédrico se justificava pela possibilidade de estabelecer-se, desde o mesmo, a perspectiva como uma aplicação do sistema de dupla projeção".

<sup>14</sup> Tradução livre: "...já que esta não se limita a descrever uma vez que, além de representar objetos dados, indica a maneira de construir outros novos a partir deles".

*Darstellende Geometrie*, apesar de existir a palavra *Deskriptive*. Esta denominação deriva de *Darstellung*, que significa representação construída. Ainda que pareça mais adequada a etimologia da palavra 'construtiva' (que significa que serve para construir e edificar), a denominação 'descritiva' (para descrever, representar, explicar) faz sentido na época em que surge, relacionada com o positivismo científico na busca do verdadeiro, e sendo que surgiu como uma teoria de representação gráfica considerando o espaço descrito matematicamente. Deste modo, entende-se que tratamos de uma representação descritiva que serve o desenvolvimento de projetos e facilita a realização eficiente dos mesmos (Panisson, 2007: 54-56).

A partir da sua concepção, a Geometria Descritiva seguiu duas linhas de desenvolvimento distintas: a de ciência pura, mais ligada à matemática, e a de ciência aplicada, mais direcionada para as artes e engenharias, sendo esta a que mais interessa para este trabalho. Uma das dúvidas que persiste é se a disciplina será herança do desenho ou da matemática? Panisson (2007: 112-115) refere que a Geometria Descritiva como ciência apareceu na sequência da evolução de traçados gráficos, conforme a própria evolução histórica certifica, mas o seu pai foi matemático, conforme podemos verificar pela biografia de Monge. Aliás, nas recomendações da sua obra *Géométrie Descriptive*, ele declara a necessidade de conhecimentos matemáticos para entender o seu tratado, nomeadamente os de geometria elementar, baseados nos fundamentos de Euclides. Monge esclarece, através de problemas concretos, as abstrações analíticas, e articula engenhosamente a geometria e a análise. Além disso, a sua teoria está sustentada no conhecimento instituído por Descartes com base na verdade e não na realidade.

*"Concluindo, a origem da geometria descritiva encontra-se no pensamento matemático. Este substitui o olho que observa o mundo por um ponto impróprio no infinito e projeta elementos abstratos sobre uma superfície plana, manifestando o limite das representações que se apoiam em procedimentos construtivos, abarcando a possibilidade de resolver problemas geométricos mais complexos. Isto necessariamente a coloca como herança da matemática"* (Panisson, 2007: 115).

Assim, a Geometria Descritiva envolve-se com as artes, mas não deixa de ter antecedentes matemáticos. A *"Matemática e o Desenho se enlaçam*

como campos do conhecimento no qual se insere a representação mongeana, uma ciência matemática expressa através do desenho" (Panisson, 2007: 16). No entanto, "a evolução do texto da disciplina, desencadeada por esta última vertente, contribuiu para tornar pouco útil o seu ensinamento. Embora pareça contraditório, a ênfase dada à utilização do método, com objetivos estritamente práticos, culminou em uma total abstração da ciência" (Gani, 2004: 9). Ou seja, ainda há uma certa confusão e obscuridade epistemológica da disciplina em relação às artes, o que requer um questionamento que possibilite a sua contextualização e significação neste campo.

A confusão mais recorrente é entre Desenho Técnico e Geometria Descritiva, que muitas vezes são considerados saberes semelhantes, ou até mesmo idênticos. De facto, há sobreposições e uma estreita relação entre ambos mas, conforme distingue Cabezas (1999: 44-45), o Desenho Técnico tem conotações práticas e profissionais (técnicas de representação produzidas com instrumentos de traçado) e a Geometria Descritiva está no campo científico e académico (métodos gráficos convencionais e demonstráveis para a representação de qualquer objeto). O esclarecimento destas questões é essencial para se clarificar a utilidade da Geometria Descritiva e promover a sua atualidade, através de constantes articulações entre passado, presente e futuro.

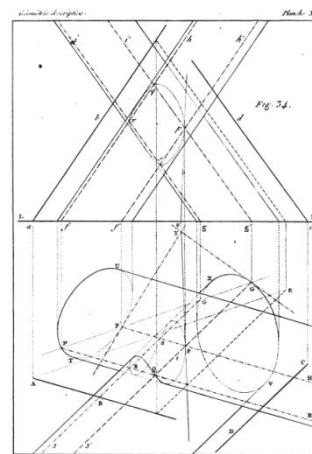
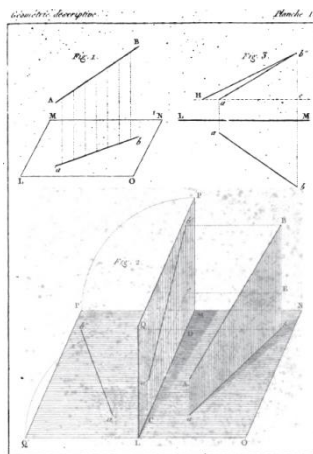


Fig.22 e 23 - Ilustrações de *Géométrie Descrptive* de Gaspard Monge

### 2.3. Utilizações e Importância

Na investigação anterior concluiu-se que, apesar da proveniência e da importância matemática, foi o aparecimento de problemas de ordem prática e construtiva, essencialmente na arquitetura, que impulsionou o desenvolvimento da própria Geometria Descritiva como ciência, pois estimulou a sua idealização. Na teoria de Monge alcança-se a exatidão absoluta através da abstração matemática, e no seu sistema podem representar-se objetos por uma sequência de operações geométricas, autónomas da preexistência física do objeto a ser representado. Este método revelou-se aplicável a um grande número de ofícios que solicitam esta necessidade de representação no sentido criador. Assim, principalmente nas atividades artísticas e projetuais, a Geometria Descritiva é essencial nos processos de criação e representação, simultaneamente.

A representação é um desejo inerente à Humanidade como forma de registar uma permanência no tempo e no espaço. Representar é apresentar de novo, ou seja, implica uma duplicidade que pressupõe que o que está a ser representado já existiu, já houve, já aconteceu em algum momento. "*A 'apresentação' é utilizada tendencialmente para a presença direta de um conteúdo na mente, enquanto a 'representação' é reservada para casos de consciência de um conteúdo, nos quais um momento de reação, reprodução e duplicação está em jogo*" (Santaella & Winfried, 1998: 20). Segundo Oliveira (1992, *apud* Panisson, 2007: 46), o termo representação pode ser utilizado em variadíssimos contextos mas no artístico e projetual "*entende-se no sentido de tornar visível através do desenho ou modelo tridimensional uma imagem concebida mentalmente*". Ainda que em determinadas situações de descrição e documentação seja utilizada em sentido estrito (objetivo e formal), importa muito que se interprete a representação gráfica como uma forma de invenção (mental e subjetiva), que impulsiona e potencializa o desenvolvimento projetual criativo, muito além do ato meramente mecânico e instrumental de registar através do desenho. "*O jogo da representação é a busca não centrada*

*exclusivamente no objeto mas armado na dialética que o homem mantém com o universo. Nessa relação, a representação produz a união do imaginário com a razão" (Panisson, 2007: 130).*

A noção de espaço que rodeia o homem intervém nos processos de representação pois *"qualquer representação gráfica, porquanto fiel à realidade, proporcionada e precisa nos pormenores, particularizada em cada uma das suas partes, é sempre uma interpretação e, por isso, uma tentativa de explicação da própria realidade"* (Massironi, 1982: 69) A referência para as representações está no corpo de quem as realiza, no modo como esse corpo apresenta a realidade, mantendo deslocamentos conceptuais que apresentam a representação do espaço entre a percepção sensível e a abstração inteligível Mas está também, conforme já foi referido, nas culturas e sociedades em que surge. No Renascimento verificamos que a perspectiva é sensível pois o corpo regista uma realidade e está presente nela na medida em que serve de referência à representação. Já na teoria mongeana, a representação está mais próxima do inteligível pois afasta-se da realidade, e o sujeito que a representa não se faz presente nela, logo, contribui para a sua construção. É a mente a coordenar a representação de um espaço absoluto (tal como acontece através das novas tecnologias digitais).

Os criativos, mais concretamente os artistas, especificamente os visuais, têm no desenho um meio que opera entre a percepção e a representação, conectando-as. Proclamam a soberania do desenho, mas esquecem-se que é a geometria que lhe confere cognição. Não só no desenho técnico, mas também no livre, no de memória, no de imaginação ou por observação. Nos desenhos usamos medidas e proporções, relações espaciais, simetrias, ângulos, curvas e superfícies. Recorremos a noções de escala, ampliando ou reduzindo. Mais ou menos inconscientemente, com mais ou menos rigor, utilizamos métodos de representação geométrica. Não obstante a importância da sensibilidade de um desenho, só o compreendemos porque a geometria que nele se manifesta define um contexto ou forma 'dominada'. *"A geometria num desenho pode não se ver mas foi pensada; ou o desenho visível só foi possível porque houve um pensamento matemático ou geométrico, ou uma intuição desses saberes"* (Vieira, 2007: 19). *"Como o conceito e a palavra estão unidos*

*e se condicionam reciprocamente numa linguagem e numa dialéctica, também, nas Artes, a ideia e a forma geométrica são inseparáveis e cada uma participa no destino da outra" (Moya apud Paio, 2007: 7).*

A geometria é a gramática da linguagem gráfica e os seus conceitos só chegam às artes através do desenho, por isso, não a podemos discriminar ou sonegar, principalmente nas áreas de projeto, em que o desenho é essencialmente informativo e, por conseguinte, maioritariamente geométrico e praticamente sem expressão. Nas atividades artísticas e projetuais observamos *"a geometria como discurso intelectual e racional sobre a forma; a geometria como método técnico aplicável para solucionar os problemas práticos e instrumento para projectar; a geometria como disciplina capaz de fornecer reportórios formais sugestivos"* (Paio, 2007: 7). No âmbito do *design*, da arquitetura, assim como de outras artes visuais e algumas engenharias, a geometria estabelece a ligação entre a conceção e a representação, é graças a ela que comunicamos com clareza, é graças a ela que somos criadores. Como a Geometria Descritiva dispensa o objeto real a ser representado, revela-se a teoria adequada para as atividades artísticas e projetuais, nas quais o pensamento geométrico formula problemas, cujas soluções se alcançam através da imaginação, mas que, ao mesmo tempo, exigem exatidão.

Esclarecida a fundamental utilização da Geometria Descritiva, conseqüentemente convém salientar a importância do seu estudo enquanto disciplina, como transmissão de um saber, um saber que se aplica. Neste sentido, é evidente a integração da Geometria Descritiva nos cursos de artes visuais, sejam eles gerais, profissionais ou artísticos especializados. A disciplina também integra o tronco comum da componente específica dos cursos gerais de ciências e tecnologia, mas para este estudo interessam principalmente os alunos das artes visuais, pelas razões óbvias de ser o campo de ação deste mestrado.

*"Nos nosos propios días moitos profesores de ensinanzas artísticas teñen dúbidas acerca das funcións e o porqué da presenza da Xeometria dentro do panorama de materias que conforman os plans de estudio e, particularmente, o papel que ocupa em relación co Debuxo. Non son poucos os que vem na Xeometria algo estraño, alleo ás*

*artes e mais próprio ou exclusivo da cultura científica, algo que, segundo eles, distrae dos interesses próprios da arte*<sup>15</sup> (Cabezas, 2002: 68).

A Geometria Descritiva é um alicerce para a formação dos estudantes que vão prosseguir nas áreas artísticas e de projeto e, por isso, é lamentável que se questione o seu interesse. Este é um dos maiores problemas levantados nesta pesquisa e talvez o primeiro que se deva resolver. Está nas mãos dos professores de Geometria Descritiva fazer com que os alunos percebam as utilizações e a importância da disciplina pois só esta consciência os fará terem motivação para a aprendizagem.

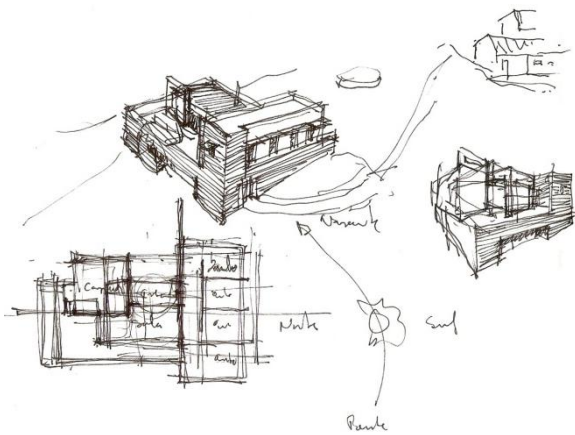


Fig.24 - Esquícios de Siza Vieira

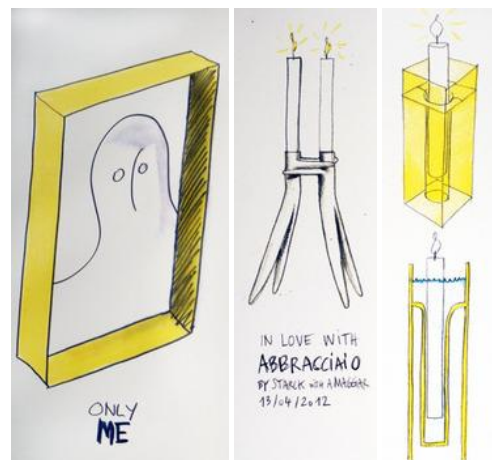


Fig. 25 - Estudos de candelabro de Phillippe Starck

<sup>15</sup> Tradução livre: "Nos nossos próprios dias muitos professores de ensino artístico têm dúvidas acerca das funções e o porquê da presença da Geometria dentro do panorama de matérias que conformam os planos de estudo e, particularmente, o papel que ocupa em relação com o Desenho. Não são poucos os que vêm na Geometria algo estranho, alheio às artes e mais próprio ou exclusivo da cultura científica, algo que, segundo eles, distrai dos interesses próprios da arte".





**CAPÍTULO 3**  
**CAMPO DE AÇÃO**



### 3.1. Espaço e Inteligência Espacial

Além da óbvia necessidade de entendimento da história e definição da Geometria Descritiva, e dos motivos do seu estudo, é também relevante analisar o seu campo de ação. Refere-se vulgarmente que a Geometria Descritiva serve para ver no espaço. É muito importante esclarecer que esta afirmação não é totalmente correta pois "*não é a Geometria Descritiva que permite ver no espaço. Para resolver qualquer questão em Geometria Descritiva é necessário já ver no espaço*" (Sousa, 1997: 14). A geometria é unanimemente reconhecida como a ciência do 'espaço' e o seu conhecimento é essencial na nossa perspetiva de como encarar e nos relacionarmos com o que está à nossa volta. A Geometria Descritiva pressupõe a representação das formas e objetos que compõem esse 'espaço', ou seja, o seu entendimento requer um sistema cognitivo competente no âmbito da inteligência espacial.

Se o Universo não existisse fisicamente, não teríamos espaço onde ser e estar. A noção clássica de espaço geométrico remonta a Platão que o denomina de *khora*, "*uma espécie difícil e obscura. Que propriedade natural havemos de lhe atribuir? Antes de tudo, esta: ela é o recetáculo e, por assim dizer, a mãe de tudo o que nasce*" (Platão, 1969: 275). Ou seja, Platão considera que o *khora* é um vazio, invisível, no qual existem formas e matéria. Abstrato e indefinido, o *khora* é o espaço da formação e criação do Cosmos, onde os quatro elementos (água, ar, terra e fogo) se concretizam em formas geométricas. Ou seja, o espaço é um fenómeno que integra a Humanidade e é inerente à existência.

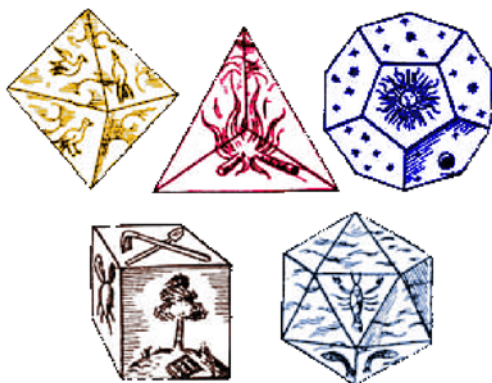


Fig.26 - Ilustração dos sólidos platônicos



Fig. 27 - Ilustração figurativa do *khora*

*"Todos os fenómenos podem ser vividos de duas formas. Essas duas formas não estão arbitrariamente ligadas aos fenómenos - decorrem da natureza dos fenómenos, de duas das suas propriedades: Exterior - Interior"* (Kandinski, 1970/ 2006: 25). O estudo das capacidades visuais não pode partir do princípio que existe o espaço físico e que a sua existência é independente do espaço psicológico. O espaço físico é exterior ao sujeito e o espaço psicológico é interior ao sujeito, ambos têm uma estrutura própria, porém, estabelecem relações e articulações entre si que podem ser descritas pela Geometria. *"In the study of visual space perception, it is generally assumed that physical space can be described by Euclidean geometry". (...) The geometry of visual space is unknown and, therefor, must be determined empirically"*<sup>16</sup> (Hershenson, 1999: 2-3).

Segundo Eliot (2000: 9-24), a ponte mais vigorosa de ligação entre os dois referidos espaços é a percepção, neste caso a visual. Podemos perceber o mundo físico através dos sentidos, diretamente, e a sua materialidade pode também atuar sobre nós através das suas propriedades, indiretamente. Ou esta assimilação do espaço pode ainda ser inerente à intuição, não sendo aprendida nem inferida pela experiência. Seja como for, o espaço é sempre percebido. A percepção remete para os sentidos através dos quais adquirimos, interpretamos e organizamos a informação recebida. Segundo Panisson, (2007: 17), *"o espaço físico pode definir-se e quantificar-se matematicamente, ao passo que o espaço perceptivo mantém a sua interpretação em função das condições perceptivo-culturais do leitor-receptor"*. Porém, o carácter intuitivo da percepção não é sinónimo de insignificância ou limitação. *"Toda a percepção é também pensamento, todo o raciocínio é também intuição, toda a observação é também invenção"* (Arnheim, 2005: XIX). Com base na teoria de Gestalt, Arnheim defende a existência de uma 'inteligência da percepção visual', na qual a atividade dos sentidos participa e influencia ativamente nos processos cognitivos.

---

<sup>16</sup> Tradução livre: *"No estudo da percepção visual espacial, é geralmente assumido que o espaço físico pode ser descrito pela geometria Euclidiana. (...) A geometria do espaço visual é desconhecida, e, como tal, deve ser determinada empiricamente"*.

Desde a percepção visual até ao raciocínio geométrico, desenvolvem-se atividades intelectuais que se interrelacionam e complementam de forma complexa. A percepção visual é o primeiro passo do processo e assume um papel preponderante para a inteligência espacial nas suas diferentes componentes. Neste contexto, foi possível detetar e analisar indícios neuro-psicológicos e cognitivos que influenciam o desempenho e rendimento na Geometria Descritiva e nas artes visuais em geral.

Segundo a teoria das múltiplas inteligências (Gardner, 1993: 3-11), a inteligência humana é composta por competências intelectuais que têm uma certa autonomia entre si, mas que se combinam e articulam de infinitas maneiras de acordo com os indivíduos e as culturas. Algumas das categorias contempladas pela teoria são: a inteligência linguística, a inteligência interpessoal, a inteligência intrapessoal, a inteligência lógico-matemática, a inteligência musical, a inteligência espacial, a inteligência corporal-cinestésica, a inteligência natural e a inteligência espiritual.



Fig.28 - Diagrama simbólico do intelecto de Robert Fludd

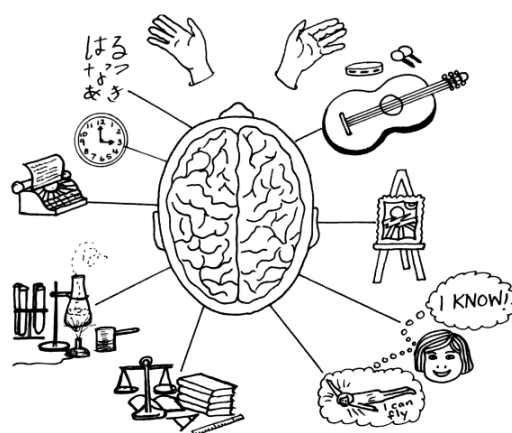


Fig. 29 - Esquema figurativo das diferenças entre os hemisférios cerebrais

De uma forma geral, a inteligência manifesta uma dicotomia entre o processamento analítico-verbal e o analógico-espacial, que se manifesta indispensável para a compreensão de toda a cognição humana (Lohman, 1993: 3). Segundo os modelos hierárquicos da inteligência humana de Carroll (1993: 304-363), o fator verbal e o fator espacial situam-se imediatamente após a inteligência geral. Apesar de normalmente se considerar a preponderância do fator verbal, alguns autores defendem que a inteligência linguística e a espacial

têm o mesmo grau de importância, sendo que o código visual ocupa o hemisfério direito do cérebro, e o código verbal ocupa o esquerdo (Gardner, 1993: 177). Não obstante ser a abrangência de capacidades que determina o potencial biopsicológico do sujeito e permite a sua formação integral, no âmbito deste estudo será analisada a inteligência espacial e as aptidões que lhe são inerentes.

Sendo uma inteligência não-verbal, a inteligência espacial consiste na capacidade tanto de gerar, reter, recuperar e transformar imagens visuais, como de representar mentalmente e imaginar rotas e direções de movimento e deslocação no espaço (Kyllonen & Glück, 2003: 215-217). Não se trata do tipo de aptidão mais óbvia do ser humano, durante muito tempo não foi valorizada, e normalmente não é facilmente detetada. No entanto, influencia o êxito de variados raciocínios e ações. *"Spatial abilities are routinely implicated in accounts of creative and higher-order thinking in science and mathematics. [...] On the other hand, spatial abilities are often equated with concrete, lower-level thinking. Thus, they are used to predict success in various practical and technical occupations"*<sup>17</sup> (Lohman, 1993: 3). Está também profundamente evidente no nosso quotidiano, conforme relata Eliot (2000: 33-34), através da enumeração de desafios espaciais como: a orientação (guiarmo-nos em sítios pouco familiares), a estimativa de capacidade (ter noção se um conteúdo cabe num determinado recipiente), a reprodução de imagens (construir eficientemente uma planta ou esquema de objetos ou lugares), a previsão espacial (imaginar uma mobília na sala que pretendemos decorar), entre outros. Além disso, no âmbito académico e pedagógico, são muitas e divergentes as áreas em que a inteligência espacial é essencial, sendo que em algumas, como a engenharia ou a arquitetura, a sua influência é evidente.

A pesquisa em torno da estrutura da inteligência espacial é longa e complexa.

---

<sup>17</sup> Tradução livre: "As habilidades espaciais estão rotineiramente implicadas nas tarefas do pensamento criativo e de ordem superior da ciência e da matemática. Por outro lado, as habilidades espaciais são muitas vezes sinónimas do pensamento concreto de nível inferior. Assim, elas são usadas para prever o sucesso em várias ocupações práticas e técnicas".

*"In the first phase (1904-1938), researchers investigated the evidence for and against the existence of a spatial factor over and above a general factor of intelligence. In the second phase (1938-1961), they attempted to ascertain the extent to which spatial factors differed one from another. And in the most recent phase (1961-1995), researchers have attempted to designate the status of spatial abilities within the complex interrelationship of other abilities, and to examine a number of sources of variance which affect performance on spatial tests"*<sup>18</sup> (Eliot, 2000: 24).

Na contemporaneidade, o desenvolvimento e proliferação das tecnologias vieram revolucionar e valorizar o estudo da inteligência espacial. Em primeiro lugar, a nossa forma de ver e nos relacionarmos com o mundo e com o espaço mudou, e estabelecemos cada vez mais contacto com realidades cujas imagens representam a tridimensionalidade, mas não a materializam. Além disso, o impacto da alta performance de renderização e animação, os *softwares* de modelação tridimensional, a realidade virtual e a *internet*, abrem muitas portas à pesquisa e facilitam a análise e controlo da inteligência espacial. Por isto, Strong & Smith (2002: 3) mencionam uma nova fase: *"Phase four deals with the process of establishing the effects of computer technology on spatial visualization skills and the subsequent measurement of these skills. This research began with establishing the computer as an effective 2D design tool and continues today using 3D design tools"*<sup>19</sup>.

Atualmente, o estudo das aptidões espaciais é incontornável nas teorias sobre a inteligência, e os seus campos de interesse são variados e com diferentes direções. No entanto, no contexto aplicado, a inteligência espacial ainda não ocupou esse patamar de importância, e continua a não estar universalizado o número de fatores que se devem considerar, assim como a forma como devem ser interpretados e mensurados. Isto porque os processos de formação, armazenamento, memorização e transformação das imagens,

---

<sup>18</sup> Tradução livre: *"Na primeira fase (1904-1938), os pesquisadores investigaram as evidências a favor e contra a existência de um fator espacial para além de um fator geral de inteligência. Na segunda fase (1938-1961), tentaram determinar a extensão em que cada fator espacial diferiu um do outro. E na fase mais recente (1961-1995), os pesquisadores têm tentado designar o estado das habilidades espaciais dentro da complexa inter-relação de outras habilidades, e examinar um número de fontes de variação que afetam o desempenho em testes espaciais"*.

<sup>19</sup> Tradução livre: *"A fase quatro lida com o processo de estabelecer os efeitos da tecnologia computadorizada na capacidade de visualização espacial e com a medição posterior dessas habilidades. Esta pesquisa começou com o estabelecimento do computador enquanto ferramenta de projeto 2D eficaz e continua até hoje usando as ferramentas de design 3D"*.

implícitos às atividades espaciais, são distintos na sua caracterização e inter-relação. Além disso, outros aspetos como a lateralidade dos hemisférios cerebrais, a idade, o género, as experiências e as características individuais, também têm impacto, mas não se encontram devidamente estudados. Contudo, há unanimidade sobre dois fatores preponderantes: a visualização espacial e a orientação espacial (McGee, 1979: 889-918). Mesmo assim, os investigadores deste campo consideram que, além destes, a particularização estabelecida ainda é vaga e discrepante. Os modelos mais consensuais são o de Lohman (1988: 181-248) e Carroll (1993: 304-363).

McGee (1979: 893) define orientação espacial como *"the comprehension of the arrangement of elements within a visual stimulus pattern and the aptitude to remain unconfused by the changing orientation in which a spatial configuration may be presented"*<sup>20</sup>. Por outro lado, a visualização espacial é *"the ability to mentally manipulate, rotate, twist, or invert a pictorially presented stimuli"*<sup>21</sup> (McGee, 1979: 893). A visualização é muitas vezes referida como a principal responsável pelos sucessos e insucessos na Geometria Descritiva. "A capacidade de passar do concreto para o abstracto parece não constituir uma mera questão de desenvolvimento. Uma das formas de abstracção é a visualização frequentemente associada à cognição" (Bahia, Jesus, Romeiro, & Campino, 2007: 18). De facto, apesar de ambas as competências serem fundamentais para a compreensão e aplicação de conhecimentos geométricos, a passagem do concreto para o abstrato, ou vice-versa, é mais frequente na visualização do que na orientação. A visualização espacial consiste na capacidade de interpretar a ação visual intuitiva e, através dela, construir imagens mentais. Requer operações tridimensionais como a rotação, a secção, a planificação ou a conceção espacial. É a competência mais famosa e mais desejada para a disciplina pois, sem ela, nenhuma outra é adquirida. A passagem da perceção para a visualização é o momento crucial na

---

<sup>20</sup> Tradução livre: ...*"a compreensão da disposição dos elementos dentro de um padrão de estímulos visuais e a aptidão para não se confundir perante uma mudança de orientação de uma configuração espacial"*.

<sup>21</sup> Tradução livre: ...*"a capacidade de manipular mentalmente, girar, torcer ou inverter um estímulo pictoricamente apresentado"*.

determinação da aptidão visual e geométrica. Já a orientação espacial está mais relacionada com o sentido de direção e conexão espacial.

Além destas, há uma série de outras capacidades visuais e espaciais que se envolvem num processamento de informações que conformam a inteligência espacial. Del Grande (1990: 14-20) distingue sete: coordenação visual-motora, memória visual, percepção figura-fundo, constância perceptual, percepção da posição no espaço, percepção das relações espaciais e discriminação visual. Estas são consideradas nas indicações curriculares da Matemática do Ensino Básico e, ainda que não tenham a mesma importância que as anteriores na Geometria Descritiva, devem ser igualmente contempladas e cuidadas no seu processo de ensino/aprendizagem.

A inteligência espacial consiste na competência de apreender, compreender e reconhecer, através da visão, o mundo e a realidade que nos rodeia. As aptidões que lhe são inerentes envolvem o espaço, as formas e os objetos, e pressupõem a capacidade de identificar propriedades e relações, de executar transformações e manipulações mentais, e de criar representações gráficas. Porém, a inteligência espacial não é um dom e, tal como todas as formas de inteligência, pode e deve ser desenvolvida através de metodologias, estratégias e recursos adequados às suas características (Gardner, 1993: 170-205).

### **3.2. Construção do Conhecimento e Pensamento Geométrico**

Conforme referido, a aprendizagem da Geometria, sobretudo a Descritiva, não acontece sem aptidões espaciais, sem a habilidade de perceber, interpretar e processar as informações e os estímulos intrínsecos ao espaço, tais como configuração, orientação, posição e relação de formas e objetos. A gestão que fazemos da correspondência entre o mundo real que nos rodeia fisicamente, e o mundo irreal que concebemos geometricamente,

determina o nosso nível de pensamento geométrico, veículo privilegiado para alcançar a inteligência espacial.

Assim, o pensamento geométrico consiste no conjunto de ações mentais subjacentes à metáfora que estabelecemos entre a geometria concreta e a geometria abstrata. Segundo Wheeler (1981, apud Pavanello, 1989: 180), *"melhor que o estudo do espaço, a geometria é a investigação do espaço intelectual, já que, embora comece com a visão, ela caminha em direcção ao pensamento, indo do que pode ser percebido para o que pode ser concebido"*.

Para uma melhor compreensão da relação do homem com o seu ambiente físico, e da influência das experiências visuais no processo de cognição espacial e geométrica, importa referir algumas considerações e contribuições de autores que se debruçaram sobre o tema.

Faz-se necessário, logo de início, destacar a teoria de Piaget, que surge em meados do séc. XX, e é entendida como motivadora e imprescindível à discussão sobre o construtivismo e a sua implementação no âmbito educacional. Segundo a teoria construtivista de Piaget, o desenvolvimento do conhecimento é resultado de uma experimentação ativa que pressupõe interiorização, organização e formalização de ações. O autor explica a construção do conhecimento, assim como as relações espaciais, numa sucessão de quatro estágios de evolução que começam no plano perceptivo e prosseguem no plano representativo ou intelectual. *"O espaço perceptivo é construído segundo uma ordem de sucessão que vai de relações topológicas iniciais a relações projetivas e métricas, depois, finalmente a relações de conjuntos ligadas aos deslocamentos dos objetos, uns relativamente aos outros"* (Piaget & Inhelder, 1993: 60). Uma ação do sujeito sobre o meio, devidamente interiorizada e organizada, desencadeia um processo evolutivo de estruturas lógicas que permitem evoluir nos patamares do conhecimento: sensorio-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal. A fase que mais interessa para a aprendizagem da Geometria Descritiva é a última, na qual o resultado da acumulação de experiências permite progredir no uso do raciocínio lógico. No entanto, é o amadurecimento durante o percurso que permite sustentação para a aquisição de competências inerentes ao

pensamento geométrico e à sua aplicação. Por isto, o ensino e aprendizagem da Geometria Descritiva devem seguir uma orientação construtivista, guiada pela ideia do 'em processo', na qual o conhecimento não é finito. Além disso, apesar das operações da Geometria Descritiva serem do plano operatório formal, para o seu ensino/aprendizagem é essencial também atuar no plano operatório concreto, uma vez que o estudante do ensino secundário ainda oscila entre os dois estádios de conhecimento.

Outra especulação interessante é o modelo de van Hiele (1985: 243-252), baseado nas experiências do casal de professores de matemática holandeses Pierre van Hiele e Dina van Hiele-Geldof. A investigação que produziram sobre o desenvolvimento do pensamento em geometria surge como um guia para a aprendizagem e avaliação das habilidades dos alunos na disciplina, ainda que mais ligada à matemática. Os van Hiele detetaram uma total desarmonia entre o ensino e a aprendizagem da geometria, e que os problemas e tarefas apresentados às crianças solicitavam frequentemente vocabulário, conceitos ou conhecimento de propriedades, que iam além do nível de pensamento em que se encontravam. Deste modo, apresentaram níveis sequenciais de progressão no raciocínio, que correspondem a características do processo do pensamento geométrico: visualização, análise, dedução informal, dedução formal e rigor. Os diferentes estados propostos pressupõem uma hierarquia de domínios, o que faz com que o nível de raciocínio superior só esteja completo com o alcance dos anteriores. Os van Hiele propõem ainda, correspondentes aos cinco níveis do pensamento geométrico, cinco fases sequenciais de ensino, através das quais sugerem alicerces para uma proposta didática: questionamento ou informação, orientação direta, explicitação, orientação livre, integração. Considero que este modelo, assim como as suas fases de entendimento e aprendizagem, podem ser adaptadas à Geometria Descritiva como forma de identificar a maturidade de pensamento geométrico dos alunos, e estabelecer sugestões específicas para o seu progresso.

A opção por mencionar estas teorias prende-se com o seu campo de ação, pois ambas abordam a construção do conhecimento espacial. A psicologia de Piaget, mais orientada para o desenvolvimento, entende a

geometria como ciência do espaço, e os van Hiele, mais preocupados com as questões da aprendizagem, combinam a geometria como ciência do espaço capaz de demonstrar teorias matemáticas.

No entanto, apesar do carácter construtivista e dedutivo da Geometria Descritiva, a disciplina é frequentemente ensinada do ponto de vista mais instrumental e mecânico, o que não estimula o desenvolvimento da inteligência espacial e conseqüente domínio do pensamento geométrico, que permitem a utilização de conceitos e ideias nas possibilidades representativas do desenvolvimento de projetos.

É incontestável que a inteligência espacial e o pensamento geométrico são fundamentais para a aprendizagem de disciplinas em que a comunicação gráfica é basilar. Vimos que o nosso código genético define sistemas corpóreos, neurológicos e psicológicos que esboçam a nossa abordagem ao espaço. A ligação que o ser humano estabelece com o espaço é inerente ao seu desenvolvimento pessoal e social, praticamente desde a génese.

*"Geometry is grasping space. And since it is about the education of children, it is grasping that space in which the child lives, breathes, and moves. The space that the child must learn to know, explore, and conquer, in order to live, breath and move better in it"*<sup>22</sup> (Freudenthal, 1973: 403).

A inteligência espacial e o conhecimento geométrico podem e devem ser construídos e orientados. Por isto, um adequado aperfeiçoamento das ações visuais (com destaque para a perceção, visualização e representação), associado à aprendizagem da abstração, garante a aquisição de aptidões que permitem alcançar o conhecimento da Geometria, nomeadamente a Descritiva. Assim, *"a capacidade de visualizar as entidades geométricas abordadas na Geometria Descritiva é uma capacidade adquirível, educável, susceptível de ser desenvolvida mediante uma acção dirigida nesse sentido"* (Bensabat, 1996a: 74). Contudo, a grande dificuldade é lidar com situações em que este

---

<sup>22</sup> Tradução livre: "Geometria é compreender o espaço. E quando é sobre a educação da criança, é compreender o espaço no qual a criança vive, respira e se move. O espaço que a criança deve aprender a conhecer, explorar e conquistar, de modo a nele viver, respirar e se mover melhor".

alicerce cognitivo é partitamente inexistente, o que obriga os professores a um constante malabarismo entre colmatar essas falhas e ensinar o programa da disciplina.

### **3.3. Escola e Geometria**

Analisadas as componentes espaciais e cognitivas intervenientes no ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva, convém examinar o estado geral da prática pedagógica da disciplina, e a sua posição na escola. Entenda-se escola na sua multidimensionalidade, não só como lugar físico, mas como acontecimento fundamental na vida do ser humano.

A escola tem as suas raízes na Antiguidade mas é durante o século XVI, no seio das estruturas religiosas, que começa a organizar-se. Aparece, conforme a conhecemos hoje, na Modernidade, apoiada no pensamento iluminista de que era essencial criar uma sociedade orientada pela razão.

*"Consequência das Luzes, da Revolução Francesa e da Revolução Industrial, o século XIX foi, em toda a Europa, o século da escola. Os estados chamaram a si o dever de educar e instruir os seus cidadãos comungando da ideia de que só a educação promoveria o desenvolvimento e a felicidade dos povos, subtraindo-os à miséria material e moral"* (Henriques, 2001: 41).

Consequentemente surge a escola como organização educativa.

*"Compreender a escola como organização educativa especializada exige a consideração da sua historicidade enquanto unidade social artificialmente construída e das suas especificidades em termos de políticas e objectivos educacionais, de tecnologias pedagógicas e de processos didácticos, de estruturas de controlo e de coordenação do trabalho docente e do trabalho discente, etc"* (Lima, 2006: 18).

Porém, as finalidades últimas da escola são (ou devem ser) o ensino, a democratização da educação, a criação de ideias, a transmissão de cultura, de ética, enfim, a formação do cidadão. Além disso, todas as figuras que reúne

(alunos, professores, funcionários, pais, autoridades do sistema educacional, comunidade) estão, em grau menor ou maior, unidas por laços comuns. São, simultaneamente, utentes e agentes numa relação dialética e, como em toda a relação dialética, aqui também os membros não adquirem concretização e realidade apenas neles, mas sim através deles, da sua interposição e com influências externas. Por isto, a escola é mais que uma pura organização formal, tem princípios e valores, que se expressam em ritos e símbolos, que a fazem uma instituição. Mas *"se a Instituição não pode ser apreendida senão através da 'materialidade organizacional' que lhe dá, de certa maneira, 'consistência', é, no entanto, no seu 'peso imaterial considerável', constantemente presente na realidade das relações de força, que a especificidade da instituição deverá ser considerada"* (Ardoino, 1980: 164-165). Ou seja, a divisão em níveis de ensino, as diferentes áreas curriculares, os horários, o regulamento interno, o projeto educativo e as planificações, entre outros dispositivos de regulação e ordem da escola, são importantes, mas não podem transformá-la numa *"máquina disciplinar cuja engrenagem possibilita o controlo dos seus utentes-agentes"* (Pinho, 2012: 19).

Ainda que apoiada em ideais populares, a escola foi-se tornando, ao longo dos tempos, *"numa indústria que regulou e fabricou o ideal de cidadão. Hoje, fabrica o ideal de aluno, o 'bom aluno', que, equivale sensivelmente à mesma coisa. Fazendo-o, através da institucionalização do indivíduo, ao personificá-lo, representá-lo e ao inventariá-lo, artificialmente, sob conceções e perspetivas sociais e psico-pedagógicas de carácter universal"* (Pinho, 2012: 55-56). Assim, atualmente a escola surge *"como um espaço-tempo que categoriza o indivíduo desde o dia em que este nela ingressa, pois pensa-o como alguém que carece de educação e instrução"* (Pinho, 2012: 57).

Obviamente que as sociedades moderna e pós-moderna requerem uma estruturação. Não seria concebível uma escola sem regras físicas e morais, sem uma lógica, sem mecanismos normativos. No entanto, verifica-se que a escola pouco mudou nos dois últimos séculos pois as questões sociais e políticas subjacentes ao seu aparecimento, e que a continuam a fundamentar, são praticamente as mesmas. Algumas revoluções insurgiram-se contra o funcionalismo, condimentaram a burocracia com alguma anarquia, e

conduziram a uma versão menos oficial da escola, mas, desde o século XIX, a escola é, essencialmente, uma instituição de organização social, que estabelece onde, como e o que se ensina. Atualmente, por muito que se disserte sobre a construção do conhecimento, a criatividade e a multidisciplinaridade, a instrução mantém-se formal e constituída por doses de conhecimentos específicos pouco articulados, que levam à indolência.

Mas se por um lado não podemos ser sempre meras marionetas nas mãos da racionalidade, também não podemos ser sempre estratégias controladores do jogo a favor dos nossos interesses. Não podemos ser sempre instituídos, nem sempre instituintes. Podemos, sim, encontrar um equilíbrio tendo em conta o carácter complexo decorrente da atual situação. A escola tornou-se obrigatória e, salvo se quisermos viver à margem da sociedade, ela faz parte do processo de formação, socialização e desenvolvimento de todos os seres humanos. A escola é *"um projeto em permanente incompletude, pois não se esgota nas suas fases de projeção ou de antecipação do futuro. É, acima de tudo, um processo que acontece e que se pode arrastar para lá da concretização do produto alcançado, pretendido pela escola"* (Pinho, 2012: 55). É essencial que todos os atores envolvidos se consciencializem e interajam no processo, de forma a valorizar a participação, o debate, o confronto de interesses e as estratégias, ou seja, de forma a melhorar o processo de institucionalização da escola. *"Se tivermos, assim, que distinguir mais especificamente entre instituição e a organização que ela [escola] produz, é na temporalidade do seu devir e na criação da sua dimensão imaginária que será necessário ir agora procurar de maneira mais profunda"* (Ardoino, 1980: 169).

Neste contexto, a Geometria Descritiva, disciplina contemporânea da escola como instituição, e produto da sociedade industrial, sofreu poucas alterações na forma como foi ministrada ao longo dos séculos XIX e XX. As suas didáticas estagnaram e em muitos aspetos regrediram. A disciplina desvirtuou as características intrínsecas ao sujeito que vive o 'espaço' e se relaciona com as suas geometrias, e transformou-se num receituário de construções.

Pinho (2012: 24) distingue *"três dimensões da geometria: i) o saber geométrico, como o conhecimento baseado no conjunto de dados proporcionados através da relação que é garantida entre uma pessoa e o meio que a envolve; ii) a geometria, correspondente a todo um corpo de postulados e desenvolvimentos científicos levados a cabo por especialistas da área; iii) a geometria como saber, no sentido de uma área curricular disciplinar programada, com finalidades e objetivos a atingir e competências a adquirir."*

Sendo que a geometria como ciência é do domínio da investigação, para o ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva importa essencialmente o saber geométrico e a geometria como saber. O saber geométrico consiste na consciência das nossas experiências, *"pois, quase todas, senão todas as coisas que nos envolvem, porque impregnadas de valor geométrico, são passíveis de representar ou expressar princípios da geometria"* (Pinho, 2012: 21). A geometria como saber refere-se à *"parte do saber geométrico que apresenta e representa a geometria na escola, instituída nas aulas não só de "Geometria Descritiva A", "Educação Visual" e "Desenho A"; mas, também, de "Matemática", "Geografia", "Inglês", ou de quaisquer outras disciplinas"*. (Pinho, 2012: 23). Conforme já foi referido, a segregação, e em muitos casos, o desprezo do saber geométrico na geometria como saber, é um dos grandes motivos de uma deficiente construção do conhecimento geométrico e, conseqüentemente, do fracasso da disciplina. Assim, urge aproximar e articular as duas abordagens, como se fez em outros tempos *"porque, como área de aceção abrangente, o saber geométrico, permite-se a acolher, total ou parcialmente, também, os dogmas, os axiomas e as proposições da geometria como saber"* (Pinho, 2012: 25). Por tudo isto, antes de qualquer didática ou estratégia pedagógica, o contexto sala de aula de aula deve abrir-se para a geometria concreta, enraizada na nossa cultura, presente no dia-a-dia e que nos permite relacionar com o 'espaço' real.

*"A Geometria vive dessa sua coalescência visceral com o mundo físico que nos rodeia e do qual recebemos informações primeiramente pela via dos sentidos. Ela não é apenas 'isso', mas não pode deixar de ser 'isso', sem o que a sua própria identidade se perderia em mundos outros, distantes já da sua própria razão de ser"* (Bensabat, 1996b: 11).

Os perigos maiores para a Geometria Descritiva são perder referências à realidade tecnológica, cultural, profissional ou social, e o seu ensino ser pautado por referências exclusivas à autoridade estabelecida historicamente. Importa referir que, antes de disciplina, a Geometria Descritiva é uma ciência, ou seja, está relacionada com progresso e não pode fossilizar em modelos teóricos ou formais estabelecidos e estabilizados numa instituição de ensino que, em muitos aspetos, remonta ao passado.

Assim, com todo o respeito pelos contextos histórico e académico em que a Geometria Descritiva se insere, é urgente recuperar o seu carácter lato nas escolas, através de práticas pedagógicas aliciantes e reformadoras.

### **3.4. Desenho e Geometria Descritiva em Portugal**

Para um melhor entendimento da posição da Geometria Descritiva na escola, vejamos como sucedeu o seu percurso no contexto do ensino português. O ensino da Geometria Descritiva em Portugal está profundamente relacionado com o ensino do Desenho na instituição liceal implantada em 1834, e que se prolongou até à década de 60 do século XX, destinada a formar uma elite intelectual nacional com o fim último de acesso ao ensino universitário. Neste contexto, o Desenho assume particular interesse devido ao "*contraste patente entre uma identidade curricular que se afirmou pelo empirismo das aprendizagens no seio de um projeto de feição teórica*" (Marques, 2002: 31).

No início, o Desenho estava profundamente associado à Matemática, mas foi progressivamente sedimentando o seu caminho apoiado em dois discursos: a sua relevância na formação académica e a sua utilidade nas indústrias nacionais. Estes discursos, sustentados na lógica do desenho ser portador de uma natureza empírica, justificam a sua ligação à geometria, e portanto, explicam a prioridade do desenho geométrico nos seus conteúdos. "*Os seus objetivos educativos [do Desenho], no século XIX, centraram-se na*

*destreza manual e no afinamento da visão, com vista a que os gestos e a percepção acompanhassem o processo cognitivo de abstracção mental exigido pela formação liceal"* (Marques, 2002: 33). Numa primeira fase, as técnicas de ensino aderiram aos princípios defendidos por Pestalozzi e, posteriormente, Froebel, que estabeleciam uma aprendizagem motora a partir de traçados progressivos. Sabe-se que, além do desenho geométrico, a representação de modelos já fazia parte do programa, ainda que de forma estática e meramente reprodutora.

Após alguma inconstância decorrente das mudanças políticas liberais, a disciplina ganhou independência em 1851. Porém, só em 1860<sup>23</sup> surgem os primeiros programas. Neste cenário, os manuais surgem sob a forma de documentos consolidados de conteúdos e técnicas de ensino, que interpretam o Desenho como regulador do pensamento no âmbito liceal, mas dotado de uma vertente prática com sentido social. Esta interpretação do desenho está patente no *Compêndio de Desenho Linear*, de 1870, da autoria de Teodoro da Mota, usado por várias gerações de alunos e que foi referência fundamental para autores de outros compêndios (Marques, 2002: 34). No *Compêndio de desenho linear elementar*, de José Miguel Abreu, datado de 1879, deteta-se esta organização cada vez mais prescritiva e mecânica iniciada por Teodoro da Mota. Os textos e as imagens nos manuais apareciam isolados pois "*a um volume de texto correspondia um volume de estampas, designado significativamente de atlas*" (Marques, 2002: 33), nos quais os conteúdos estavam organizados do mais simples para o mais complexo. Esta metodização operativa das aprendizagens, o ensino sequencial e a cisão dos saberes era repetida nos programas curriculares. O objetivo era atribuir sentido prático à disciplina de Desenho, demonstrar o seu enraizamento na industrialização e, portanto, enaltecer a sua mais-valia económica para o país.

---

<sup>23</sup> Decreto de 10 de Abril de 1860, publicado no Diário de Lisboa, 1ª série, nº 133, de 12 de Junho de 1860. Publica o Regulamento para os Liceus Nacionais.

No entanto, apesar dos aparentes proveitos do Desenho, na reforma de 1886<sup>24</sup> reduziram-se os seus tempos letivos. Só em 1894<sup>25</sup> voltaria a repor-se a sua importância, desta vez mais centrada no desenvolvimento do intelecto do aluno. Em 1905<sup>26</sup>, os programas ainda tinham a visão eclética entre os novos e os velhos métodos de ensino, mas acontece uma inovação: a representação de objetos observados ao 'natural' que *"remetia para as preocupações de concretização empírica do desenho no estudo da tridimensionalidade, acompanhando o movimento experimental das ciências"* (Marques, 2002: 33). Para isso, produzem-se coleções de modelos através dos quais os alunos podem analisar e manipular o volume de objetos concretos, ao invés de fazer a sua reprodução estática. Nesta etapa também surgem debates sobre a inserção de temas de educação estética, mas salvo *"as 'tímidas' aplicações decorativas ao desenho geométrico apresentadas nos programas como nos manuais, entre o final do século XIX e início do século XX"* (Marques, 2002: 38), o objetivo esteve longe de ser cumprido.

O manual de *Desenho*, de Carlos Adolfo Marques Leitão, composto por quatro volumes, publicado em 1909 e aprovado pelo ensino liceal nas duas primeiras décadas do século XX, foi a expressão dos dispositivos pedagógicos e estéticos que marcavam uma mudança. É considerado por Xavier e Rebelo (2001: 43), *"pedagogicamente, das obras mais profundas no ensino do, então, Desenho, com uma qualidade gráfica (e de leitura) que não vemos conseguida actualmente em obras do ensino secundário de Desenho e Geometria Descritiva"*. Faz o equilíbrio dos discursos empírico e intelectual da disciplina, e centra as aprendizagens no aluno e na sua motivação.

*"Os exemplos que indicamos [no manual] servem apenas para dar uma ideia geral da ordem e processo de ensino que seguimos, de modo a servirem de guia ao aluno, e a dirigi-lo por fôrma que procure utilizar sempre os modelos, maneira de prosequir*

---

<sup>24</sup> Decreto de 29 de Julho de 1886, reforma de Luciano de Castro. Publicado no Diário do governo, 1ª série, nº 170, de 31 de Julho. Decreto reformando a Instrução Secundária.

<sup>25</sup> Decreto de 22 de Dezembro de 1894, reforma de Jaime Moniz. Publicado no Diário do governo, 1ª série, nº 292, de 24 de Dezembro. Decreto aprovando a reforma dos serviços da Instrução Secundária.

<sup>26</sup> Decreto de 29 de Agosto de 1905, reforma de Eduardo José Coelho. Publicado no Diário do governo, 1ª série, nº 194, de 30 de Agosto. Modifica o regime vigente da Instrução Secundária.

*sem fadiga intelectual, acompanhando com facilidade e interesse as sucessivas phases que constituem este ramo de ensino" (Leitão, 1909: 38-39).*

Este manual estabelece uma clara e articulada relação entre textos e imagens colocados em folhas contíguas, seleciona acertadamente as formas a ser representadas, e faz um tratamento cuidado dos enunciados das construções, dos problemas e das indicações para execução. Além disso, organiza os saberes e doseia progressivamente a sua aprendizagem, desde o conhecimento comum das formas, às construções projetivas abstratas.

No âmbito desta investigação, importa referir que muitas preocupações e sugestões metodológicas deste manual são contempladas no programa curricular atual de Geometria Descritiva, mas precisam ser ressuscitadas, com especial destaque para os modelos tridimensionais. *"Tudo se deve fazer menos usar de explicações abstractas, tanto mais que a idade e, portanto, o desenvolvimento intelectual do aluno não permitem n'este grau de ensino, sem prejudicial esforço, que outro meio se empregue que não seja perfeitamente intuitivo" (Leitão, 1909: 37).*

Apesar do aparecimento de originalidades gráficas e cromáticas, desde então não foi publicado nenhum outro manual que mereça, em termos pedagógicos, tanto destaque quanto este. As duas reformas que se seguiram em 1918<sup>27</sup> e 1926<sup>28</sup> também não trouxeram modificações ao contexto curricular liceal. O Desenho permaneceu fortemente ligado à geometria, apesar do aumento progressivo do desenho de 'invenção' e do desenho de 'imitação à mão livre'. Começaram a ouvir-se discursos relativos às novas teorias da percepção, nas quais o Desenho era utilizado em estudos da personalidade e psicologia cognitiva. Porém, quase até à atualidade não se detetaram grandes mudanças no ensino da disciplina.

Após o 25 de Abril de 1974, naturalmente, assiste-se a sucessivas reformas do ensino em Portugal. No que se refere ao Desenho e à Geometria

---

<sup>27</sup> Decreto nº4650, de 14 de Julho de 1918. Publicado no Diário do governo, 1ª série, nº 157. Reforma os serviços da Instrução Secundária.

<sup>28</sup> Decreto nº12425, de 2 de Outubro de 1926. Publicado no Diário do governo, 1ª série, nº 220. Estatuto da Instrução Secundária. Decreto nº12594, de 2 de Novembro de 1926. Publicado no Diário do governo, 1ª série, nº 243. Aprova os programas dos cursos da Instrução Secundária.

Descritiva há uma alteração essencial em 1978 com a implementação do curso complementar<sup>29</sup>. É neste cenário que a disciplina de Desenho toma várias nomenclaturas, de acordo com o nível escolar<sup>30</sup>, entre as quais a Geometria Descritiva. O programa da disciplina incluía os capítulos: projeções axonométricas, desenho cotado, projeção cotada, projeção cónica, dupla projeção. Em 1984, adquire nova nomenclatura, Desenho e Geometria Descritiva<sup>31</sup>, e aparece reorganizada em dupla projeção ortogonal, projeções cotadas e perspetiva, sendo os dois últimos capítulos referidos de forma breve. Em 1989, o 12º ano passa a ser considerado integrante no ciclo de estudos, logo, a disciplina passa a integrar os três anos na componente de formação específica<sup>32</sup>. Nesta reforma, apesar de se criar uma via ensino e outra profissionalizante, não se introduziram diferenciações nos conteúdos programáticos. Com a inserção de mais um ano no Desenho e Geometria Descritiva, os temas do 12º ano passam a incidir no estudo da perspetiva linear, que até então apenas era abordada no ensino superior de forma superficial. Em 1995, reúnem-se na Escola de Ensino Artístico Soares dos Reis, no Porto, cerca de meia centena de professores preocupados com a lecionação do novo programa de Desenho e Geometria Descritiva. Contestam esse programa e criam a APROGED<sup>33</sup> (Associação de Professores de

---

<sup>29</sup> 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>30</sup> 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 Noturno a disciplina manteve o nome de Desenho, apesar dos seus conteúdos serem relativos a Geometria Descritiva.

<sup>31</sup> A inclusão do termo Desenho no nome da disciplina apenas se limita ao papel de associar a Geometria Descritiva ao Desenho e à sua função representativa.

<sup>32</sup> Para os alunos que pretendem ingressar em arquitetura a disciplina denomina-se Desenho e Geometria descritiva A, e a duração é de 4 horas nos três anos. para os que pretendem ingressar em Engenharia a disciplina denomina-se Desenho e Geometria descritiva B, e a duração é de 3 horas no 12º ano.

<sup>33</sup> A Associação dos Professores de Desenho e Geometria Descritiva reúne mais de 3 centenas de Professores de Desenho e de Geometria Descritiva do Ensino Secundário e do Ensino Superior em Portugal. Nasceu no Porto em 30 de Janeiro de 1995 e aí tem a sua sede nacional. A APROGED é um espaço de reflexão e debate, representa e defende os interesses específicos dos Professores de Desenho e de Geometria Descritiva, sendo reconhecida enquanto Parceiro Social junto do Ministério da Educação e outras instituições, pelo que é frequentemente consultada em matéria científica, pedagógica, didáctica e no âmbito de políticas educativas. Publica o Boletim Aproged com artigos diversificados sobre a Geometria e

Desenho e Geometria Descritiva), que se mantém até aos dias de hoje, com uma intensa atividade. Importa referir que, com base nos pareceres elaborados ao longo dos últimos anos, a preocupação da APROGED em relação ao ensino da Geometria Descritiva foi sempre defender o seu carácter de disciplina que educa para a autonomia e a criatividade. Em 1996, é nomeada pelo DES (Departamento do Ensino Secundário) uma Comissão de Reformulação de Programas constituída por: João Pedro Xavier, José Rebelo, e Isabel Abegão. Posteriormente, João Pedro Xavier é mandatado para o Conselho Nacional de Exames do Ensino Secundário. Em 1998, são homologados os novos programas de Desenho e Geometria Descritiva com novas nomenclaturas e novas metodologias. No 12.º ano, a perspetiva cónica volta a sair e a ser abordada no ensino superior, e dá lugar às axonometrias, com determinação gráfica das escalas axonométricas<sup>34</sup>. O atual programa da disciplina resulta de uma revisão curricular e foi homologado em 2001. Retoma a nomenclatura de Geometria Descritiva, e subdivide-se em Geometria Descritiva A, para o curso científico-humanístico de Artes Visuais e alguns artístico-especializados, e Geometria Descritiva B, para determinados cursos tecnológicos e artístico-especializados. Os currículos foram reduzidos a dois anos (10 e 11º ou 11º e 12º), nos quais a Geometria Descritiva A tem 6 horas semanais, e a B tem 4 horas semanais.

Não obstante todas as reflexões que se possam fazer acerca de quais os temas que devem ou não estar contemplados no programa, o maior prejuízo da disciplina nestas últimas reformas foi a concentração curricular em dois anos. Esta redução obriga a que a construção do conhecimento se faça de forma condensada, sem intervalo temporal para o desenvolvimento das competências espaciais. A quantidade de horas semanais obriga a densificar os conteúdos, porém, estes devem ser acompanhados de resolução de problemas que permitam a sua aquisição. Como, devido à extensão do

---

o Desenho. Tem um departamento de Formação de Professores – o Centro de Formação Gaspard Monge / Aproged, que realiza cursos e oficinas em todo o País Tem organizado, com alguma regularidade, Encontros Nacionais e Regionais de Professores de Desenho e de Geometria Descritiva Publica as resoluções dos exames nacionais de geometria descritiva do ensino secundário e emite pareceres sobre a prova. É Membro do Conselho Consultivo do GAVE. Fonte: <http://www.aproged.pt/missao.html>

<sup>34</sup> Fonte: <http://www.aproged.pt/historia.html>

programa, muito do trabalho prático é realizado fora do contexto sala de aula, os alunos sentem a necessidade de investir muitas horas na realização de exercícios e problemas. Assim, além das características cognitivas, o sucesso do aluno vai depender muito do seu perfil pedagógico e da capacidade de trabalho.

Nas Escolas Artística Soares dos Reis e no Instituto das Artes e da Imagem, a opção foi por lecionar a disciplina nos dois últimos anos, pois o intelecto do aluno supostamente estará mais apto para a abstração requerida. Sendo verdade esta vantagem cognitiva, a paragem no 10º ano também prejudica a transferência dos conhecimentos adquiridos no ensino básico relativos às formas e ao espaço. Ou seja, não há soluções ideais.

Assim, com base no que o contexto real oferece, o mais importante é procurar as melhores soluções, através de atitudes sensatas e refletidas. No âmbito desta pesquisa pretendo apresentar uma proposta reformadora mas não utópica.

### **3.5. Programa Curricular de Geometria Descritiva A**

De forma a contextualizar as didáticas investigadas neste documento, interessa analisar o programa curricular de Geometria Descritiva A. Resultado da instituição organizada que é a escola, em qualquer disciplina existe um programa curricular que estabelece quais os conteúdos a lecionar, em quanto tempo, que objetivos se devem alcançar e as competências a adquirir<sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> Segundo o Dicionário de Língua Portuguesa, uma competência é a “*capacidade, poder de apreciar ou resolver dado assunto*”, [um] “*conjunto de conhecimentos teóricos ou práticos que uma pessoa domina, de requisitos que preenche e são necessários para um dado fim*”, [a] “*aptidão para fazer bem alguma coisa*”; e um objetivo é o “*resultado que se pretende alcançar*”, [um] “*ponto de convergência*”, [um] “*propósito*”. Deste modo, uma competência indica o que é necessário para percorrer um dado caminho e objetivo precisa o resultado que deve ser alcançado no final desse mesmo caminho. Objetivo e competência, na teoria curricular, inscrevem-se numa racionalidade de transmissão do conhecimento dirigida para a solução de problemas mediante a aquisição e domínio de estratégias cognitivas. São instrumentos de uma

Segundo a legislação, programa é "o conjunto de orientações curriculares, sujeitas a aprovação nos termos da lei, específicas para uma dada disciplina ou área curricular disciplinar, definidoras de um percurso para alcançar um conjunto de aprendizagens e de competências definidas no currículo nacional do ensino básico e no currículo nacional do ensino secundário" (Lei 47/2006)<sup>36</sup>. Importa perceber que, conforme está descrito na lei, o programa pretende orientar o ensino/aprendizagem e, por isso mesmo, além de circunscrever determinados conteúdos, apresenta-os segundo uma lógica psicopedagógica, normalmente do mais elementar para o mais complicado. Pelo seu carácter instituidor, o programa é sempre o resultado de "uma filtragem disciplinadora, para somente ser apresentado aos alunos fragmentos do que os seus autores se viram obrigados a considerar como essencial abordar em determinadas etapas dos seus desenvolvimentos" (Pinho, 2012: 45). Porém, compete ao professor não se limitar a utilizá-lo como uma série de mandamentos que devem ser cumpridos à risca, ainda que para isso ingresse em territórios pedagógicos menos previsíveis.

O programa de Geometria Descritiva A é composto essencialmente por conteúdos da geometria como saber/ciência. Inicialmente contempla uma abordagem à Geometria Euclidiana lecionada no ensino básico para, posteriormente, no âmbito dos sistemas de representação gráfica rigorosa, trilhar um percurso do particular para o geral, das entidades geométricas simples para as complexas. Na sua introdução, Xavier e Rebelo (2001:3-4) refletem acerca de muitas das questões e preocupações levantadas ao longo desta investigação, desde a definição da disciplina, qual a sua utilidade e importância, a construção do conhecimento, a passagem do concreto para o abstrato, e a utilização de instrumentos didáticos adequados a este tipo de

---

racionalidade curricular técnica que têm por função compendiar o conhecimento em comportamentos ou em saberes ligados à ação. A formulação de objetivos de aprendizagem deve ter em conta a sua finalidade, ou seja, qual a competência que pretendemos alcançar a partir do objetivo que construímos. Desta feita, podemos concluir que "a competência é o *objectivo último dos vários objectivos que para ela contribuem*" (ROLDÃO, 2003: 22), ou seja, a competência é o objetivo que pretendemos alcançar a partir de todos os outros objetivos de aprendizagem.

<sup>36</sup> Decreto-Lei nº 74/2004, de 26 de Março - Estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão curricular, bem como da avaliação das aprendizagens, no nível secundário de educação.

aprendizagem. Na apresentação do programa (Xavier & Rebelo, 2001:5-12) distinguem as finalidades e os objetivos, e transmitem uma visão geral dos temas/conteúdos. Nesta constituição há o cuidado de introduzir um módulo inicial com conhecimentos de geometria elementar, através do qual se pretende colmatar a falha supracitada de falta de bagagem dos anos anteriores, para depois ingressar nos sistemas de representação diédrica e axonométrica. Para a leccionação dos diversos conteúdos os autores propõem uma sequência e respetivas sugestões metodológicas específicas convenientes. *"Isso não obsta, no entanto, a que cada professor leccione o Programa de modo diverso do proposto, tanto mais se a sua experiência de leccionação por outras vias tenha demonstrado ser igualmente positiva"* (Xavier & Rebelo, 2001: 6). Ou seja, não há qualquer tipo de imposição ou obrigatoriedade, caso contrário não seriam sugestões. Inclusive são dados exemplos de temas do programa que podem ser articulados e relacionados pois, *"fundamentalmente importa reter que a rigidez na compartimentação dos conteúdos é mais aparente do que real podendo, em múltiplas situações, a sua sobreposição ou reordenação revelar-se mais vantajosa"* (Xavier & Rebelo, 2001: 6).

As sugestões metodológicas previstas no programa abordam a aprendizagem numa perspetiva construtivista e autorreguladora pois *"rejeitam as noções de que o significado pode ser passado para os alunos através de símbolos ou transmissão, que os alunos podem incorporar cópias exatas da compreensão dos professores para seu próprio uso, que os conceitos podem ser ensinados fora do contexto"* (Fosnot, 1996: 9). Neste sentido, privilegiam a articulação entre a teoria e a prática, a participação dos alunos e o questionamento, num *"processo de ensino-aprendizagem em que o aluno se torna actor de uma investigação, devidamente conduzida pelo professor"* (Xavier & Rebelo, 2001: 13). Para isso aconselham o uso de estratégias didáticas variadas que possibilitem a aquisição das competências a desenvolver (Xavier & Rebelo, 2001: 12-14), entre as quais uma metodologia de resolução de problemas indutiva e dedutiva, o uso de modelos tridimensionais e de *software* de geometria dinâmica, uma abordagem

interdisciplinar com as áreas de projeto e história da arte, e até o convite de personalidades para realização de palestras e/ou participação nas atividades.

Seguem-se os parâmetros para avaliação (Xavier & Rebelo, 2001: 14-15). De acordo com a Lei 47/2006, a avaliação da disciplina é contínua e integra três componentes: diagnóstica, formativa e sumativa. Tem como referência os objetivos e a aferição das competências adquiridas e, define-se segundo dois domínios: cognitivo e operativo, atitudes e valores. Importa referir que, no caso da Geometria Descritiva, a avaliação é um assunto polémico pois, como é uma disciplina específica de ingresso ao ensino superior, há muitas pressões por parte dos alunos e dos encarregados de educação para reivindicarem notas altas. Nos testes de avaliação sumativa, as correções são extremamente objetivas e as classificações deixam poucas margens para dúvidas. Porém, ainda que o aluno alcance resultados quantitativos muito exatos, é importante perceber que a avaliação não se pode basear numa média aritmética. Neste sentido, os alunos devem empenhar-se nas aulas e investir em boas atitudes e valores para melhorarem o seu aproveitamento. No IAI utilizo por vezes as fichas de níveis de conhecimentos criadas pelo Professor José Pedro Carvalho, que deverão ser publicadas em breve. Estas fichas permitem uma avaliação para três níveis distintos (1, 2 e 3) e são realizadas durante duas aulas, no mínimo. Contemplam quatro conteúdos programáticos e para cada um existem 3 problemas diferentes. Inicialmente todos os alunos realizam o nível 2 e dependendo da prestação, passam para a pergunta nível 1 ou 3, que realizam noutra aula. Quer num caso, quer noutro, há um aumento de motivação, ou para alcançar as competências mínimas ou para atingir a excelência. Através destas fichas, as aprendizagens são melhoradas, assim como os resultados.

No desenvolvimento do programa (Xavier & Rebelo, 2001: 17-31), os temas/conteúdos são apresentados a par das respetivas sugestões metodológicas e da previsão dos tempos letivos. De forma exhaustiva, os autores esboçam uma detalhada planificação de como lecionar a disciplina.

Nas últimas páginas do programa são apresentadas as convenções de representação e simbologia devidamente figuradas com exemplos, uma lista

dos modelos tridimensionais didáticos com as respetivas descrições, um glossário de termos específicos da linguagem geométrica, e uma alargada bibliografia no campo de ação da Geometria Descritiva (Xavier & Rebelo, 2001: 32-46).

O programa curricular é o primeiro indicador a ser utilizado quando o docente sabe que vai lecionar determinada disciplina, mesmo antes de conhecer o perfil pedagógico dos alunos. O seu conhecimento permite realizar uma planificação que, como o próprio nome indica, planeia a prática pedagógica e orienta a ação através de linhas mestras. A planificação deve ser um guia orientador e um instrumento reflexivo, em vez do resultado de meras exigências burocráticas, como é vista por maior parte dos professores.

Tal como referi na apresentação, sou professora de Geometria Descritiva desde que ingressei no ensino e, no ano em que iniciei as minhas atividades, o programa foi indispensável para planificar os meus primeiros passos na disciplina. Posteriormente, à medida que a experiência aumentou, ganhei mais autonomia e criei outras sugestões, o que continuo fazer, ano após ano, na perspetiva de melhorar a minha prática pedagógica. Ou seja, só depende do professor sujeitar-se a ser um agente reproduzidor das prescrições do programa, ou ser capaz de o interpretar e o aplicar de diversas formas.

Durante o estágio segui a planificação e respetivos critérios de avaliação aprovados em reunião de disciplina por todos os Professores de Geometria Descritiva da Escola Artística Soares dos Reis<sup>37</sup>. Importa referir que todos os docentes seguem o mesmo documento geral mas têm opção de abordar os conteúdos na sequência que acharem mais conveniente e fazer as adaptações necessárias ao perfil de cada turma. Nos pontos do programa relativos aos métodos geométricos auxiliares é de consenso geral que será desenvolvido apenas o método do rebatimento. Discordo desta opção, justificada pelo facto do método do rebatimento permitir resolver todas as situações de determinação de Verdadeiras Grandezas<sup>38</sup>. A limitação ao ensino/aprendizagem de um só

---

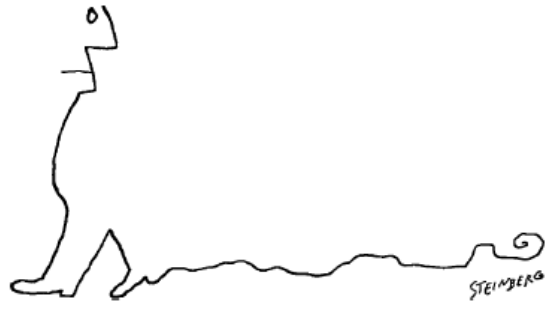
<sup>37</sup> Anexo 02 - Planificação anual e critérios de avaliação aprovados em GD A, na EASR.

<sup>38</sup> Verdadeira Grandeza é o termo utilizado em Geometria Descritiva referente à possibilidade de determinar a medida real de uma entidade geométrica, a partir de pelo menos uma projeção.

método geométrico auxiliar, reduz as possibilidades de escolha do aluno de acordo com as suas capacidades cognitivas, assim como anula a competência de discernir qual o método mais adequado a cada situação.

Por tudo isto, elogio o programa de Geometria Descritiva aqui descrito. Aparentemente pode parecer um roteiro demasiado condensado e específico, com pouca margem para desvios temporais ou experimentações. No entanto, o facto de, ao mesmo tempo, não omitir nenhuma informação relevante para a leccionação da disciplina, delega no professor a opção pela prática pedagógica que lhe parecer mais adequada e poderá ser extremamente útil aos docentes com menos experiência de leccionação da disciplina.

Ao longo da minha experiência, tanto no Instituto das Artes e da Imagem onde sou efetiva, como no estágio na Escola Artística Soares dos Reis, problematizei a didática da Geometria Descritiva, no sentido de pensar possibilidades alternativas às que continuam atualmente a ser realizadas em muitas escolas. Esta investigação, ainda que dotada de sentido crítico, nunca teve intenções subversivas em relação aos documentos oficiais do Ministério da Educação. Assim, a proposta didática apresentada nesta investigação está alicerçada na recuperação e reinvenção das sugestões metodológicas e respetivos recursos, expostos no programa curricular de Geometria Descritiva A.



## **CAPÍTULO 4**

### **PROPOSTA DIDÁTICA**



#### 4.1. Sugestões Metodológicas e Prática Pedagógica

As sugestões metodológicas do programa podem ajudar a resolver os referidos problemas detetados na didática da disciplina, se forem devidamente interpretadas e convenientemente utilizadas, através dos recursos didáticos adequados. Aquilo que me apercebo é que, apesar de todas as críticas que se fazem ao programa, estas nem sempre são devidamente fundamentadas. No caso da Geometria Descritiva critica-se a extensão, a atribuição dos tempos para cada tema, a ordem dos conteúdos, entre outras coisas, mas ninguém questiona a inexistência dos modelos tridimensionais, a escassa oferta de formação em geometria dinâmica ou a falta de articulação com outras áreas disciplinares, que dificultam seguir os pareceres do programa. Antes de censurar, o professor deve testar as sugestões, o que muitas vezes nem chega a acontecer na lecionação da disciplina. No decorrer da minha prática pedagógica, tanto neste ano de estágio, como nos anteriores, tenho procurado e experimentado estratégias didáticas apoiadas nas sugestões metodológicas do programa. A descrição completa<sup>39</sup> de todas as atividades do estágio e da prática pedagógica supervisionada podem ser consultadas nos anexos.

A primeira sugestão apresentada no programa curricular refere que "*as aulas deverão ter um cariz teórico-prático, privilegiando a participação dos alunos*" (Xavier & Rebelo, 2001: 12). De facto, a Geometria Descritiva não pode ser considerada essencialmente teórica ou prática. A dificuldade referida neste âmbito é consequência da indefinição do que é a disciplina, do desconhecimento da sua evolução histórica, da falta de esclarecimento da sua utilidade e da compartimentação dos saberes, não só entre os conteúdos, mas também em relação à articulação com as restantes áreas. A significação, a historicidade, o interesse da disciplina e suas componentes, que foram desenvolvidos na fundamentação desta investigação, devem ser temas a abordar com os alunos, conforme determina o ponto 2.1 do programa. Normalmente estes conteúdos são abordados no início da lecionação da Geometria Descritiva. Por exemplo, no Instituto das Artes e Imagem, onde dou

---

<sup>39</sup> Anexo 01 - Contextualização e Descrição da Prática Pedagógica Supervisionada.

aulas e acompanho as turmas desde o ano inicial, inauguro a disciplina com a sensibilização para estes temas através de filme documentário sobre a origem e evolução da geometria, nomeadamente a descritiva, e com a apresentação de exemplos da sua utilização, com destaque para as áreas específicas dos alunos. Normalmente estas aulas suscitam curiosidade e justificam o que se segue. No entanto, estes conteúdos raramente são reintroduzidos entre matérias, o que dificulta o reforço regular da importância da Geometria Descritiva e afasta-a da realidade.

Neste sentido, *"sugere-se sempre que possível, uma abordagem interdisciplinar, nomeadamente com a Área de Projecto"* (Xavier & Rebelo, 2001: 12). Na Escola Artística Soares dos Reis (EASR), uma vez que a turma que acompanhei se encontrava no ano terminal da disciplina e, por isso, as atividades iniciais já não faziam sentido, houve a preocupação de articular os sistemas de representação com a disciplina de Projeto e Tecnologias. As alunas encontravam-se a conceber uma peça de joalheria e traziam frequentemente dúvidas para a aula de Geometria Descritiva, ainda que de forma informal e muitas vezes em tempo não letivo.

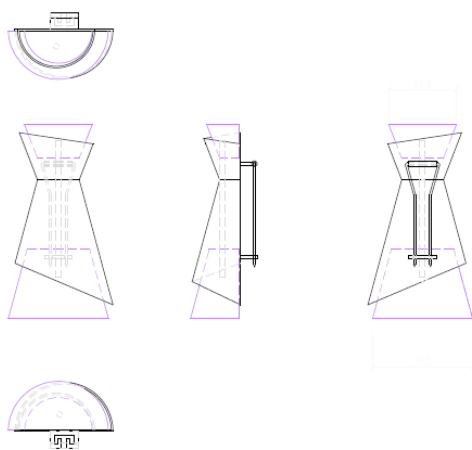


Fig. 30 - Vistas da peça da aluna Joana Ribeiro, 12º C3, EASR



Fig. 31 - Maquete da peça da aluna Cláudia Fontes, 12º C3, EASR

Por vezes também é possível fazer articulação com outras disciplinas, mas sempre ao nível das competências transversais. Por exemplo Português, nos conteúdos de compreensão oral e expressão oral, Matemática, nos conteúdos de geometria no plano e no espaço, Desenho A, nos conteúdos de visão, materiais, procedimentos e sintaxe, e História da Cultura e das Artes,

nos conteúdos relativos à já referida evolução histórica da geometria e representação gráfica. Sempre que possível deve privilegiar-se esta articulação.

*"O professor de desenho, no prosseguimento das suas lições, não tem que entrar directamente no domínio das outras disciplinas na íntima correlação que esta linguagem oferece a todo o ensino; são todos os professores, os de mathematica, de sciencias naturaes, de geographia, historia, e até os das linguas, que devem colaborar n'essa actividade e utilização dos recursos que o desenho lhes oferece". (Leitão, 1909: 43).*

Confirmando ainda a enorme preocupação em fundamentar a disciplina, Xavier e Rebelo (2001: 13), referem que *"será útil convidar personalidades para dar palestras, ou até participar nas aulas, provenientes de diferentes ramos de actividade (arquitectura, engenharia, artes plásticas, design...) onde a presença da Geometria Descritiva constitui uma ferramenta fundamental para a concepção, compreensão e representação das formas que produzem"*. Aparentemente pode parecer que há pouco a fazer e que é redundante gastar tempos letivos com este tipo de atividades. Porém, a recompensa acaba por chegar, mais cedo ou mais tarde e, vem em formato de motivação e interesse na disciplina.

Durante o estágio procedi à dinamização de atividades<sup>40</sup> neste sentido. Organizei, com o restante núcleo de estágio, três conferências sob o tema *Criatividade em contexto escolar*, numa das quais foi abordada a importância da Geometria Descritiva no ato criativo. Escrevi o artigo *Deus eternamente geometriza... - platonismos e desabafos* para a magazine de *Design de Produto*, sobre a utilidade e importância da geometria nas atividades projetuais.

No Instituto das Artes e da Imagem frequentemente convido os já referidos professores José Pedro Carvalho e José Rebelo para participarem nas aulas, o que é uma mais-valia para os alunos pois, além de terem um apoio mais individualizado, têm a oportunidade de conhecer grandes personalidades, mestres na Geometria Descritiva, e aprender com eles.

---

<sup>40</sup> Anexo 05 - Atividades de dinamização do estágio: conferências e publicação de artigo.

Além disso, anualmente dedico cerca de 3/4 tempos letivos para duas visitas de estudo. A primeira consiste numa visita às instalações da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, na altura em que decorre a exposição Anuária. Nesta visita os alunos têm a oportunidade de conhecer o estabelecimento de ensino superior onde muitos ambicionam ingressar, observar os trabalhos realizados pelos alunos dos vários anos e das diversas disciplinas, e detetar a importância da Geometria Descritiva no ato projetual. Em termos práticos para a disciplina é solicitado aos alunos que façam registos informativos de levantamento de um determinado espaço através de desenhos cotados, que posteriormente serão trabalhados na aula. "*O bom habito de esboços á vista, sendo cotados, são úteis exercicios para se executarem depois na classe com precisão e rigor*" (Leitão, 1909: 48). A segunda visita é ao Museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto, onde se encontra o espólio de modelos tridimensionais didáticos de Théodore Olivier. Esta visita permite aos alunos conhecer material pedagógico e equipamento de desenho, traçado e medição, assim como aspetos da sua evolução. Além disso, é realizado um *atelier* educativo de construção de modelos tridimensionais, no qual os alunos concluem dados essenciais sobre os sólidos geométricos.



Fig. 32 - Visita à FAUP e exposição Anuária, 10º A, IAI



Fig. 33 - Visita ao museu do ISEP, 11º A, IAI

*"A classe, nas suas excursões educativas, pôde reunir muito material de estudo. Vê, observa, e sem requintes, abrangendo n'um largo golpe de vista a feição principal do conjuncto d'arte que se lhe oferece; estuda um trecho, e, formado elle, executa-se*

*depois na classe em aplicações varias. Assim esse motivo tem vida, interessa"* (Leitão, 1909: 48).

Antes de passar às sugestões metodológicas relativas aos sistemas de representação, importa refletir sobre o ponto 1 do programa, denominado de Módulo Inicial.

*"Neste 'módulo inicial', onde se pretende visitar as noções essenciais de Geometria no Espaço veiculadas no ensino básico na disciplina de Matemática, tendo em vista o desenvolvimento do conhecimento espacial, deverá ser seguida uma abordagem meramente intuitiva do espaço com recurso a modelos tridimensionais, que podem ser, a própria sala de aula, os objectos que nela se encontram ou modelos específicos dos diferentes sólidos e superfícies a estudar"* (Xavier & Rebelo, 2001: 17).

Foi aqui referido, e é assunto recorrente entre os professores, o problema relativo à bagagem de conhecimentos geométricos que os alunos trazem dos ciclos anteriores. Uma vez que as primeiras abordagens à Geometria Euclidiana e à Geometria Espacial nem sempre são adequadas aos futuros alunos da Geometria Descritiva, eles iniciam mal preparados o estudo da disciplina em termos cognitivos e não entendem a sua linguagem específica, logo, têm pouca competência para mobilizar os recursos exigidos na resolução de problemas geométricos. A extensão do programa, a necessidade de o cumprir e a preparação para um exame nacional, deixam pouco espaço temporal para colmatar as falhas da etapa anterior. Porém, os autores do programa tiveram o cuidado de dedicar 9 tempos letivos para estes assuntos. Muitos colegas meus alegam que a culpa do insucesso na disciplina está no ensino básico e se for preciso até responsabilizam os pais que dão consolas aos filhos em vez de Legos. No entanto, a generalidade dos professores ignora esse módulo, alegando que não há necessidade de o lecionar pois pode-se ir revendo os conhecimentos no decorrer do ano letivo. De facto, pode e deve-se ir recuperando conhecimentos ao longo do ano, mas isso não justifica a anulação do módulo. Além disso, fundamentam que os tempos letivos estabelecidos para o ponto 1 são em demasia e fazem falta para outros conteúdos.

Apesar do meu estágio pedagógico não ter contemplado o ano inicial da disciplina, alerta para a necessidade de não se ignorar este módulo. Os

problemas detetados no âmbito da inteligência espacial e da construção do conhecimento e pensamento geométrico podem ser minimizados através da realização de atividades de construção, modelação, traçado, medição, desenho, visualização, comparação, transformação e classificação, que recuperem a construção do espaço no plano percetivo e desenvolvam as capacidades cognitivas espaciais.

No Instituto das Artes e da Imagem, conforme referi, normalmente inicio o ano letivo com o ponto 2.1 do programa e, seguidamente, passo para o ponto 1. Neste ponto realizo atividades de 'campo'<sup>41</sup>, atividades direcionadas para a transição do saber geométrico intuitivo para o conceptual, que acontecem sob a forma de *atelier*. Estas atividades consistem na identificação de elementos geométricos no espaço da escola e a verificação das posições relativas entre eles, dentro e fora do contexto sala de aula. Posteriormente, proponho alguns problemas geométricos a serem resolvidos apenas visual e espacialmente, à 'mão livre', mas que já obrigam à dedução de procedimentos necessários para chegar a uma solução. No final deste módulo, realizo um teste de Inteligência Espacial<sup>42</sup> com objetivos meramente diagnósticos. Realizei esse teste nas alunas do 12ºC3 da Escola Artística Soares dos Reis, mas o facto de estas já se encontrarem no ano terminal da disciplina não permitiu tirar conclusões relevantes para esta investigação.

Após esta familiarização com a disciplina e abordagem genérica do pensamento geométrico, seguem-se as restantes alíneas do ponto 2 do programa (2.2, 2.3, 2.4), para as quais mantenho as atividades de 'campo'. Nestas convém, acima de tudo, apresentar os diferentes tipos de projeção,

---

<sup>41</sup> A palavra Campo é utilizada tendo como referência o livro *Teoria del Campo - corso de educazione alla visione*, de Atillio Marcolli, datado de 1971. De forma clara, argumentada e bem explicada, o autor estabelece a relação conceptual entre a geometria, o desenho e o projeto. Este livro está dividido em quatro Campos: Campo Geométrico Intuitivo, Campo Gestáltico, Campo Topológico e Campo Fenomenológico. O Campo Geométrico Intuitivo estuda os problemas visuais do ponto de vista da geometria elementar mas com o objetivo de apreender a forma e o espaço intuitivamente. O Campo Gestáltico, cuja denominação deriva da palavra alemã *gestalt* (forma), pressupõe uma configuração que permite a representação. O Campo Topológico, cuja denominação deriva da palavra grega *topos* (lugar), tem que ver com as partes e o todo e pressupõe um entendimento que permite estabelecer relações. O Campo Fenomenológico, deriva da palavra fenómeno, pressupõe o estudo dos factos observáveis nos dois campos anteriores e permite uma compreensão mais extensa e conceptual.

<sup>42</sup> Anexo 05 - Atividades de dinamização do estágio: teste de Inteligência Espacial.

suas aptidões e vocações específicas. Para isso, as sugestões metodológicas apontam para a utilização de exemplos concretos, recurso à apresentação de imagens, por exemplo do mesmo objeto representado por diferentes sistemas, e manipulação de modelos tridimensionais (Xavier e Rebelo (2001: 19-20). Para a lecionação destes pontos, além das sugestões do programa, aconselho a execução de desenhos realizados pelos alunos nos vários sistemas de projeção. Pode ser desenho à mão livre de objetos físicos ou de memória (por exemplo o quarto do aluno), mas que permitam fazer relações entre os diferentes tipos de projeção para que o aluno deduza as possibilidades e características descritivas. Não foram executadas atividades deste tipo no estágio, pela razão óbvia de se tratar do 12º ano, mas os resultados são bastante satisfatórios, pelas experiências que já concretizei no Instituto das Artes e da Imagem.

Enquanto explicadora da disciplina, lido com diferentes alunos, de várias escolas. Através dos registos escritos e atividades das aulas destes alunos, tenho a oportunidade de conhecer práticas pedagógicas de outros colegas docentes. Assim, constato que o mais comum em relação aos pontos 1 e 2 do programa, é fazer uma introdução rápida aos temas através da mera transmissão de informações, para rapidamente se passar aos pontos seguintes, que saem em exame nacional e são os que interessam para os resultados. Os temas iniciais do programa, além de possibilitarem colmatar algumas lacunas relativas ao ensino básico, são cruciais para conhecer a estrutura cognitiva dos alunos, o perfil pedagógico da turma e consolidar bases para os conteúdos seguintes.

Os pontos 3 e 4 do programa reportam-se ao estudo exaustivo da representação diédrica e da representação axonométrica, respetivamente. Para a sua abordagem o método indicado é o questionamento, mesmo nas exposições teóricas de conceitos, para que o aluno seja constantemente instigado a fazer deduções e a tirar as suas próprias conclusões, ou seja, a construir o conhecimento. *"Esta postura metodológica envolverá facilitar a compreensão das situações espaciais que se colocam, permitindo vislumbrar o seu encadeamento e fundamentação. Para isso será indispensável que as*

*respostas sejam testadas e, eventualmente, comprovadas mediante a resolução prática de problemas"* (Xavier & Rebelo, 2001: 12-13).

Aqui reside outra das maiores lacunas do ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva. *"Tem-se verificado uma verdadeira regressão, desde uma geometria que outrora era ensinada como um verdadeiro corpo de saberes e de ginástica mental, para uma geometria do tipo receitual e normativo destinada simplesmente à aplicação de algumas situações concretas e com tendências para chegar à geometria nenhuma"* (Imperial, 2000: 8).

É muito comum o ensino da disciplina ser exercido através do método dogmático<sup>43</sup>, no qual o professor comunica métodos de resolução de problemas-tipo, sem qualquer preocupação com as competências inerentes à disciplina. De facto, esta é uma solução confortável pois assenta num processo mais rápido e até mais seguro. Assim, não se correm riscos de incumprimento do programa e garante-se a preparação para o exame nacional, cuja estrutura é reconhecidamente composta por esses problemas-tipo.

Além disso, a Geometria Descritiva pressupõe a representação e desenvolvimento de elementos tridimensionais projetados bidimensionalmente em planos. Ainda que muitos professores recorram à tridimensionalidade para ilustrar as suas explicações, normalmente só o fazem nos conteúdos iniciais da disciplina, através de exemplos na sala de aula, um livro aberto, uma cartolina dobrada ou modelos construídos por si. Posteriormente recorrem constantemente a representações bidimensionais, através das imagens nos manuais ou desenhos no quadro. O recurso à materialidade não pode ser abandonado de forma abrupta, como se o aluno de um momento para o outro adquirisse a capacidade de abstração total. É *"muito importante que a introdução a esta disciplina se faça recorrendo inicialmente a uma experiência do visível para, a partir desse conhecimento empírico, a capacidade de abstracção dos alunos se desenvolver em progressivos níveis de rigor e formalização"* (Pessegueiro, A., Coimbra, M., Silva, P., 1997: 4). No entanto,

---

<sup>43</sup> O método dogmático consiste na transmissão direta de conhecimentos do professor para o aluno, sem lugar à comunicação. Neste método a aprendizagem é despersonalizada.

esta evolução deve acontecer num trânsito de experiências em duas direções, do concreto para o abstrato e do abstrato para o concreto.

Assim, a didática indicada para o ensino da Geometria Descritiva deverá, além de respeitar o seu objeto de estudo, contemplar uma aprendizagem através de método heurístico<sup>44</sup>, centrada no aluno e no processo de aquisição das competências da disciplina. Para isso, revela-se essencial definir uma ação estratégica, apoiada em recursos didáticos.

## **4.2. Ação Estratégica e Recursos Didáticos**

O conceito de ensinar, entendido como ação especializada dirigida à promoção da aprendizagem de alguma coisa por alguém, é em si mesmo uma ação estratégica, já que requer que se planeie a ação adequadamente de forma a alcançar, para cada aprendente, a aprendizagem pretendida. A estratégia significa uma conceção global, intencional e organizada, de uma ação ou conjunto de ações tendo em vista a consecução das finalidades de aprendizagem visadas.

A relação da estratégia com o currículo e as aprendizagens curriculares sustenta-se no pressuposto de que constituem conteúdos curriculares todas as aprendizagens que se consideram socialmente necessárias e que a escola está mandatada para garantir: esses conteúdos incluem conhecimentos, relações, processos, bem como atitudes e valores.

O sentido de estratégia que se propõe na disciplina de Geometria Descritiva centra-se na conceção finalizada e organizada da ação de ensinar, operacionalizada em atividades. Estratégia não é assim sinónimo nem de tarefa nem de atividades, estas é que podem ser partes constitutivas da estratégia, desde que o seu uso seja orientado para dar sequência à conceção

---

<sup>44</sup> No método heurístico o aluno é protagonista da sua própria formação e realiza as tarefas de buscar, preparar e assimilar os conhecimentos. A tarefa do professor é orientar o processo.

global em causa. A necessidade central é a de uma boa operacionalização técnico-didática que se consubstancia na estratégia.

A ação estratégica delineada visa um saber ativo, capaz de gerar soluções baseadas na reflexão. As atividades devem ser diversificadas, não só para que o processo de ensino/aprendizagem seja construtivo, mas também para suscitar e aumentar o interesse e motivação pela disciplina. Conforme já foi referido, a base é o programa curricular de Geometria Descritiva A, no qual aparecem listados muitos dos recursos didáticos que foram experimentados nas atividades (Xavier & Rebelo, 2001: 16). A principal característica é a aliança entre métodos tradicionais e novas tecnologias: modelos e maquetas tridimensionais e desenho manual com *software* de geometria dinâmica, de modelação tridimensional e de desenho assistido por computador. Através destes recursos didáticos diversos, oferece-se ao aluno a possibilidade de aprender de acordo com as suas capacidades cognitivas e o seu nível de pensamento geométrico.

As aulas devem ser planificadas com esta multiplicidade nos seus diferentes momentos. Na generalidade, as aulas de Geometria Descritiva devem passar por cinco momentos, principalmente na abordagem a novos conteúdos. A introdução, com cerca de 5 minutos, que consiste na entrada na aula, preparação do material de trabalho e enunciação dos objetivos a cumprir. A abordagem aos conteúdos, com cerca de 20 minutos, cuja exposição deve ser feita através dos diversos recursos didáticos, do concreto para o abstrato. Nesta etapa devem repescar-se conhecimentos anteriores, sempre que necessário. A aplicação prática, com cerca de 60 minutos, durante a qual se procede à resolução de exercícios e problemas, de forma a verificar se os conhecimentos foram adquiridos e as competências alcançadas. Esta execução será acompanhada e auxiliada pela docente numa primeira fase, para progressivamente se tornar autónoma e serem os alunos a desvendar as soluções spzinhos. Podem continuar a utilizar-se os recursos didáticos, mas agora mais direcionados para a passagem do abstrato para o concreto. Por fim, a conclusão, com cerca de 5 minutos, que consiste na reflexão coletiva sobre as atividades, síntese dos conhecimentos adquiridos, apontamento do sumário e estabelecimento de indicações para a aula seguinte. Por se tratar de uma

disciplina de rigor, ainda que no âmbito do desenho, as regras na sala de aula caracterizam-se pela organização e compostura. Os alunos devem adotar uma atitude ordeira e concentrada pois esta irá refletir-se nos seus trabalhos.



Fig. 34 - Turma durante a aula de Geometria Descritiva A, 11º A, IAI



Fig. 35 - Aluna durante a execução das práticas letivas, 11º A, IAI

Entre os meios à disposição para a prática pedagógica da Geometria Descritiva, ainda que faça referência a outros, escolhi desenvolver os modelos tridimensionais e a resolução de problemas. Quanto aos modelos, além de ser motivada pela vontade de reavivar os especificamente concebidos para lecionar a disciplina, a opção justifica-se pela capacidade destes instrumentos (físicos ou virtuais) relacionarem o concreto e o abstrato, através de um vínculo bidirecional. A temática da resolução de problemas foi selecionada por oposição à mecanização de fórmulas que se tem instaurado nas práticas letivas da disciplina, totalmente incompatíveis com as competências que lhe são inerentes.

Pode parecer estranha a não referência a manuais escolares como recurso didático, sendo que ao longo da evolução histórica dos sistemas de representação gráfica rigorosa, os tratados sempre tiveram uma importância crucial na estruturação dos saberes. Porém, considero que nenhum compêndio atual reúne benefícios suficientes para ser selecionado. As publicações didáticas de Geometria Descritiva existentes no mercado fazem *"uso excessivo de imagens e da tensão existente destas para com o texto, quando nos deparamos com minuciosas demonstrações, pelo desenho e pela palavra escrita, dos procedimentos e etapas de resolução de exercícios-tipo"* (Pinho,

2012: 41). Desta forma, facilitam a mecanização e condicionam o entendimento dos conteúdos. Este aspeto é preocupante e reflete bem o estado atual da disciplina pois "*a preparación dos profesores e a qualidade dos libros de texto, van ser, sem dúvida nenhuma, tanto onte coma hoxe, as pedras angulares onde se sustenta a qualidade dos sistemas educativos*"<sup>45</sup> (Cabezas, 2002: 50). Na minha prática pedagógica não faço uso de manual e verifiquei que na Escola Artística Soares dos Reis também não foi adotado nenhum. Há a indicação de um livro de exercícios<sup>46</sup> que consiste num guia de estudo e preparação para o exame nacional.

Os recursos utilizados na ação estratégica da didática proposta são determinantes para estimular os alunos e melhorar a construção dos seus raciocínios, tanto no plano concreto, como no abstrato. Assim, interessa o seu conhecimento aprofundado e a sua fundamentação.

### **4.3. Modelos Tridimensionais**

Os modelos tridimensionais, como o próprio nome indica, permitem visualizar as três dimensões espaciais, seja física ou virtualmente. No caso da Geometria Descritiva apresentam-se como uma poderosíssima ferramenta para as práticas letivas, pois permitem a compreensão e interação concreta com o espaço, que facilita a passagem para o referencial abstrato do método de Monge ou outros.

Os modelos tridimensionais podem ser materiais ou virtuais, sendo que os últimos não são realmente tridimensionais pois, ao serem visualizados através imagens digitais, já requerem uma abstração. Pela lógica referida do concreto para o abstrato, começemos pelos modelos materiais.

---

<sup>45</sup> Tradução livre: "...*a preparação dos professores e a qualidade dos livros de texto, vão ser, sem dúvida nenhuma, tanto ontem como hoje, as pedras angulares onde se sustenta a qualidade dos sistemas educativos*".

<sup>46</sup> Müller, M., (2006), *Geometria Descritiva A - Guia de Estudo*, Porto: Porto Editora.

Xavier e Rebelo (2001: 13) apontam "*para uma didáctica assente no uso de modelos tridimensionais, especificamente concebidos para leccionar Geometria Descritiva*", mas será sempre possível utilizar outros mais rudimentares (em papel, acrílico ou cartolina) que os próprios alunos podem executar"<sup>47</sup>. Considero que o uso destes instrumentos, os especialmente concebidos e outros, poderá ser a tábua de salvação do perigo eminente em que se encontra a didática da disciplina, num tempo em que os livros perderam autoridade na fundação do conhecimento, e a era da informática veio revolucionar os recursos gráficos.

Historicamente, o uso de modelos e maquetes tridimensionais foi tratado quase exclusivamente como acessório ao desenho. "*As maquetas eram concebidas como un oficio, subsidiario e dependente do debuxo, carentes dunha autonomía conceptual com capacidade para concibir co mesmo foro teórico concedido ó debuxo*"<sup>48</sup> (Cabezas, 1999: 51). O domínio dos tratados dotou o desenho, principalmente o geométrico e rigoroso, de um aparelho teórico e científico inquestionável, que menosprezou os modelos tridimensionais. Segundo Cabezas (1999: 49), talvez pela necessidade de se restabelecer teoricamente na era da informática, o tema tem sido alvo de uma revisão teórica que tem ocasionado várias exposições de âmbito internacional,

---

<sup>47</sup> Os modelos tridimensionais especificamente concebidos para leccionar Geometria Descritiva mencionados no programa são da autoria dos já referidos Professor José Pedro Carvalho e José Rebelo, e surgiram no âmbito de um núcleo de investigação técnico-pedagógica da disciplina, entre 1982 e 1984, juntamente com as professoras Maria João Gama e Maria de Fátima Silveira. Alerto para a raridade de escolas que possui estes modelos tridimensionais. Que eu tenha conhecimento, estes modelos existem apenas na Escola Artística Soares dos Reis e no Instituto das Artes e da Imagem, doados pelo Professor José Rebelo. Para percebermos o porquê da escassa difusão destes recursos, veja-se a resposta da APROGED à seguinte questão do Grupo 600 da Escola Secundária de Pombal, colocada no blog em 2008, <http://aproged-aproged.blogspot.pt/2008/05/modelos-tridimensionais-para-o-ensino.html>:

"A questão prende-se com a aquisição dos modelos tridimensionais que o programa da disciplina de Geometria Descritiva refere, os quais não conseguimos encontrar disponíveis para aquisição". A resposta da APROGED: "Os modelos tridimensionais, referidos no programa da disciplina, nunca chegaram a ser construídos em série e comercializados pela Aproged com o apoio do Ministério da Educação, por terem custos elevados. No entanto, a sua comercialização pela Aproged é uma hipótese que poderemos considerar futuramente, que implicará, contudo, a revisão dos estatutos da associação. Habitualmente, os professores constroem-nos ou mandam-nos construir em placas acrílicas e/ou madeira, a título individual ou pelo grupo/departamento, para utilização durante as aulas".

<sup>48</sup> Tradução livre: "*As maquetes eram concebidas como um ofício, subsidiário e dependente do desenho, carentes de uma autonomia conceptual com capacidade para conceber com o mesmo foro teórico concedido ao desenho*".

publicações e estudos dedicados ao uso e importância das maquetes em diferentes momentos históricos. *"Non se pode esquecer que, desde a transmissão do arquitecto romano do século I a. C., Vitruvio, das suas tres categorías gráficas: ichnographia, ortographia e scenographia, marcarem-se as teorias do desenho técnico estabelecidas desde o renascimento até a nossa própria época, que se concretizou em diferentes sistemas gráficos"*<sup>49</sup> (Cabezas, 1999: 50).

Na arquitetura já se admitiu a capacidade técnica e conceptual da utilização de modelos tridimensionais para a conceção e comunicação de projetos, considerada igual à dos desenhos e, em alguns casos, até superior. Porém, no ensino da Geometria Descritiva, que serve de base aos sistemas de representação gráfica, a sua aplicação foi sempre limitada, principalmente no que se refere à simulação das projeções e das diversas situações-problema que delas surgem. No máximo alguns manuais da disciplina incluem uma página impressa em cartolina com o desenho dos planos de projeção e a planificação de alguns sólidos para recortar e montar.

A referência mais relevante a modelos tridimensionais de projeções surge no já referido livro *Desenho I*, de Marques Leitão, publicado em 1909, e aprovado nos planos de estudos da instrução pública secundária.

*"Do material da classe faz parte uma caixa, munida de pequenos petrechos, que, quando aberta, deixará ver dois planos orthogonaes, em cortiça, permitindo a figuração da maioria dos problemas elementares relativos ás projeções de pontos e segmentos de rectas. Arames com diferentes grandezas, terminando n'um dos seus extremos em ponta bem aguçada para se poderem cravar nos planos de cortiça, e no outro por pequenas esferas de côres diversas, servirão para representar a posição de diferentes pontos"* (Leitão, 1909: 37).

O atual programa curricular de Geometria descritiva A, à semelhança do que fazia Marques Leitão, refere um total de cinco conjuntos de modelos expressamente concebidos para a lecionação da disciplina e que devem fazer parte dos recursos didáticos da aula (Xavier & Rebelo, 2001: 35). São estes o

---

<sup>49</sup> Tradução livre: *"Não se pode esquecer que, desde a transmissão do arquiteto romano do século I a. C., Vitruvius, das suas três categorias gráficas: ichnographia, ortographia e scenographia, marcam-se as teorias do desenho técnico estabelecidas desde o renascimento até à nossa própria época, que se concretizou em diferentes sistemas gráficos"*.

modelo A, modelo B e K, modelo L, modelo M e modelo N<sup>50</sup>. Orgulhosamente possuo exemplares de todos eles, exceto do modelo L. O modelo N conforme era descrito já não existe, mas foram executados por mim e pelo Professor José Rebelo modelos próprios para cada uma das axonometrias, que só existem no Instituto das Artes e da Imagem.

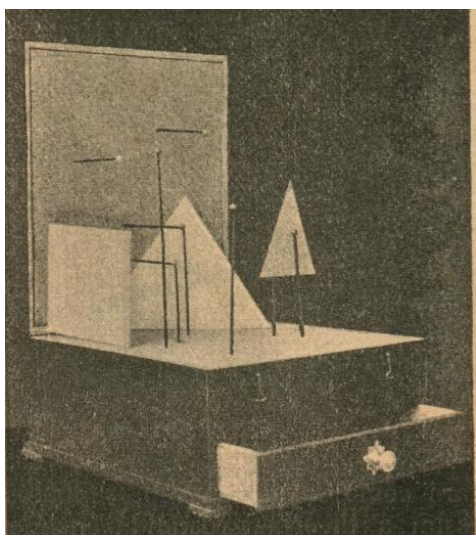


Fig. 36 - Imagem da caixa de modelos referida no livro *Desenho I*, de Marques Leitão

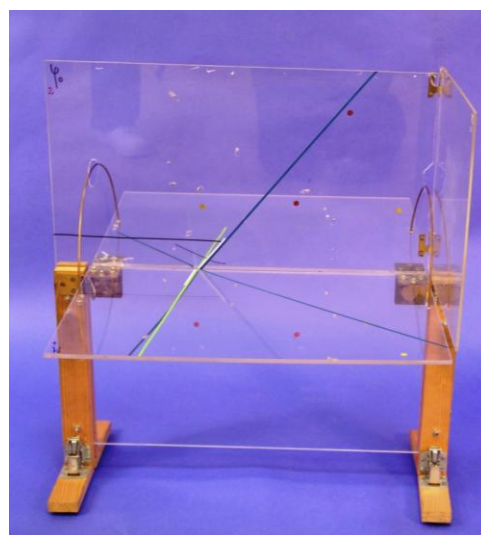


Fig. 37 - Modelo Didático A referido no programa de Geometria Descritiva

À exceção dos modelos B e K, todos os outros referem-se às projeções, seja em representação diédrica ou representação axonométrica. Estes instrumentos permitem fazer a aproximação aos diferentes tipos de projeção e consequente passagem para a sua representação bidimensional. Além disso, a sua correta utilização e manipulação possibilita a demonstração de vários problemas espaciais, o que facilita a compreensão das situações em três dimensões. Deste modo, previne-se a aplicação de fórmulas pré-estabelecidas de resolução de exercícios e potencia-se a indução e a construção dedutiva.

*"A aplicação do material existente na respectiva classe facilitará a composição d'un grande numero de fórmulas diferentes e oferecerá a vantagem de não conduzir o ensino por uma serie de modelos inalteraveis, que, embora bem escolhidos, não poderão nunca mostrar a movimentação que se obtem pela maneira indicada, a mais conveniente para a explanação das regras e preceitos a observar"* (Leitão, 1909: 36).

---

<sup>50</sup> Anexo 04 - Modelos Tridimensionais didáticos

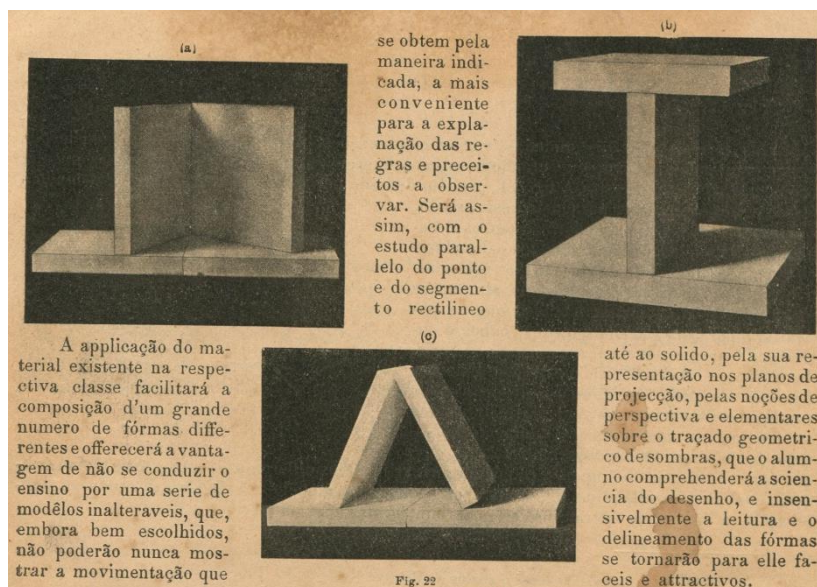


Fig. 38 - Página do livro *Desenho I*, de Marques Leitão, modelo manipulável com diferentes disposições espaciais

Recorro a este tipo de modelos frequentemente e não apenas no início de cada módulo. Ainda que a Geometria Descritiva ambicione o alcance da abstração, de tal forma que o aluno seja capaz de resolver os problemas sem recurso ao real, a correspondência bidirecional concreto/abstrato é crucial no processo de aprendizagem. Além disso, quando o aluno sente que já não precisa da 'muleta' normalmente é o primeiro a querer exhibir vaidosamente a sua autonomia.

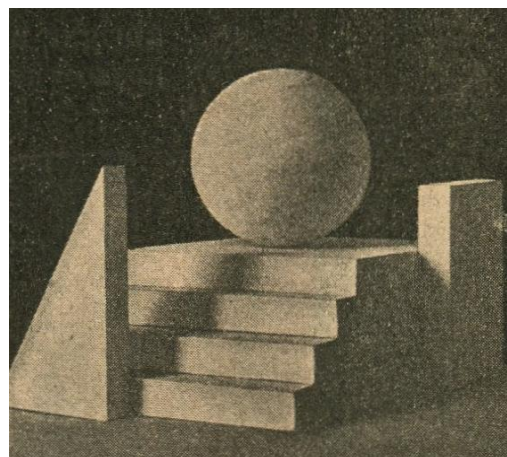
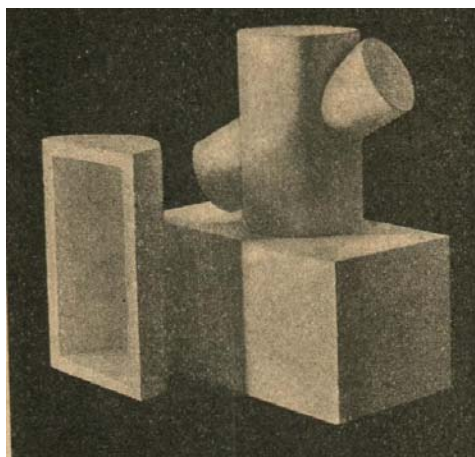
De modo a fundamentar que a presença material da situação que se está a estudar facilita o seu entendimento, durante a minha prática pedagógica supervisionada utilizei o modelo A, o modelo M e a versão atual do modelo N, de acordo com os conteúdos a abordar nas diferentes aulas dinamizadas<sup>51</sup>.

O programa aponta ainda para a imensidão de modelos físicos possíveis, nomeadamente sólidos geométricos construídos em diversos materiais, ou outros, criados e construídos pelos docentes e alunos, conforme já previa Leitão (1909: 35).

*"Para activar o espirito do alumno se mostrará a variedade de modêlos que se podem compôr com parallelipipedos, cubos e outros solidos, que devem fazer parte do material da classe, e auxiliando-se outras combinações feitas pelos proprios alumnos, desde a mais*

<sup>51</sup> Anexo 03 - Aulas Dinamizadas

*simples movimentação de planos e de linhas que os definam, se caminhará gradualmente no estudo das formas".*



Figs. 39 e 40 - Página do livro *Desenho I*, de Marques Leitão, com composições de sólidos

Outras referências no âmbito dos modelos tridimensionais que destaco pertencem aos autores Emma CastelNuovo e Théodore Olivier, igualmente preocupados em ensinar a geometria em ligação à realidade concreta.

No seu livro *La Via della Matematica - La Geometria*, de 1965, Emma CastelNuovo apresenta diversas atividades com recurso a modelos tanto bi, como tridimensionais. Segundo Xavier e Rebelo (Xavier & Rebelo, 2001: 39), "*muitas das propostas de trabalho apresentadas são uma antecipação de 'software' de geometria dinâmica que hoje temos à nossa disposição*". Sendo um livro essencialmente de Matemática, tem muito a ensinar à didática da Geometria Descritiva, no sentido em que desce do pedestal científico das demonstrações teóricas, para se fundamentar nas aplicações práticas.



Fig. 41 - Emma CastelNuovo com um modelo didático.

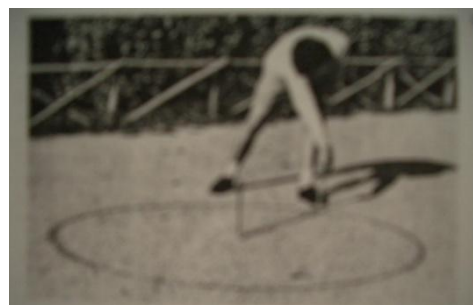


Fig. 42 - Imagem do livro *La Via della Matematica- La Geometria*

A contribuição de Théodore Olivier está exibida atualmente no museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto e reúne um total de vinte e sete modelos, datados de 1868, e fabricados pela casa Secretan (Paris), uma das marcas de instrumentos de precisão mais conceituadas do séc. XIX. O diretor do Instituto e engenheiro civil, Gustavo Adolfo Gonçalves e Sousa (1818 - 1899), na carta da encomenda, referiu que queria para a escola os modelos de Geometria Descritiva iguais aos que havia no Conservatório de Artes e Ofícios de Paris, o que revela a grande influência da França no campo do ensino. Numa altura em que os alunos eram maioritariamente artífices, carpinteiros, serralheiros e ourives, o conhecimento da Geometria Descritiva era crucial para a qualidade dos trabalhos. Pela dificuldade dos temas, este tipo de material didático era determinante para o seu ensino<sup>52</sup>. Estes modelos, que faço questão de visitar anualmente com os meus alunos, são compostos por partes amovíveis e demonstram alguns conteúdos da Geometria Descritiva, entre os quais a interseção de sólidos, as superfícies regradas e as curvas geradas pela interseção entre superfícies.

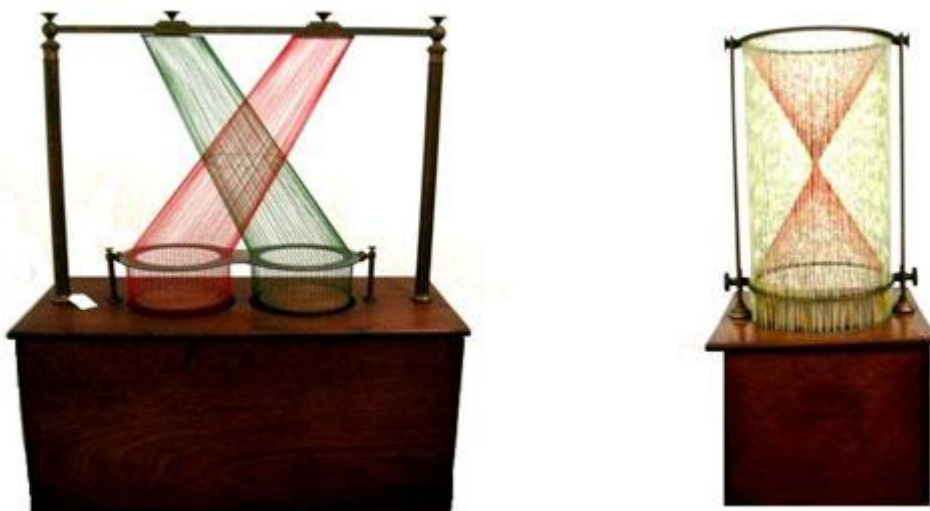


Figs. 43 e 44 - Modelos de Théodore Olivier do espólio do museu do ISEP

---

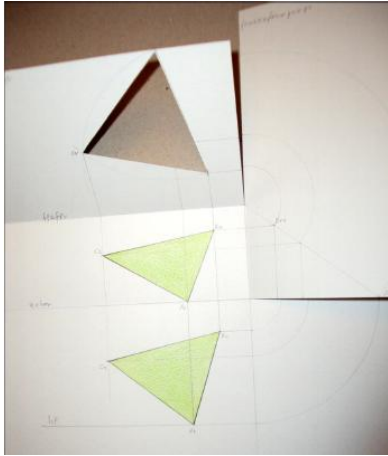
<sup>52</sup> Fonte: <http://www.aproged.pt/modelos.html>

Em 2000, os técnicos do Museu do ISEP iniciaram a recuperação destes modelos, que se encontravam bastante danificados. A investigação levada a cabo ainda não encontrou modelos semelhantes, em nenhuma instituição nacional, facto que leva a acreditar tratar-se de uma coleção única. Existem, contudo, coleções semelhantes no Science Museum (Londres) e no Museu de Artes e Ofícios (Paris).

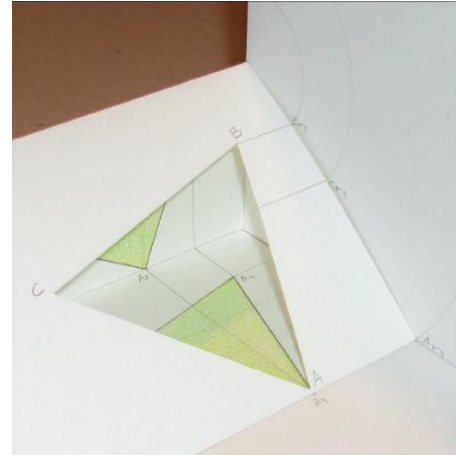


Figs. 45 e 46 - Modelos de Théodore Olivier do espólio do museu do ISEP

Durante a minha prática pedagógica tenho investigado a criação de modelos tridimensionais com base nos desenhos bidimensionais dos exercícios, ou seja, do abstrato para o concreto, ao contrário do que normalmente acontece. Esta pesquisa procura a já referida relação bidirecional do famoso binómio concreto/abstrato. Além disso, inclui o aluno na conceção, representação, construção e manipulação dos modelos, envolvendo-o no processo de ensino/aprendizagem. O aluno deve concluir onde cortar e dobrar as projeções desenhadas no papel, de modo a colocar o exercício tridimensionalmente. A inovação ambicionada com esta experiência é ultrapassar o percurso vetorial de ensino da geometria, do simples para o complexo, do concreto para o abstrato, e dotá-lo de uma circulação em ambos os sentidos, com os necessários momentos de avanço, retrocesso e paragem. O trabalho sobre estes modelos tridimensionais do abstrato para o concreto tem vindo a ser feito em parceria com o Professor José Pedro Carvalho, mas ainda se encontra em processo e longe de estar terminado. O objetivo é vir a publicá-lo, em formato de livro. Podem ver-se amostras destes modelos no *dossier* da prática pedagógica supervisionada.



Figs. 47 - Modelo a partir de exercício - corte e dobragem



Figs. 48 - Modelo a partir de exercício - corte e dobragem

Importa agora fazer alusão aos modelos tridimensionais virtuais, até porque estamos na era de inovação tecnológica e informática. Atualmente, há um grande número de *softwares* que permitem modelação tridimensional capaz de representar o espaço, tais como o *AutoCAD*, o *3D Studio Max*, o *Google SketchUp*, entre outros. Através destas ferramentas é possível construir maquetes digitais muito úteis ao ensino da Geometria Descritiva, principalmente na etapa de transição entre a situação real e a situação simulada.

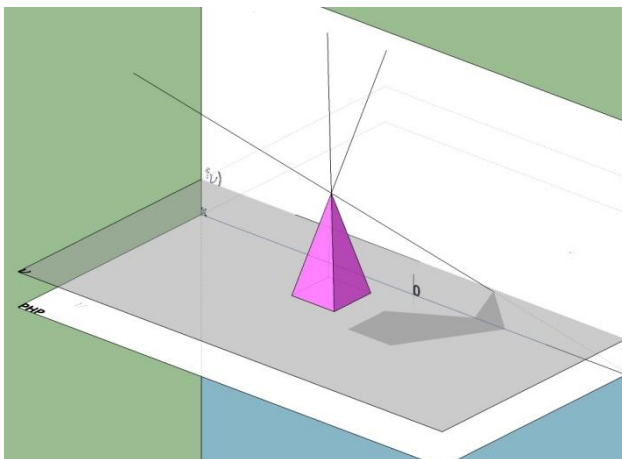


Fig. 49 - Modelo virtual de sombra de pirâmide com base situada em plano horizontal, realizado no *Google SketchUp*

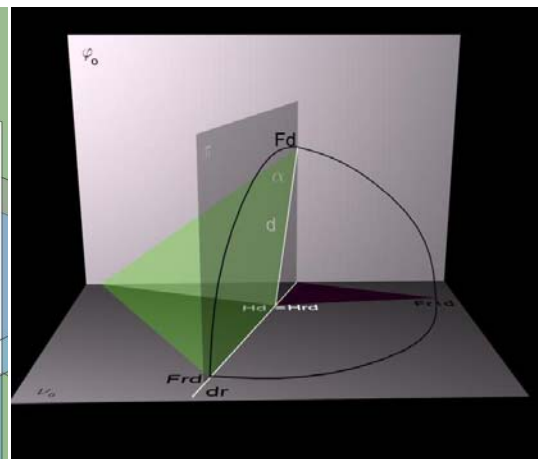


Fig. 50 - Modelo virtual de rebatimento de plano oblíquo para o PHP, realizado no *3D Studio Max*

*"A novidade revolucionaria destes métodos, en relación coa historia dos sistemas de representación xeométrica, reside na poderosíssima capacidade*

*operativa dos procesos analíticos fronte os gráficos, ó daren os primeiros unha resposta inmediata da máquina ante as solicitudes de transformación xeométrica ou visualización dos obxetos*"<sup>53</sup> (Cabezas, 2002: 52) De facto, a imagem final de um modelo virtual construído analiticamente tem sempre um aspeto instantâneo. Se o gravarmos ou imprimirmos para obter uma representação bidimensional, os processos intrínsecos de representação tradicional não aparecem, porque não existem.

É consensual que o computador se apresenta na contemporaneidade sob a forma de uma eficiente ferramenta, que permitiu uma grande evolução ao nível da produção, investigação, comunicação e criação de conhecimento. No contexto projetual as suas vantagens são evidentes no aumento de rapidez e rigor dos desenhos, assim como na capacidade de conceber tridimensionalmente espaços e produzir representações foto-realistas. Já na prática pedagógica da Geometria Descritiva, a utilização do desenho assistido por computador tem sido polémica nos últimos anos: de um lado os nostálgicos da régua e compasso, do outro os inovadores da informática. Como em qualquer debate, todos têm as suas razões, logo, o equilíbrio é sempre a atitude mais razoável. Neste encadeamento, interessa analisar os contras e prós dos modelos virtuais ao serviço da prática pedagógica da Geometria Descritiva.

Uma vez que os sistemas CAD não geram imagens baseadas nos métodos de representação, dificilmente podem servir mais do que a comunicação dos seus conteúdos, logo, as maquetes digitais não podem ser utilizadas como instrumentos de aprendizagem dos processos de construção gráfica. Por isto, dificilmente o aluno poderá fazer parte da sua preparação, ao contrário do que acontece com os modelos tridimensionais físicos. A modelação virtual tem de ser previamente preparada pelo docente para posteriormente ser exposta nas aulas. Porém, a elaboração deste material didático requer o conhecimento dos programas e da sua utilização. Enquanto os modelos corpóreos podem ser facilmente construídos manualmente, os

---

<sup>53</sup> Tradução livre: "*A novidade revolucionária destes métodos, em relação com a história dos sistemas de representação geométrica, reside na poderosíssima capacidade operativa dos processos analíticos fronte aos gráficos, ao darem, os primeiros, uma resposta imediata da máquina diante as solicitações da transformação geométrica ou visualização dos objetos*".

modelos digitais exigem que o professor tenha formação específica neste tipo de *software*. Se por um lado os professores mais jovens provavelmente aprenderam a trabalhar com estas ferramentas durante a sua formação académica, os mais antigos desconhecem-nas e dificilmente irão fazer o esforço para as descobrir, ainda mais perante a atual perspectiva desmoralizante da carreira docente.

Porém, sugere-se a sua utilização pois a tridimensionalidade virtual já pressupõe uma abstração, o que a torna intermediária nos processos de construção do conhecimento espacial e geométrico. A manipulação das maquetes digitais permite simular a noção de infinito e fazer a passagem direta para as projeções, sejam diédricas, axonométricas ou perspéticas. Os sistemas *CAD* têm a vantagem de tornar as representações autónomas dos conceitos teóricos da Geometria Descritiva e podem ser fundamentais no processo de dedução desses mesmos conceitos. Além disso, a sua utilização traz um certo deslumbramento para a aprendizagem pois, naturalmente, os nossos jovens estão sensíveis às imagens virtuais e são seduzidos por elas. A facilidade de partilha destes recursos na *internet* também é vantajosa pois permite estender o material didático para fora do contexto sala de aula.

Pela sua atualidade, várias investigações têm sido realizadas sobre este tema, inclusive no âmbito da Realidade Aumentada<sup>54</sup>. Além disso, tudo indica que os sistemas *CAD* vão acabar por fazer parte do ensino da Geometria Descritiva, como aliás é proposto no parecer da APROGED sobre a disciplina anual de opção do 12º ano referida na revisão curricular do Ministério da Educação.

*"A disciplina exploraria o Desenho numa perspectiva holística e culminaria, numa fase posterior, com a exploração de software específico de geometria dinâmica e de modelação 3D, constituindo, em última análise, um desenvolvimento integrador dos conteúdos abordados pelas disciplinas de Tecnologias de Informação e Comunicação, Matemática, Desenho e Geometria Descritiva A" (APROGED, 20012: 2).*

---

<sup>54</sup> A Realidade Aumentada consiste na filmagem de um local em tempo real e a inserção de objetos virtuais nesse ambiente. As cenas formadas dão a impressão que os objetos virtuais pertencem à realidade.



Fig. 51 e 52 - Exemplos da utilização da Realidade Aumentada no ensino da Geometria Descritiva.

Este poderá ser um ponto de partida para uma articulação entre o ensino secundário e o ensino superior, assim como para explorar sistemas de representação não abordados na disciplina de Geometria Descritiva A.

Durante a minha prática pedagógica utilizei modelos tridimensionais realizados no programa *Google SketchUp*<sup>55</sup>. Este *software* não é específico para o ensino mas fornece uma série de recursos que permitem a construção de uma situação complexa e a exibição da cena a partir de vários pontos de vista. Permite modelar tridimensionalmente de uma forma fácil e rápida, construir representações gráficas variadas e completas. Além disso a versão base é gratuita. Os modelos criados serviram para várias situações de passagem do concreto para o abstrato<sup>56</sup> e verificou-se um notório interesse por parte dos alunos. Neste encadeamento, elaborei a proposta de uma ação de formação contínua para professores sobre o programa<sup>57</sup>. Esta atividade ainda não se realizou devido à impossibilidade de encontrar uma data compatível para todos os intervenientes.

O desenho assistido por computador deve fazer parte da prática pedagógica da Geometria Descritiva, potenciado na agilidade que confere ao

---

<sup>55</sup> O *Google Sketchup* é uma ferramenta multiplataforma (*MacOSX* e *Windows*) cuja facilidade de utilização e interface simples, mas completo, permitem a criação de modelos geométricos complexos com elevado potencial de resolução antecipada de problemas conceptuais e de execução.

<sup>56</sup> Anexo 03 - Aulas Dinamizadas - sombras

<sup>57</sup> Anexo 05 - Atividades de dinamização do estágio: proposta de formação *Google SketchUp*.

desenho e na sua capacidade de ser mais um instrumento ao serviço do pensamento geométrico. O seu uso sensato e com o devido respeito por todos os outros recursos, certamente estimulará novas buscas e caminhos para a disciplina. Caberá também ao professor motivar-se para procurar formação nestas áreas, para as quais muitas ações são promovidas pela APROGED.

Assim, sejam corpóreos ou virtuais, os modelos constituem uma via fundamental na aprendizagem da Geometria Descritiva, pois constituem a situação espacial mais verosímil da tridimensionalidade. Obviamente outros recursos devem ser usados, tais como *software* de geometria dinâmica e os habituais instrumentos de desenho rigoroso convencionais (materiais riscadores, régua, esquadro, compasso e transferidor), entre outros. Falarei de seguida sobre todos os recursos didáticos e a sua importância para a resolução de problemas.

#### **4.4 Resolução de Problemas**

A resolução de problemas apresenta-se sob a forma de uma engrenagem que articula e movimenta todos os intervenientes no processo de ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva.

Antes de mais, alerta para o facto de raramente as atividades da disciplina serem chamadas de problemas, sendo comum a denominação exercícios. No programa da disciplina, a propósito da adoção de uma postura metodológica em prol da indução e dedução, Xavier e Rebelo (2001: 13) referem que "*será indispensável que as respostas sejam testadas e, eventualmente, comprovadas mediante a resolução prática de problemas (...), [de modo a] "promover um processo de ensino-aprendizagem em que o aluno se torna actor de uma investigação, devidamente conduzida pelo professor"*. Ao longo das sugestões metodológicas frequentemente aparecem as expressões visualizar, explorar, deduzir, induzir, e as atividades associadas a fases de

estudo são designadas de problemas-tipo. No entanto, praticamente todos os manuais didáticos intitulam as atividades de exercícios, e mesmo os itens constituintes dos exames nacionais são posteriormente assim tratados, conforme podemos verificar no *site* da APROGED<sup>58</sup>. Raramente se encontram referências a problemas de Geometria Descritiva. Considero que o ideal seria falar de exercícios e de problemas, pois o problema -tipo está entre uma coisa e outra e não é nenhuma delas.

O exercício pressupõe a resolução de uma tarefa através de processos mecanizados, ou seja, é uma atividade de adestramento no uso de alguma habilidade previamente conhecida pelo aluno. Já o problema requer a descoberta de estratégias perante uma situação, ou seja, é um decurso criativo na procura de uma solução. A diferença substancial é que o exercício exige mera aplicação de conhecimentos, enquanto o problema suscita invenção de novos conhecimentos.

Não obstante a necessidade de realização de exercícios no processo ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva, esta não pode ser uma prática corrente, mas, em muitos casos, é a única utilizada. Volto a basear-me na minha experiência enquanto explicadora da disciplina para afirmar que grande parte dos professores adentra os conteúdos apenas com base na exercitação regular. A única preocupação parece ser a preparação dos atletas para a derradeira competição do exame nacional. Aqueles que praticarem com mais regularidade e variedade as acrobacias, mais facilmente alcançam o primeiro lugar do pódio. Porém, nem sempre percebem para que serve a sua exibição. Pior ainda, muitos deles nem querem perceber, limitam-se a repetir e decorar sequências, autênticas coreografias de régua e compasso, com brilhantes resultados finais, dos quais se sentem orgulhosos. Começa assim o já referido ciclo vicioso que desvirtua a disciplina e a pode levar à ruína. Um aluno que aprendeu através da imitação será um docente que ensina através da mecanização. Repito que, sem desconsiderar radicalmente a importância dos exercícios, é urgente a abordagem de problemas na Geometria Descritiva.

---

<sup>58</sup> <http://www.aproged.pt/exercicios.html>

Os diferentes momentos da didática proposta correspondem muito aproximadamente aos níveis de conhecimento do casal van Hiele e respectivas etapas de ensino. Na fase da visualização, o encaminhamento é através de questionamento e informação. Para a análise são desenvolvidas atividades de orientação direta. Para impulsionar a dedução informal acontecem momentos de explicitação. A dedução formal é ativada através de orientação livre. O rigor corresponde à integração de todo o processo. Porém, esta ordem não deve ser linear.

Normalmente o ensino da Geometria Descritiva acontece de forma vetorial, do mais simples para o mais complexo. Além disso, esta transição muitas vezes é feita abruptamente, passando de exemplos concretos imediatamente para abstrações formais. Há a tendência para infantilizar o estágio inicial da percepção, e de seguida saltar bruscamente em busca da concepção geométrica. Porém, a passagem das atividades perceptivas para a sistematização formal não acontece de num só sentido. É fundamental que se estabeleça uma articulação entre a percepção e a concepção, celebrando caminhos convenientes que permitam um trânsito natural entre ambas, com dupla mão de direção. Esta conexão bidirecional deverá ser estabelecida através da construção e da representação.

A resolução de problemas aqui propostos aponta para uma didática do tetraedro, conforme sugere Machado (2002) no seu livro *Epistemologia e Didática - As concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. Esta metáfora associada à configuração do pensamento geométrico refere quatro faces de um tetraedro: a percepção, a construção, a representação e a concepção. As quatro faces são triângulos equiláteros idênticos com elementos comuns articulados tridimensionalmente. O conhecimento geométrico simbolizado neste poliedro fica sempre equilibrado, qualquer que seja a face em que se apoia (Machado, 2002: 54).

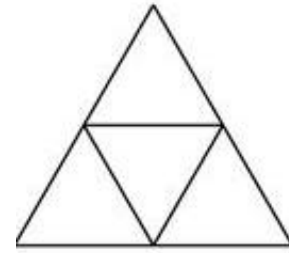
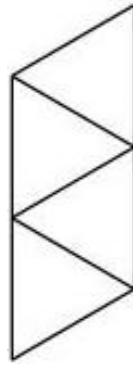
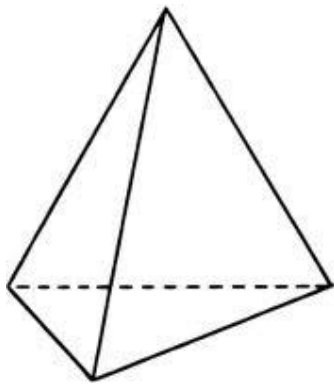


Fig. 53 - Tetraedro (metáfora) Figs. 54 e 55 - Tetraedro planificado de duas maneiras.

Os problemas lançados nas aulas de Geometria Descritiva devem contemplar uma dinâmica entre os quatro processos, em vez de se polarizarem apenas entre a percepção e a conceção. Deste modo, o ensino pode e deve ser iniciado por meio de atividades empíricas, visando a percepção, mas tais atividades devem ser estendidas à construção de objetos físicos e à representação por meio de desenhos, que irão facilitar a conceção por meio de sistematizações. Assim, a percepção estimula a construção. A construção por sua vez reforça a percepção. A representação apura e é apurada pela percepção e pela construção. A conceção engrandece a percepção, a construção e a representação. A totalidade do processo é consequência da articulação entre as diferentes, mas igualmente importantes, atividades cognitivas.

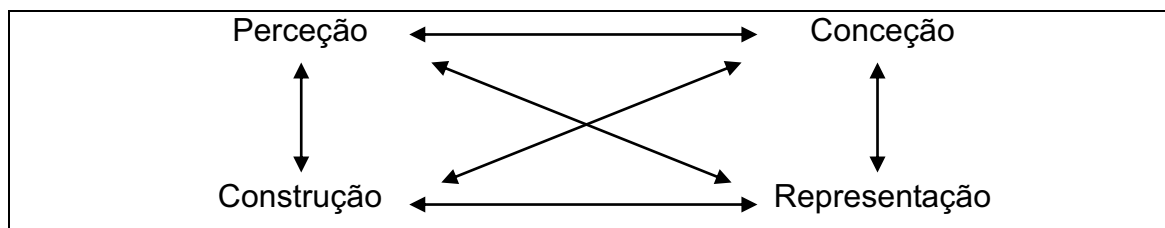


Fig. 56 - Esquema organizativo das inter-relações com base nas teorias de Machado (2002).

No entanto, para que esta relação seja completa, é preciso considerar o que fica entre as faces do sólido e o une, a linguagem. Esta permite a comunicação entre as diferentes faces do tetraedro e deve ser acessível a todos os intervenientes. As setas do esquema figuram essa correspondência. Este é outro dos aspetos que dificultam consideravelmente o ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva. Além do conjunto de

nomenclaturas e termos específicos da disciplina com os quais o aluno tem de se familiarizar, muitas vezes detetam-se incapacidades de interpretação dos enunciados, seja de exercícios, de problemas ou até de textos explicativos. Ainda que este seja um dano colateral de lacunas na Língua Portuguesa, os efeitos são bastante nocivos e devem tentar minimizar-se.

Assim, com base no anteriormente referido, aponto possíveis problemas para aplicar nas aulas de Geometria Descritiva. Muitos outros se podem colocar, com diversas naturezas, basta que o professor saia da sua zona de conforto e arrisque aventuras didáticas com os alunos, nas quais desempenha um papel orientador mas, acima de tudo, provocador de curiosidades. Para facilitar a exposição das propostas, opto por organizá-las de acordo com as supracitadas faces do tetraedro. Obviamente, estas devem associar-se das mais variadas formas e de acordo com o perfil pedagógico dos grupos-turma. Algumas destas opções já foram sendo descritas mais detalhadamente durante a proposta didática, nomeadamente no que se refere aos modelos tridimensionais.

No âmbito da Perceção, a prioridade é colocar problemas com foco na observação e manipulação de objetos materiais e/ou virtuais, e na caracterização do espaço envolvente. Corresponde ao momento de visualização na teoria van Hiele. Os modelos tridimensionais físicos e/ou digitais são um recurso fundamental para as atividades percetivas. Tudo o que rodeia o contexto do aluno e as suas experiências espaciais individuais também são contributos imprescindíveis. O professor deve estimular o questionamento acerca das propriedades dos elementos geométricos e das suas posições no espaço e entre si, recorrendo a exemplos concretos. Se a perceção espacial não for ativada, dificilmente se avança confiante na construção do conhecimento geométrico.



Figs. 57 - Imagem de Legos (brinquedo potenciador da inteligência espacial)



Figs. 58 - Aluna do 11ºA do IAI a manipular o modelo A.

No que se refere à Construção, o desafio é a produção de materiais físicos concebidos pelo estudante. Corresponde ao momento de análise na teoria van Hiele. Sempre que possível, o professor deve implicar os alunos na construção dos modelos utilizados nas aulas. Este tipo de atividades pode passar pela configuração de objetos tridimensionais com diferentes graus de complexidade. Em fases iniciais o repto pode passar pela planificação de sólidos e posterior montagem dos mesmos, e gradualmente vão-se propondo situações mais complexas, como sólidos truncados ou formas tridimensionais compostas. Os modelos fabricados a partir do corte e vinco de exercícios, que tenho vindo a experimentar, também surgem como um poderoso instrumento construtivo, pelo intercâmbio de interações cognitivas que solicitam. Esta é uma forma de transformar os exercícios em problemas. O aluno executa o exercício mas posteriormente tem de resolver o problema de o colocar tridimensionalmente. A capacidade de construir subentende uma considerável percepção espacial.

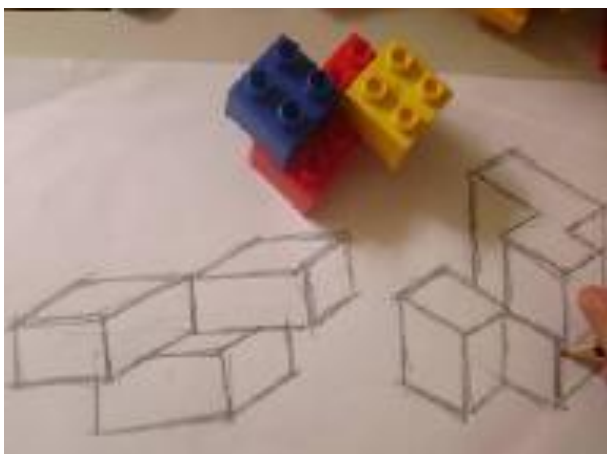


Figs. 59 - Exercícios de Geometria Descritiva com objeto do dia-a-dia.



Figs. 60 - Construção de modelos de sólidos durante o *atelier* educativo do museu do ISEP.

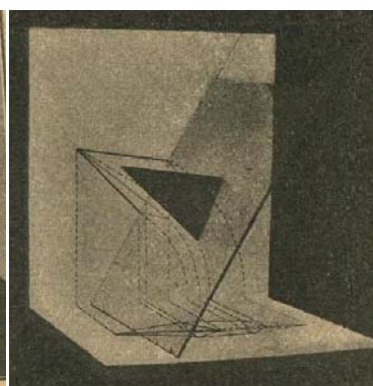
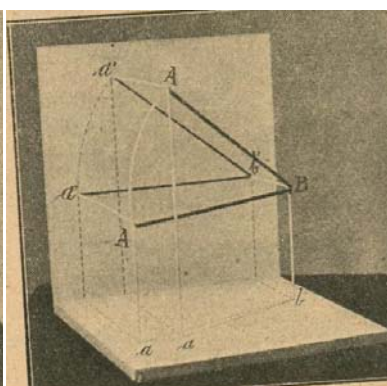
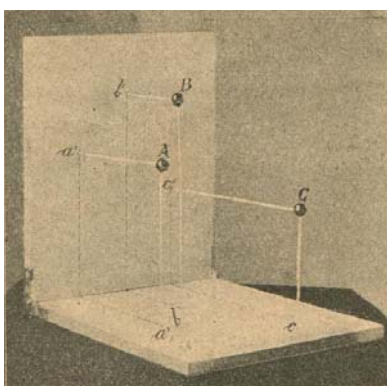
A Representação tem necessariamente a ver com a realização de desenhos, sejam rigorosos ou não. Corresponde a dois momentos na teoria van Hiele: dedução formal e informal. Sendo a função representativa das mais recorrentes da Geometria Descritiva, estes problemas são de extrema importância. Além disso, se nem a percepção nem a construção, tiverem sido convenientemente trabalhadas, o mais certo é a representação se tornar automatizada. Neste âmbito, o ideal será recorrer o menos possível a exercícios, no sentido em que foram descritos anteriormente. Para isso, poderá ser útil *"levantamentos de edifícios, de espaços, de equipamento ou mobiliário com a respectiva representação rigorosa, projectos cenográficos ou outros que envolvam a organização espacial ou a criação de pequenos objectos"* (Xavier & Rebelo, 2001: 13). Este tipo de problemas é uma excelente opção pois aproxima a representação de uma situação real, na qual é o aluno a procurar os dados do enunciado. As situações não devem ser demasiado complexas. Outra hipótese interessante parte de uma proposta de Leitão (1909: 39), na qual se associam os modelos tridimensionais físicos aos sistemas de representação. *"A lição a executar deve ser feita perante o modelo que deve estar patente na classe; um aluno fará as medições precisas para definir o sólido, determinará as cótas necessárias, e fazendo elle proprio a leitura á classe das medidas que tomou, deixará no quadro essas indicações para assim todos os alumnos compõem o desenho"*. Através deste tipo de problemas, o estudante participa ativamente na elaboração das questões, sente-se implicado na aula e responsável pelas atividades.



Figs. 61 - Representação à mão livre de conjunto de Legos.



Figs. 62 - Sólido tridimensional representado à mão livre.

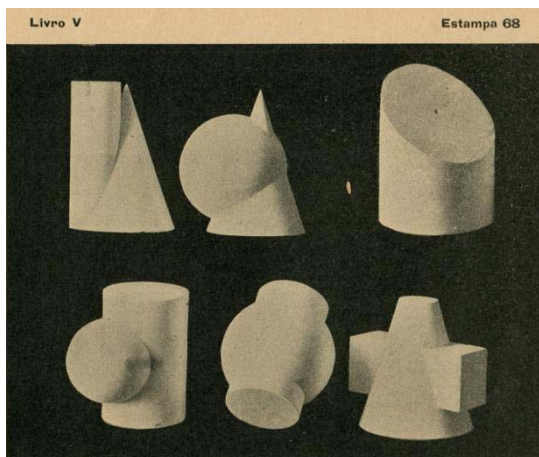


Figs. 63, 64 e 65 - Modelos tridimensionais do livro Desenho I, de Manuel Leitão, os alunos 'tiram' as coordenadas que lhes permitem executar as representações.

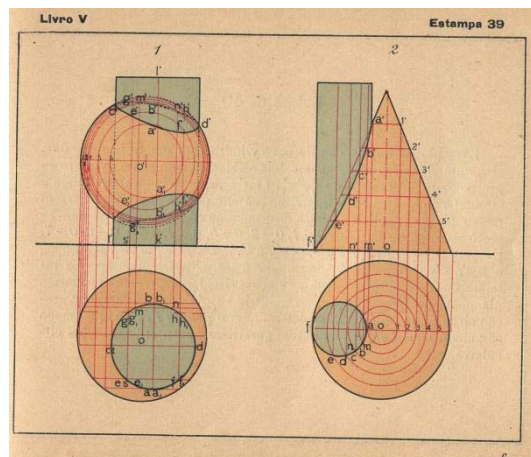
No plano da Conceção, o foco consiste na teorização e no raciocínio lógico-dedutivo, e prevê a aplicação dos conhecimentos. Corresponde também a dois momentos na teoria van Hiele: dedução formal e rigor. Se todas as outras faces do tetraedro do pensamento espacial e geométrico forem devidamente desenvolvidas, a conceção está praticamente garantida. Nesta etapa os problemas devem suscitar a criação, não fosse essa a capacidade artística da Geometria Descritiva. A Geometria Dinâmica pode ser um recurso fundamental para a conceção, pela sua capacidade de animar as representações bidimensionais. Durante o estágio foram utilizados os programas *Geometer SketchPad* e *GeoGebra*<sup>59</sup>. Ainda que seja importante a preparação para o exame nacional, e que a prática de exercícios seja

<sup>59</sup> Anexo 01 - Contextualização e Descrição da Prática Pedagógica Supervisionada: recursos didáticos.

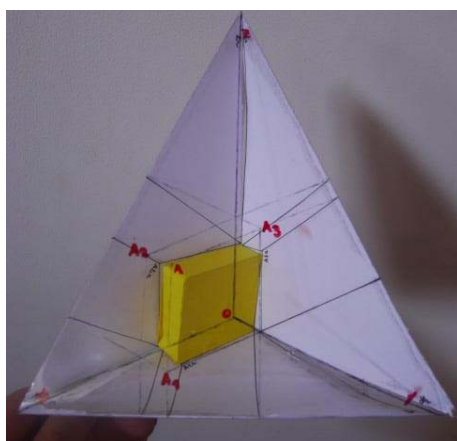
necessária, os desafios propostos devem ir mais além, de modo a levar o aluno a descobrir estratégias na procura de uma solução.



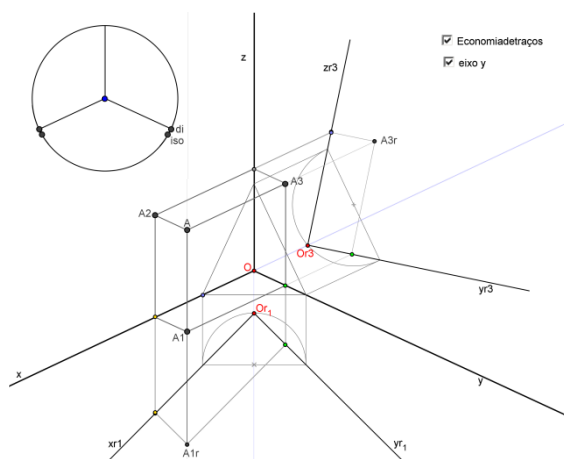
Figs. 66 - Conjunto de sólidos do livro *Desenho I*, de Marques Leitão.



Figs. 67 - Conceção da interseção de dois pares dos sólidos à direita, estampa do livro *Desenho I*, de Marques Leitão.



Figs. 68 - Modelo de axonometria ortogonal de um ponto.



Figs. 69 - Representação axonométrica ortogonal de um ponto em Geometria Dinâmica.

A Linguagem, não sendo uma das faces do tetraedro, é a via comunicacional entre elas. Neste contexto, a expressão oral e escrita é fundamental, os alunos devem ser capazes de explicar as atividades que executam no decorrer do processo. Esta é uma competência que o professor não deve menosprezar em momento algum do processo ensino/aprendizagem. Uma forma vantajosa de melhorar, tanto a interpretação, como a locução, é retomar o hábito de descrever o raciocínio de resolução dos problemas, seja através da escrita ou da oralidade. Normalmente, o aluno não consegue

associar teoria e prática e é incapaz de descrever uma atividade, assim como não consegue conceber experiências pra fundamentar uma teoria. Desta forma, não só se exercita a linguagem geométrica, como se aproxima a teoria da prática. O professor também pode acompanhar alguns problemas da sua respetiva explicação teórica. Para isso, é bastante útil o recurso a programas de apresentação de diapositivos, como o *Microsoft PowerPoint*<sup>60</sup>. Numa fase avançada pode propor-se aos alunos que criem eles próprios os enunciados, para posteriormente os trocarem entre si e solucionarem os problemas uns dos outros.

A resolução dos problemas sugeridos apoia-se na utilização de vários recursos pois quanto mais variada for a didática, melhor os alunos aprendem. Além da preocupação com a construção do conhecimento, estes problemas pretendem também incentivar boas atitudes. Uma vez que a Geometria Descritiva suscita percursos mentais individuais, como individual é igualmente a execução de traçados, estas atividades fomentam valores tais como o espírito de equipa e a responsabilidade.

Ainda que baseada nos mesmos ideais expostos até agora, a didática utilizada nas minhas práticas pedagógicas até este ano de estágio era determinada de forma intuitiva e empírica. A experiência, aliada a esta investigação geral e exaustiva sobre a temática da Geometria Descritiva, permitiu esta enunciação de problemas. São rumos, direções, caminhos, sem qualquer pretensão definitiva. Pressupõem uma variedade, porém, a intenção é única: construir o pensamento espacial e geométrico.

---

<sup>60</sup> Anexo 03 - Aulas Dinamizadas - distâncias





## Considerações Finais



Durante todo o processo de estágio ambicionei alcançar objetivos essenciais que me engrandecessem de competências enquanto profissional do ensino que, na qualidade de docente, deve planificar e regular conscientemente as suas aulas, selecionando os conteúdos curriculares e os procedimentos de aprendizagem mais adequados às características dos alunos e condições do contexto de trabalho. Na investigação teórica pretendi buscar referências documentadas sobre a temática e pesquisar as questões da representação espacial, tanto no âmbito cognitivo, como no educativo e profissional. Esclareci imensas dúvidas, desvendei numerosas curiosidades e prosperei imenso. Afirmo com orgulho que alcancei uma meta muito valiosa que só me faz ter vontade de seguir em frente.

Perante estes sentimentos de realização e grandeza, dedico este espaço de considerações finais para um desabafo, ou melhor, um apelo à classe docente, com base na Geometria Descritiva, mas que se destina à escola em geral.

Verificou-se anteriormente que o sujeito estabelece relações espaciais desde a infância e vai construindo o seu conhecimento neste âmbito desde o primeiro momento que percebe o que o rodeia.

*"Logo que os esquemas começam a funcionar espontaneamente, isto é, fora das explorações imediatas, e a combinar-se mentalmente, eles conferem, por isso mesmo, uma significação aos vestígios deixados pela percepção e elevam-nos, pois, à categoria de símbolos em relação a eles (isto é, aos esquemas); a imagem assim constituída converte-se, assim, no significante, cujo significado correspondente é o próprio esquema sensório-motor" (Piaget, 1978: 331-332).*

Quando Piaget refletiu sobre a representação do espaço na criança referia-se a todas as crianças, e não especificamente aquelas que um dia viriam a ser estudantes de Geometria Descritiva. Assim, o primeiro pressuposto do professor da disciplina deve ser esse. O aluno já se relacionou muito com o espaço quando se confronta com a aprendizagem da Geometria Descritiva e isso não pode ser ignorado. Além disso, em qualquer disciplina, a aprendizagem deve ser um meio de atribuição de significado ao 'mundo' do

aluno. Este nunca se vai interessar pelas exposições do professor, se estas não fizerem sentido para a sua realidade. Por isto, o professor deve proporcionar ferramentas para o pensamento com base no manancial intelectual do estudante, caso contrário os saberes adquiridos não terão aplicação fora do contexto escolar.

Constato frequentemente, pela minha formação acadêmica e atividade paralela, que muitos arquitetos colegas meus não se lembram dos conteúdos de Geometria Descritiva, com exceção dos procedimentos meramente técnicos. Porém, todos frequentaram a disciplina. Ora, se esta é aplicada diariamente na sua atividade profissional, como se justifica este esquecimento? Precisamente porque aprenderam sem a consciência dos quês e dos porquês. O conhecimento não pode ser uma mera acumulação de saberes ineficazes.

Como vimos, a história legítima os motivos pelos quais a ciência da representação foi potenciadora de concepções e representações sociais. Os argumentos para justificar o seu interesse vão dos práticos aos filosóficos, passando pelos doutos e artísticos. Mas o que é deveras obrigatório atualmente é pensar como ela se apresenta e se faz representar hoje, seja dentro ou fora da esfera educativa.

Assim, cabe ao docente ser criativo e buscar soluções no seu domínio de ação. É complicado encontrar uma metodologia na abordagem do ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva ou uma pedagogia adequada às suas características científicas. É confortável o recurso a representações bidimensionais em perspectiva ou dinâmicas, seja no quadro, no computador ou nos manuais. É mais rápido e mais fácil dar os fins para situações tipificadas do que ensinar os meios para investigar e deduzir. Mas que seres humanos se estão formar para a contemporaneidade? Despreparados, fragmentados, e reprodutores, demasiadas vezes os alunos são tratados como recetáculos inertes de informação.

Alerto para a importância de implicar os alunos na relação pedagógica e ter o maior respeito por eles. É necessário fomentar a discussão e o debate sobre a fundamentação das práticas letivas para que eles sejam são agentes ativos e reflexivos, e que se envolvam no processo.

O ensino secundário fecha um ciclo de formação e prepara os jovens para uma nova fase. Por isso, temos que educar e formar pessoas preparadas para a realidade aberta dos dias de hoje, nos quais não podemos dar nada como terminado, seja a aprendizagem, os comportamentos ou as relações. Deste modo, a autorregulação deve ser a base de ação. A aprendizagem deve ser centrada no aluno e sobrevalorizada em duas conceções: cognitiva e construtivista.

Quanto à Geometria Descritiva, o propósito da minha didática é criar alunos independentes, empreendedores, perspicazes e motivados, preparados para enfrentar a atividade artística ou projetual com melhores ferramentas. Foco-me no universo de alunos do ensino secundário com distintos interesses, expectativas, formações, condições socioeconómicas e culturais e, principalmente, sistemas cognitivos diferenciados. Quero desempenhar um papel motivador e orientador do complexo desenvolvimento do conhecimento geométrico. Quero demonstrar a importância da disciplina para as artes visuais e para a criatividade. Quero arriscar estratégias e atividades didáticas que permitam ensinar e aprender Geometria Descritiva, respeitando o seu objeto de estudo, as competências que lhe são inerentes e a individualidade de cada aluno.

A educação deve ser um processo de construção de conhecimento ao qual acorrem, em condição de complementaridade, por um lado, os alunos e professores e, por outro, os problemas sociais atuais e o conhecimento já construído. Agir, operar, criar e construir a partir da realidade; em vez de repetir, recitar, aprender, ensinar o que já está pronto. Por tudo isto, reforço a ideia com que iniciei esta investigação, a qual nunca me abandonou ao longo de todo o processo.

O professor deve usar e construir consistentemente a sua distinção profissional para uma meta: ensinar para a autonomia e criatividade.

*"Today it does no longer makes sense to distinguish among artistic drawing, technical drawing, plate constructed with the rules of the descriptive geometry, CAD, digital model and physical model. Since all these different representations are all compatible to each other, even to transform the one into the other, it is clear, finally, that they are different appearances or avatars of the Model".*

(Migliari, 2004: 77)



## Referências



## Livros:

Ardoino, J., (1980) - *Perspectiva Política de La Educacion*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones

Arnheim, R., (2005) - *Percepção Visual: uma psicologia da visão criadora* (Faria, I., Trad.), São Paulo: Pioneira Thomson Learning, (obra original publicada em 1980)

Cardone, V., (1996) - *Gaspard Monge scienzato della rivoluzione*, Nápoles: CUEN

Choay, F., (1980) - *A regra e o modelo - sobre a teoria da arquitetura e do urbanismo*, S. Paulo: Perspectiva

Castelnuovo, E., (1977) - *La via della matematica - La Geometria*, (8ª ed.), Florença: La Nuova Italia Editrice

Eliot, J., (2000) - *The Nature and Measurement of Spatial Intelligence*, Maryland: Institute for Child Study College of Education, disponível em: <http://drc.ohiolink.edu/bitstream/handle/2374.OX/30659/Eliot%20Spatial%20Test%20Collection.pdf>

Fosnot, C., (1996) - *Construtivismo e Educação, Teoria, Perspectivas e Prática*, (Reis, M., Trad.), Lisboa: Instituto Piaget

Freudenthal, H., (1973) - *Mathematics as an educational task*, Dordrecht: Reidel Publishing Company

Gardner, H., (1993) - *Frames of Mind: the Theory of Multiple Intelligences*, New York: Basic Books

Gropius, W., (1988) - *Bauhaus: nova arquitetura*, (Guinsburg, J., Dormien, I., Trad.), S. Paulo: Perspectiva

Henriques, C., (2001) - "Contributos para a história do ensino do desenho em Portugal no século XIX e princípios do século XX", in *Actas do Seminário: Desenhos do Desenho, nas Novas Perspectivas sobre o Ensino Artístico*, Porto: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto

Hershenson, M., (1999) - *Visual space perception: a primer*, Bradford Books, Massachusetts: MIT Press

Kandinsky, W., (2006) - *Ponto, linha, plano*, (Rodil, J., Trad.), Lisboa: Edições 70, (obra original publicada em 1970)

Leitão, M., (1909) - *Desenho I*, Lisboa: Fernandes & Comp.<sup>a</sup> Editores

Machado, N., (2002) - *Epistemologia e Didática. As concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*, São paulo: Cortez Editoria

Marcolli, A., (1971) - *Teoria del Campo, Corso di educazione alla visione*, Florença: Sansoni Edit

Massironi, M., (1983) - *Ver pelo desenho*, Lisboa: Edições 70

Monge, G., (1827) - *Géométrie Descriptive*, (5ª ed.), Paris: Libraire pour les mathématiques

Piaget, J., (1978) - *Nascimento da inteligência na criança*, Rio de Janeiro: Zahar

Piaget, J., & Inhelder, B., (1993) - *A representação do espaço na criança*, Porto Alegre: Artes Médicas (obra original publicada em 1948)

Platão, (1969) - *Diálogos IV: Sofista, Político, Filebo, Timeu, Crítias*. Col. Livros de bolso Europa-América, 403, Lisboa: Publicações Europa América (obra original séc. 361-347 a.C.)

Roldão, M., (2003) - *Gestão do Currículo e avaliação de Competências: As questões dos professores*, Lisboa: Editorial Presença

Santaella, L., Winfried, N., (1998) - *Imagem, Cognição, semiótica, mídia*, S. Paulo: Iluminuras

Van Hiele, P., (1985) - "The Child's Thought and Geometry", in Fuys, D., Geddes, D., Tischler, R., (Ed.), *English Translation of Selected Writings of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele*, New York: Brooklyn College, School of Education, (obra original publicada em 1959), 243-252

Veloso, E., (1998) - *Geometria: temas actuais / materiais para professores*, Lisboa: Instituto de Inovação Educacional

Ventura, M., (1967) - *Geometria... Ao canto da lareira*, colecção educativa, série C, 13, vol. I, Ministério da Educação Nacional, Direcção geral do Ensino Primário

#### Artigos:

Aguilar, L., (2006) - "Definição de geometria descritiva", in *Boletim da Aproged*, 25 (novembro), 8

Alonso, J., (1996) - "La vocación de aprender arquitectura: Consideraciones sobre el levantamiento arquitectónico en el Renacimiento", in *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 4, Gran Canaria: Departamento de expresión Gráfica y Projectación Arquitectónica de la E.T.S.A. de Las Palmas de Gran Canaria

Bahia, S., Jesus, P., Romeiro, J., & Campino, G., (2007) - "Entre o concreto e o abstracto: A Geometria como elemento estruturante", in *Boletim da Aproved*, 27 (junho), 17-24

Barbosa, M., (2006) - "História do desenho geométrico. Discurso projetual do design gráfico", in *Boletim da Aproved*, 25 (novembro), 9-10

Bensabat, F., (1996b) - "Objecto do Ensino da Geometria Descritiva", in *Boletim da Aproved*, 2 (dezembro), 9-13

Bensabat, F., (2006) - "Geometria Descritiva: sim ou não? Justifique ou...quando crescer quero ter a boca grande para gritar", in *Boletim da Aproved*, 25 (novembro), 5-7

Cabezas, L., (1999) - "O Ensino do Debuxo Técnico. O lastre da tradición na era da informática (I)", in *Revista Galega do Ensino*, 22 (fevereiro), 41-63, disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1358524>

Cabezas, L., (2002) - "Arte e Xeometría. Os textos de ensinanza", in *Revista Galega do Ensino*, 34 (fevereiro), 49-75, disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=229926>

Carroll, J., (1993) - *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*, New York: Cambridge University Press, disponível em: [http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/2174/reading/Carroll\\_1.pdf](http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/2174/reading/Carroll_1.pdf)

Coimbra, M., (2001) - "Editorial", in *Boletim da Aproved*, 16 (maio), 1-2

Costa, M., (1998) - "O futuro da Geometria Descritiva", in *Boletim da Aproved*, 7 (maio), 3-14

Del Grande, J., (1990) - "Spatial Sense", in *Arithmetic Teacher*, 37 (fevereiro), 14-20

Imperial, J., (2000) - "A geometria no ensino superior - Que futuro?", in *Boletim da Aproved*, 11 (janeiro), 3-12

Kyllonen, P., & Glück, J., (2003) - "Spatial ability: Introduction to the Special Issue", in *International Journal of Testing*, 3, 215-217, disponível em: [http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327574IJT0303\\_1](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327574IJT0303_1)

Lima, L., (2006) - "Concepções de escola: para uma hermenêutica organizacional", in Estêvão, C., Lima, L., Sá, V., Silva, E. & Torres, L., (2006), *Compreender a Escola: Perspectivas de análise organizacional*. Porto: Edições ASA, 17-25

Lohman, D., (1988) - "Spatial abilities as traits, processes, and knowledge", in Sternberg, R., (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 181-248

Lohman, D., (1993) - "Spatial Ability and G", in *First Spearman Seminar* (julho), Iowa: University of Iowa, disponível em: [http://faculty.education.uiowa.edu/dlohman/pdf/Spatial\\_Ability\\_and\\_G.pdf](http://faculty.education.uiowa.edu/dlohman/pdf/Spatial_Ability_and_G.pdf).

Marques, L., (2002) - "Da História do Desenho no Liceu Português", in *Educação em Revista*, 35 (julho), 31-42, disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-46982002000100003&lng=pt&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982002000100003&lng=pt&nrm=iso)

McGee, M., (1979) - Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences", in *Psychological Bulletin*, vol. 86-5 (setembro), Washington: American Psychological Association, 889-918

Migliari, R., (2004) - "Drawing as a model - considerations upon the didactics of the drawing", in Migliari, R., *Disegno come Modello*, Roma: Edizioni KAPPA, 76-77, disponível em: <http://w3.uniroma1.it/riccardomigliari/Ref/FullText.aspx?ID=105>

Migliari, R., (1996) - "La vita e l'opera di Monge: critica de un'apologia", in *XY dimensioni del disegno*, vol. 27/28, Roma: Officina, 22-28

Murtinho, V., (2007) - "Geometria como imposição ao real", in *Boletim da Aproged*, 26 (março), 23-30

Paio, A., (2007) - "Princípios geométricos na arquitetura: ordem e número", in *Boletim da Aproged*, 27 (junho), 7-15

Pessegueiro, A., Coimbra, M., Silva, P., (1997) - "Parecer da direcção da APROGED sobre a 2ª versão (finalizada) da proposta de reformulação do programa de Desenho e Geometria Descritiva A - ensino secundário", in *Boletim da Aproged*, 3 e 4 (setembro/outubro), 4-8

Pessegueiro, A., (2001) - "As dificuldades da geometria descritiva", in *Boletim da Aproged*, 18 (dezembro), 21-26

Sousa, P., (1996) - "O quê, o como e o porquê da geometria descritiva", in *Boletim da Aproged*, 2 (dezembro), 14-16

Sousa, P., (1997) - "O que é a geometria descritiva", Colóquio - A Geometria Descritiva, in *Boletim da Aproged*, 3 e 4 (setembro/outubro), 14-19

Strong, S., & Smith, R., (2002) - "Spatial Visualization: Fundamental and trends in engineering graphics", in *Journal of Industrial Technology*, vol. 18-1 (novembro), The Official Electronic Publication of the National Association of Industrial Technology, 1-6, disponível em: <http://atmae.org/jit/Articles/strong122001.pdf>

Vieira, J., (2007) - "O desenho da Geometria é a geometria do desenho", in *Boletim da Aproged*, 26 (março), 15-21

### Trabalhos Académicos:

Bensabat, F., (1996a) - *Ensinar geometria descritiva*, trabalho realizado em situação de licença sabática, livro em preparação, Lisboa

Gani, D., (2004) - *As lições de Gaspard Monge e o ensino subsequente da geometria descritiva*, dissertação de mestrado não publicada, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Panisson, E., (2007) - *Gaspard Monge e a Sistematização da Representação na Arquitetura*, tese de pós-graduação não publicada, Porto Alegre: Universidade Federal de Rio Grande do Sul, disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/14314>

Pavanello, R., (1989) - *O abandono do ensino de geometria: uma visão histórica*, dissertação de mestrado não publicada, São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, disponível em: <http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000045423>

Pinho, R., (2012) - *Indisciplinar a Geometria: O saber geométrico e a geometria como saber*, relatório de mestrado não publicado, Porto: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto e Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto

Torres, C., Campino, G., Gomes, H., Romeiro, J., Coelho, M., & Jesus, P., (2006) - *Entre o concreto e o abstracto. A geometria como elemento estruturante*, relatório de profissionalização em serviço, Lisboa: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Lisboa

### Outros:

Decreto-Lei nº 74/2006, disponível em: [http://www.ispab.pt/pdfs/AcessoEnsinoSuperior/declei76\\_2004.pdf](http://www.ispab.pt/pdfs/AcessoEnsinoSuperior/declei76_2004.pdf)

Dicionário de Língua Portuguesa (2001) - Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa: Verbo

Parecer da direção da APROGED sobre a revisão da estrutura curricular proposta pelo ministério da educação e ciência (2012) - disponível em: <http://www.aproged.pt/Parecerrevisao2012.pdf>

Xavier, J., & Rebelo, J., (2001) - *Programa de Geometria Descritiva A do Curso Científico-Humanístico e Tecnologias e Curso Científico-Humanístico de Artes Visuais*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, disponível em: <http://www.dgicd.min-edu.pt/ensinosecundario/index.php?s=directorio&pid=2&letra=G>





## Lista de Figuras



Fig.1 - Desenho de Villard de Honnecourt (séc. XIII), fonte: Russo, J., (2008) - Aplicação e-Learning em Geometria Descritiva, dissertação de mestrado, Universidade Aberta, 11

Fig.2 - Desenho de Villard de Honnecourt (séc. XIII), fonte:

Fig.3 - Ilustração do método ótico-gráfico apoiado em tabuletas de Brunelleschi, fonte: <http://2.bp.blogspot.com/-nX4Bro4Zmr4/TzVdrilcqyl/AAAAAAAAECc/N5Xp3IMwox8/s1600/alberti%2Bpage.jpg>

Fig.4 - Página do tratado *De Pictura* de Alberti, fonte: <http://maitaly.wordpress.com/2011/04/28/brunelleschi-and-the-re-discovery-of-linear-perspective/>

Fig.5 - Representação das ordens das colunas por Vitruvius, fonte: <http://www.bostonleadershipbuilders.com/vitruvius/figure/3-16.jpg>

Fig.6 - Palácio Rucellai (séc. XV), Florença, projetado por Alberti, fonte: <http://www.foroxerbar.com/viewtopic.php?t=12308>

Fig.7 - Secções de cabeça humana ilustradas em *De prospectiva pingendi* de Piero della Francesca, fonte: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7f/Piero\\_proiezioni\\_di\\_una\\_testa\\_scorciata\\_dal\\_de\\_prospectiva\\_pingendi\\_ante\\_1482\\_milano\\_biblioteca\\_ambrosiana.jpg/250px-Piero\\_proiezioni\\_di\\_una\\_testa\\_scorciata\\_dal\\_de\\_prospectiva\\_pingendi\\_ante\\_1482\\_milano\\_biblioteca\\_ambrosiana.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7f/Piero_proiezioni_di_una_testa_scorciata_dal_de_prospectiva_pingendi_ante_1482_milano_biblioteca_ambrosiana.jpg/250px-Piero_proiezioni_di_una_testa_scorciata_dal_de_prospectiva_pingendi_ante_1482_milano_biblioteca_ambrosiana.jpg)

Fig.8 - *A Flagelação de Cristo* de Piero della Francesca, fonte: <http://www.ibiblio.org/wm/paint/auth/piero/flagellation.jpg>

Fig.9 - Ilustração de *Underweysung der messung mit dem zirckel und richtscheyt* de Dürer, fonte: <http://www.it.hiof.no/wxt/wxt3tests/wxt3images/content/images/durer1.jpg>

Fig.10 - Estudos para seis caras, gravura de Dürer, fonte: [http://www.pablogarcia.org/files/gimags/6\\_profilograph-durer-heads-original.jpg](http://www.pablogarcia.org/files/gimags/6_profilograph-durer-heads-original.jpg)

Fig.11 - Ilustração de *Le premier tome de l'Architecture* de Philibert de l'Orme, fonte: [http://insilicobuilding.files.wordpress.com/2011/09/img\\_5503.jpg](http://insilicobuilding.files.wordpress.com/2011/09/img_5503.jpg)

Fig.12 - Ilustração de *Le premier tome de l'Architecture* de Philibert de l'Orme, fonte: <http://www.metmuseum.org/collections/search-the-collections/90021177?img=0>

Fig.13 - Ilustração de Desargues, fonte: <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Bookpages/Desargues5c.gif>

Fig.14 - Ilustração de *La Géométrie* de Descartes, fonte: <http://botaniq.org/wp-content/uploads/2010/10/descartes-1.jpg>

Fig.15 - Capa do *Traité de stéréotomie à la usage de l'architecture* de Amédée-François Frézier, fonte: [http://images.amazon.com/images/P/2854970233.08\\_SCLZZZZZZZ\\_.jpg](http://images.amazon.com/images/P/2854970233.08_SCLZZZZZZZ_.jpg)

Fig.16 - Ilustração do *Traité de stéréotomie à la usage de l'architecture* de Amédée-François Frézier, fonte: [http://www.kiefer.de/auktion\\_artikel\\_details.aspx?KatNr=1166&Auktion=71#bild1](http://www.kiefer.de/auktion_artikel_details.aspx?KatNr=1166&Auktion=71#bild1)

Fig.17 - Selo da República Francesa com retrato de Gaspard Monge, fonte: [http://igm.univ-mlv.fr/images/monge\\_stamp.jpg](http://igm.univ-mlv.fr/images/monge_stamp.jpg)

Fig.18 - Capa de *Géométrie Descriptive* de Gaspard Monge, fonte: Monge, G., (1827) - *Géométrie Descriptive*, (5ª ed.), Paris: Libraire pour les mathématiques, capa

Fig.19 - Catálogo de mobiliário Arts and Crafts, fonte:  
[http://c20thdesign.files.wordpress.com/2011/05/books\\_034.jpg](http://c20thdesign.files.wordpress.com/2011/05/books_034.jpg)

Fig.20 - Art Nouveau, Livraria Lello, no Porto, fonte:  
<http://www.miragebookmark.ch/images/facade-lello-bookstore.jpg>

Fig.21 - Cartaz revolucionário da Bauhaus, fonte:  
[http://farm4.staticflickr.com/3358/4617905222\\_60f025913c\\_z.jpg](http://farm4.staticflickr.com/3358/4617905222_60f025913c_z.jpg)

Fig.22 e 23 - Ilustrações de *Géométrie Descriptive* de Gaspard Monge, fonte: Monge, G., (1827) - *Géométrie Descriptive*, (5ª ed.), Paris: Librairie pour les mathématiques

Fig.24 - Esquços de Siza Vieira, fonte: *Deus eternamente geometriza, platonismos e desabaços*, fonte: Susana Brandão (em anexo).

Fig. 25 - Estudos de candelabro de Phillippe Starck, fonte: *Deus eternamente geometriza, platonismos e desabaços*, fonte: Susana Brandão (em anexo).

Fig.26 - Ilustração dos sólidos platónicos, fonte: *Deus eternamente geometriza, platonismos e desabaços*, fonte: Susana Brandão (em anexo).

Fig. 27 - Ilustração figurativa do *khora*, fonte:  
<http://aeonlux.blogspot.pt/2012/03/khora.html>

Fig.28 - Diagrama simbólico do intelecto de Robert Fludd, fonte:  
[http://www.sembel.net/wp-content/uploads/2012/05/fludd\\_brain.gif](http://www.sembel.net/wp-content/uploads/2012/05/fludd_brain.gif)

Fig. 29 - Esquema figurativo das diferenças dos hemisférios cerebrais, fonte: desconhecida

Fig. 30 - Vistas da peça da aluna Joana Ribeiro, 12º C3, EASR, fonte: Joana Ribeiro

Fig. 31 - Maquete da peça da aluna Cláudia Fontes, 12º C3, EASR, fonte: Cláudia Fontes

Fig. 32 - Visita à FAUP e exposição Anuária, 10º A, IAI, fonte: Susana Brandão

Fig. 33 - Visita ao museu do ISEP, 11º A, IAI, fonte: Susana Brandão

Fig. 34 - Turma durante a aula de Geometria Descritiva A, 11º A, IAI, fonte: Susana Brandão

Fig. 35 - Aluna durante a execução das práticas letivas, 11º A, IAI, fonte: Susana Brandão

Fig. 36 - Imagem da caixa de modelos referida no livro *Desenho I*, de Marques Leitão

Fig. 37 - Modelo Didático A referido no programa de Geometria Descritiva, fonte: Susana Brandão

Fig. 38 - Página do livro *Desenho I*, de Marques Leitão, modelo manipulável com diferentes disposições espaciais, fonte: Leitão, M., (1909) - *Desenho I*, Lisboa: Fernandes & Comp.<sup>a</sup> Editores

Figs. 39 e 40 - Página do livro *Desenho I*, de Marques Leitão, com composições de sólidos, fonte: Leitão, M., (1909) - *Desenho I*, Lisboa: Fernandes & Comp.<sup>a</sup> Editores

Fig. 41 - Emma CastelNuovo com um modelodidático, disponível em:  
[http://4.bp.blogspot.com/\\_qLdAejeEYHI/RvmtOa0vFal/AAAAAAAAAwc/IKHVkb9kj04/S180/Emma+castelnuovo.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_qLdAejeEYHI/RvmtOa0vFal/AAAAAAAAAwc/IKHVkb9kj04/S180/Emma+castelnuovo.jpg)

Fig. 42 - Imagem do livro *La Via della Matematica- La Geometria*, fonte: Castelnuovo, E., (1977) - *La via della matematica - La Geometria*, (8ª ed.), Florença: La Nuova Italia Editrice

Figs. 43 e 44, 45, 46 - Modelos de Théodore Olivier do espólio do museu do ISEP, disponível em: <http://www.aproged.pt/modelos.html>

Fig. 47 - Modelo a partir de exercício - corte e dobragem

Fig. 48 - Modelo a partir de exercício - corte e dobragem

Fig. 49 - Modelo virtual de sombra de pirâmide com base situada em plano horizontal, fonte: Susana Brandão

Fig. 50 - Modelo virtual de rebatimento de plano oblíquo para o PHP, fonte: Filipa Fernandes

Fig. 51 e 52 - Exemplos da utilização da Realidade Aumentada no ensino da Geometria Descritiva, fonte: Lima, A., Cunha, G., Haguenaer, C., (2008) - "Realidade Aumentada no Ensino da Geometria Descritiva", in *Revista Realidade Virtual*, vol.1, 2 (maio/agosto)

Fig. 53 - Tetraedro (metáfora), fonte: Susana Brandão

Figs. 54 e 55 - Tetraedro planificado de duas maneiras, fonte: Susana Brandão

Fig. 56 - Esquema organizativo das inter-relações com base nas teorias de Machado (2002), fonte: Susana Brandão

Figs. 57 - Imagem de Legos (brinquedo potenciador da inteligência espacial), fonte: desconhecida

Figs. 58 - Aluna do 11ºA do IAI a manipular o modelo A, fonte: Susana Brandão

Figs. 59 - Exercícios de Geometria Descritiva com objeto do dia-a-dia, fonte: desconhecida

Figs. 60 - Construção de modelos de sólidos durante o *atelier* educativo do museu do ISEP, fonte: Susana Brandão

Figs. 61 - Representação à mão livre de conjunto de *Legos*, fonte: desconhecida

Figs. 62 - Sólido tridimensional representado à mão livre, fonte: desconhecida

Figs. 63, 64 e 65 - Modelos tridimensionais do livro *Desenho I*, de Manuel Leitão, os alunos 'tiram' as coordenadas que lhes permitem executar as representações, fonte: Leitão, M., (1909) - *Desenho I*, Lisboa: Fernandes & Comp.<sup>a</sup> Editores

Figs. 66 - Conjunto de sólidos do livro *Desenho I*, de Marques Leitão, fonte: Leitão, M., (1909) - *Desenho I*, Lisboa: Fernandes & Comp.<sup>a</sup> Editores

Figs. 67 - Conceção da interseção de dois pares dos sólidos à direita, estampa do livro *Desenho I*, de Marques Leitão fonte: Leitão, M., (1909) - *Desenho I*, Lisboa: Fernandes & Comp.<sup>a</sup> Editores

Figs. 68 - Modelo de axonometria ortogonal de um ponto, fonte: Susana Brandão

Figs. 69 - Representação axonométrica ortogonal de um ponto em Geometria Dinâmica, fonte: Susana Brandão





**Anexos**

Anexo 01

**Contextualização e Descrição da Prática Pedagógica  
Supervisionada**



## Contextualização do Estágio Profissionalizante

Interessa contextualizar o ambiente em que decorreu o estágio profissionalizante e enumerar as atividades desenvolvidas no seu decorrer pois a proposta apresentada para a didática da disciplina foi a base de todo o trabalho.

Iniciei o processo com muito interesse, diligência e iniciativa nas atividades. Procurei espontaneamente o Professor Alberto Teixeira, Diretor da Escola Artística de Soares dos Reis em que fui colocada, e apresentei-me na escola no mês de Julho, altura em que tive conhecimento da possibilidade de fazer a prática pedagógica supervisionada em Geometria Descritiva, conforme sempre foi a minha vontade, pelos motivos supramencionados na apresentação.

A Escola Artística de Soares dos Reis, no Porto, é uma escola vocacionada para o ensino e prática das artes visuais, com uma vasta oferta de cursos: cursos artísticos especializados, cursos profissionais, cursos EFA (ensino e formação para adultos) e ensino recorrente. Os cursos artísticos especializados são dirigidos para o nível de estudos secundários e desenvolvem-se ao longo de três anos (10º, 11º e 12º). Estão orientados numa dupla perspetiva: o prosseguimento de estudos em cursos de especialização tecnológica ou de ensino superior e a inserção no mundo do trabalho. Existem os cursos de comunicação audiovisual, *design* de comunicação, *design* de produto e produção artística.

No início de Setembro de 2011, antes do começo das atividades, dirigi-me à escola para uma visita (já conhecia a escola mas não nas novas instalações), e para conversar com a orientadora cooperante sobre a prática pedagógica supervisionada. A orientadora cooperante foi a Professora Susana Maria Coxito Afonso, delegada do grupo de docentes de Geometria Descritiva e responsável por esta disciplina. A professora leciona as disciplinas de Projeto e Tecnologias e Geometria Descritiva A, disciplina que me foi atribuída para o estágio. Este primeiro encontro consistiu principalmente numa apresentação mútua, na análise do regulamento de estágio e numa conversa informal em que nos conhecemos um pouco melhor, falamos do mestrado e da disciplina.

A turma onde decorreu a Prática Pedagógica Supervisionada frequentava o 12º ano do curso artístico especializado de *Design* de Produto. A referida turma denominava-se 12º C3, era composta por 21 elementos, dos quais 18 se encontravam a frequentar a disciplina de Geometria Descritiva A, sendo todos do sexo feminino. Destas 18 alunas importa destacar que uma era assistente, ou seja, não era avaliada por frequência e teria de realizar exame de equivalência, e outra nunca compareceu às aulas, acabando por ser excluída por faltas.

Em termos de comportamento, a turma foi sempre disciplinada, aplicada, respeitadora e proporcionadora de um bom ambiente de trabalho em contexto sala de aula, o que permitiu sempre um profícuo processo de ensino/aprendizagem, como se pode comprovar pelas atas das reuniões de Conselho de Turma. As alunas estabeleceram sempre boas relações interpessoais entre si e com os professores. Apesar de não manifestarem

problemas graves de assiduidade, a turma revelou sempre falta de pontualidade, principalmente nos primeiros tempos da manhã e da tarde.

Em relação ao aproveitamento, os resultados eram satisfatórios na generalidade das disciplinas, com exceção da Geometria Descritiva A. A generalidade da turma apresentava grandes dificuldades na disciplina, inclusive várias alunas tinham obtido classificações negativas no ano letivo transato (2009/2010).

A Professora Susana Afonso não tinha sido professora de Geometria Descritiva A de nenhuma das alunas desta turma no ano anterior, porém, foi professora de Projeto e Tecnologias de algumas delas. Assim, a relação sócio afetiva com a turma foi imediatamente acessível. Contudo, a adaptação à didática da professora foi um pouco mais difícil pois, aparentemente, a professora anterior utilizava métodos e recursos pedagógicos distintos.

A reação à presença de uma professora estagiária na sala de aula foi positiva desde o início, as alunas reconheceram o meu saber científico, atribuíram-me estatuto de professora e consideraram-me uma mais-valia na sala de aula.

Assisti a 24 aulas da orientadora cooperante, maioritariamente às sextas-feiras, entre as 15:15h e as 16:45h. O facto desta assistência às aulas ser semanal, permitiu-me acompanhar a forma como a Professora lecionou os diferentes conteúdos do programa, pois cada ponto do programa ocupa no mínimo 3 tempos letivos, que é a frequência semanal da disciplina. Ou seja, assisti a pelo menos uma aula em cada um dos pontos do programa. A aprendizagem por observação é, de facto, fundamental para se aprender a ensinar pois, ao examinarmos o contexto sala de aula, as relações pedagógicas, a gestão da sala de aula, as reações às estratégias didáticas e os resultados das atividades, tiramos conclusões que quando estamos no papel de docência, extremamente implicados no processo, dificilmente nos apercebemos. Uma das opções que fiz para as minhas assistências às aulas foi apenas fazer apontamentos e observações relativos a questões relacionadas com a pedagogia e a didática da Geometria Descritiva. Uma vez que já tenho experiência de lecionação desta mesma disciplina, e que conheço e domino toda a extensão do programa, interessava-me abordar questões relacionadas com o binómio ensino/aprendizagem. Curiosamente, detetei que a abordagem da Professora Susana Afonso, a sua pedagogia da Geometria Descritiva e estratégias didáticas, têm muitas semelhanças com as que eu pratico.

Dinamizei 14 aulas na turma 12°C3. As duas primeiras referentes ao ponto 3.14.1.2 do programa: representação diédrica; problemas métricos; distâncias; distância de um ponto a uma reta. As três seguintes referentes ao ponto 3.15: representação diédrica; figuras planas III; figuras planas situadas em planos não projetantes; plano oblíquo, plano de rampa e plano passante. As duas seguintes foram de substituição da professora Susana Afonso, uma relativa ao ponto 3.17.2: secções de cones, cilindros e esferas. Outra relativa ao ponto 3.18.5: sombra de figuras planas situadas em qualquer tipo de plano. Posteriormente dinamizei três aulas de sombras de pirâmides do ponto 3.18.6.

No término do 2º período dinamizei uma aula dedicada à aplicação de testes de inteligência espacial. Terminei com três aulas de axonometrias

ortogonais referentes à totalidade do ponto 4.3 do programa. Produzi autonomamente todo o material necessário para a dinamização, desde os planos para cada aula, a preparação e organização das atividades, o material didático de apoio, as fichas de trabalho e as grelhas de observação. Os conteúdos foram escolhidos tendo em conta serem de matérias com características muito distintas. As distâncias, as figuras planas e as sombras são conteúdos de representação diédrica, mas com características díspares. As axonometrias são outro sistema de representação.

Além disso, assisti a 7 aulas da minha colega estagiária, Filipa Fernandes, na turma 12°C1 sobre os mesmos conteúdos que as minhas aulas dinamizadas que pode ser consultado no dossier de estágio.

Também marquei presença em 4 das 6 reuniões de disciplina, e em 2 das 3 reuniões de conselho de turma. A minha presença nestas reuniões foi essencialmente de ouvinte, não por receio de ter uma voz ativa, mas porque me interessa mais colher informação no âmbito da minha investigação. No entanto, dei opinião em relação às planificações e critérios de avaliação no decorrer das reuniões de disciplina, assim como participei na análise de todos os documentos estatísticos e na elaboração das matrizes das provas de equivalência à frequência. Em relação às planificações importa referir que todos os docentes seguem o mesmo documento geral mas têm opção de abordar os conteúdos na sequência que acharem mais conveniente e fazer as adaptações necessárias ao perfil de cada turma. Nos pontos do programa relativos aos métodos geométricos auxiliares é de consenso geral que será desenvolvido apenas o método do rebatimento.

Foram organizados 18 seminários científico-pedagógicos por mim e pela minha colega estagiária, dos quais existem atas descritivas dos trabalhos que podem ser consultadas no *dossier* de estágio, escritas alternadamente por cada uma. Nestes encontros houve espaço para a discussão de temas relevantes para a disciplina, para a realização de *workshops* temáticos, para sessões de preparação, análise, correção e avaliação do material produzido para a prática pedagógica supervisionada, assim como para fazer balanços sobre o desempenho e aproveitamento das turmas. Um dos *workshops*, relativo à utilização do *PowerPoint* nas aulas de Geometria Descritiva, foi ministrado por mim.

Participei na execução de todos os testes através de sugestões nos enunciados dos exercícios, corrigi uma questão de aula com as alunas, elaborei e avaliei outra das questões de aula, elaborei e avaliei um teste de avaliação, e participei na atribuição das classificações finais de todos os períodos.

Elaborei e apliquei um teste de inteligência espacial às alunas, ainda que não tenha fornecido resultados para o relatório, mas que é relevante na verificação das suas aptidões espaciais.

Elaborei a proposta de realização de uma atividade de dinamização da escola que consiste numa ação de formação contínua para professores no âmbito do desenho assistido por computador, mais concretamente sobre o programa *Google SketchUp*, muito útil à didática da Geometria Descritiva e que empreguei em algumas aulas dinamizadas. Esta atividade ainda não se realizou devido à impossibilidade de encontrar uma data compatível para todos

os intervenientes. Dinamizei com a professora Susana Afonso as aulas de preparação para o exame nacional, nas quais fui responsável por um dos conteúdos. A convite da professora Micaela Reis, escrevi um artigo para a magazine de *Design* de Produto sobre a utilidade e importância da geometria nas atividades projetuais. Participei nas três conferências organizadas pelo restante núcleo de estágio sob o tema "Criatividade em contexto escolar", as quais ajudei a divulgar.

Além de toda a envolvimento com e na escola, tornei-me associada da APROGED (Associação de Professores de Desenho e Geometria Descritiva), que reúne mais de 300 professores destas disciplinas no ensino secundário e superior. Esta associação, além de ser um espaço de debate e reflexão destas áreas, é reconhecida enquanto Parceiro Social junto do Ministério da Educação e tem um departamento de formação de professores, o centro de formação Gaspard Monge, que realiza cursos e oficinas. Participei no encontro regional em Vila Real, no qual frequentei um *workshop* de programas de geometria dinâmica. Participei no encontro nacional em Lisboa no qual, além de ter assistido às interessantes palestras e mesas redondas, participei num *workshop* de geometria dos relógios de sol.

### **Prática Pedagógica Supervisionada**

A prática pedagógica supervisionada propriamente dita teve início no dia 23 de Setembro com a minha primeira assistência a uma aula, a terceira do ano letivo. Nesta aula foi feita a entrega e correção do teste diagnóstico e desde logo me apercebi do caso complicado em que se encontrava a generalidade da turma em termos de conhecimentos e competências da disciplina. O teste diagnóstico teve resultados assustadores: duas positivas e uma enorme discrepância de valores. Perante este cenário, conversamos seriamente com as alunas sobre a gravidade da situação e a necessidade de planejar estratégias de recuperação. Além disso, relembramos que a escola oferece aulas de apoio que todas poderiam frequentar.

Tendo em conta que a Geometria Descritiva é uma disciplina de desenvolvimento construtivista, na qual o conhecimento surge da interação entre dados conhecidos e dados novos, a sua compreensão pressupõe o domínio de vários conhecimentos sequenciais. Ou seja, o estado de conhecimento das alunas apresentava-se catastrófico e sem condições para suportar novas aquisições de saber. Além disso, devido à enorme extensão do programa de 12º ano, era impossível dedicar aulas apenas para revisões, o que levou à opção de se ir recuperando os conteúdos e os conhecimentos pressupostos relativos ao ano transato, na abordagem dos novos conteúdos programáticos. Alertamos para o facto de este ser um esforço mútuo, tanto das professoras como das alunas, e que sem empenho e dedicação, aliados a um ritmo regular de trabalho, alguns casos poderiam ser irreversíveis.

Após esta primeira aula confesso que me senti receosa com o futuro destas alunas na disciplina e desde logo me questioneei sobre os motivos pelos quais uma turma praticamente inteira tinha um desempenho tão insatisfatório.

Casualidade da construção da turma? A forma como os conhecimentos e competências do ano anterior foram adquiridos? As motivações dos alunos? Problemas intrínsecos de visualização espacial? Dificuldades de abstração? As ambições diferenciadas, algumas alunas pretendem seguir para o ensino superior e outras pretendem ingressar no mercado de trabalho, também influenciam o interesse e dedicação pela Geometria Descritiva A, devido à necessidade ou não de realizar o exame nacional. Perante estas circunstâncias, a escola oferece aulas de apoio em horário alargado, a serem lecionadas pelos vários professores da disciplina, no gabinete de geometria. No entanto, apesar da solução proposta, é essencial alertar as alunas que o sucesso a esta disciplina depende de uma mudança de atitude e da tomada de consciência que têm que se esforçar e desenvolver métodos de trabalho organizados e regulares.

Durante a minha experiência de lecionação já me tinha deparado com situações semelhantes mas, observando como espectadora e investigando como mestranda, vi o problema como sendo o enigma de fundo de toda a Geometria Descritiva e que lhe tem dado tão má reputação entre discentes, mas também docentes. Assim, este foi o mote para toda a investigação teórica e aplicação prática apresentadas neste relatório.

As aulas que se seguiram relativas ao paralelismo e perpendicularidade foram dadas com a constante repescagem dos conteúdos do 11º ano. Estes pontos do programa, apesar de serem do grupo dos mais abstratos e que exigem mais raciocínio geométrico, têm uma complexidade moderada e fazem muito uso dos conhecimentos anteriores, o que se revelou favorável para o resgate das competências das alunas.

Houve um período de adaptação às novas didáticas da Professora Susana Afonso e minhas pois, conforme já foi referido, a docente anterior utilizava métodos e recursos pedagógicos distintos. A nossa primeira preocupação foi adotar estratégias que obrigassem as alunas a trabalhar periodicamente, principalmente através de trabalhos para casa, uma vez que o estudo regular era praticamente inexistente. Preparamos materiais didáticos de apoio adequados ao nível da turma, nos quais constantemente surgiam sistematizações dos conhecimentos através de esquemas e enumeração de condições geométricas. Numa primeira fase os resultados mantiveram-se fracos, mas ainda que os efeitos não se obtenham a curto prazo, o trajeto que então começou a ser trilhado apontava para uma mudança.

A matéria das aulas seguintes, os problemas métricos, sobre a qual dinamizei duas aulas de distâncias, causou uma enorme preocupação pelo seu grau de abstração, por ser difícil de visualizar e pelos raciocínios geométricos mais complexos. São os pontos do programa que normalmente os alunos menos percebem e nos quais tiram piores resultados. Por isto, além dos métodos, estratégias e recursos usados para a matéria inicial, utilizaram-se modelos tridimensionais de simulação dos problemas e apresentaram-se os conteúdos através de um programa de geometria dinâmica, o *Geometer SketchPad*. Tudo aliado à constante revisão de conteúdos e marcação de trabalhos para casa em todas as aulas. Nas minhas aulas dinamizadas procurei manter esta prática pedagógica. Nos exercícios de avaliação sumativa que se seguiram, as classificações foram mais animadoras. Seria um indicio de recuperação ou simplesmente um sucesso isolado?

O teste de avaliação sumativa seguinte que contemplou paralelismo, perpendicularidade e distâncias, alcançou uma média de 11 valores, o que comprovou a melhoria e demonstrou que a orientação pedagógica e os recursos didáticos surtiram efeitos, não só na aquisição de competências e no aproveitamento, mas também na motivação das alunas.

Assim, concluí que a estratégia pedagógica utilizada deveria ter sempre a preocupação de sistematizar os conhecimentos de modo a estruturar esquemas mentais que permitissem às alunas fazer associações lógicas e encadeadas de procedimentos e, sempre que necessário, soubessem recorrer a conteúdos anteriores que auxiliavam na resolução dos problemas. Os resultados, ainda que não tenham alcançado classificações altas, mantiveram a convicção e o otimismo no trabalho e alimentaram a esperança de recuperar a maioria dos casos complicados. A matéria subsequente aos problemas métricos foi a das figuras planas situadas em planos não projetantes, sobre a qual maior parte das aulas foram dinamizadas por mim. Neste ponto do programa a Professora Susana Afonso apenas orientou uma aula de aplicação de exercícios.

No entanto, o ânimo desvaneceu um pouco quando os registos escritos contemplaram cada vez mais matéria dificultando a sedimentação de conhecimentos e, conseqüentemente, não surtindo efeitos positivos no aproveitamento da turma. No entanto, esta é uma conjuntura inerente à Geometria Descritiva que já havia sido prevista como outro dos grandes desafios a enfrentar. O 1º período terminou e a avaliação final refletiu o panorama referido, a média deu 11 valores e 6 das notas foram negativas.

Nas primeiras 3 semanas do 2º período decorridas entretanto, observo que houve um retrocesso na atitude da maior parte das alunas em relação à motivação e ao empenho na disciplina. Perante o cenário não só de notas, mas também de empenho, a professora Susana Afonso instituiu a marcação de trabalho de casa com mais regularidade e o estabelecimento de um tempo máximo por exercício em aula. Isto porque começou a verificar-se que cada vez menos alunas faziam o esforço de superar as dificuldades em casa e que em contexto sala de aula tinham um ritmo lento, pouco autónomo e acompanhado de alguma conversa paralela.

Seguiu-se a matéria de secções que, por se tratar de um dos conteúdos programáticos com menos necessidade de recurso ao raciocínio abstrato, voltou a inflar um pouco os ânimos e a dar um impulso à turma. Porém, e porque no decorrer do ano letivo os testes acumulam cada vez mais matérias pois são sempre globais, a média do 1º teste ainda se situou num patamar negativo de 9 valores com 8 das notas negativas.

Posteriormente começaram a ser lecionadas as sombras, uma matéria na qual normalmente os resultados também melhoram pois os processos de determinação são simples e a visualização espacial é mais fácil por se tratar de uma situação que vemos no mundo físico. Ainda assim, muitas alunas não fizeram o esforço de perceber a relação da posição dos objetos no espaço com a sombra própria e projetada nos planos de projeção. Limitaram-se a memorizar os passos que devem ser dados para chegar ao resultado. Porém, este recurso a 'receitas' nem sempre resolve, o que permite distinguir o aluno que percebe, do que decora. O 2º teste do 2º período contemplou uma

quantidade considerável de conteúdos programáticos: um exercício de perpendicularidade, um de sombras e dois de secções. A média foi de 9 valores e houve 7 negativas.

Na sequência da leção das sombras verificou-se novamente um esforço de melhoria, principalmente nas alunas com mais dificuldades que tinham de recuperar notas do ano letivo anterior para conseguirem ficar aprovadas. Conforme já foi referido, a existência de lacunas no ano terminal da disciplina é praticamente impossível de recuperar pois a sequencialidade dos conhecimentos e conseqüentemente das competências, dificulta, e na maior parte das vezes impossibilita, uma recuperação.

As últimas aulas de sombras do 2º período, relativas a sombras de pirâmides, foram dinamizadas por mim e só foram sujeitas a avaliação no 3º período. As classificações finais desta etapa mantêm-se exatamente iguais às do 1º período, a média dá 11 valores e 6 das notas são negativas.

No início do 3º período, eu e a professora Susana Afonso tivemos uma séria conversa com as alunas, principalmente sobre a atitude que estavam a adotar perante a disciplina e que, em algumas situações, em vez de melhorar, piorou. Neste sentido, demonstramos a nossa compreensão pelo facto de ser difícil manter a motivação e o trabalho quando não há segurança nos conhecimentos, e muito menos quando os resultados não são satisfatórios. No entanto, interessa perceber que a geometria descritiva faz parte do curso e é essencial para este, nomeadamente na disciplina de Projeto e Tecnologias, que as irá acompanhar no futuro profissional. Assim, aconselhamos às alunas que fizessem um esforço extra nesta fase final, até porque praticamente todo o 3º período é dedicado à representação axonométrica, matéria na qual têm a oportunidade de aprender um método desde as bases. Ainda que a avaliação seja sempre sobre toda a matéria do ano, as axonometrias podem ser um contributo muito positivo.

Terminadas as sombras, seguiu-se a representação axonométrica iniciada por mim com as axonometrias ortogonais. O 3º período começou muito bem com os resultados do mini teste relativo a axonometrias que atingiu a excelente média de 15,7 valores e apenas 1 negativa. Claro que é importante referir que a matéria contemplada foi só uma e o teste era mais pequeno do que o habitual com 2 exercícios em 60 minutos. Contudo, o fator motivacional destas notas foi muito importante para a melhoria que se verificou, tanto em contexto sala de aula como em casa. Como o mini teste era só sobre as axonometrias ortogonais também fiquei muito satisfeita comigo própria. Além disso, foi gratificante ver o reforço positivo que estas notas trouxeram, ainda que não correspondentes aos conhecimentos gerais.

Posteriormente e até ao término do ano a professora Susana Afonso lecionou as axonometrias clinogonais. O último teste, que reuniu toda a matéria, atingiu uma média positiva de 10,7 valores, o que comprovou a evolução geral da turma. Houve na mesma 6 negativas mas a maior parte delas muito próximas da positiva. Perante o panorama com o qual nos deparamos no início do ano letivo, esta subida foi uma conquista.

Houve ainda um teste de recurso proposto às alunas que se encontravam em situação mais complicada, nomeadamente a Ana Luísa Magalhães, a Ana Salomé e a Catarina Alves. Das três apenas a Catarina

manteve uma classificação negativa. Este teste englobava toda a matéria mas tinha um grau de dificuldade menor que o habitual.

O ano chegou ao fim com um saldo positivo e, de uma maneira geral, o balanço foi muito satisfatório tendo em conta o caso que tínhamos em mãos. A média da turma situou-se nos 12,4 valores com 4 negativas, sendo que duas delas não permitiram a aprovação das alunas na classificação interna final (CIF). Interessa também referir que duas notas foram votadas em conselho de turma para que as alunas fossem aprovadas na CIF: uma delas de 10 para 11 e a outra de 9 para 10.

Acredito que, se forem reunidos todos os esforços e mecanismos de superação dos problemas, mais cedo ou mais tarde estes podem ser minimizados e muitas das vezes ultrapassados. Uma das maiores apreensões em relação a estas alunas foi que elas, consequência dos fracassos nos registos escritos, muitas vezes acabavam por não acreditar na sua capacidade de se restabelecer e pontualmente desistiam. De facto, apesar do panorama se ter revelado mais alentador na generalidade da turma, algumas alunas continuaram praticamente nas mesmas débeis condições com que iniciaram o ano. O fator grupo também influenciou o desempenho individual, se a maioria fosse trabalhadora, acabava por contagiar quem estava menos diligente. Da mesma maneira, a disseminação do desânimo e do desinteresse tiveram algumas más consequências. Ainda que existissem exceções, maior parte das alunas tinha poucos hábitos de estudo, não fazia os trabalhos de casa com regularidade, não promovia a realização autónoma das tarefas e muitas vezes não estava com a devida atenção e concentração nas aulas. A maior certeza que temos em relação a esta turma foi que as melhorias que se verificaram não passaram apenas por uma mudança de costumes, mas sim de consciências.

Há uma série de interferências no ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva que não são diretamente controláveis pelo docente. A prática pedagógica aplicada a esta turma foi adequada e direcionada para todos os elementos igualmente, além disso foram utilizadas estratégias variadas conforme as circunstâncias: quadro branco apontamentos síntese, modelos tridimensionais para auxiliar a passagem da tridimensionalidade para as duas dimensões, trabalhos de casa, explicações dos procedimentos através de geometria dinâmica com alterações de posições espaciais de modo a intuir de que forma a posição no espaço se representa em projeções, e horário de apoio para tirar dúvidas.

Ainda que o sucesso não tenha sido de cem por cento, o balanço é muito positivo.

## Apontamentos sobre recursos didáticos

O *Geometer SketchPad* é um *software* de construção em geometria desenvolvido por N. Jackiw e S. Steketee e comercializado por *Key Curriculum Press*. A interface de menus de construção tem a linguagem clássica da Geometria. Os desenhos de objetos geométricos são feitos a partir das propriedades que os definem e mantêm estabilidade sob o movimento. É possível converter os arquivos em linguagem *java*, de maneira que sejam disponibilizados na rede. Inicialmente foi apresentada a janela de desenho do programa com os menus e a caixa de ferramentas. As ferramentas principais são: *Arrow Tool* que permite translação, rotação e dilação; *Point*, *Compass* e *Straightedge Tool* que permitem desenhar, respetivamente, pontos, circunferências, segmentos de reta, semirreta e reta; e a *Text Tool*, essencial para as notações gráficas. Os menus mais utilizados são: *Edit*, no qual definimos botões de ação que permitem esconder e animar as ações; *Display*, no qual é possível definir cores e espessuras, assim como mostrar e esconder elementos; *Construct*, que permite fazer todas as operações de construção geométrica como incidências, paralelismo e perpendicularidade. Apresentado o programa e suas potencialidades, a Susana Afonso começou por referir a importância de planificar todo o exercício a ser construído. Uma vez que o programa permite movimentar alguns dados, é essencial sabermos exatamente o que pretendemos demonstrar, para não corrermos o risco de exibir mais ou menos do que queremos. Planeado o exercício, passamos à sua construção, passo a passo, como se o estivéssemos a fazer manualmente. À medida que vamos executando as ações, damos nomes aos elementos geométricos e criamos os botões que depois nos permitem apresentar sequencialmente os raciocínios. Também é possível apresentar caixas de texto, se for pertinente para alguma observação teórica. Importa alertar para o facto de o programa criar relações hierárquicas entre os elementos, o que requer cuidado na elaboração faseada dos exercícios. Os erros na escolha das relações são praticamente irreversíveis devido à complexidade de traçados e ações que se vão fazendo. Por fim, comentou-se que a utilização deste *software* é mais apelativa para os alunos que estão muito familiarizados com as imagens digitais e pode ser um contributo para diminuir os problemas de visualização espacial de alguns deles. O *Geometer SketchPad*, além de permitir executar exercícios passo a passo, com traçados claros e rigorosos seja qual for a sua quantidade, permite movimentar e animar os elementos desenhados, de modo a demonstrar diferentes possibilidades. Dificilmente seria possível reunir todas estas vantagens através dos suportes tradicionais.

**Nota:** Mais tarde aprendi a utilizar o GeoGebra, cujo funcionamento é semelhante.

## Apresentação de PowerPoint

Os programas de apresentação de diapositivos, como o *Microsoft Office Powerpoint*, podem ser vantajosos na explicação de exercícios geométricos pois os passos de resolução dos problemas geométricos surgem numa sequência faseada e são acompanhados pela descrição teórica do raciocínio que os possibilita. A preparação dos exercícios é iniciada no programa de desenho assistido por computador *AutoCAD*. Nesta fase os enunciados do que se pretende mostrar são executados de forma rigorosa através da utilização dos diversos comandos de desenho que o programa possui. Posteriormente, o exercício é gravado como imagem e importado para um diapositivo do *Powerpoint*. Apesar de ser possível fazer esta apresentação com cada fase do exercício num diapositivo diferente, esta estratégia de utilizar um só diapositivo, além de ocupar menos espaço no ficheiro, permite uma exposição mais simplificada. No diapositivo em que se colocou a imagem, posicionada da forma mais conveniente para cada situação, realiza-se o problema geométrico como se fosse manualmente, ou seja, fazendo passo a passo e colocando as respetivas notações gráficas convencionadas para a disciplina. Além disso, uma vez que também é possível no programa distinguir cores e espessuras de linha, estas também devem ser sequenciais, caso contrário torna-se complexo fazer as alterações no final. Cada passo dado deve ser alvo de uma animação personalizada, em que os principais efeitos utilizados são os de entrada e saída (aparecer e desaparecer). Os elementos geométricos são colocados através da inserção das formas existentes no programa *Powerpoint* como: linhas e formas elementares. As descrições teóricas dos procedimentos vão sendo colocadas em caixas de texto e acompanham a sequência do exercício através da mesma estratégia de animação personalizada. É essencial planificar cuidadosamente o faseamento das ações e como queremos que estas passem para os alunos pois, a forma como encadeamos os passos e os vamos explicando, vai ser a base da construção dos seus raciocínios. Assim, antes do computador, deve anotar-se manualmente as informações essenciais para a realização dos materiais didáticos de apoio. Desta forma o processo de desenho assistido por computador é o mais mecânico possível e permite ter concentração apenas para a montagem das apresentações de diapositivos. Apesar de serem recursos didáticos que demoram a executar, muitos deles podem servir de base uns para os outros, o que reduz o tempo de preparação. Além disso, uma vez terminados, são documentos que vão servir durante muito tempo, ainda que se tenha de efetuar uma ou outra alteração de acordo com as diferentes turmas e alunos.

Anexo 02

**Planificação anual e critérios de avaliação**





CrITÉrios de Avaliação de Geometria Descritiva

2011/2012

Domínio	Parâmetros de Avaliação	Instrumentos de Avaliação	Ponderação 12º ano
	<p>Avaliação do conhecimento dos princípios teóricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a interpretação de representações de formas;</li> <li>- a identificação dos sistemas de representação utilizados;</li> <li>- a distinção entre as aptidões específicas de cada método, com vista à sua escolha na resolução de cada problema concreto de representação;</li> <li>- o relacionamento de métodos e/ou processos.</li> </ul> <p>Avaliação do conhecimento dos processos construtivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a interpretação de dados ou de descrições verbais de procedimentos gráficos;</li> <li>- aplicação dos processos construtivos na representação de formas;</li> <li>- economia nos processos usados;</li> <li>- descrição verbal dos procedimentos gráficos para a realização dos traçados.</li> </ul> <p>Avaliação do conhecimento relativo à normalização:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a interpretação de desenhos normalizados;</li> <li>- a aplicação das normas nos traçados.</li> </ul> <p>Avaliação da utilização dos instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a escolha dos instrumentos para as operações desejadas;</li> <li>- a manipulação dos instrumentos;</li> <li>- a manutenção dos instrumentos.</li> </ul> <p>Avaliação da execução dos traçados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o cumprimento das normas;</li> <li>- o rigor gráfico;</li> <li>- a qualidade do traçado;</li> <li>- a legibilidade das notações.</li> </ul> <p>Avaliação da utilização da Geometria Descritiva como instrumento de comunicação ou registo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o recurso à representação de formas, para as descrever;</li> <li>- a legibilidade e poder expressivo das representações;</li> <li>- a pertinência dos desenhos realizados.</li> </ul> <p>Avaliação da capacidade de representação de formas imaginadas ou reais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a representação gráfica de ideias;</li> <li>- a reprodução gráfica de formas memorizadas.</li> </ul>	Registos escritos: - provas de avaliação expressamente propostas	80%
		Desempenho em aula: - trabalhos realizados nas actividades desenvolvidas nas aulas ou delas decorrentes, quer em termos dos produtos finais quer em termos dos materiais produzidos durante o processo; - observação directa das operações realizadas durante a execução dos trabalhos	10%
		Caderno individual - registo de todo o percurso no processo de aprendizagem.	5%
	<p>Avaliação das atitudes manifestadas no trabalho:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- autonomia no desenvolvimento de actividades individuais;</li> <li>- cooperação;</li> <li>- planificação e organização;</li> <li>- pontualidade</li> </ul>		5%

Nota atribuída no 1ºP = P1

Nota atribuída no 2ºP = 0,4xP1 + 0,6xP2

Nota atribuída no 3ºP = 0,6x nota atribuída no 2ºP + 0,4xP3

Descritores

Desempenho em aula	11º	12º
O aluno realiza todos os trabalhos que lhe são propostos	2	2
O aluno realiza apenas alguns dos trabalhos que lhe são propostos	1	1
O aluno não realiza os trabalhos que lhe são propostos	0	0

Caderno individual	11º	12º
O caderno individual revela ser um instrumento correcto de registo e utilização das aprendizagens.	2	1
O caderno individual revela parcialmente ser um instrumento correcto de registo e utilização das aprendizagens.	1	0,5
O caderno individual não revela ser um instrumento correcto de registo e utilização das aprendizagens.	0	0

Atitudes	11º	12º
O aluno revela responsabilidade, autonomia e cooperação, assim como capacidade de organização e planificação de todas as actividades propostas.	1	1
O aluno revela apenas parcialmente responsabilidade, autonomia e cooperação, assim como capacidade de organização e planificação de todas as actividades propostas.	0,5	0,5
O aluno não revela responsabilidade, autonomia e cooperação, assim como capacidade de organização e planificação de todas as actividades propostas.	0	0

CrITÉrios de Avaliação de Geometria Descritiva

2011/2012

Domínio	Parâmetros de Avaliação	Instrumentos de Avaliação	Ponderação 11º ano
	<p>Avaliação do conhecimento dos princípios teóricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a interpretação de representações de formas;</li> <li>- a identificação dos sistemas de representação utilizados;</li> <li>- a distinção entre as aptidões específicas de cada método, com vista à sua escolha na resolução de cada problema concreto de representação;</li> <li>- o relacionamento de métodos e/ou processos.</li> </ul> <p>Avaliação do conhecimento dos processos construtivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a interpretação de dados ou de descrições verbais de procedimentos gráficos;</li> <li>- aplicação dos processos construtivos na representação de formas;</li> <li>- economia nos processos usados;</li> <li>- descrição verbal dos procedimentos gráficos para a realização dos traçados.</li> </ul> <p>Avaliação do conhecimento relativo à normalização:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a interpretação de desenhos normalizados;</li> <li>- a aplicação das normas nos traçados.</li> </ul> <p>Avaliação da utilização dos instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a escolha dos instrumentos para as operações desejadas;</li> <li>- a manipulação dos instrumentos;</li> <li>- a manutenção dos instrumentos.</li> </ul> <p>Avaliação da execução dos traçados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o cumprimento das normas;</li> <li>- o rigor gráfico;</li> <li>- a qualidade do traçado;</li> <li>- a legibilidade das notações.</li> </ul> <p>Avaliação da utilização da Geometria Descritiva como instrumento de comunicação ou registo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o recurso à representação de formas, para as descrever;</li> <li>- a legibilidade e poder expressivo das representações;</li> <li>- a pertinência dos desenhos realizados.</li> </ul> <p>Avaliação da capacidade de representação de formas imaginadas ou reais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a representação gráfica de ideias;</li> <li>- a reprodução gráfica de formas memorizadas.</li> </ul>	Registos escritos: - provas de avaliação expressamente propostas	75%
		Desempenho em aula: - trabalhos realizados nas actividades desenvolvidas nas aulas ou delas decorrentes, quer em termos dos produtos finais quer em termos dos materiais produzidos durante o processo; - observação directa das operações realizadas durante a execução dos trabalhos	10%
		Caderno individual - registo de todo o percurso no processo de aprendizagem.	10%
	<p>Avaliação das atitudes manifestadas no trabalho:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- autonomia no desenvolvimento de actividades individuais;</li> <li>- cooperação;</li> <li>- planificação e organização;</li> <li>- pontualidade</li> </ul>		5%

Nota atribuída no 1ºP = P1

Nota atribuída no 2ºP = 0,4xP1 + 0,6xP2

Nota atribuída no 3ºP = 0,6x nota atribuída no 2ºP + 0,4xP3

1ºPeríodo 0,3xT1 + 0,45xT2

Anexo 03

**Aulas Dinamizadas**



# GEOMETRIA DESCRITIVA

## Problemas Métricos Distância entre um Ponto e uma Reta EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO



## Problemas Métricos Distância entre um Ponto e uma Reta EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

### RETAS PARALELAS A PELO MENOS UM DOS PLANOS DE PROJEÇÃO

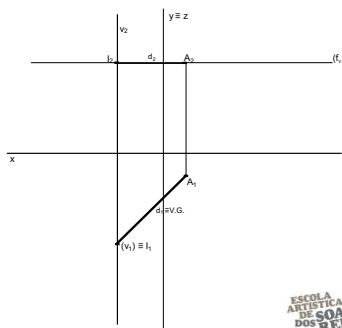


São dados uma reta vertical  $v$  e um ponto  $A (-1; 1; 4)$ . A reta  $v$  tem 2 cm de abscissa e 4 cm de afastamento. Determina as projeções e a V.G. da distância entre o ponto  $A$  e a reta  $v$ .

Primeiro, é conduzido um plano ortogonal à reta dada, passando por  $A$ , o plano  $\alpha$ . Trata-se de um plano horizontal.

É obtido o ponto  $I$ , ponto de interseção do plano  $\alpha$  com a reta  $v$ . A distância entre  $A$  e  $I$  é a distância do ponto  $A$  à reta  $v$ .

Para obter a V.G., uma vez que o segmento de reta  $[AI]$  é horizontal, basta indicar a V.G. coincidente com  $[A_1I_1]$ .



**Nota:** Para medir a distância entre um ponto e uma reta de topo, o processo é semelhante, tendo em conta as diferenças entre a reta vertical e a de topo.

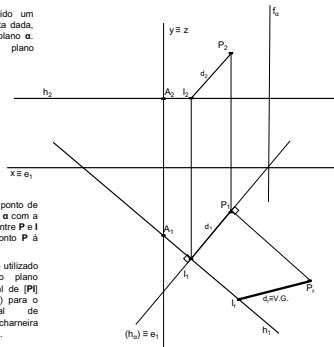


## Problemas Métricos Distância entre um Ponto e uma Reta

- 1 - É conduzido um plano ortogonal à reta dada, passando pelo ponto dado.
  - \_ Se a reta é paralela a um dos planos de projeção, o plano utilizado é projetante.
  - \_ Se a reta é oblíqua em relação aos planos de projeção, o plano utilizado não é projetante.
- 2 - É determinado o ponto de interseção do plano utilizado com a reta dada.
  - \_ Se o plano utilizado é projetante, conhecemos de imediato as projeções do ponto de interseção.
  - \_ Se o plano utilizado não é projetante, não conhecemos de imediato as projeções do ponto de interseção. Logo, recorremos a um plano auxiliar projetante que contenha a reta dada (método geral).
- 3 - A distância que pretendemos é a medida do segmento definido pelo ponto dado e pelo ponto de interseção obtido.
  - \_ Se o segmento está paralelo a um dos planos de projeção, a sua medida está em V.G.
  - \_ Se o segmento está oblíquo em relação aos planos de projeção, recorremos ao rebatimento de um plano que o contenha (de preferência projetante).

Uma reta horizontal  $h$  faz um ângulo de  $40^\circ$  (a.d.) com o Plano Frontal de Projeção. A reta  $h$  contém o ponto  $A (0; 3; 3)$ . É dado um ponto  $P (-3; 2; 5)$ . Determina as projeções e a V.G. da distância entre o ponto  $P$  e a reta  $h$ .

Primeiro, é conduzido um plano ortogonal à reta dada, passando por  $P$ , o plano  $\alpha$ . Trata-se de um plano vertical.



É obtido o ponto  $I$ , ponto de interseção do plano  $\alpha$  com a reta  $h$ . A distância entre  $P$  e  $I$  é a distância do ponto  $P$  à reta  $h$ .

Para obter a V.G., é utilizado o rebatimento do plano projetante horizontal de  $[PI]$  (o plano vertical  $\alpha$ ) para o Plano Horizontal de Projeção, sendo a charneira  $h_0$  (reta horizontal  $e$ ).

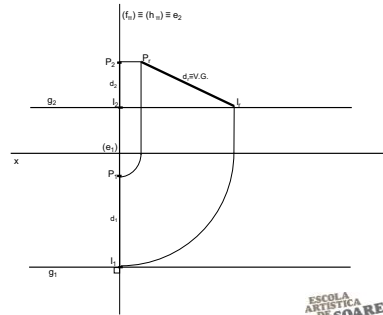


São dados uma reta fronto-horizontal  $g$  e um ponto  $P (4; 1; 4)$ . A reta  $g$  tem 5 cm de afastamento e 2 cm de cota. Determina as projeções e a V.G. da distância entre o ponto  $P$  e a reta  $g$ .

Primeiro, é conduzido um plano ortogonal à reta dada, passando por  $P$ , o plano  $\pi$ . Trata-se de um plano de perfil.

É obtido o ponto  $I$ , ponto de interseção do plano  $\pi$  com a reta  $g$ . A distância entre  $P$  e  $I$  é a distância do ponto  $P$  à reta  $g$ .

Para obter a V.G., é utilizado o rebatimento do plano de  $[PI]$  (o plano de perfil  $\pi$ ) para o Plano Frontal de Projeção, sendo a charneira  $l_0$  (reta vertical  $e$ ).



Problemas Métricos  
Distância entre um Ponto e uma Reta

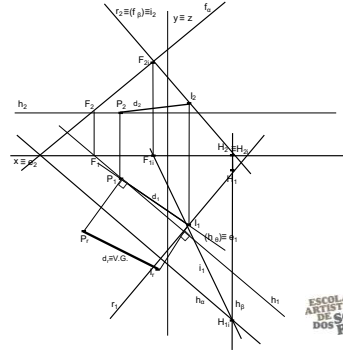
EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

RETAS OBLÍQUAS EM RELAÇÃO AOS PLANOS DE PROJEÇÃO



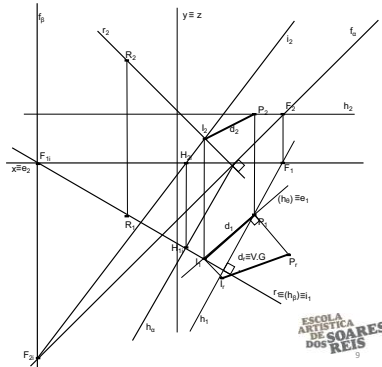
É dada uma reta oblíqua  $r$ , paralela ao  $\beta_{1,3}$  e cuja projeção frontal faz um ângulo de  $50^\circ$  (a.e.) com o eixo  $x$ . A reta  $r$  contém o ponto  $H(-8; 1,5; 0)$ . É dado um ponto  $P(2; 2; 4)$ . Determina as projeções e a V.G. da distância entre o ponto  $P$  e a reta  $r$ .

Primeiro, é conduzido um plano ortogonal à reta dada, passando por  $P$ , utilizando uma reta horizontal do plano, a reta  $h$  (podia ser frontal). O plano resultante é um plano oblíquo, que contém o ponto  $P$  e é ortogonal à reta  $r$  e o plano  $\alpha$ .  
É obtido o ponto  $I$ , ponto de interseção do plano  $\alpha$  com a reta  $r$ . Neste caso, uma vez que se trata da interseção de uma reta com um plano oblíquo (que não é projetante), temos que recorrer a um plano auxiliar projetante que contenha a reta  $r$ . Neste caso, optamos por um plano projetante frontal, o plano de topo  $\beta$  (podia ser vertical).  
A distância entre  $P$  e  $I$  é a distância do ponto  $P$  à reta  $r$ .  
Para obter a V.G., é utilizado o rebatimento do plano projetante horizontal de  $[P]$ , o plano vertical  $\theta$  (podia ser de topo), para o Plano Horizontal de Projeção, sendo a charneira  $h_\theta$  (reta horizontal  $e$ ).



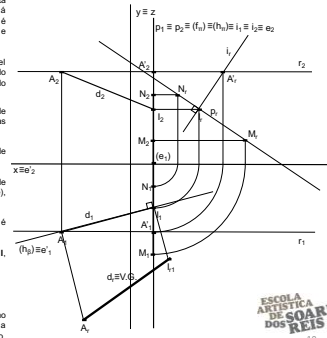
São dados uma reta oblíqua  $r$  e um ponto  $P(-3; 2; 2)$ . A reta  $r$  contém o ponto  $R(2; 2; 4)$  e a sua projeção frontal faz um ângulo de  $45^\circ$  (a.e.) com o eixo  $x$ . A projeção horizontal da reta  $r$  faz um ângulo de  $30^\circ$  (a.d.) com o eixo  $x$ . Determina as projeções e a V.G. da distância entre o ponto  $P$  e a reta  $r$ .

Primeiro, é conduzido um plano ortogonal à reta dada, passando por  $P$ , utilizando uma reta horizontal do plano, a reta  $h$  (podia ser frontal). O plano resultante é um plano oblíquo, que contém o ponto  $P$  e é ortogonal à reta  $r$  e o plano  $\alpha$ .  
É obtido o ponto  $I$ , ponto de interseção do plano  $\alpha$  com a reta  $r$ . Neste caso, uma vez que se trata da interseção de uma reta com um plano oblíquo (que não é projetante), temos que recorrer a um plano auxiliar projetante que contenha a reta  $r$ . Neste caso, optamos por um plano projetante horizontal, o plano vertical  $\beta$  (podia ser de topo).  
A distância entre  $P$  e  $I$  é a distância do ponto  $P$  à reta  $r$ .  
Para obter a V.G., é utilizado o rebatimento do plano projetante horizontal de  $[P]$ , o plano vertical  $\theta$  (podia ser de topo), para o Plano Horizontal de Projeção, sendo a charneira  $h_\theta$  (reta horizontal  $e$ ).



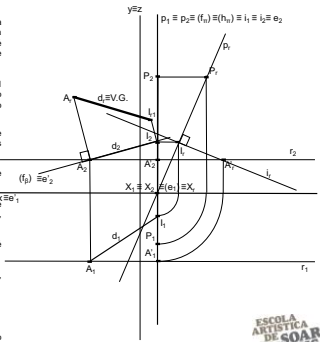
São dados uma reta de perfil  $p$  e um ponto  $A(3; 3; 4)$ . A reta  $p$  é definida pelos pontos  $M(-1; 4; 1)$  e  $N(1; 3)$ . Determina as projeções e a V.G. da distância entre o ponto  $A$  e a reta  $p$ .

Pelo ponto  $A$  é conduzida uma reta  $r$ , ortogonal à reta  $p$ , e que define o plano de rampa  $\theta$ , do qual já conhecemos a orientação: é ortogonal à reta  $p$ . Não é possível determinar diretamente os traços do plano  $\theta$  e não chega a ser necessário.  
Uma vez que, nestas circunstâncias, não é possível obter diretamente o ponto  $I$ , ponto de interseção do plano  $\theta$  com a reta  $p$ , recorremos ao rebatimento do plano de perfil  $\pi$  que contém a reta  $p$ .  
Desta forma, vai possível determinar a reta  $i$ , reta de interseção dos planos  $\theta$  e  $\pi$ , da qual conhecemos as projeções e a orientação.  
Para isso, determina-se o ponto  $A'$ , ponto de interseção de  $\pi$  com a reta  $r$ , que contém  $A$ .  
O plano  $\pi$  é rebatido para o Plano Frontal de Projeção, com  $t_2$  como charneira (reta vertical  $e$ ), obtendo a reta  $p$  rebatida.  
A reta  $i$  é a reta de interseção dos planos  $\theta$  e  $\pi$ , é perpendicular a  $p$  e contém  $A'$ .  
A interseção das retas  $p$  e  $i$ , permite obter o ponto  $I$ , ponto de interseção do plano  $\theta$  com a reta  $p$ .  
A distância entre  $P$  e  $I$  é a distância do ponto  $P$  à reta  $p$ .  
Para obter a V.G., é utilizado o rebatimento do plano projetante horizontal de  $[P]$ , o plano vertical  $\beta$  (podia ser de topo), para o Plano Horizontal de Projeção, sendo a charneira  $h_\beta$  (reta horizontal  $e'$ ).



São dados uma reta de perfil  $p$  e um ponto  $A(3; 4; 2)$ . A reta  $p$  é passante e contém o ponto  $P(-1; 3; 7)$ . Determina as projeções e a V.G. da distância entre o ponto  $A$  e a reta  $p$ .

Pelo ponto  $A$  é conduzida uma reta  $r$ , ortogonal à reta  $p$ , e que define o plano de rampa  $\theta$ , do qual já conhecemos a orientação: é ortogonal à reta  $p$ . Não é possível determinar diretamente os traços do plano  $\theta$  e não chega a ser necessário.  
Uma vez que, nestas circunstâncias, não é possível obter diretamente o ponto  $I$ , ponto de interseção do plano  $\theta$  com a reta  $p$ , recorremos ao rebatimento do plano de perfil  $\pi$  que contém a reta  $p$ .  
Desta forma, vai possível determinar a reta  $i$ , reta de interseção dos planos  $\theta$  e  $\pi$ , da qual conhecemos as projeções e a orientação.  
Para isso, determina-se o ponto  $A'$ , ponto de interseção de  $\pi$  com a reta  $r$ , que contém  $A$ .  
O plano  $\pi$  é rebatido para o Plano Frontal de Projeção, com  $t_2$  como charneira (reta vertical  $e$ ), obtendo a reta  $p$  rebatida.  
A reta  $i$  é a reta de interseção dos planos  $\theta$  e  $\pi$ , é perpendicular a  $p$  e contém  $A'$ .  
A interseção das retas  $p$  e  $i$ , permite obter o ponto  $I$ , ponto de interseção do plano  $\theta$  com a reta  $p$ .  
A distância entre  $P$  e  $I$  é a distância do ponto  $P$  à reta  $p$ .  
Para obter a V.G., é utilizado o rebatimento do plano projetante frontal de  $[P]$ , o plano de topo  $\beta$  (podia ser vertical), para o Plano Frontal de Projeção, sendo a charneira  $t_\beta$  (reta frontal  $e'$ ).



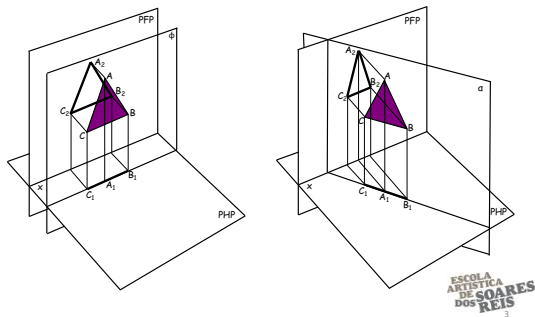
# GEOMETRIA DESCRITIVA

## Métodos Geométricos Auxiliares II Figuras Planas III



No lado esquerdo, um **triângulo situado num plano frontal**  $\phi$  está em V.G. na sua projeção frontal, não necessitando de qualquer processo auxiliar geométrico para ver a V.G. do triângulo.

No lado direito, um **triângulo situado num plano vertical**  $\alpha$  não está em V.G. em nenhuma projeção, necessitando de processo auxiliar geométrico para ver a V.G. do triângulo.



### REVENDO...

#### OBJETIVO DOS MÉTODOS GEOMÉTRICOS AUXILIARES

Obter uma representação mais conveniente de um determinado objeto, por forma a, partindo dessa representação, resolver problemas e situações que a representação inicial não permite. Situação especialmente pertinente quando se quer a verdadeira gradeza de um objeto.

#### OS MÉTODOS GEOMÉTRICOS AUXILIARES SÃO:

**Mudança de diedro de projeção** - processo em que o objeto fica no mesmo lugar, mudando o plano de projeção;

**Rotação** - processo em que o objeto roda sobre um eixo (reta externa ao plano que contém o objeto), mantendo os planos no mesmo lugar;

**Rebatimento** - processo em que o objeto roda sobre um eixo (reta do plano que contém o objeto), mantendo os planos no mesmo lugar.



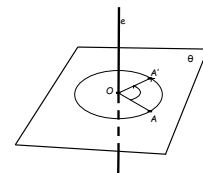
Dos três optamos por abordar o método do **rebatimento**, pois é aquele que se revela mais abrangente e mais simples na resolução de problemas, nomeadamente problemas de figuras planas situadas em planos não projetantes.

#### O Rebatimento é um caso particular de Rotação.

A **Rotação** consiste na mudança da posição do objeto projetado, fazendo-o rodar em torno de um eixo (charneira) - uma reta. A charneira pode ser não complanar com o objeto.

O **Rebatimento** consiste igualmente em fazer rodar o objeto em torno de um eixo de rotação. No entanto, este eixo é complanar com o objeto.

**A diferença fundamental é:**  
A rotação pode ser aplicada a objetos tridimensionais, uma vez que a charneira não é complanar com o objeto a rodar.  
O rebatimento é exclusivo de objetos uni ou bidimensionais, de forma a serem complanares com o eixo de rotação.



**ELEMENTOS BÁSICOS DAS ROTAÇÕES**  
A - ponto a rodar  
e - reta em torno da qual o ponto A roda (eixo de rotação).  
A' - posição final do ponto A, após a sua rotação.  
theta - plano ortogonal a e (eixo de rotação), no qual existe o arco da rotação de A.  
O - centro do arco da rotação do ponto A.



Assim, o **rebatimento** consiste na rotação de um plano em torno de uma das suas retas, fazendo-o coincidir com outro plano.

O **rebatimento** limita-se aos planos e aos objetos neles contidos (pontos, retas, segmentos de reta e figuras planas).

O **eixo de rotação** é uma reta do plano e normalmente denomina-se charneira do rebatimento.

A charneira é a reta de interseção do plano a rebater com o plano para onde se efetua o rebatimento.

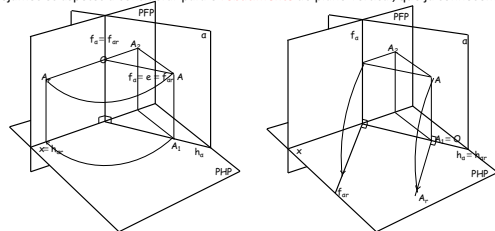
Se o plano para onde se efetua o rebatimento for um dos planos de projeção, a charneira é o traço do plano a rebater, nesse plano de projeção.

Assim, há três aspetos a considerar na execução do rebatimento:

- O plano para o qual se processa o rebatimento.
- O reconhecimento e identificação da charneira.
- Os planos ortogonais à charneira, nos quais se situam os arcos de rebatimento.



Vejamos os aspetos a considerar para o **rebatimento** do plano vertical, que já conhecemos.



O **rebatimento** do plano vertical  $\alpha$  processa-se para o PFP.  
A charneira do rebatimento é o traço frontal do plano -  $f_{\alpha}$ .  
Os planos ortogonais à charneira são horizontais, a medida do arco do rebatimento é horizontal, logo, tem V.G. em projeção 1.

O **rebatimento** do plano vertical  $\alpha$  processa-se para o PHH.  
A charneira do rebatimento é o traço horizontal do plano -  $h_{\alpha}$ .  
Os planos ortogonais à charneira são verticais, a medida do arco do rebatimento é vertical, logo, tem V.G. em projeção 2.



## Métodos Geométricos Auxiliares II

### Figuras Planas III

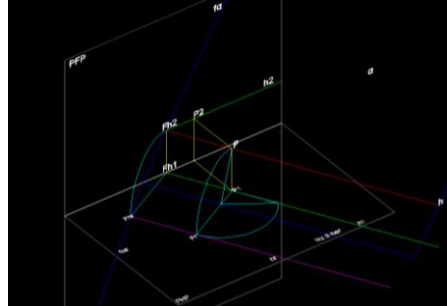
#### REBATIMENTO DE PLANOS NÃO PROJETANTES

##### OBLÍQUO, RAMPA E PASSANTE

A grande diferença entre o rebatimento de planos projetantes (que já conhecemos) e o rebatimento de planos não projetantes (que vamos abordar), reside no facto de as distâncias que permitem efetuar o rebatimento nos planos projetantes estarem em V.G. numa das projeções, e nos planos não projetantes não estão em V.G. em nenhuma das projeções.

#### REBATIMENTO DO PLANO OBLÍQUO

Nesta aula, vamos estudar o rebatimento do plano oblíquo.



Há dois processos distintos de rebatimento do plano oblíquo:

- Através do triângulo de rebatimento.
- Através dos traços do plano.



#### REBATIMENTO DO PLANO OBLÍQUO ATRAVÉS DO TRIÂNGULO DO REBATIMENTO

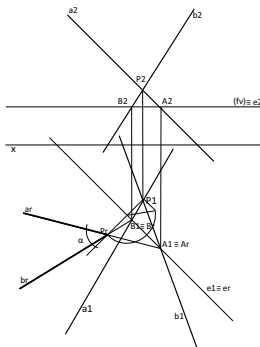
##### Através do Triângulo do Rebatimento

O processo do triângulo do rebatimento consiste na determinação da V.G. do raio do arco do rebatimento.

Permite rebater pontos contidos no plano.

Método já utilizado para rebater pontos de plano oblíquo na resolução de problemas métricos, principalmente de ângulos.

Vejamos o exemplo de determinação do ângulo de duas retas concorrentes.



As duas retas concorrentes definem um plano oblíquo.

Para achar a V.G. das retas, normalmente optamos por rebater as retas para um plano auxiliar horizontal.

A charneira do rebatimento é a reta de interseção do plano auxiliar, com o plano oblíquo que contém as retas concorrentes.

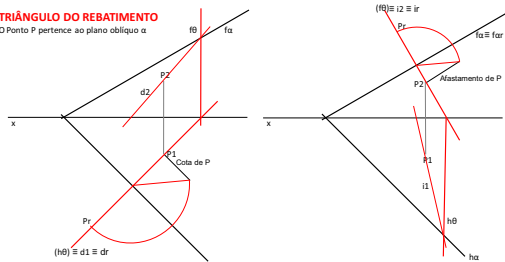
Posteriormente, para achar a medida do arco do rebatimento, recorremos ao triângulo retângulo que o ponto define com a reta vertical que o contém e com a reta horizontal perpendicular à charneira.

Ao rebatermos o ponto P para um plano horizontal, estamos a rebater o plano oblíquo que o contém.



#### TRIÂNGULO DO REBATIMENTO

O ponto P pertence ao plano oblíquo  $\alpha$



O rebatimento do plano oblíquo  $\alpha$  processa-se para o PHP. A charneira do rebatimento é o traço horizontal do plano -  $h\alpha$ . Os planos ortogonais à charneira são verticais. Logo, é necessário rebater o plano auxiliar vertical  $\theta$  para obter a V.G. do arco do rebatimento do ponto P. A reta de interseção do plano auxiliar  $\theta$  com o plano oblíquo  $\alpha$  é uma reta de maior declive do plano.

O rebatimento do plano oblíquo  $\alpha$  processa-se para o PFP. A charneira do rebatimento é o traço frontal do plano -  $fa$ . Os planos ortogonais à charneira são de topo. Logo, é necessário rebater o plano auxiliar de topo  $\theta$  para obter a V.G. do arco do rebatimento do ponto P. A reta de interseção do plano auxiliar  $\theta$  com o plano oblíquo  $\alpha$  é uma reta de maior inclinação do plano.

Nota: Para simplificar a leitura da resolução gráfica dos exercícios, omitem-se as notações acima indicadas, mantendo-se apenas os traçados essenciais.



#### REBATIMENTO DO PLANO OBLÍQUO

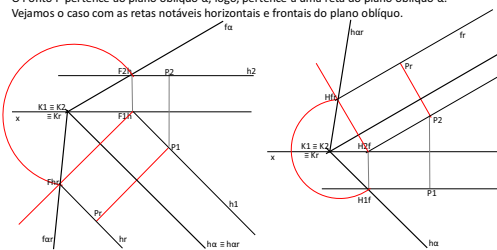
##### ATRAVÉS DO REBATIMENTO DOS TRAÇOS

Este processo não consiste na determinação direta da V.G. do raio do arco do rebatimento. Em alternativa, são rebatidos os traços do plano  $\alpha$ , a partir destes, executa-se o rebatimento sucessivo de retas do plano às quais pertencem os pontos que se pretendem rebater. Este processo é o mais adequado nos problemas de figuras planas, pois facilmente se pode conter mais que um ponto na mesma reta, em vez de definir um triângulo de rebatimento para cada ponto.

#### REBATIMENTO DO PLANO OBLÍQUO ATRAVÉS DOS TRAÇOS

O ponto P pertence ao plano oblíquo  $\alpha$ , logo, pertence a uma reta do plano oblíquo  $\alpha$ .

Vejamos o caso com as retas notáveis horizontais e frontais do plano oblíquo.



O rebatimento do plano oblíquo  $\alpha$  processa-se para o PHP. O traço horizontal, que é charneira, fica fixo. O traço frontal roda para o PFP. Como o traço frontal é uma reta frontal, tem V.G. em projeção 2. O ponto K é o único ponto fixo que pertence a ambos os traços. A distância entre K e F no espaço, é igual à distância entre K2 e F2. Assim, ao transportarmos essa distância para o plano vertical, ortogonal à charneira, que contém o ponto F, obtemos F', que com Kr nos permite definir faz.

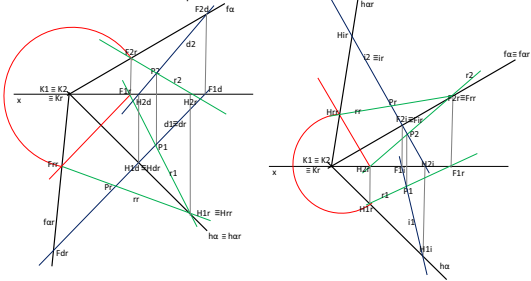
O rebatimento do plano oblíquo  $\alpha$  processa-se para o PFP. O traço frontal, que é charneira, fica fixo. O traço horizontal roda para o PHP. Como o traço horizontal é uma reta horizontal, tem V.G. em projeção 1. O ponto K é o único ponto fixo que pertence a ambos os traços. A distância entre K e H no espaço, é igual à distância entre K1 e H1. Assim, ao transportarmos essa distância para o plano de topo, ortogonal à charneira, que contém o ponto H, obtemos H', que com Kr nos permite definir haz.



**REBATIMENTO DO PLANO OBLÍQUO  
ATRAVÉS DOS TRAÇOS**

O procedimento é válido para qualquer reta do plano. Deve realizar-se o rebatimento usando o menor número de retas possíveis.

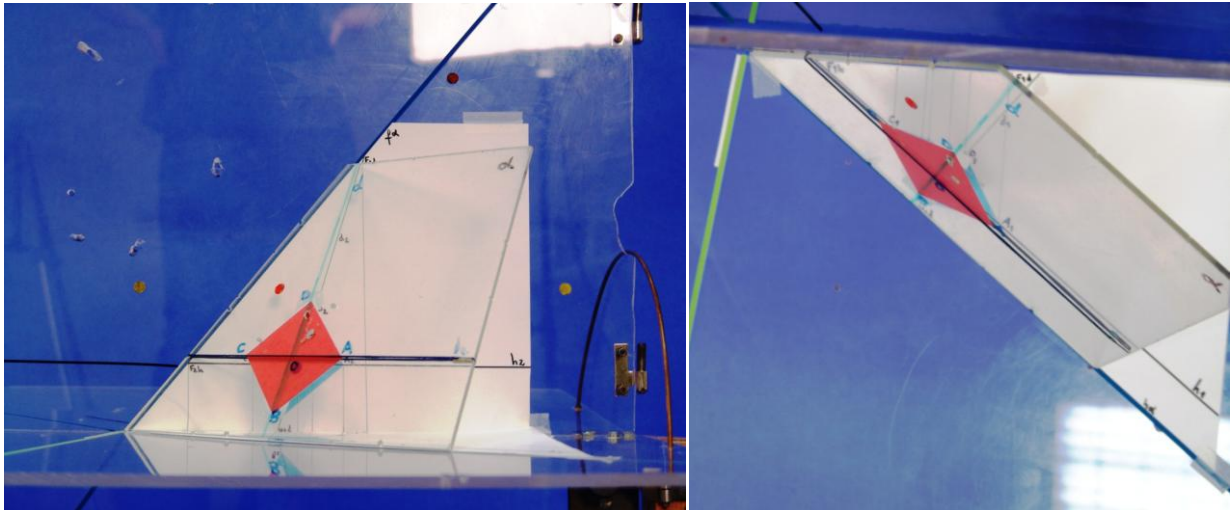
ESCOLA  
ARTÍSTICA  
DE SOARES  
DOS REIS<sup>13</sup>



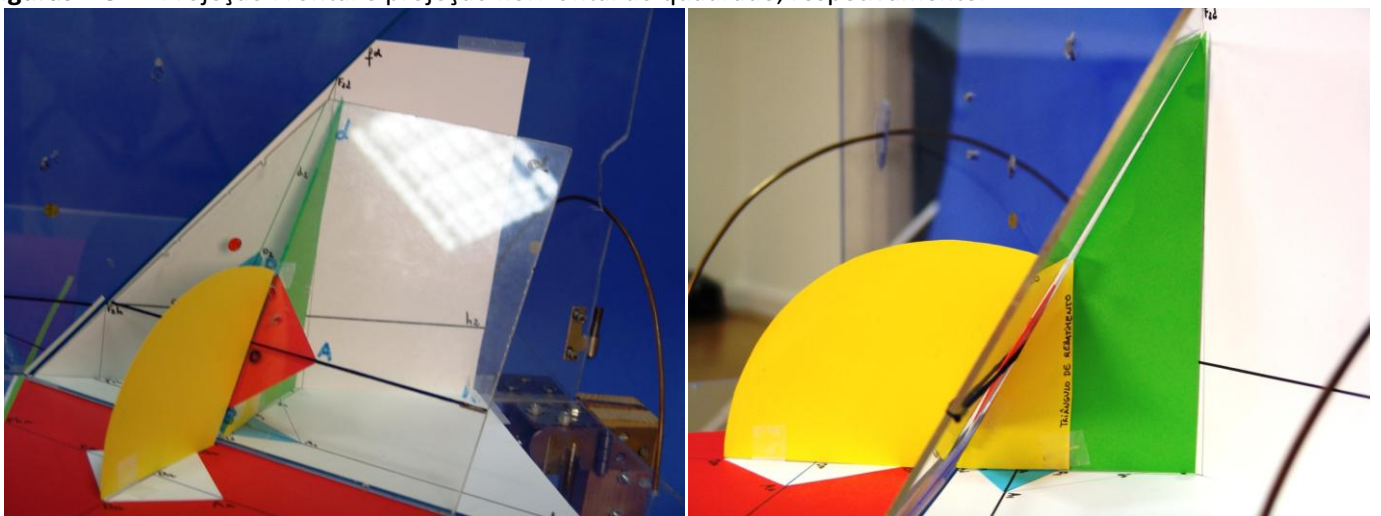
Plano oblíquo definido por duas retas oblíquas  $d$  e  $r$ , concorrentes no ponto  $P$ .  
A reta  $d$  é uma reta de maior declive do plano.

Plano oblíquo definido por duas retas oblíquas  $i$  e  $r$ , concorrentes no ponto  $P$ .  
A reta  $i$  é uma reta de maior inclinação do plano.

REBATIMENTO DE PLANOS NÃO PROJETANTES - PLANO OBLÍQUO  
Quadrado situado num plano oblíquo



Figuras 1 e 2 - Projeção Frontal e projeção horizontal do quadrado, respectivamente.



Figuras 3 e 4 - Triângulos de rebatimento do ponto O (amarelo), centro do quadrado e do traço frontal da reta de maior declive (verde) que passa pelo ponto O (opção para rebatimento para o Plano Horizontal de Projeção, com charneira no traço horizontal do plano). É possível verificar que o arco de circunferência do rebatimento do ponto O tem a medida da hipotenusa do seu triângulo de rebatimento.

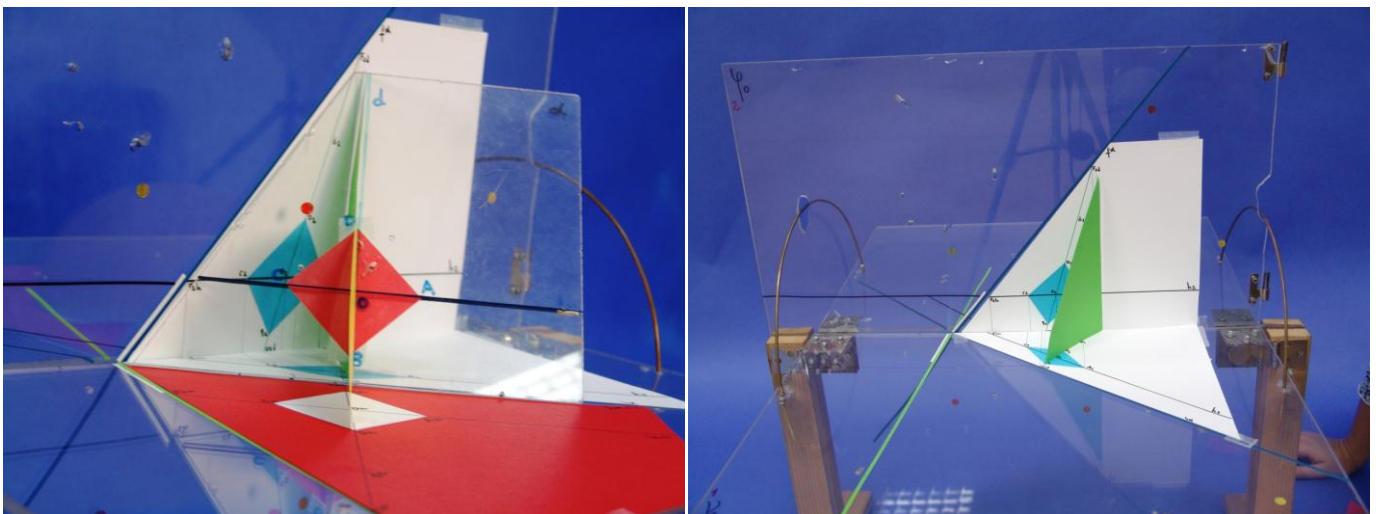


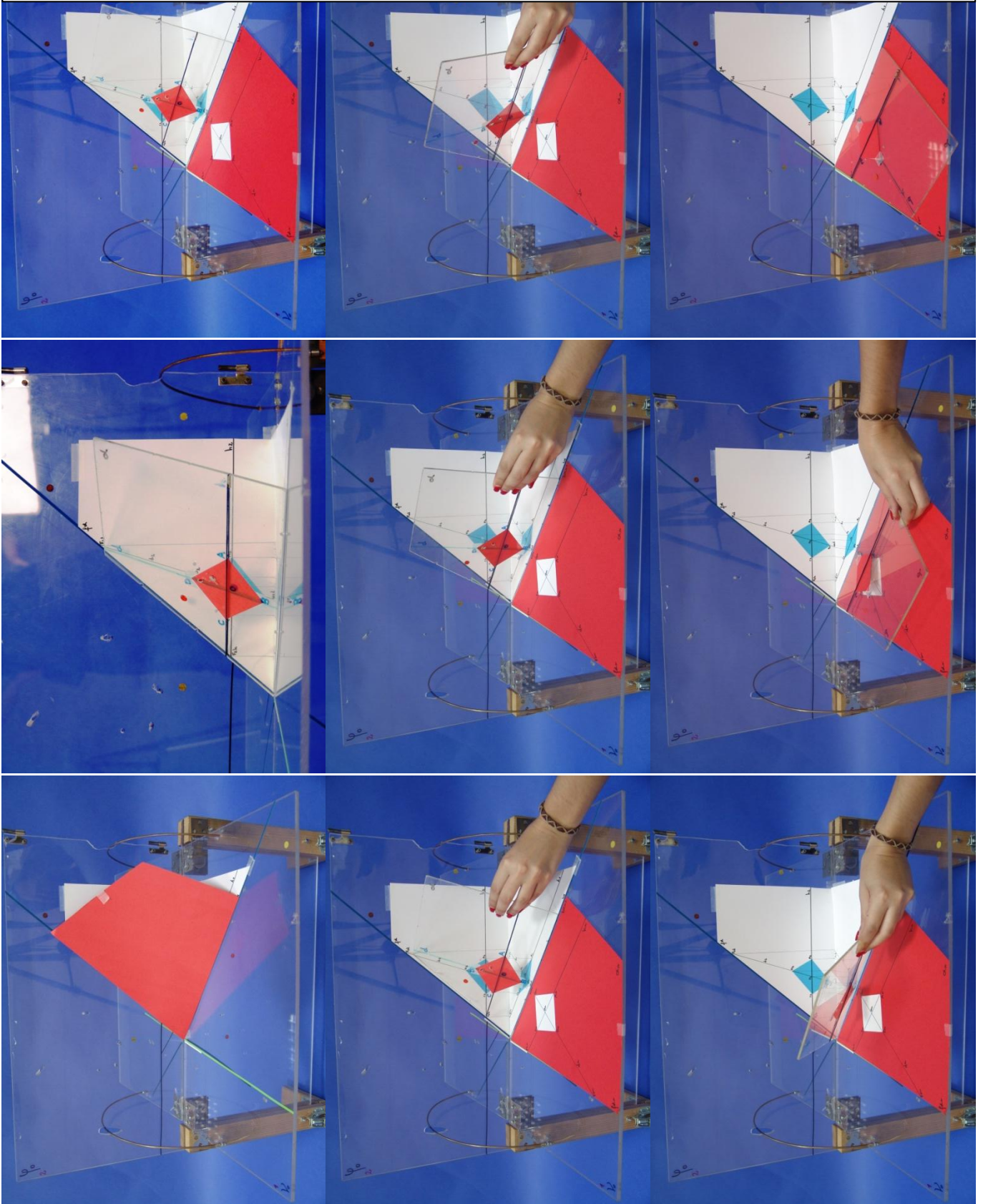
Figura 5 - Posição do triângulo de rebatimento em relação ao plano que contém o quadrado, ou seja, o triângulo de rebatimento está situado num plano projetante ortogonal à charneira do rebatimento.

## REBATIMENTO DE PLANOS NÃO PROJETANTES - PLANO OBLÍQUO

Quadrado situado num plano oblíquo.

Sequência de rebatimento de um plano oblíquo onde se situa um quadrado. O rebatimento está a ser executado para o Plano Horizontal de projeção com charneira no traço horizontal do plano.

Nesta sequência é possível verificar de que forma as retas notáveis do plano, neste caso as horizontais, fornecem dados importantes para a determinação de verdadeiras grandezas.

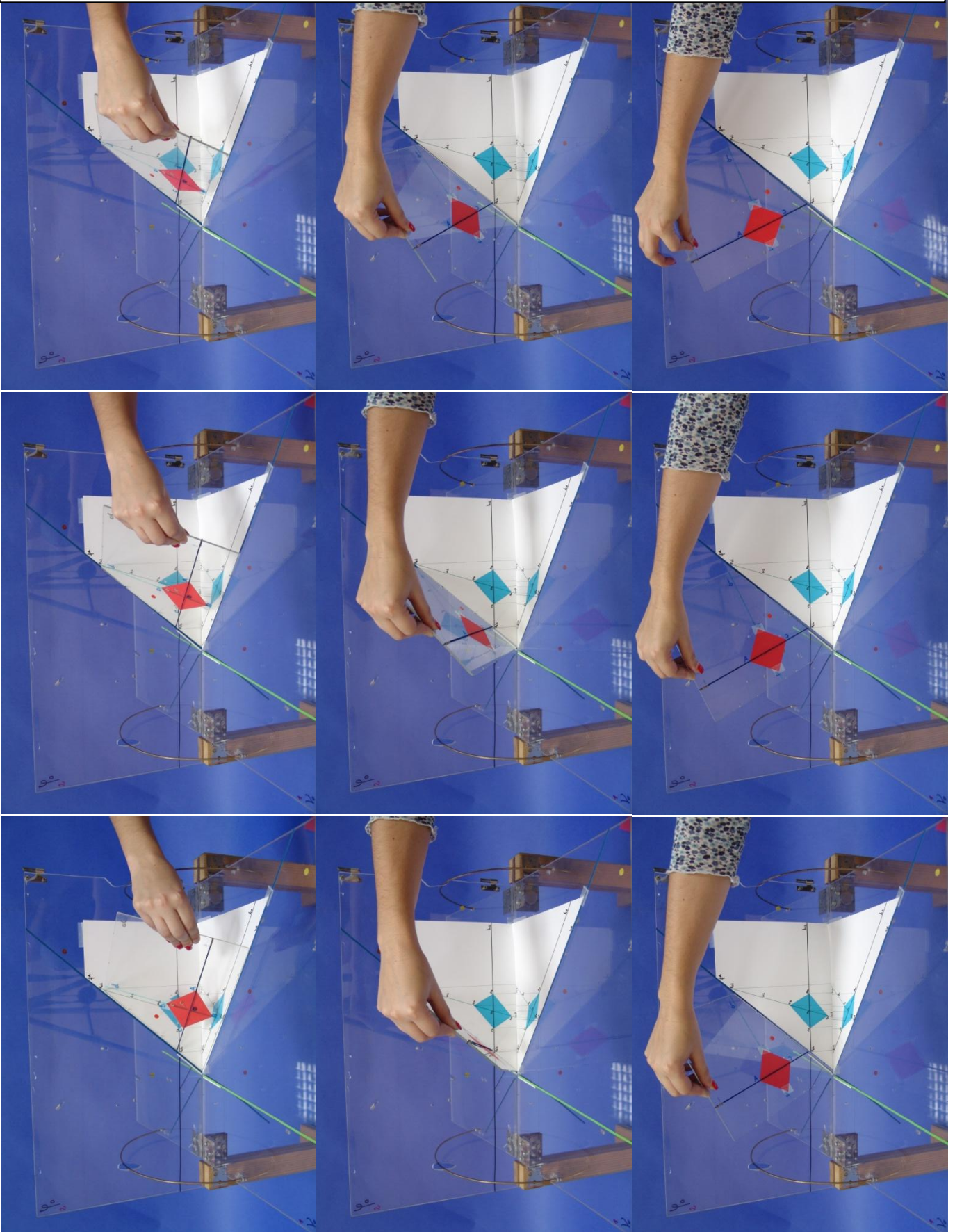


## REBATIMENTO DE PLANOS NÃO PROJETANTES - PLANO OBLÍQUO

Quadrado situado num plano oblíquo.

Sequência de rebatimento de um plano oblíquo onde se situa um quadrado. O rebatimento está a ser executado para o Plano Frontal de projeção com charneira no traço frontal do plano.

Nesta sequência é possível verificar de que forma as retas notáveis do plano, neste caso as frontais, fornecem dados importantes para a determinação de verdadeiras grandezas.

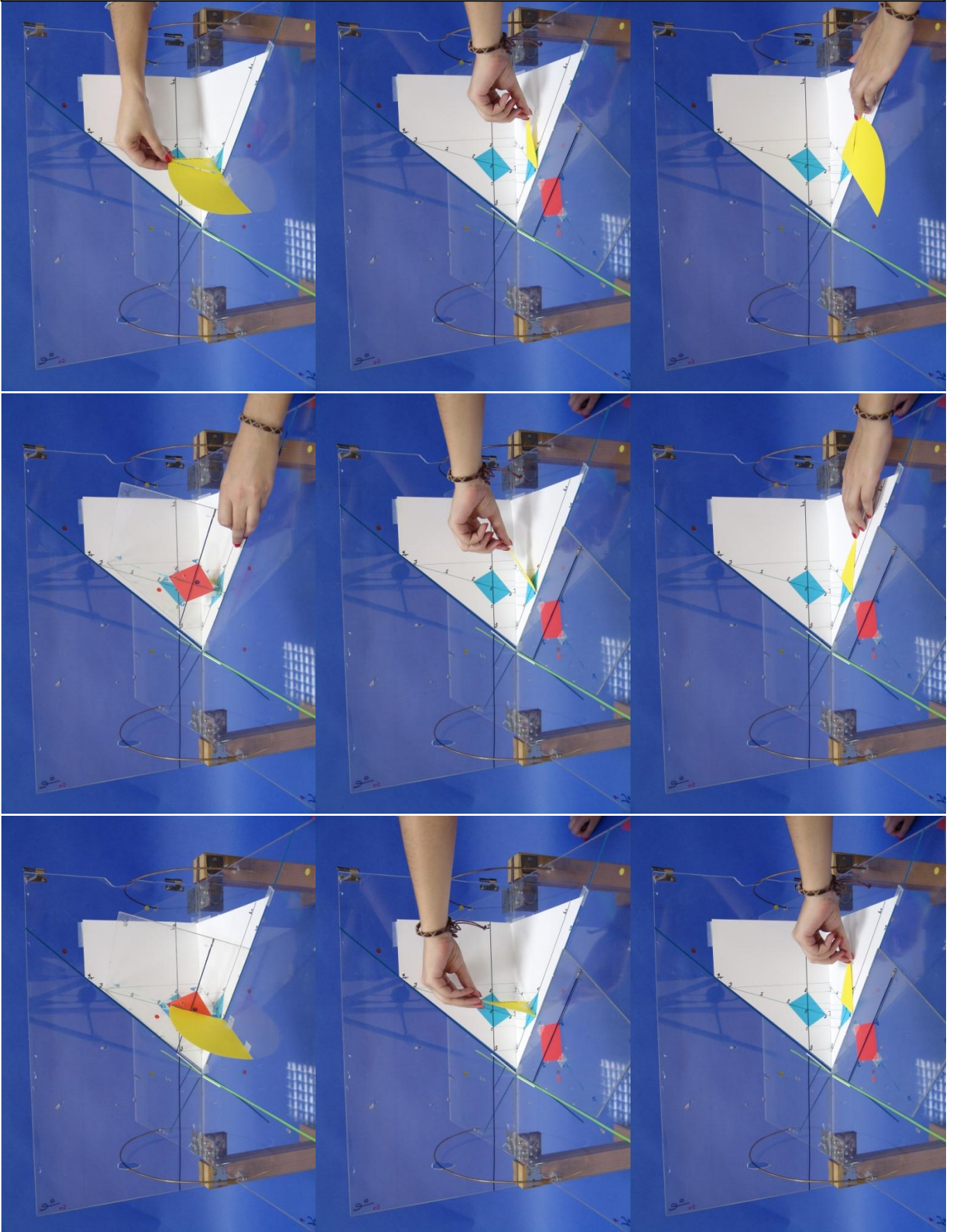


## REBATIMENTO DE PLANOS NÃO PROJETANTES - PLANO OBLÍQUO

Quadrado situado num plano oblíquo.

Sequência de rebatimento de um plano oblíquo onde se situa um quadrado. O rebatimento está a ser executado para o Plano Horizontal de projeção com charneira no traço horizontal do plano.

Nesta sequência é possível verificar de que forma os triângulo de rebatimento dos pontos, fornecem dados importantes para a determinação de verdadeiras grandezas.



Métodos Geométricos Auxiliares II  
Figuras Planas III

GEOMETRIA DESCRITIVA

Métodos Geométricos Auxiliares II  
Figuras Planas III

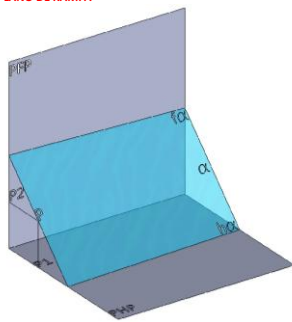
REBATIMENTO DE PLANOS NÃO PROJETANTES

OBLÍQUO, RAMPA E PASSANTE

A grande diferença entre o rebatimento de planos projetantes (que já conhecemos) e o rebatimento de planos não projetantes (que estamos a abordar), reside no facto de as distâncias que permitem efetuar o rebatimento nos planos projetantes estarem em V.G. numa das projeções, e nos planos não projetantes não estão em V.G. em nenhuma das projeções.



REBATIMENTO DO PLANO DE RAMPA



Continua a ser possível usar os dois processos de rebatimento já estudados na aula anterior:

- Através do triângulo de rebatimento.
- Através dos traços do plano.



REBATIMENTO DO PLANO DE RAMPA  
TRIÂNGULO DO REBATIMENTO

Através do triângulo do rebatimento

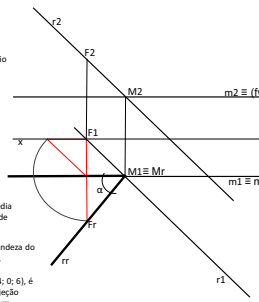
O processo do triângulo do rebatimento consiste na determinação da V.G. do raio do arco do rebatimento.

Permite rebater pontos contidos no plano.

Método já utilizado para rebater pontos de plano de rampa na resolução de problemas métricos, principalmente de ângulos.

Vejam os exemplos do exercício 3 do teste, que pedia a determinação do ângulo de duas retas concorrentes.

Determine a verdadeira grandeza do ângulo formado pelas retas concorrentes  $r$  e  $m$ :  
A reta  $r$  contém o ponto  $F(4; 0; 5)$ , é paralela ao  $\beta_2$  e a sua projeção horizontal faz, com o eixo, um ângulo de  $45^\circ$  (a.d.);  
A reta  $m$  é fronto-horizontal e tem 3 de cota.



As duas retas concorrentes definem um plano de rampa.

Para achar a V.G. das retas, normalmente optamos por rebater as retas para um plano auxiliar horizontal.

A charneira do rebatimento é a reta de interseção do plano auxiliar com o plano obliquo que contém as retas concorrentes, neste caso a reta  $m$ , ou seja  $m1 \equiv m1r$  coincide com  $m1$ .

Para achar a V.G. da reta  $r$ , recorremos ao rebatimento do ponto  $F$ , que lhe pertence.

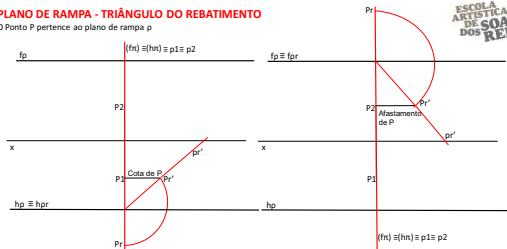
A medida do arco do rebatimento de  $F$  é a hipotenusa do triângulo retângulo que o ponto define com a reta vertical que o contém e com a reta de topo perpendicular à charneira.

Ao rebatermos o ponto  $F$  para um plano horizontal, estamos a rebater o plano de rampa que o contém.



PLANO DE RAMPA - TRIÂNGULO DO REBATIMENTO

O ponto  $P$  pertence ao plano de rampa  $p$



O rebatimento do plano de rampa  $p$  processa-se para o PHP. A charneira do rebatimento é o traço horizontal do plano -  $hp$ .

O rebatimento do plano de rampa  $p$  processa-se para o PFP. A charneira do rebatimento é o traço frontal do plano -  $fp$ .

Os planos ortogonais à charneira, nos quais se situam os arcos do rebatimento, são de perfil. Logo, primeiro é necessário rebater o plano auxiliar de perfil  $\pi$  para obter a V.G. do arco do rebatimento do ponto  $P$ .  
A reta de interseção do plano  $\pi$  com o plano de rampa  $p$  é uma reta de perfil. Importa referir que através dessa reta conhecemos a inclinação do plano de rampa com os planos de projeção.

Nota: Para simplificar a leitura da resolução gráfica dos exercícios, omitem-se algumas das notações, mantendo-se apenas os traçados essenciais. Os rebatimentos das retas de perfil podem ser feitos tanto para a direita, como para a esquerda. Normalmente são executados para o lado que mais contribuir para a leitura da resolução gráfica.



REBATIMENTO DO PLANO DE RAMPA

ATRAVÉS DO REBATIMENTO DOS TRAÇOS

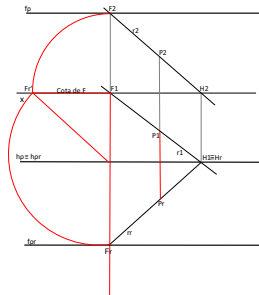
Através deste método, são rebatidos os traços do plano e, a partir destes, executa-se o rebatimento sucessivo de retas do plano às quais pertençam os pontos que se pretendem rebater. Este processo é o mais adequado nos problemas de figuras planas, pois facilmente se pode conter mais que um ponto na mesma reta, em vez de definir um triângulo de rebatimento para cada ponto.

No caso do plano de rampa, este processo implica necessariamente o recurso a um único triângulo do rebatimento pois, para rebater um ponto de um dos traços do plano, temos que recorrer ao triângulo retângulo definido pelo ponto ( $F$  ou  $H$ ), a reta projetante que o contém e reta que lhe é perpendicular.



**PLANO DE RAMPA - ATRAVÉS DOS TRAÇOS**

Um ponto P pertence ao plano de rampa p, logo, pertence a uma reta do plano de rampa p. Consideremos uma reta oblíqua r, situada no plano e que contém P.

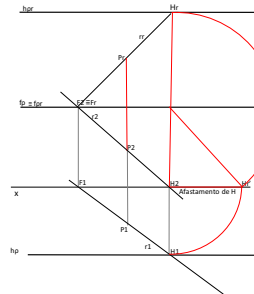


O rebatimento do plano de rampa p processa-se para o PNP. A charneira do rebatimento é o traço horizontal do plano - hp. Ainda que o princípio do rebatimento do plano de rampa através dos seus traços, seja o mesmo que para o plano oblíquo, não conseguimos contornar o problema sem recorrer pelo menos uma vez ao triângulo do rebatimento. Neste caso, temos obrigatoriamente que rebater um ponto do traço frontal do plano p para determinar o traço frontal do plano rebatido - fpr. Assim, executamos o triângulo do rebatimento do ponto F. O traço frontal é uma reta fronto-horizontal, logo, quando é rebatido mantém-se paralelo ao eixo x. Como o objetivo é rebater o ponto P, contido na reta r, rebatemos a reta r através do rebatimento dos seus traços. Na interseção entre a reta auxiliar projetante perpendicular à charneira e rr (reta r rebatida), situa-se Pr. Nota: Apenas faz sentido usar o rebatimento através dos traços se usarmos retas oblíquas a conter os pontos. Isto porque as retas de perfil obrigam-nos a usar o triângulo do rebatimento e as retas fronto-horizontais não têm traços.



**PLANO DE RAMPA - ATRAVÉS DOS TRAÇOS**

Um ponto P pertence ao plano de rampa p, logo, pertence a uma reta do plano de rampa p. Consideremos uma reta oblíqua r, situada no plano e que contém P.



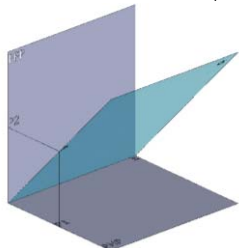
O rebatimento do plano de rampa p processa-se para o PFP. A charneira do rebatimento é o traço frontal do plano - fp. Ainda que o princípio do rebatimento do plano de rampa através dos seus traços, seja o mesmo que para o plano oblíquo, não conseguimos contornar o problema sem recorrer pelo menos uma vez ao triângulo do rebatimento. Neste caso, temos obrigatoriamente que rebater um ponto do traço horizontal do plano p para determinar o traço horizontal do plano rebatido - hpr. Assim, executamos o triângulo do rebatimento do ponto H. O traço horizontal é uma reta fronto-horizontal, logo, quando é rebatido mantém-se paralelo ao eixo x. Como o objetivo é rebater o ponto P, contido na reta r, rebatemos a reta r através do rebatimento dos seus traços. Na interseção entre a reta auxiliar projetante perpendicular à charneira e rr (reta r rebatida), situa-se Pr. Nota: Apenas faz sentido usar o rebatimento através dos traços se usarmos retas oblíquas a conter os pontos. Isto porque as retas de perfil obrigam-nos a usar o triângulo do rebatimento e as retas fronto-horizontais não têm traços.



**REBATIMENTO DO PLANO PASSANTE**

Um plano passante é um plano de rampa que contém o eixo x. Assim, os traços de um plano passante estão coincidentes com o eixo x. Por exemplo, os planos bissetores  $\beta 1,3$  e  $\beta 2,4$  são planos passantes que fazem  $45^\circ$  com ambos os planos de projeção.

O rebatimento do plano passante é muito semelhante ao rebatimento do plano de rampa.

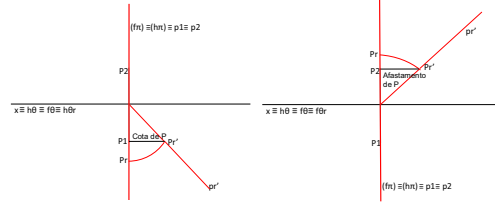


Logo, continua a ser possível usar os dois processos de rebatimento: - Através do triângulo de rebatimento. - Através dos traços do plano.



**PLANO PASSANTE - TRIÂNGULO DO REBATIMENTO**

O ponto P pertence ao plano passante  $\theta$ .



O rebatimento do plano passante  $\theta$  processa-se para o PNP. A charneira do rebatimento é o traço horizontal do plano - h0 (ainda que h e f do plano  $\theta$  coincidam). O rebatimento do plano passante  $\theta$  processa-se para o PFP. A charneira do rebatimento é o traço frontal do plano - f0 (ainda que h e f do plano  $\theta$  coincidam).

Os planos ortogonais à charneira, nos quais se situam os arcos do rebatimento, são de perfil. Logo, primeiro é necessário rebater o plano auxiliar de perfil n para obter a VG. do arco do rebatimento do ponto P. A reta de interseção do plano n com o plano passante  $\theta$  é uma reta de perfil passante. Importa referir que através dessa reta conhecemos a inclinação do plano passante com os planos de projeção.

Nota: Para simplificar a leitura da resolução gráfica dos exercícios, omitem-se algumas das notações, mantendo-se apenas os traçados essenciais. Os rebatimentos das retas de perfil podem ser feitos tanto para a direita, como para a esquerda. Normalmente são executados para o lado que mais contribuir para a leitura da resolução gráfica.



**REBATIMENTO DO PLANO PASSANTE**

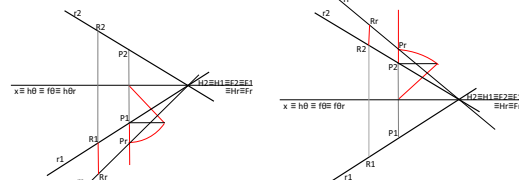
**ATRAVÉS DO REBATIMENTO DOS TRAÇOS**

No caso do plano passante, além dos traços, também os traços rebatidos também estão coincidentes com o eixo x, ou seja, o processo implica necessariamente o recurso ao triângulo do rebatimento de pelo menos um ponto exterior ao eixo x, contido numa reta do plano passante.

Para rebater um ponto do plano passante, temos que recorrer ao triângulo retângulo definido pelo ponto, a reta projetante que o contém e reta que lhe é perpendicular.

**PLANO PASSANTE - ATRAVÉS DOS TRAÇOS**

Um ponto P pertence ao plano passante  $\theta$ , logo, pertence a uma reta do plano passante  $\theta$ . Consideremos uma reta oblíqua r, situada no plano e que contém P.

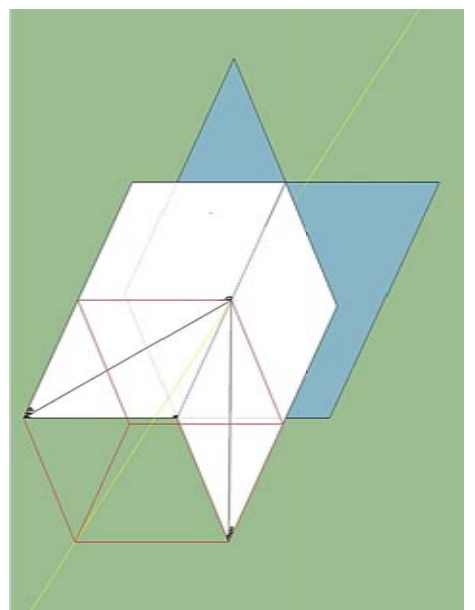
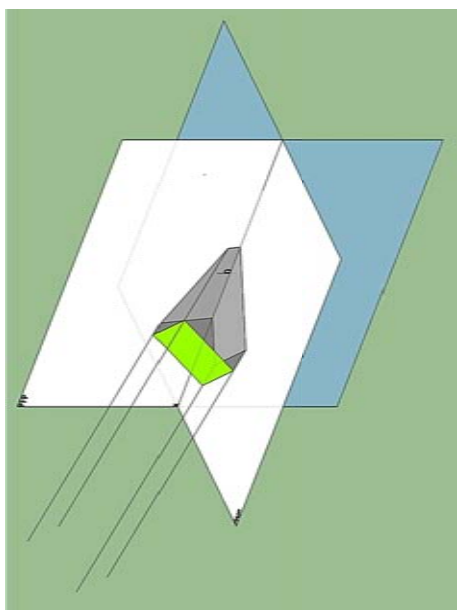
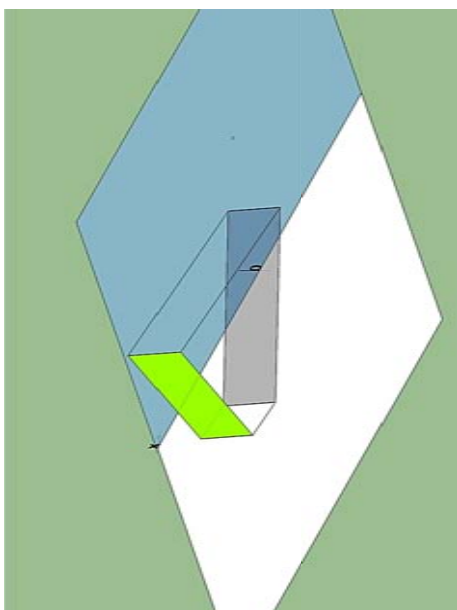
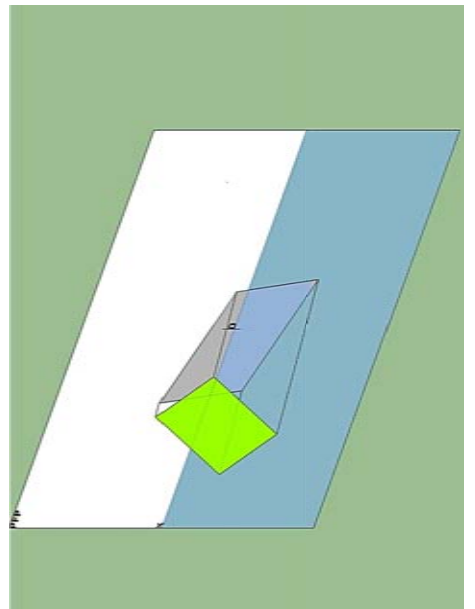
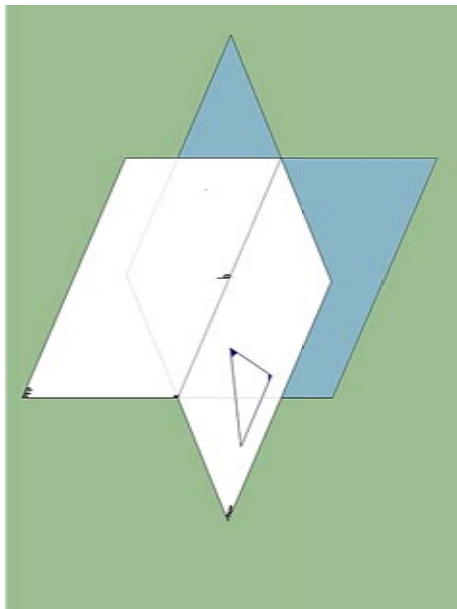
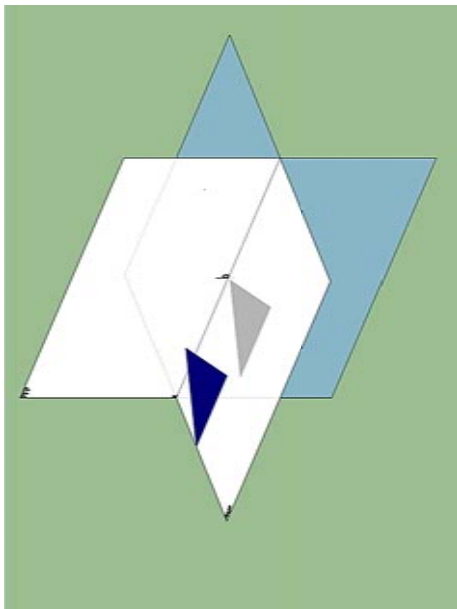
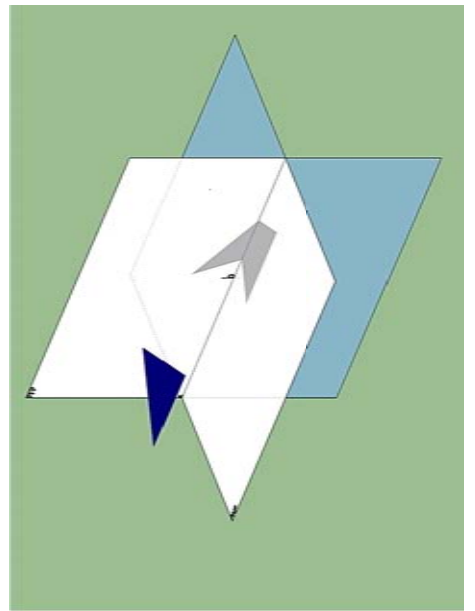
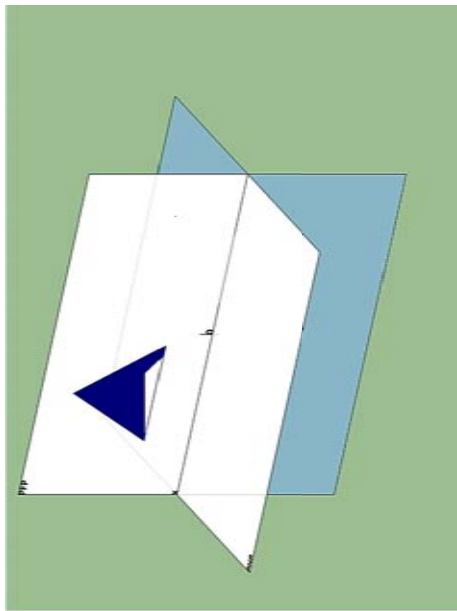
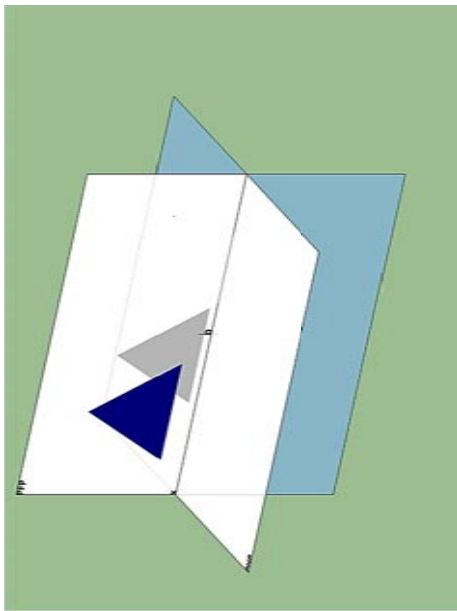


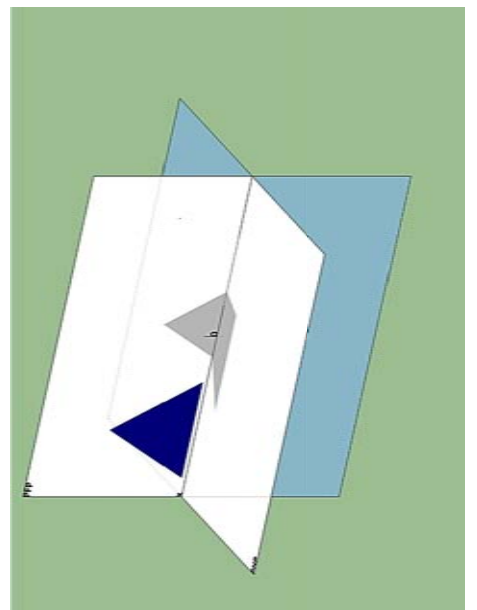
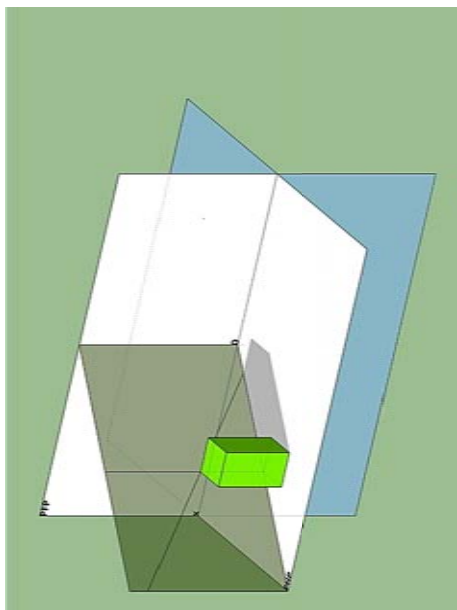
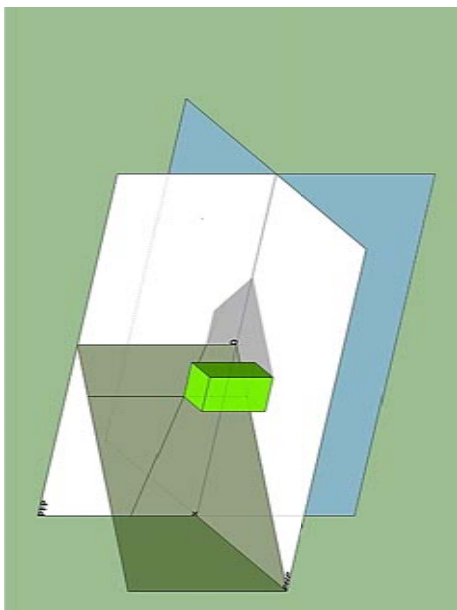
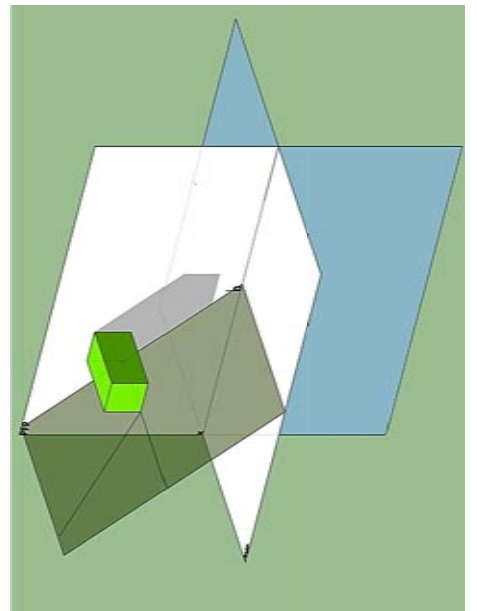
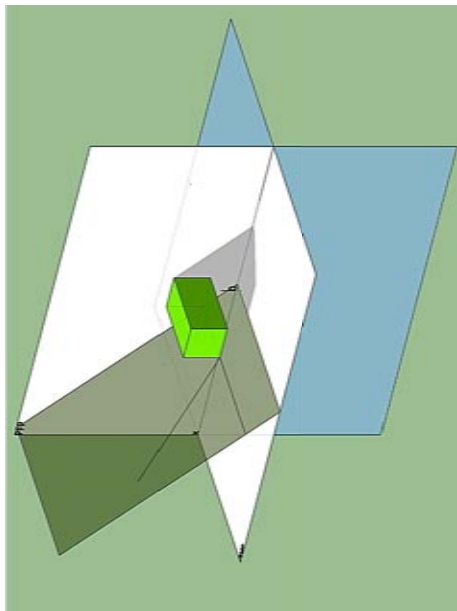
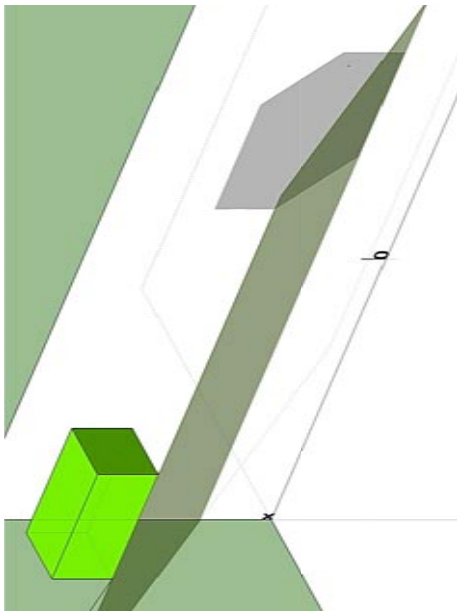
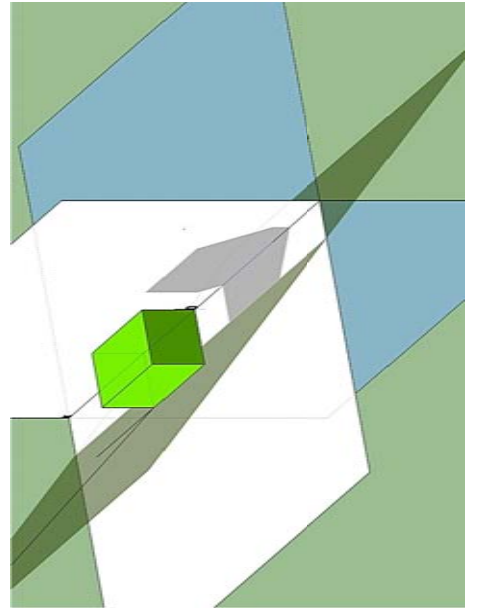
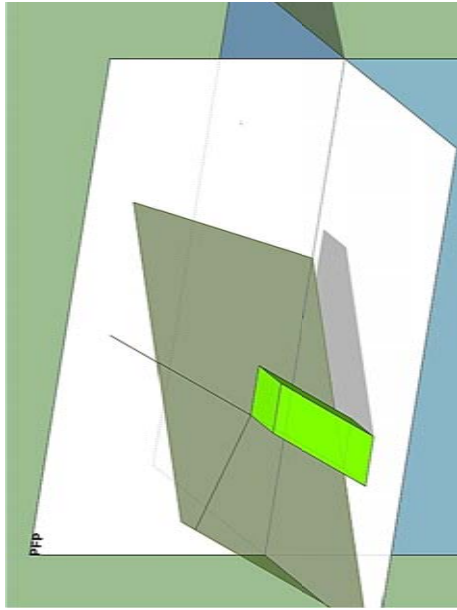
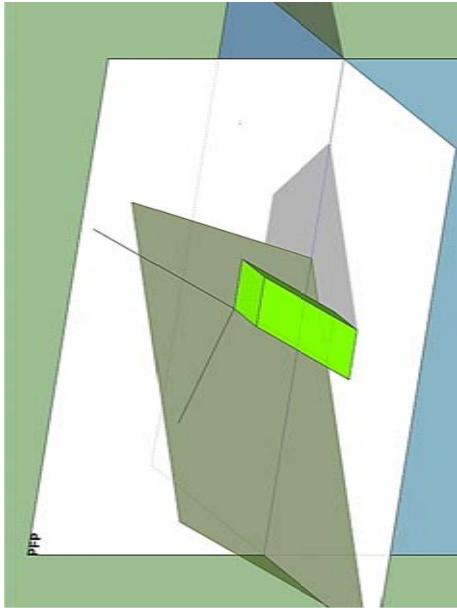
O rebatimento do plano passante  $\theta$  processa-se para o PNP. A charneira do rebatimento é o traço horizontal do plano - h0 (ainda que h e f do plano  $\theta$  coincidam). O rebatimento do plano passante  $\theta$  processa-se para o PFP. A charneira do rebatimento é o traço frontal do plano - f0 (ainda que h e f do plano  $\theta$  coincidam).

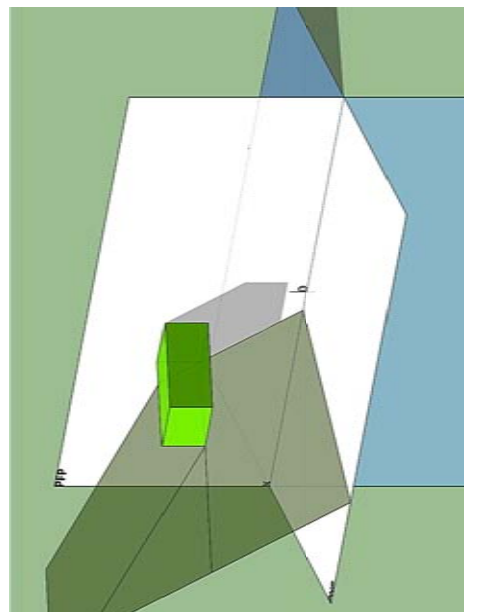
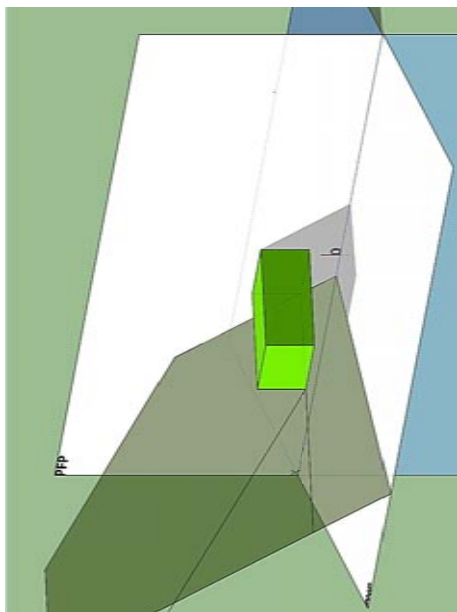
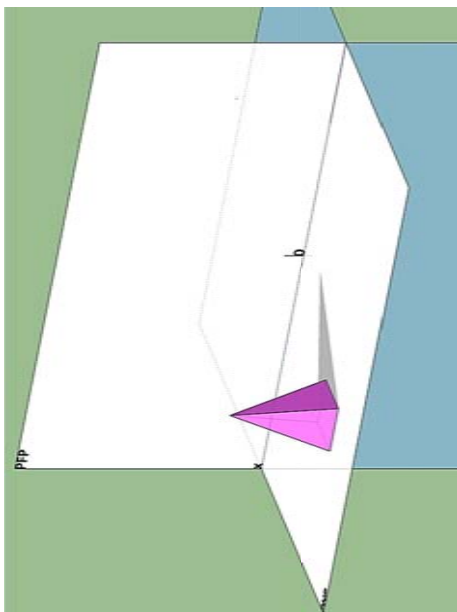
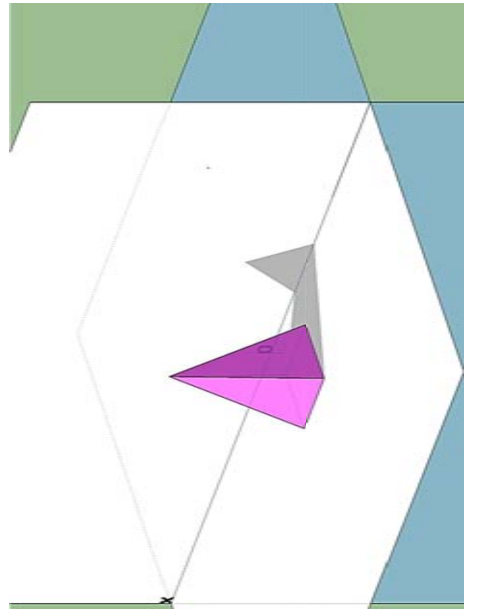
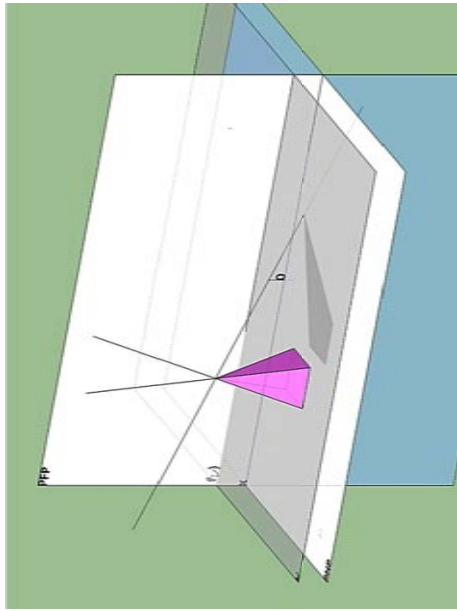
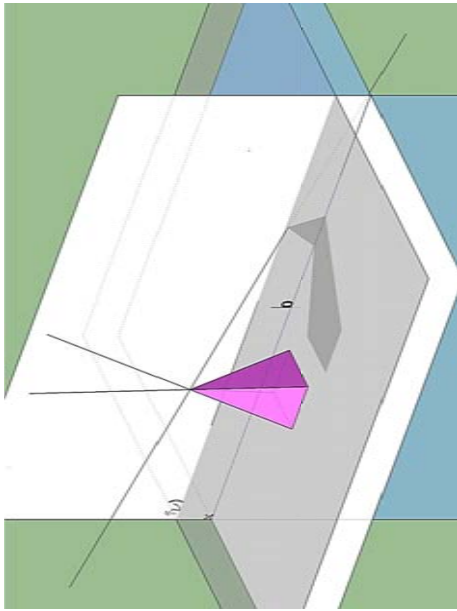
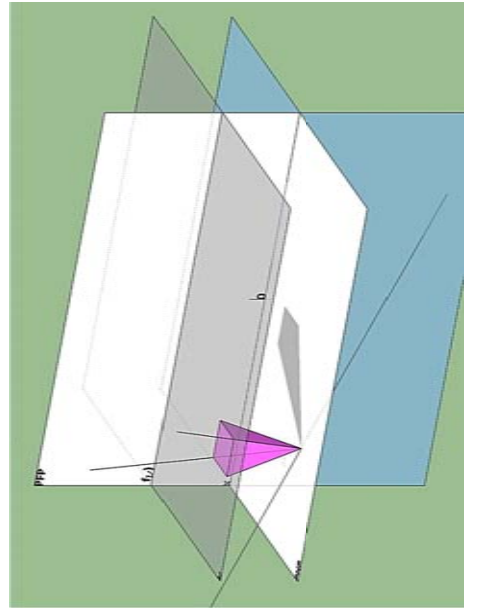
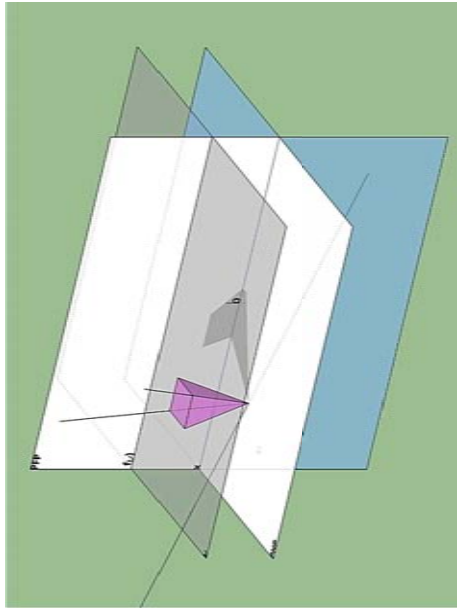
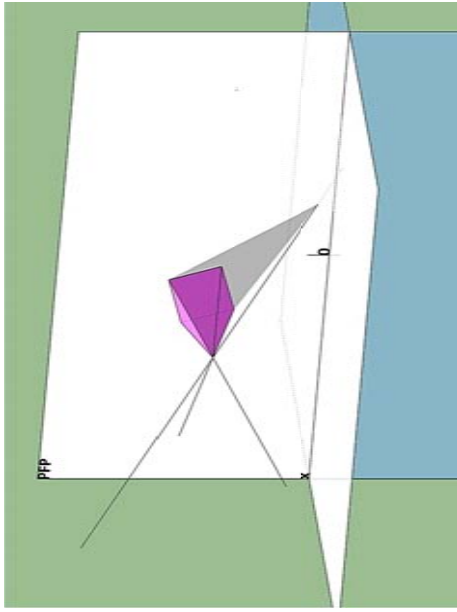
Neste caso, temos obrigatoriamente que rebater um ponto do plano exterior ao eixo x. Assim, executamos o triângulo do rebatimento do ponto P. Como o objetivo é rebater a reta r, executamos o rebatimento dos seus traços que, como sabemos, se situam ambos no eixo x, ou seja, permanecem fixos e coincidem com os traços rebatidos. Apesar de neste exemplo aparecerem referenciados todos os traços, tanto nas projeções como no rebatimento, esta notação pode ser simplificada ou nem ser referida. Assim, Pr e o ponto da reta no eixo x definem a reta rebatida rr. Qualquer outro ponto da reta r, terá o seu rebatimento na interseção da reta auxiliar projetante perpendicular à charneira com rr e vice-versa.

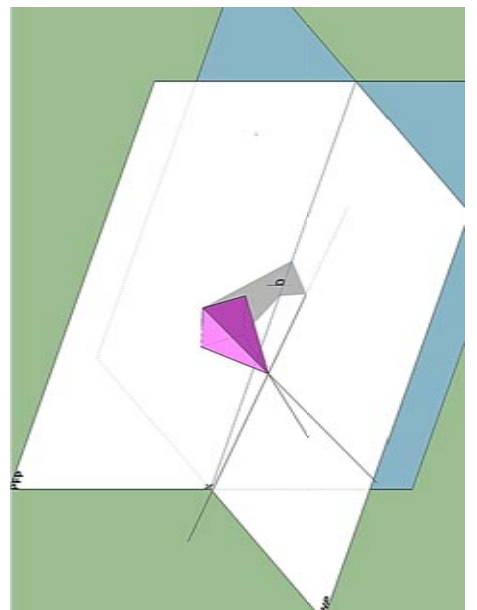
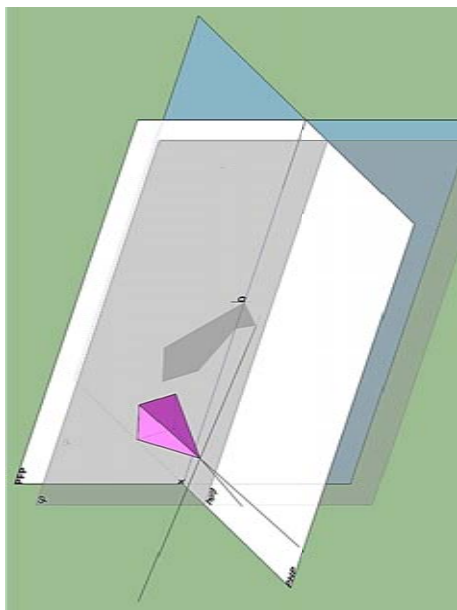
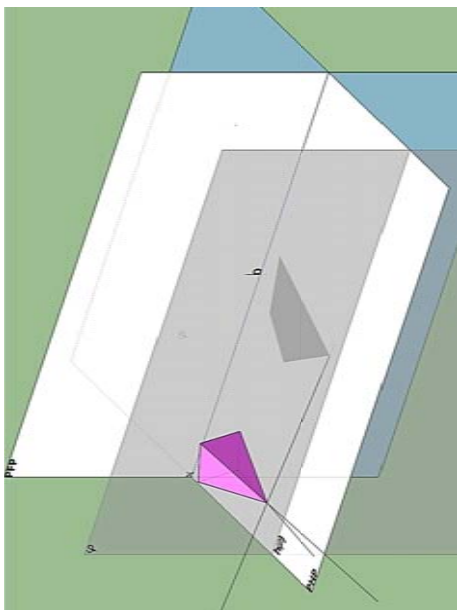
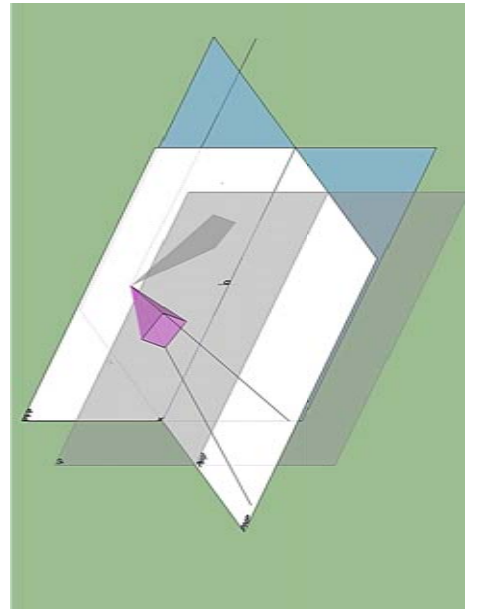
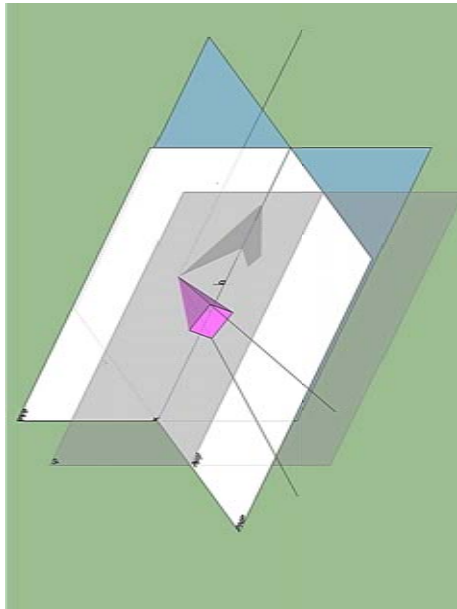
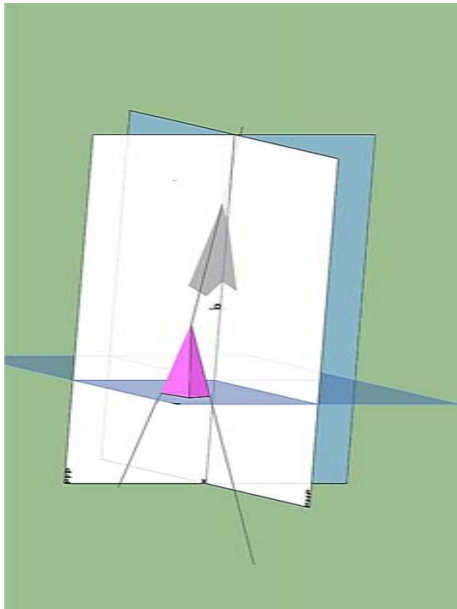
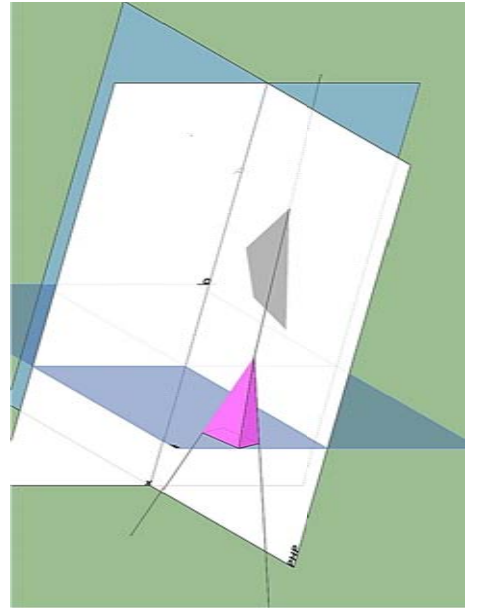
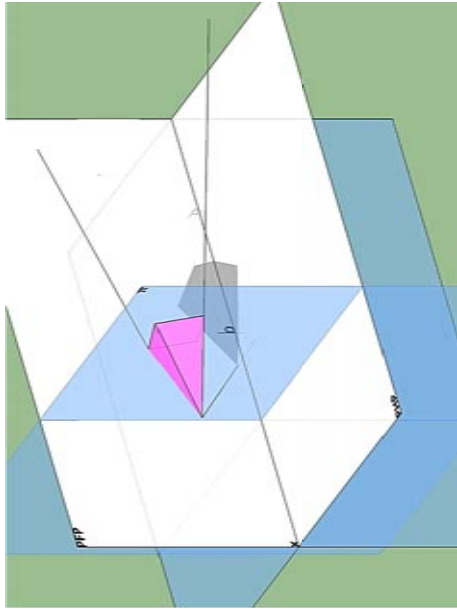
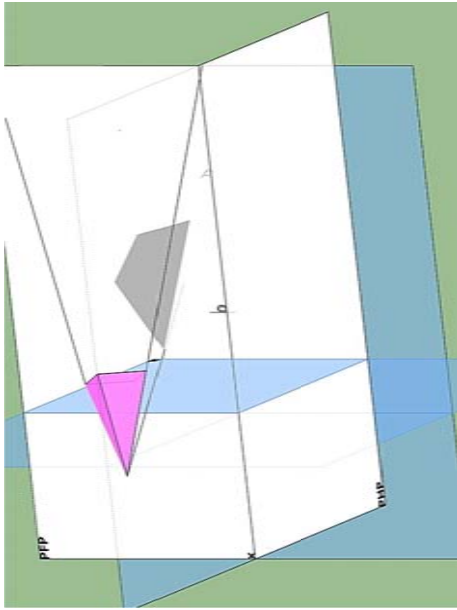
Nota: Tal como no plano de rampa, apenas faz sentido usar o rebatimento através dos traços se usarmos retas oblíquas a conter os pontos. Isto porque as retas de perfil passantes obrigam-nos a usar o triângulo do rebatimento e as retas fronto-horizontais não têm traços.











# Geometria Descritiva A

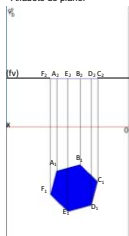
## REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA



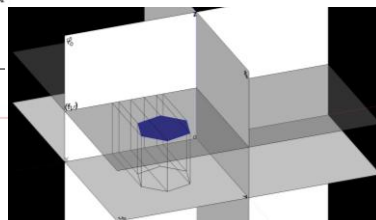
### REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA

#### Semelhanças em relação à Representação Diédrica e Triédrica:

- Representação bidimensional de formas bi e tridimensionais que existem no espaço.
- Planos de referência das coordenadas –  $v_0$  (ex-PHP),  $\varphi_0$  (ex-PFP) e  $\pi_0$  (ex-PLP).
- Referencial tridimensional composto por três eixos (x, y, e z).
- Representação do ponto através das suas coordenadas.
- Alfabeto da reta.
- Alfabeto do plano.



Representação diédrica de um hexágono situado num plano horizontal.



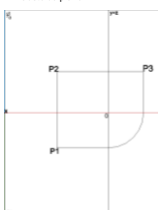
Representação axonométrica de um hexágono situado num plano horizontal.



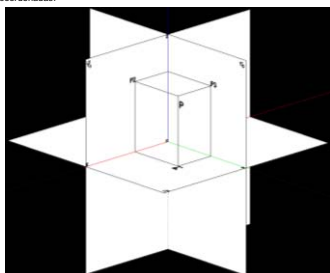
### REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA

#### Semelhanças em relação à Representação Diédrica e Triédrica:

- Representação bidimensional de formas bi e tridimensionais que existem no espaço.
- Planos de referência das coordenadas –  $v_0$  (ex-PHP),  $\varphi_0$  (ex-PFP) e  $\pi_0$  (ex-PLP).
- Referencial tridimensional composto por três eixos (x, y, e z).
- Representação do ponto através das suas coordenadas.
- Alfabeto da reta.
- Alfabeto do plano.



Representação triédrica de um ponto dado pelas suas coordenadas.



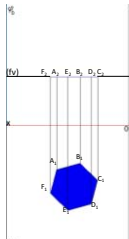
Representação axonométrica de um ponto dado pelas suas coordenadas.



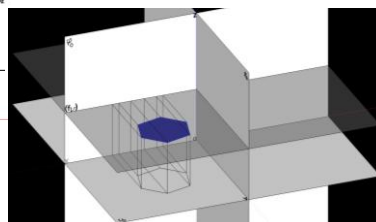
### REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA

#### Diferenças em relação à Representação Diédrica e Triédrica:

- Os objetos e formas são representados por uma única projeção (vista), o que se deve à existência de um único plano de projeção.
- Visão intuitiva e imediata do objeto e das suas três dimensões.
- A perspetiva de um objeto representa, simultaneamente, as três dimensões do objeto e as relações entre elas.
- Representação de pontos e, consequentemente, objetos e formas cujas coordenadas sejam sempre positivas.



Representação diédrica de um hexágono situado num plano horizontal.



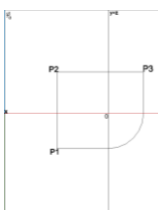
Representação axonométrica de um hexágono situado num plano horizontal.



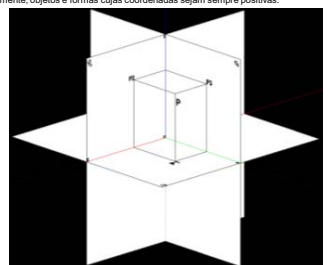
### REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA

#### Diferenças em relação à Representação Diédrica e Triédrica:

- Os objetos e formas são representados por uma única projeção (vista), o que se deve à existência de um único plano de projeção.
- Visão intuitiva e imediata do objeto e das suas três dimensões.
- A perspetiva de um objeto representa, simultaneamente, as três dimensões do objeto e as relações entre elas.
- Representação de pontos e, consequentemente, objetos e formas cujas coordenadas sejam sempre positivas.



Representação triédrica de um ponto dado pelas suas coordenadas.



Representação axonométrica de um ponto dado pelas suas coordenadas.

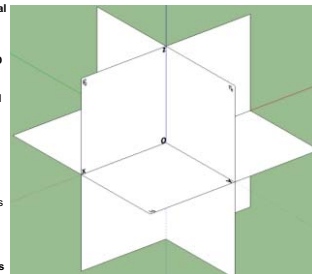


### REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA

Consideremos o referencial tridimensional da geometria descritiva constituído por três eixos coordenados, x, y, e z, perpendiculares entre si dois a dois e concorrentes num único ponto – ponto O – origem do referencial.

- Cada par de eixos define um plano no qual uma das coordenadas é nula.
- Estes planos são perpendiculares entre si dois a dois e interseccionam-se dois a dois segundo os eixos coordenados.
- Cada eixo do referencial é ortogonal ao plano definido pelos outros dois eixos.

Os três planos que contêm cada par de eixos dividem o espaço em oito partes – 8 triedros triretângulos. Na representação axonométrica considera-se, entre os 8 triedros, aquele em que as três coordenadas são positivas – o 1º triedro.



Referencial tridimensional da geometria descritiva.

As faces deste triedro denominam-se planos coordenados:

- Plano XY ou xOy ( $v_0$ ) definido pelos eixos x e y, tem cota nula.
- Plano XZ ou xOz ( $\varphi_0$ ) definido pelos eixos x e z, tem afastamento nulo.
- Plano YZ ou yOz ( $\pi_0$ ) definido pelos eixos y e z, tem abscissa nula.



**REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA**

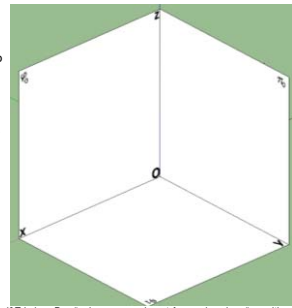
A representação axonométrica fundamenta-se nas representações possíveis – perspectivas – deste triedro triretângulo definido por três eixos coordenados e das formas nele existentes sobre um dado plano de projeção – o plano axonométrico ou quadro.

A existência de diferentes tipos de representações axonométricas deste triedro está diretamente relacionada com dois fatores:

- As diferentes posições das retas projetantes em relação ao plano de projeção (plano axonométrico).
- As diferentes posições das faces do triedro (planos coordenados) e, conseqüentemente, dos eixos (eixos coordenados), em relação ao plano de projeção (plano axonométrico).

Assim, surgem dois grupos genéricos de representações axonométricas:

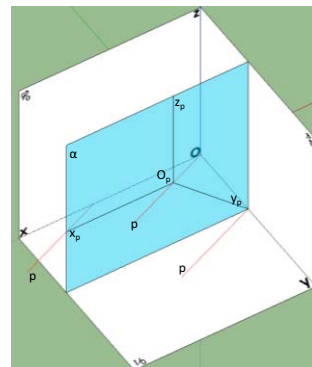
- Axonométricas oblíquas ou clinogonais.
- Axonométricas ortogonais.



1º Triedro – Porção do espaço onde as três coordenadas são positivas.



**REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA**



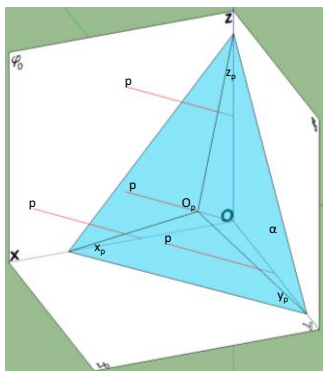
**Axonometria Oblíqua ou Clinogonal**

Na qual as retas projetantes são oblíquas em relação ao plano axonométrico e este é coincidente ou paralelo a um dos planos coordenados.

- $\alpha$  – Plano axonométrico
- $P$  – projetantes
- $X_p, Y_p$  e  $Z_p$  – eixos projetados
- $O_p$  – origem do referencial projetada



**REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA**



**Axonometria Ortogonal**

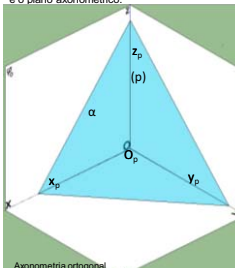
Na qual as retas projetantes são ortogonais em relação ao plano axonométrico e este é oblíquo em relação aos planos coordenados, logo, também é oblíquo aos eixos coordenados.

- $\alpha$  – Plano axonométrico
- $P$  – projetantes
- $X_p, Y_p$  e  $Z_p$  – eixos projetados
- $O_p$  – origem do referencial projetada

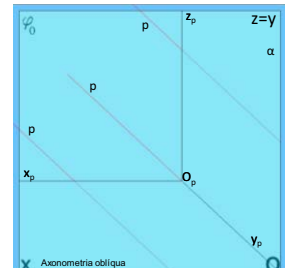


**REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA**

Tendo em conta que o plano da representação (a folha de papel) se encontra numa posição horizontal ou frontal, no decurso do estudo da representação axonométrica considerar-se-á, sempre, o plano axonométrico numa posição horizontal ou frontal. Tal corresponderá, na realidade, a uma rotação de todo o sistema de projeção, o que em nada influenciará as representações obtidas, pois manter-se-ão as relações entre o triedro e o plano axonométrico.



Axonometria ortogonal



Axonometria oblíqua

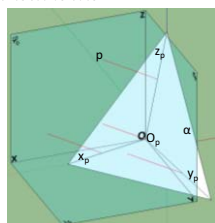
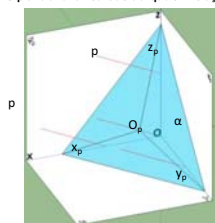
Nota: O ponto  $O_p$ , o eixo  $X_p$ , o eixo  $Y_p$  e o eixo  $Z_p$  são as perspectivas, respetivamente, da origem do referencial e dos eixos coordenados. Como na representação axonométrica obtemos apenas uma vista dos objetos e formas, anula-se a indicação "projetado" e coloca-se só a nomenclatura da origem e eixos do referencial. Aos eixos projetados dá-se o nome de eixos axonométricos.



**Representação Axonométrica**  
**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**

Na axonometria ortogonal, a representação (perspetiva) processa-se através da projeção ortogonal dos eixos sobre o plano axonométrico.

- As retas projetantes são ortogonais ao plano axonométrico.
- O plano axonométrico é oblíquo em relação aos planos coordenados.



No entanto, a localização do plano axonométrico não é fixa (pode conter ou não o a origem do referencial) pois, desde que se mantenha a relação entre o plano de projeção, as retas projetantes e a posição do triedro em relação ao plano de projeção, as representações obtidas não sofrerão influências.



**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**

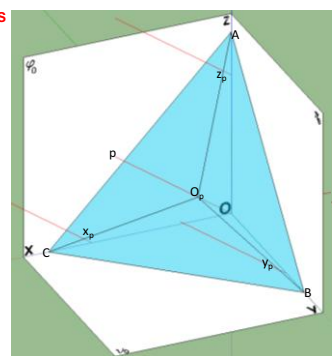
**Triângulo Fundamental**

Consideremos um plano axonométrico que não contém o ponto  $O$  – origem do referencial.

A projeção dos três eixos coordenados sobre o plano axonométrico é determinada através de retas projetantes ortogonais ao plano axonométrico.

Marquemos os pontos de interseção dos eixos coordenados com o plano axonométrico.

Ao triângulo  $[ABC]$  dá-se o nome de triângulo fundamental.

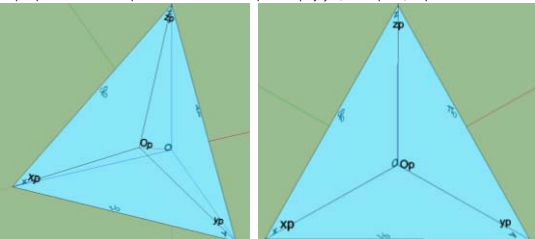


**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**

**Pirâmide Axonométrica**

A pirâmide com vértice na origem do referencial e cuja base é o triângulo fundamental é a pirâmide axonométrica, cujas arestas laterais estão contidas nos eixos coordenados.

A perspectiva do triedro no plano axonométrico corresponde à projeção, nesse plano, da pirâmide



**Nota:** A representação do triângulo fundamental não é estritamente necessária e as suas dimensões são arbitrárias pois dependem da distância do plano axonométrico à origem do triedro, que pode ser uma distância qualquer, o que não influencia a perspectiva do triedro.

**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**

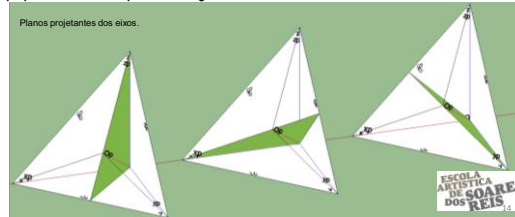
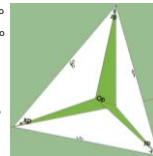
A perspectiva de cada eixo é a reta de interseção do plano projetante desse eixo com o plano axonométrico.

O plano projetante de cada eixo é, simultaneamente, ortogonal ao plano axonométrico e ao plano coordenado que contém os outros dois eixos.

Cada um dos lados do triângulo fundamental está contido na reta de interseção entre um plano coordenado e o plano axonométrico. Como ambos o plano coordenado e o plano axonométrico são ortogonais ao plano projetante do eixo que não está contido nesse plano coordenado, essa reta é necessariamente ortogonal ao plano projetante desse eixo.

Deste modo, o plano projetante de um dado eixo é ortogonal ao lado do triângulo fundamental que contém os outros dois vértices do triângulo fundamental.

Assim, a projeção de cada eixo no plano axonométrico é sempre perpendicular ao lado oposto do triângulo fundamental.



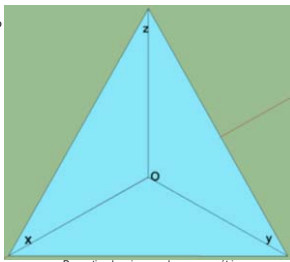
**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**

A posição relativa dos três eixos coordenados entre si no espaço é fixa mas a posição do plano axonométrico em relação ao triedro não é.

O ângulo que cada eixo coordenado faz com o plano axonométrico é o ângulo que cada eixo coordenado faz com a sua perspectiva.

Dependendo da posição do triedro em relação ao plano axonométrico, estes ângulos podem ser todos iguais, todos diferentes ou dois deles iguais e diferentes em relação ao terceiro.

Em qualquer dos casos:  
 - As perspectivas de qualquer par de eixos fazem entre si ângulos obtusos (superiores a 90° e inferiores a 180°).  
 - A soma dos ângulos entre as perspectivas dos eixos é sempre igual a 360°  
 - A perspectiva do eixo z, por convenção, representa-se na vertical.



Em função das diferentes relações entre esses ângulos e as correspondentes perspectivas do triedro surgem três tipos de axonometrias ortogonais:

**Perspectiva isométrica - isometria**

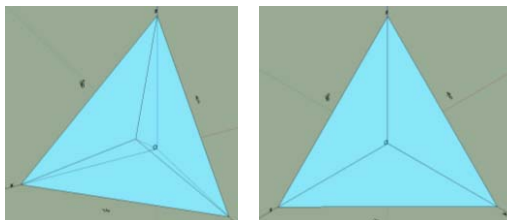
**Perspectiva dimétrica - dimetria**

**Perspectiva trimétrica ou anisométrica - trimetria ou anisometria**

**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**

**Isometria** - Os três ângulos de cada eixo coordenado com o plano axonométrico são iguais, ou seja, todas as faces do triedro têm inclinações iguais em relação ao plano axonométrico.

O triângulo fundamental é equilátero. A pirâmide axonométrica é reta e regular.

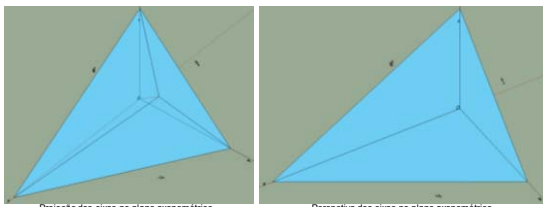


Uma vez que os pares de perspectivas dos eixos coordenados fazem, entre si, ângulos iguais, cada par de eixos axonométricos faz 120°.

**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**

**Dimetria** - Dois dos três ângulos referidos são iguais e o terceiro é diferente, ou seja, duas das faces do triedro têm a mesma inclinação em relação ao plano axonométrico e uma face tem inclinação diferente.

O triângulo fundamental é isósceles. A pirâmide axonométrica é reta, mas não regular.



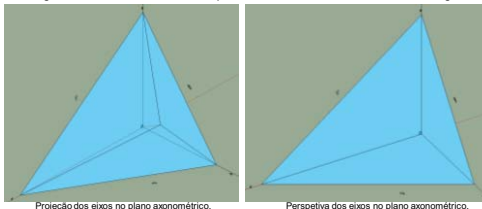
Os dois pares de perspectivas de eixos coordenados que fazem o mesmo ângulo podem ser quaisquer uns. O enunciado dos exercícios dá essa informação. Exemplos:

Considere uma axonometria dimétrica em que o eixo axonométrico x faz ângulos de 110° com os eixos axonométricos y e z.

**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**

**Trimetria ou Anisometria** - Os três ângulos são diferentes, ou seja, todas as faces do triedro têm inclinações diferentes em relação ao plano axonométrico.

O triângulo fundamental é escaleno. A pirâmide axonométrica é reta, mas não regular.



Os três pares de perspectivas de eixos coordenados fazem ângulos diferentes entre si. O enunciado dos exercícios dá essa informação. Exemplos:

Considere uma axonometria trimétrica em que  $xOz = 120^\circ$  e  $yOz = 110^\circ$ .

**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**

Como nenhum dos eixos coordenados é paralelo ao plano axonométrico, as coordenadas de um ponto não se projetam em Verdadeira Grandeza, o que significa que apresentam, sempre, uma deformação.

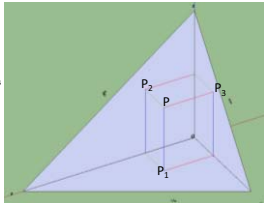
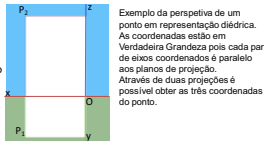
À relação existente entre uma determinada medida e a medida da sua projeção dá-se o nome de coeficiente de redução (ou deformação).

Os coeficientes de redução são variáveis de acordo com o ângulo que os eixos coordenados fazem com o plano axonométrico.

Na **isometria**, o coeficiente de redução é o mesmo pois os ângulos dos três eixos coordenados com o plano axonométrico são iguais.

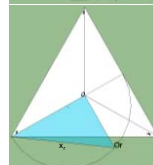
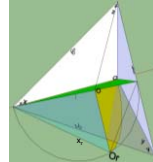
Na **dimetria**, existem dois coeficientes de redução distintos, um deles correspondente aos dois eixos coordenados que fazem o mesmo ângulo com o plano axonométrico e o outro correspondente ao ângulo diferente do terceiro eixo com o plano axonométrico.

Na **trimetria**, existem três coeficientes de redução distintos pois os ângulos dos três eixos coordenados com o plano axonométrico são diferentes.

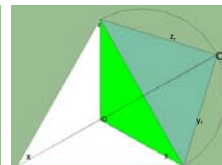
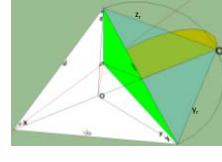


Exemplo da perspectiva de um ponto em axonometria trimétrica. Cada coordenada apresenta um coeficiente de redução diferente.

**AXONOMETRIAS ORTOGONAIS**



Exemplo de rebatimento do plano projetante do eixo x. A chamfeira é a projeção do eixo x no plano axonométrico.



Exemplo de rebatimento do plano coordenado yOz. A chamfeira é o lado do triângulo fundamental cortado nesse plano e no plano axonométrico.

Os coeficientes de redução podem ser determinados matematicamente ou graficamente. Na Geometria Descritiva interessamo-nos a determinação gráfica.

A determinação gráfica do coeficiente de redução pode efetuar-se por dois processos distintos:

- Pelo rebatimento dos planos projetantes dos eixos.
- Pelo rebatimento dos planos coordenados.

Optamos por desenvolver o rebatimento dos planos coordenados por ser um método que se revela mais eficaz e menos complexo, principalmente na representação de formas bi e tridimensionais pelas suas posições relativas aos planos coordenados.



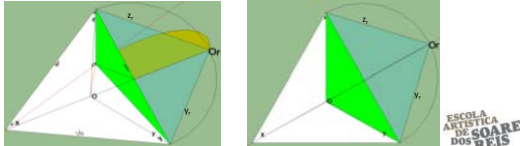
**Axonometrias Ortogonais  
REBATIMENTO DOS PLANOS COORDENADOS**

O rebatimento dos planos coordenados consiste na rotação das faces laterais da pirâmide axonométrica para o plano axonométrico.

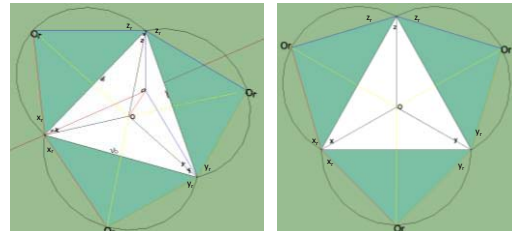
A charneira do rebatimento de cada plano coordenado é o lado do triângulo fundamental nele contido.

O arco do rebatimento de cada ponto do plano coordenado está contido num plano ortogonal à charneira. Assim, se considerarmos o ponto O (origem do referencial), o seu arco de rebatimento existe num plano projetante à charneira do plano coordenado que pretendemos rebater e o centro desse arco é o ponto de interseção do plano projetante com a charneira.

O método de rebatimento dos planos coordenados é efetuado através dos mesmos procedimentos para os três tipos de axonometrias ortogonais. No entanto, em certos casos, é possível estabelecer algumas características que podem permitir economia de traçados.



**REBATIMENTO DOS PLANOS COORDENADOS**



No rebatimento de cada plano coordenado surgem rebatidos os dois eixos que o definem, ou seja, ao rebatermos os três planos coordenados, duplicamos o rebatimento de cada eixo coordenado.

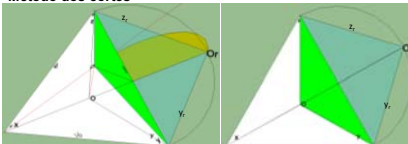
Assim, nunca é necessário rebater os três planos coordenados para representar as três dimensões.

A escolha de quais os planos mais adequados a rebater depende do exercício em causa, como veremos na prática.

Importa referir que o ponto O rebatido se encontra sempre no prolongamento da perspectiva do eixo exterior a esse plano coordenado rebatido, o que não coincide necessariamente com o centro da semicircunferência auxiliar ao rebatimento.

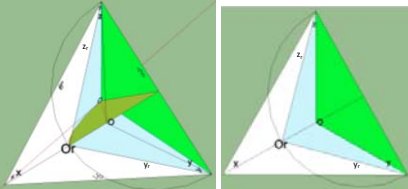


**REBATIMENTO DOS PLANOS COORDENADOS  
Método dos cortes**



O método dos cortes fundamenta-se no método do rebatimento dos planos coordenados.

Exemplo de rebatimento do plano coordenado yOz para o exterior da pirâmide axonométrica.



A grande diferença entre os dois é o facto de no rebatimento dos planos coordenados a rotação ser feita para o exterior da pirâmide axonométrica e no método dos cortes a rotação ser feita para o interior da pirâmide axonométrica.

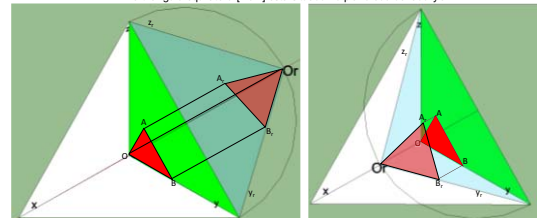
Exemplo de rebatimento do plano coordenado yOz para o interior da pirâmide axonométrica – método dos cortes.



**REBATIMENTO DOS PLANOS COORDENADOS  
Método dos cortes**

No rebatimento dos planos coordenados para o exterior da pirâmide axonométrica, a projeção do objeto no plano coordenado fica invertida em relação à sua perspectiva. No método dos cortes isto não acontece, o que facilita a determinação da perspectiva do objeto a partir do seu rebatimento.

O triângulo equilátero [AOB] está situado no plano coordenado yOz



Representação axonométrica do triângulo [AOB] através do rebatimento dos planos coordenados para o exterior da pirâmide axonométrica.

Representação axonométrica do triângulo [AOB] através do rebatimento dos planos coordenados para o interior da pirâmide axonométrica.

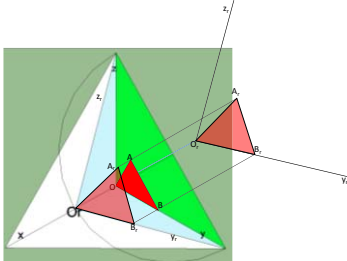
O rebatimento dos planos coordenados para o interior da pirâmide axonométrica faz com que muitas vezes a perspectiva do objeto a desenhar se sobreponha com a sua representação em V.G.



**REBATIMENTO DOS PLANOS COORDENADOS**

**Método dos cortes**

Para evitar esta sobreposição, faz-se a translação desse rebatimento para o exterior da pirâmide axonométrica, ao longo da direção dos planos ortogonais à charneira (lado do triângulo fundamental) nos quais existem os arcos do rebatimento (ou seja, ao longo da direção perpendicular à charneira).



Representação axonométrica do triângulo [AOB] através do rebatimento dos planos coordenados para o interior da pirâmide axonométrica e translação desse rebatimento.

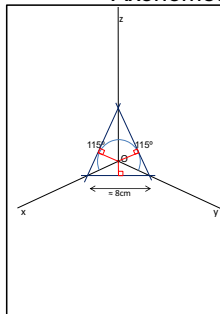
A semicircunferência de apoio ao rebatimento tem centro no ponto médio do lado do triângulo fundamental contido no plano coordenado que estamos a rebater.

O ponto O, situa-se no prolongamento do eixo coordenado que não pertence ao plano coordenado que estamos a rebater. Neste caso, como estamos a rebater yOz, o O, fica no prolongamento do eixo x.

Os eixos rebatidos de cada plano coordenado, uma vez que estão em V.G. fazem um ângulo de 90° entre si.



**Axonometrias Ortogonais**



Apesar do exemplo ser uma axonometria dimétrica, a construção do triângulo conforme foi sugerida, é válida para qualquer sistema axonométrico ortogonal. De acordo com o que é pedido no exercício, decidem-se quais os planos coordenados mais adequados a rebater.

**REFERENCIAL AXONOMÉTRICO**

- Considere uma axonometria dimétrica em que o eixo axonométrico z faz ângulos de 115° com os eixos axonométricos x e y (exemplo).
- Coloque a folha A3 vertical e desenhe, aproximadamente a 15 cm das margens laterais, o eixo z (por convenção, na vertical).
- Marque a origem do referencial – ponto O.
- Desenhe os eixos axonométricos considerando os ângulos do sistema axonométrico referido no enunciado do exercício.
- Represente o triângulo fundamental. Como já vimos as medidas dos lados do triângulo são aleatórias, no entanto como vamos utilizar sempre o rebatimento dos planos coordenados através do método dos cortes sugiro começar por marcar o lado referente ao plano xOy com uma medida de aproximadamente 8cm. Esta é uma medida que seguramente nos permite uma construção que não sai fora dos limites do papel.
- Cada lado do triângulo fundamental é perpendicular ao eixo axonométrico oposto, ou seja, aquele que não está contido no plano coordenado que contém esse lado do triângulo.
- O referencial axonométrico fica representado pelos eixos e pelo triângulo fundamental.



**Axonometrias Ortogonais**

**REPRESENTAÇÃO DE UM PONTO**

- Para representar um ponto com as três coordenadas diferentes de 0, rebatem-se dois planos coordenados indiferentemente pois revela-se suficiente rebater dois dos planos para obter a V.G. dos três eixos, inclusive um deles ficará repetido.

**REPRESENTAÇÃO DE FORMAS BIDIMENSIONAIS**

- Para representar uma figura plana situada num plano coordenado, rebate-se esse plano coordenado.
- Para representar uma figura plana paralela a um plano coordenado, rebate-se esse plano coordenado e outro qualquer para se obter a V.G. do eixo referente à medida que se mantém constante no plano onde a figura se situa...

**REPRESENTAÇÃO DE FORMAS TRIDIMENSIONAIS**

- Para representar um sólido simples com base(s) situada(s) num dos planos coordenados ou paralela(s) a um dos planos coordenados, rebate-se esse plano coordenado e outro qualquer para se obter a V.G. do eixo referente à medida que permite marcar a altura do sólido.
- Para representar uma forma tridimensional composta deve analisar-se os dados do enunciado de forma a verificar quais os planos coordenados mais adequados a rebater. No entanto, a prática da representação de figuras planas e sólidos simples já permitirá dominar os processos e fazer as melhores opções.



**Axonometrias Ortogonais  
FORMAS BI E TRIDIMENSIONAIS**

O principal objetivo da representação axonométrica é a representação de formas tridimensionais. Nesse sentido, a representação de formas bidimensionais deverá entender-se como uma aprendizagem intermédia e necessária à consecução do objetivo final – representação de formas tridimensionais de todos os sólidos estudados ou de formas por eles compostas.



**Sumário:**

- Axonometrias ortogonais: trimetria, dimetria e isometria.
- Rebatimento dos planos coordenados através da pirâmide axonométrica - método dos cortes.
- Representação de pontos numa axonometria ortogonal.
- Representação de figuras planas numa axonometria ortogonal.

**Trabalho para casa:**

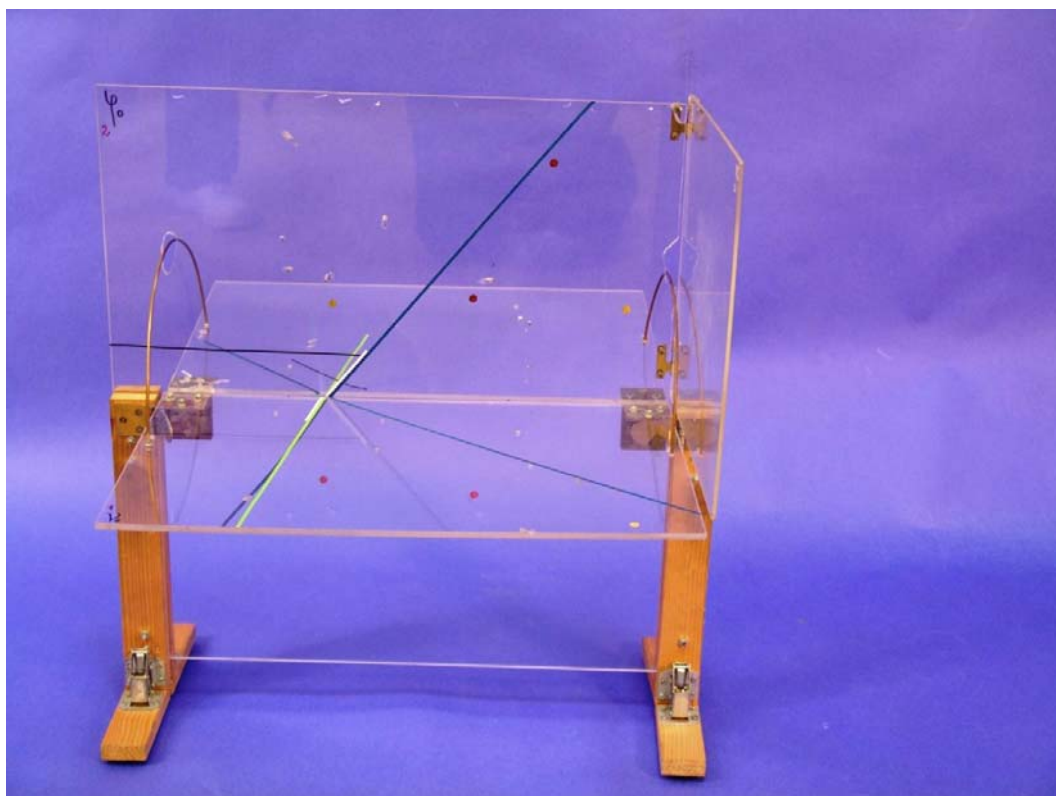
Exercícios 636, 640 e 647 do livro de exercícios.



Anexo 04

**Modelos Tridimensionais didáticos**

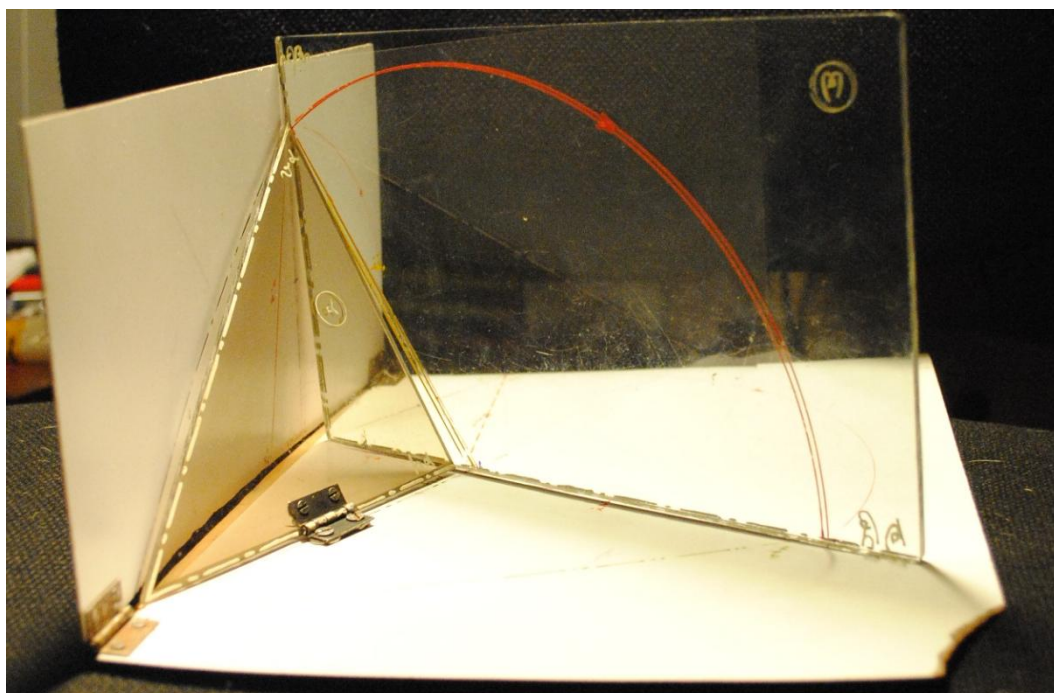




#### MODELO DIDÁTICO A

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

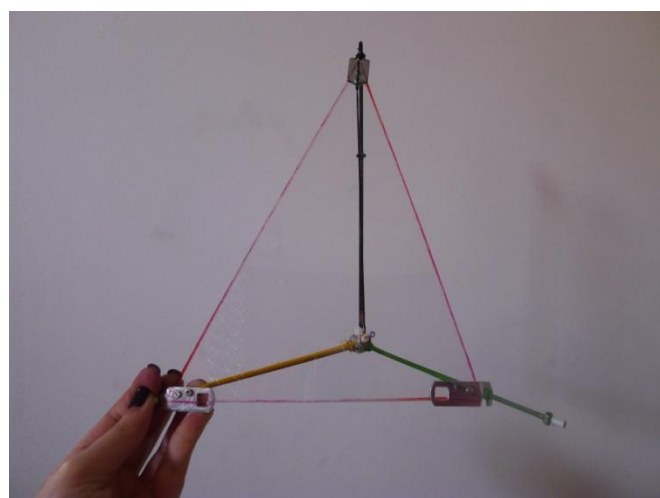
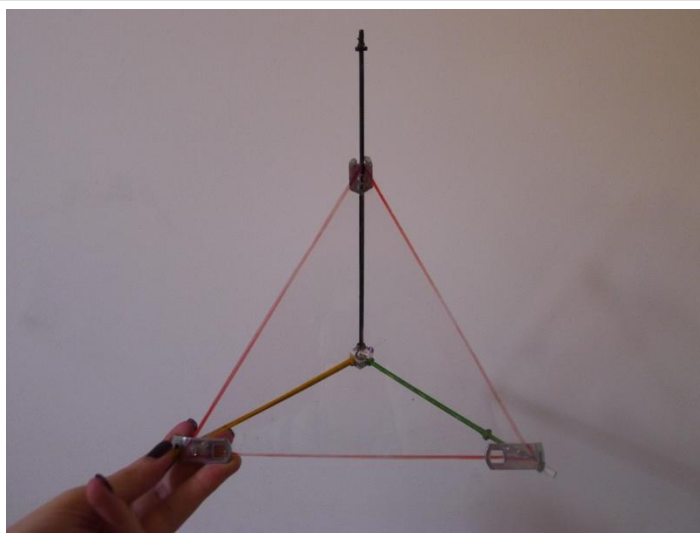
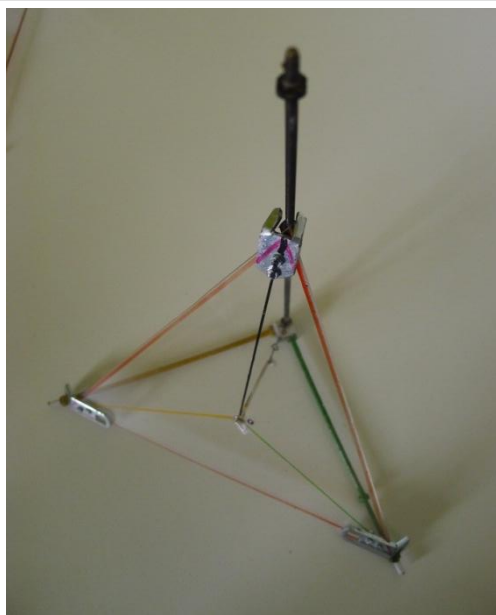
Como acessórios tem elementos que representam tridimensionalmente pontos, retas e planos que podem ser projetados e representados nos planos de projeção.



#### MODELO M

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

Novos MODELOS N - Representação axonométrica

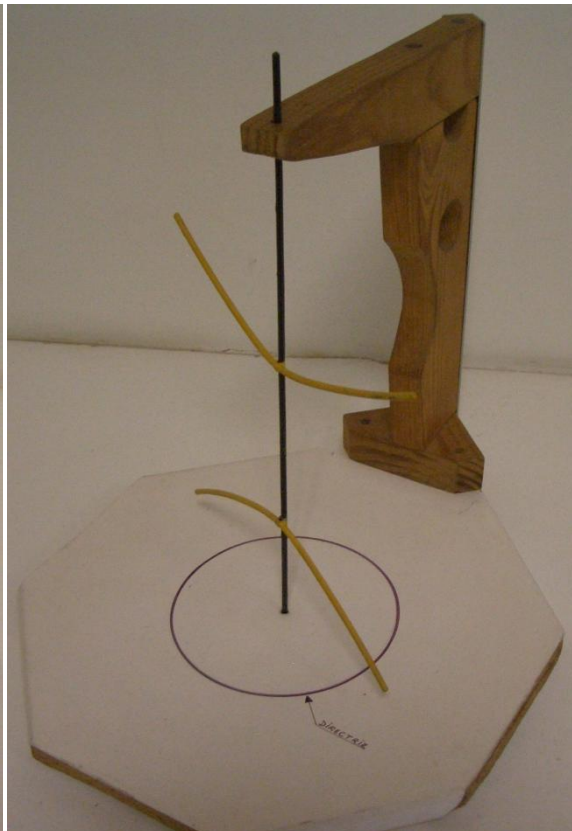
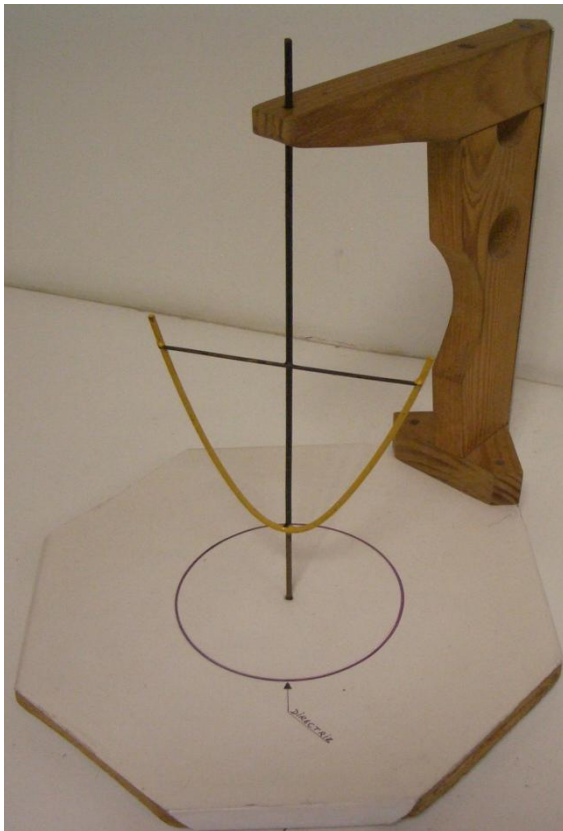
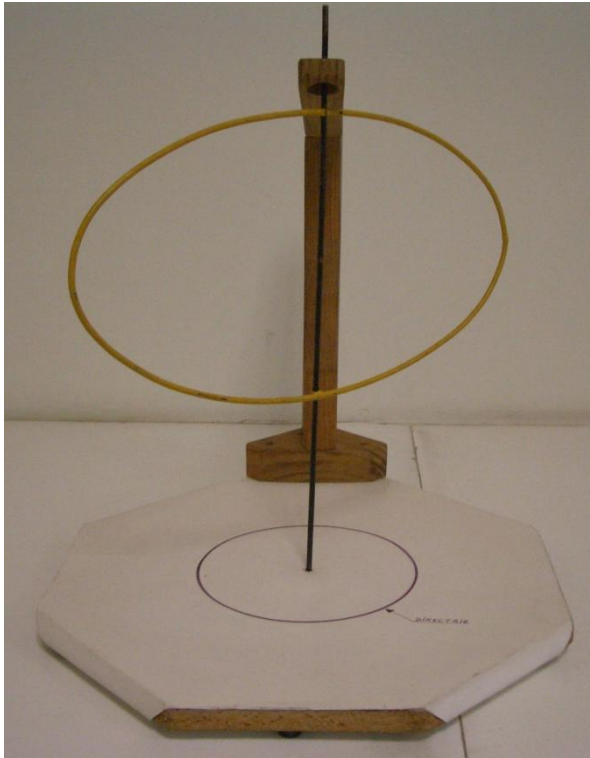


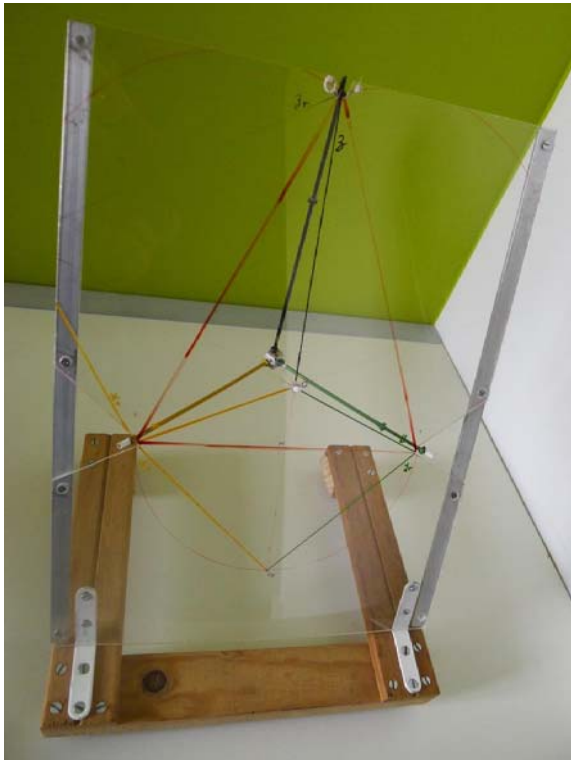
Modelos tridimensionais representativos da pirâmide axonométrica em cada tipo de axonometria ortogonal. De cima para baixo: isometria, dimetria e trimetria.

### MODELOS B e K

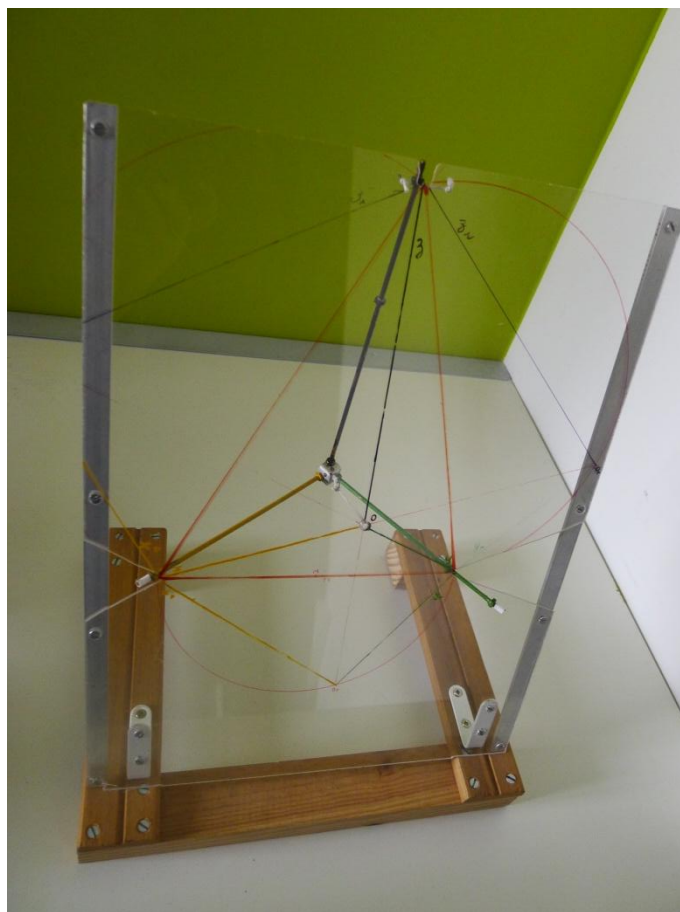
Este conjunto de modelos permite a visualização cinética de várias superfícies através da rotação de uma geratriz em torno de um eixo vertical.

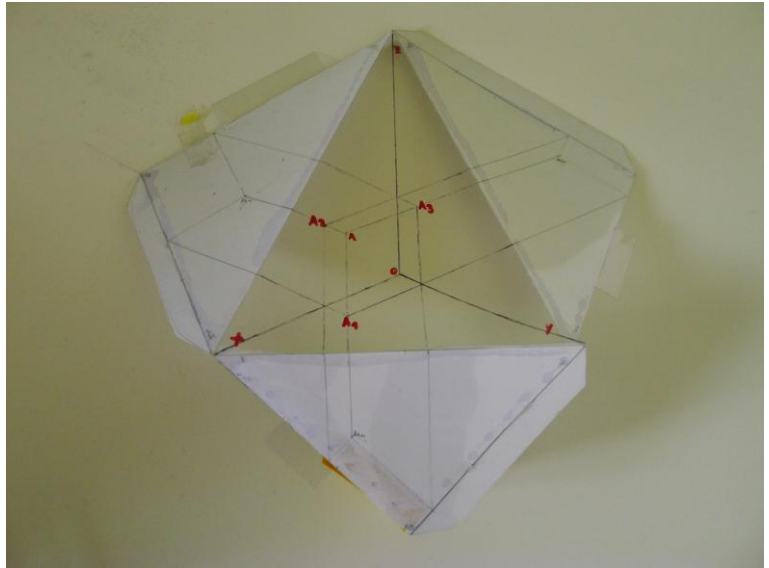
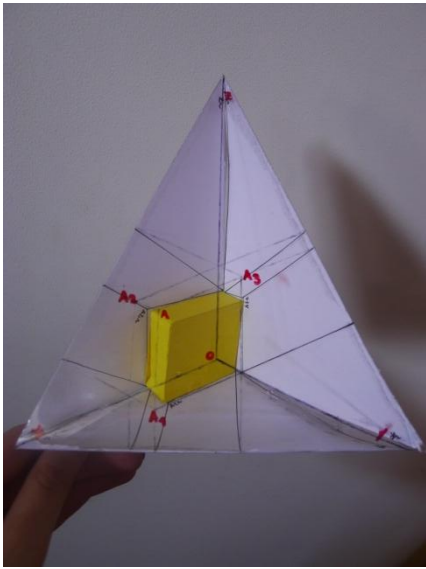
Concretamente torna-se possível ver e entender o modo como é gerado um plano, um cilindro, um cone, uma esfera, um hiperbolóide (dois modelos de uma folha e um modelo de duas folhas), um parabolóide, um elipsóide e um toro.





Modelos tridimensionais representativos do plano axonométrico nos quais é possível encaixar um modelo dos eixos coordenados e visualizar o rebatimento dos planos coordenados para o exterior da pirâmide axonométrica. De cima para baixo: isometria, dimetria e trimetria.





**OUTROS MODELOS**





Anexo 05

**Atividades de dinamização do estágio**



## Inteligência Espacial: fatores e medição.

Ao longo dos tempos, as aptidões espaciais têm sido medidas através de diferentes tipos de testes: testes de performance, testes de papel e lápis, testes verbais ou testes computadorizados estáticos e dinâmicos (Lohman, 1993: 5). Numa perspetiva aplicada, surgem como classificadores e avaliadores das capacidades espaciais, tanto no exercício prático de atividades que as solicitem, como no papel mediador que estabelecem na resolução de problemas. Através deles é possível prever níveis de aptidão espacial de um indivíduo, assim como tirar conclusões em relação a grupos com determinadas características. No entanto, continuam a ser pouco utilizados para a seleção de pessoal ou para o diagnóstico educativo. Isto deve-se ao facto de ainda ser preponderante e efetivo utilizar prognósticos académicos com base no fator verbal, até pela orientação dos programas curriculares em vigor. Neste sentido, com o apoio dos testes psicométricos de inteligência espacial, com especial ênfase para aqueles que verificam aspetos da visualização espacial, pretendo estabelecer uma relação entre os níveis de inteligência espacial dos alunos e o seu desempenho e aproveitamento na disciplina de geometria descritiva.

Os testes selecionados para aplicar aos alunos foram: o Van Hiele *Geometry Test*, baseado nas investigações de Pierre van Hiele e Dina van Hiele-Geldof e desenvolvido por Zalman Usiskin da Universidade de Chicago (Usiskin, 1982: 211-219); o *Test de Visualización*, desenvolvido a partir de modelos psicométricos e da psicologia cognitiva, por Gerardo Prieto Adanez; o *Mental Rotation Test*, desenvolvido por Shepard e Metzler para estimar a habilidade de rotação mental de um indivíduo (Prieto, 2008: 81-126); e o *Mental Cutting Test*, que é um subconjunto do *Special Aptitude Test in Spatial Relations* desenvolvido pelo CEEB (*College Entrance Examination Board*) para medir habilidades espaciais ligadas aos currículos de desenho (Tsutsumi, 2004: 117-126).

Até ao momento deste registo foram realizados os três últimos mas ainda não foi feita a análise. Contudo, a conjectura é que, apesar de algumas interferências (tais como a personalidade, o rendimento escolar prévio, a motivação, a classe social e o ambiente escolar), os resultados se revelem previsores eficientes do rendimento em geometria descritiva. Porém, o principal objetivo da aplicação destes testes vai além da verificação dos produtos e pretende identificar os componentes cognitivos que intervêm na realização das tarefas, assim como os processos, as estratégias e conhecimentos implicados nas respostas aos itens. Podem ser empregues uma grande variedade de componentes e meta componentes no processamento da informação visual e espacial: recuperação de representações armazenadas na memória, geração, manutenção e transformação de imagens codificadas verbalmente, pictoricamente ou esquematicamente. Apesar da dificuldade para integrar os resultados obtidos com metodologias tão diversas, os estudos cognitivos da execução dos testes enriquecem o conhecimento teórico das aptidões espaciais. Enquanto a psicologia convencional procura



apenas conceptualizar as aptidões mediante atores que se resumem a variações dos resultados dos distintos testes, a psicometria cognitiva pretende definir um delineamento a partir do mecanismo que determina a execução dos testes (mediante os processos que operam sobre as representações mentais dos estímulos - itens).

Assim, desde já advogo o emprego deste tipo de testes espaciais nos currículos que compreendam matérias e atividades relacionadas com a geometria, o desenho e o projeto. Além disso, também sou da opinião que "este tipo de teste poderia ser empregado rotineiramente como uma ferramenta para um diagnóstico precoce dos alunos com dificuldades de aprendizagem a fim de dedicar-lhes maior apoio, atenção e métodos didáticos específicos" (Prieto & Velasco, 2006: 18).

### Referências

- \_Lohman, D., (1993), Spatial Ability and G, *First Spearman Seminar* (julho), Iowa: University of Iowa, recuperado em Junho, 15, 2012, em <http://faculty.education.uiowa.edu/dlohman/pdf/Spatial Ability and G.pdf>
- \_Prieto, G., & Velasco, A., (2006), Visualização Espacial, Raciocínio Indutivo e Rendimento Acadêmico em Desenho Técnico, *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, vol. 10-1 (janeiro/junho), São Paulo: ABRAPEE.
- \_Prieto, G., (2008), Las Aptitudes Espaciales. In A. Candeias, L. Almeida, A. Roazzi, & R. Primi (Ed.), *Inteligência. Definição e medida na confluência de múltiplas concepções*, São Paulo: Casa do Psicólogo, 81-126.
- \_Tsumumi, E., (2004), A Mental Cutting Test: Using Drawings of Intersections, *Journal for Geometry and Graphics*, vol. 8-1, Tokyo: School of Social Information Studies, Otsuma Women's University, 117-126.
- \_Usiskin, Z., (1982), *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*, Chicago: University of Chicago.

## AMOSTRA DE TESTE DE INTELIGÊNCIA ESPACIAL E PENSAMENTO GEOMÉTRICO

Não é permitida a utilização de esquemas gráficos para a resolução das questões. Assinale com um X a(s) resposta(s) certa(s) em cada questão:

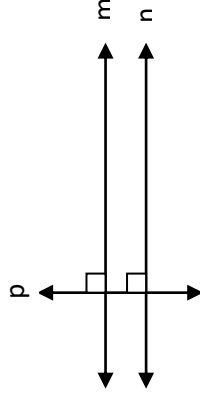
### Questão 1 - Pensamento geométrico

Considera as três afirmações seguintes:

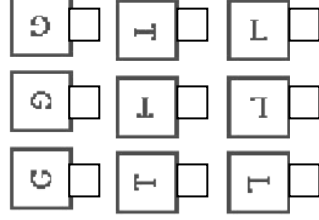
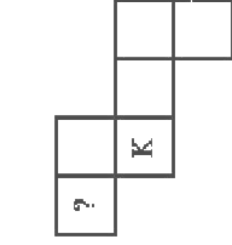
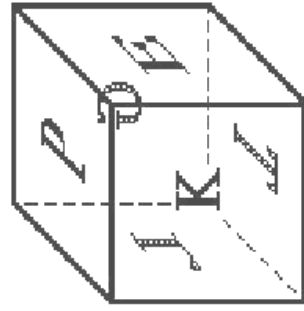
- 1 - Duas retas perpendiculares à mesma reta são paralelas.
- 2 - Uma reta que é perpendicular a uma das duas retas paralelas é perpendicular à outra.
- 3 - Se duas retas são equidistantes, são paralelas.

A figura abaixo à direita representa duas retas  $m$  e  $p$  perpendiculares. Qual das afirmações acima é a razão para que a reta  $n$  seja paralela à reta  $n$ ?

- Apenas a afirmação 1.
- Apenas a afirmação 2.
- Apenas a afirmação 3.
- Ambas as afirmações 1 e 2.
- Ambas as afirmações 2 e 3.



### Questão 2 - Visualização espacial



O cubo da esquerda aparece planificado ao centro.

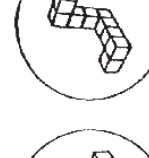
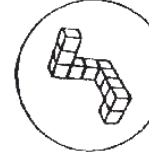
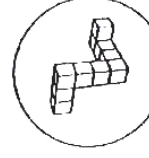
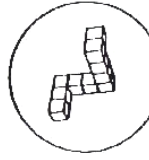
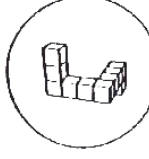
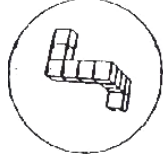
Qual das letras na posição indicada à direita corresponde à face marcada com uma interrogação?

UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA - Faculdade de Filosofia / Centro Regional de Braga  
MESTRADO EM ENSINO DAS ARTES VISUAIS - 3º ciclo do ensino básico e ensino secundário  
Seminário de Investigação em Artes Visuais I

Docente: João Amadeu Silva

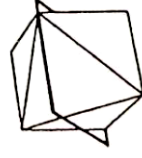
Aluna: Susana Isabel Pereira de Azevedo Brandão

### Questão 3 - Rotação mental



O sólido composto por 10 cubos representado à esquerda é a referência. Este surge rodado tridimensionalmente em duas das quatro figuras à direita. Identifique-as.

### Questão 4 - Truncagem e Seccionamento mental



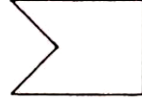
1



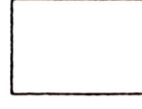
2



3



4



5



À esquerda encontra-se uma forma tridimensional seccionada por uma porção de um plano.

Identifique qual das cinco figuras representadas à direita resulta da secção produzida pela porção do plano no sólido representado.

### A partir dos testes:

Van Hiele Geometry Test: baseado nas investigações de Pierre van Hiele e Dina van Hiele-Geldof e desenvolvido por Zalman Usiskin da University of Chicago.

Test de Visualización: desenvolvido a partir de modelos psicométricos e da psicologia cognitiva, por Gerardo Prieto Adanez.

Mental Rotation Test: desenvolvido por Shepard e Metzler para estimar a habilidade de rotação mental de um indivíduo.

Mental Cutting Test: que é um subconjunto do Spatial Aptitude Test in Spatial Relations desenvolvido pelo College Entrance Examination Board para medir habilidades espaciais ligadas aos currículos de desenho.

As instituições referidas foram contactadas no sentido de autorizar a utilização dos testes no âmbito do relatório final de estágio em ensino das artes visuais. A autorização foi concedida.







**CICLO DE CONFERÊNCIAS**  
**CRIATIVIDADE EM CONTEXTO ESCOLAR**

**18 ABRIL**  
**Katja Tschimmel (ESAD)**  
**O desenvolvimento da criatividade no ensino - o modelo da M.O.T.I.V.A.Ç.Ã.O.**  
**16H00 Grande Auditório**

**23 ABRIL**  
**Sara Bahia (FPUL & IEUL)**  
**O ângulo da educação artística criativa.**  
**15H30 Grande Auditório**

**9 MAIO**  
**Fátima Morais (IE-UM)**  
**O currículo escolar como ferramenta de criatividade: desafios em sala de aula.**  
**17H30 Pequeno Auditório**

ORGANIZAÇÃO: Mestreandros H.E.A.M. / Fac. de Filosofia / Univ. Católica / [www.orgauijppjpt](http://www.orgauijppjpt)

APÓIO: Escola Artística de Soares dos Reis / [www.esartre](http://www.esartre)




**CICLO DE CONFERÊNCIAS**  
**CRIATIVIDADE EM CONTEXTO ESCOLAR**

**18 ABRIL**

**Katja Tschimmel (ESAD)**  
**O desenvolvimento da criatividade no ensino - o modelo da M.O.T.I.V.A.Ç.Ã.O.**  
**16H00 Grande Auditório**

Sentido, vontade e paixão de criar algo novo! É isto motivado e envolvido na tarefa de criar? Ou de esquecer de como foi de um encontro com o(a) seminarista? É tolerante à ambiguidade e ao erro? Perceções do seu meio ambiente com todos os sentidos? Estudos e trabalhos num ambiente visualmente estimulante? ... Encha este o melhor caminho para viver com sucesso processos criativos que levam à originalidade e inovação! O acróstico M.O.T.I.V.A.Ç.Ã.O. que Katja Tschimmel criou e publicou no seu livro "Processos Criativos" (p.4.

ESAD), serve para lembrar alguns dos fatores mais importantes que conduzem a emergência de novas ideias, por escrito e em todos os áreas do conhecimento. Se um sistema é criativo ou não, não depende só das características cognitivas de uma pessoa, mas de vários elementos que interagem entre si. Na sua qualidade a investigadora e professora pretende demonstrar o conceito de criatividade, e procura concretizá-lo a importância do contexto e de outros fatores associados para o desenvolvimento da criatividade no ensino.

ORGANIZAÇÃO: Mestreandros H.E.A.M. / Fac. de Filosofia / Univ. Católica / [www.orgauijppjpt](http://www.orgauijppjpt)

APÓIO: Escola Artística de Soares dos Reis / [www.esartre](http://www.esartre)




**CICLO DE CONFERÊNCIAS**  
**CRIATIVIDADE EM CONTEXTO ESCOLAR**

**23 ABRIL**

**Sara Bahia (FPUL & IEUL)**  
**O ângulo da educação artística criativa.**  
**15H30 Grande Auditório**

Numa era em que a preocupação com a medida domina a agenda da educação, a introdução das práticas de criatividade e da educação artística nas prioridades educacionais investigamos aquilo que uma boa educação deve valorizar. O rumo de uma educação que facilite a adaptação aos desafios e à imprevisibilidade que as mudanças sociais nos impõem passa pela perspetiva da criatividade e da sua ligação com a aprendizagem de competências de desenvolvimento. Nesta sessão serão explicitadas formas de

integrar os conceitos de produção de ideias, adequação, flexibilidade, inovação e experimentação nos horizontes educacionais de forma a formar alunos mais criativos e também mais críticos.

ORGANIZAÇÃO: Mestreandros H.E.A.M. / Fac. de Filosofia / Univ. Católica / [www.orgauijppjpt](http://www.orgauijppjpt)

APÓIO: Escola Artística de Soares dos Reis / [www.esartre](http://www.esartre)




**CICLO DE CONFERÊNCIAS**  
**CRIATIVIDADE EM CONTEXTO ESCOLAR**

**9 MAIO**

**Fátima Morais (IE-UM)**  
**O currículo escolar como ferramenta de criatividade: desafios em sala de aula.**  
**17H30 Pequeno Auditório**

Criatividade é uma necessidade intrinsecamente investigativa e atualizadora. A criatividade e as reações sociais obrigam os indivíduos a criar por meios se adaptarem às situações ou resolverem rotineiramente problemas, mas a inovação, torna resolução criativa dos mesmos. No contexto escolar, esta necessidade de partilha e desenvolvimento não cria, pode não se promover tão facilmente. Compreender os fundamentos da criatividade preventiva é obrigada. Contudo, mesmo reconhecendo o sistema educativo a necessidade

exposta, verifica-se grande lacuna dos professores nesta temática. Quejam promover criatividade em sala de aula, mas expõem não poder implementar estratégias para tal. Neste espaço, tenta-se estabelecer o conceito de criatividade operacionalmente nos seus requisitos e mais especificamente, apresentar possibilidades de promover em sala de aula alguns processos de pensamento criativo. Sempre-se um espaço para diálogo sobre a temática.

ORGANIZAÇÃO: Mestreandros H.E.A.M. / Fac. de Filosofia / Univ. Católica / [www.orgauijppjpt](http://www.orgauijppjpt)

APÓIO: Escola Artística de Soares dos Reis / [www.esartre](http://www.esartre)



Cartazes das Conferências "Criatividade em Contexto Escolar"

# DINAMICAS

MAGAZINE DE DESIGN DE PRODUTO

# 1

NÚMERO

• JUNHO 2012 •

# FRONTIEIRAS

**“Space, the last frontier. These are the voyagers  
Entreprise. Its fiveyear mission: to explore strange  
new worlds, to seek out new life and new civilizations, to boldly  
go where no man has gone before” - início de cada episódio da série Star Trek.**

no imaginário de muitos de  
aventuras do capitão Kirk e da  
qual se dirigiam era ainda a  
s navegadores de quinhên-  
usca dessa mesma frontei-  
levá-la mais além em nome  
umano. Fronteiras físicas ou  
s e desafiadas. Lembro, na  
mistérios, o pub denomina-  
lunto de paralelos metálicos  
sava a muralha da cidade.  
ali. As pessoas que viviam  
viviam lá e morriam lá, sem  
Nesse mundo pequeno e  
onde tudo haveria de pare-  
derrubar todas as muralhas  
gicos dum passado pouco  
avia mais e mais e sempre  
as fronteiras/muralhas exis-

nos garantiu que não será necessário confinarmos-nos à Ter-  
ra. Esta não é o nosso “World’s End”. Mas não será o espaço  
outra bola onde nos movemos circularmente? A Terra vive na  
terceira dimensão, viverá o espaço numa outra que desconhe-  
cemos? Outra fronteira!  
Que dizer das fronteiras que servem para apartar? Para sepa-  
rar? O muro de Berlim, o muro da Palestina, o muro da fronteira  
Mexicana? Dum lado uns e do outro lado de lá outros. Esses  
outros que também somos nós para os que estão do lado de  
lá. Não nos queremos juntar. Mas, destes muros pouco se dirá,  
apodrecem com o tempo, esboroam-se com as gerações vin-  
douras ávidas de conhecer e conviver. Há também a fronteira  
do conhecimento, parecida com a fronteira geográfica porque  
se alarga com o tempo, parecida com a fronteira física por-  
que divide e separa. O positivismo mapeou o conhecimento  
em zonas objetivamente separáveis que logo a era pós mo-  
derna misturou, miscigenou. Tudo acaba por se interpenetrar  
e já não é certo onde começa uma área de conhecimento e  
termina outra.

abrigo, sem âncora segura, vamos sendo empurrados por  
ventos que não dominamos. O conhecimento não tem fron-  
teiras, em cada dia se acrescenta mais um segmento, mais  
uma área de conhecimento neste quadro complexo e enci-  
clopédico onde já se diz re-descoberta. Enquanto isto todos  
aguardam que a TOE (theory of everything) anuncie o fim da  
Física, tal como em 1899 Charles H. Duell, encarregado do  
escritório de patentes dos EUA dizia “tudo o que podia ser  
inventado já o foi”. Nisto de fronteiras a intuição poderá ser  
a nossa pior inimiga. Em 18 de abril de 1939 o circunspecto  
New York Times tranquilizava os seus leitores “a televisão não  
dará certo. As pessoas terão de ficar a olhar o ecrã e a família  
americana média não tem tempo para isso”. Para além dos  
entusiastas existem os céticos que o tempo se encarrega de  
condenar tal como fez a J. Watson, presidente da IBM, que em  
1943 dizia “acredito que há mercado mundial para cerca de  
cinco computadores”.

Pensando coleteralmente será que tudo poderá ser tudo? Que

o objeto decorativo, ambos  
a intenção. A ciência avan-  
materiais poluíam gritando  
logia há-de-nos escapar um  
duzirem e autoevoluiram no  
profano. O que tiver de se  
haverá fronteiras legislativa  
Dolly espreitam o seu momen-  
espera de transações choru-  
O último reduto somos nós,  
teiras através das crenças  
Essas são as últimas fron-  
não) derrubar. As fronteiras  
entre a salvação e a conden-  
uma fronteira?  
Nietzche matou Deus para  
anunciarem um reino onde  
tomar como verdadeiras e s  
diz “a liberdade do seu puls

# “DEUS NAMENTE METRIZA... esabafos.”



Figura 1

**“Que não entre quem não sabe geometria!”**

*Frase célebre proferida por Platão.*

*Voltemos a inscrever na entrada das nossas escolas a máxima da academia de Platão! Porém, com uma ligeira variação: **que não entre quem não quer saber geometria. Para que só fique do lado de fora aqueles que não querem aprender (ou ensinar) a linguagem do espaço.***

É consensual que a geometria está em toda a parte. A importância da geometria é óbvia e gritante desde os primórdios da civilização e sempre foi utilizada em prol do desenvolvimento da Humanidade. Os argumentos para justificar o interesse da geometria vão dos práticos aos filosóficos, passando pelos científicos e artísticos. Questionar a sua utilidade é daquelas atitudes que considero insensatas (para não dizer estúpidas). Por isso, ao grupo de pessoas que o faz, recomendo que, das duas, uma: ou façam uma reflexão ou não pretendam ser profissionais de áreas que a solicitem. Assim, pelo menos não causam danos!

A minha introdução impetuosa é o reflexo da revolta e frustração que sinto, enquanto

É consensual que a geometria está em toda a parte. A importância da geometria em primórdios da civilização e sempre foi utilizada em prol do desenvolvimento da Humanidade. Os argumentos para justificar o interesse da geometria vão dos práticos aos filosóficos, passando pelos científicos e artísticos. Questionar a sua utilidade é daquelas atitudes que considero insensatas. Por isso, ao grupo de pessoas que o faz, recomendo que, das duas, uma: ou pretendam ser profissionais de áreas que a solicitem. Assim, pelo menos não causam danos!

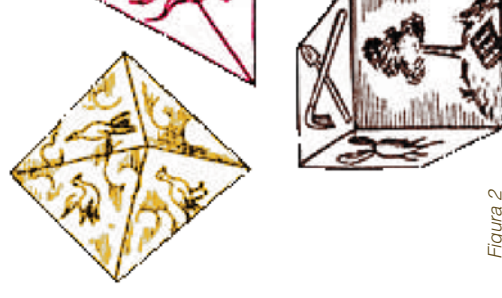


Figura 2 - Sólidos Platônicos (Johannes Kepler, 1596, Mysterium Cosmographicum, Alemanha)

Se o Universo não existisse fisicamente, não teríamos espaço onde ser e estar. A noção clássica de espaço geométrico remonta a Platão que o denomina de khora, “uma espécie difícil e obscura. Que propriedade natural havemos de lhe atribuir? Antes de tudo, esta: ela é o recetáculo e, por assim dizer, a mãe de tudo o que nasce.” (Platão, 1969: 275) Ou seja, Platão considera que o khora é um vazio, invisível, no qual existem formas e matéria. Abstrato e indefinido, o khora é o espaço da formação e criação do Cosmos, onde os quatro elementos (água, ar, terra e fogo) se concretizam em formas geométricas.

*da linguagem gráfica e  
am às artes através do  
odemos discriminar ou  
áreas de projeto, como  
quitetura, em que o de-  
ormativo e, por conse-  
ométrico e praticamente*

Alguém imagina um designer a descrever uma das suas peças sem perspetivar uma axonometria ou um arquiteto a explicar a disposição de um edifício sem esquivar uma planta? Ainda que possível, é redutor. Acima de tudo interessa perceber que, mais do que dificuldade em comunicar, sem conhecimento e pensamento geométrico é impossível conceber. Tornamo-nos incapazes de racionalizar dados, de articular as funções com as relações e de detetar e organizar interações e dependên-

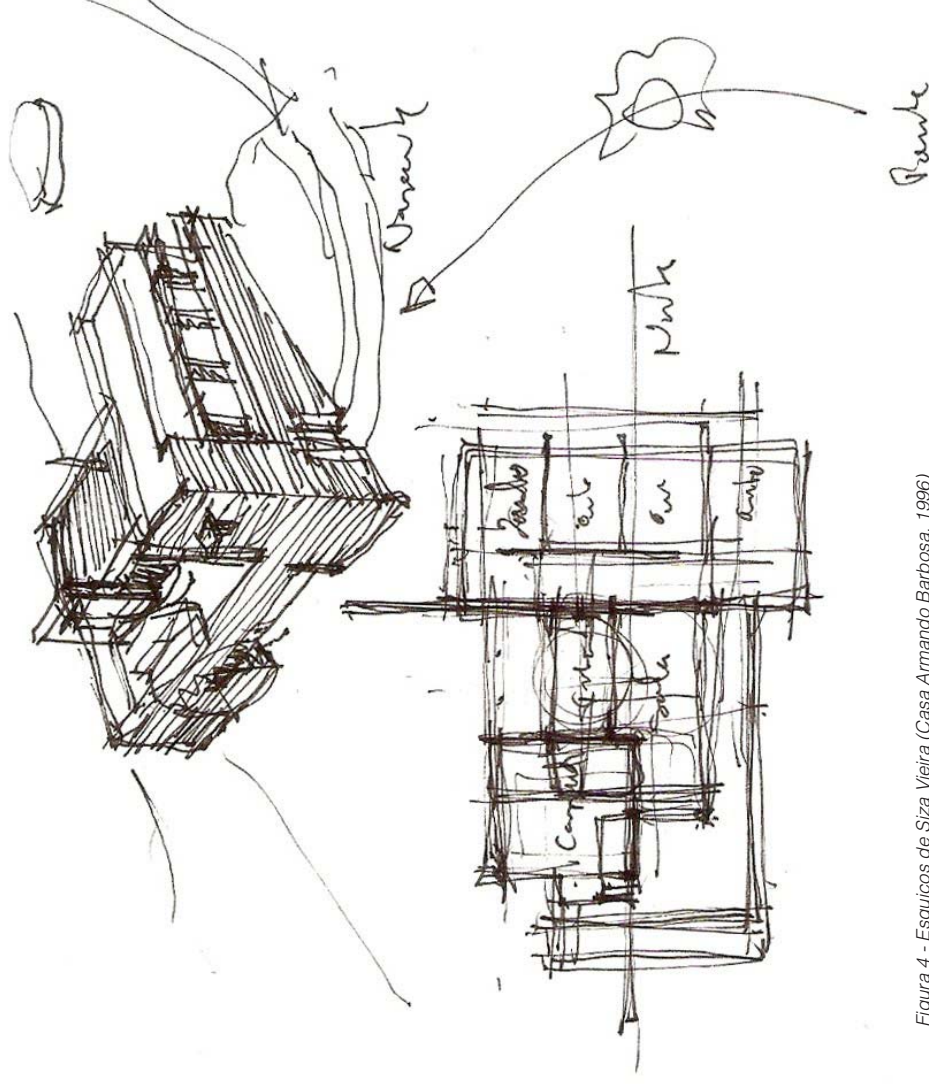
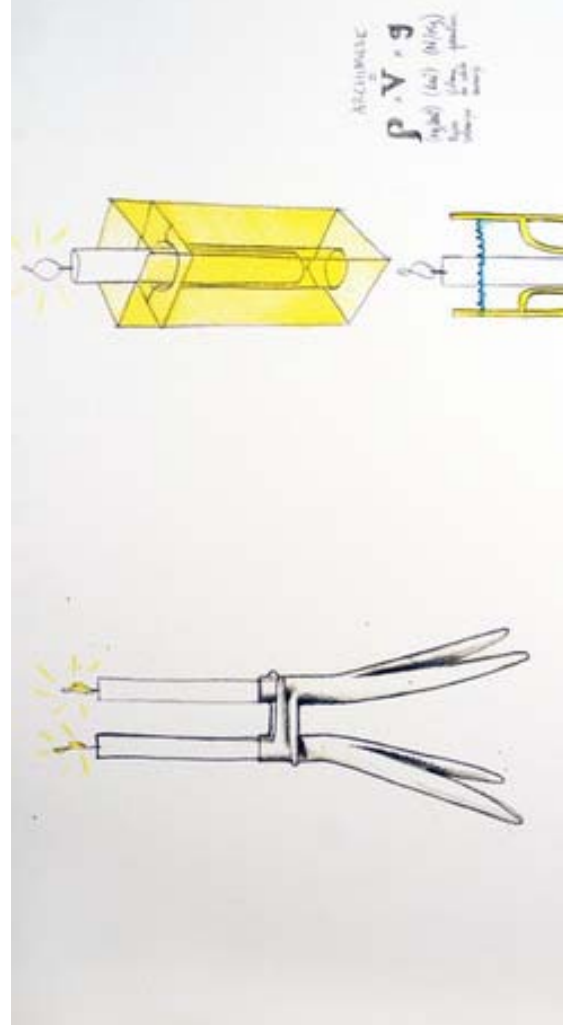


Figura 4 - Esquícios de Siza Vieira (Casa Armando Barbosa, 1996)

cias. Só o restabelecimento do interesse pela geometria nas artes projetuais pode salvar a inteligência criativa.

Os motivos deste fracasso são muitos e variados... Há uma cisão notória entre a geometria teórica (vinda da matemática) e a prática (associada ao projeto). O ensino/aprendizagem da geometria ao longo dos primeiros ciclos escolares não é adequada ao futuro estudante de geometria descritiva

com consequências negativas e nas estratégias didáticas e na prática, desempenho e aprendizagem. E depois há o argumento da geometria descritiva e o desinteresse que a informática proporciona na visualização



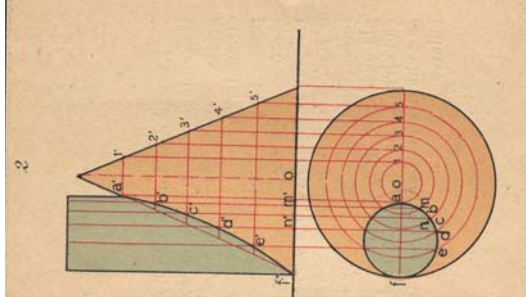


Figura 5 - Interseção de sólidos (C.A. Fernandes e Comp.ª Editores)

...mas dissimulados nestas malefícios na forma como o ... tanto pessoal, como pro- ... a paixão com que estudou Não que tenha descoberto despertou curiosidades, foi ara muitos jovens matemá-ócrcates afirmar, em relação

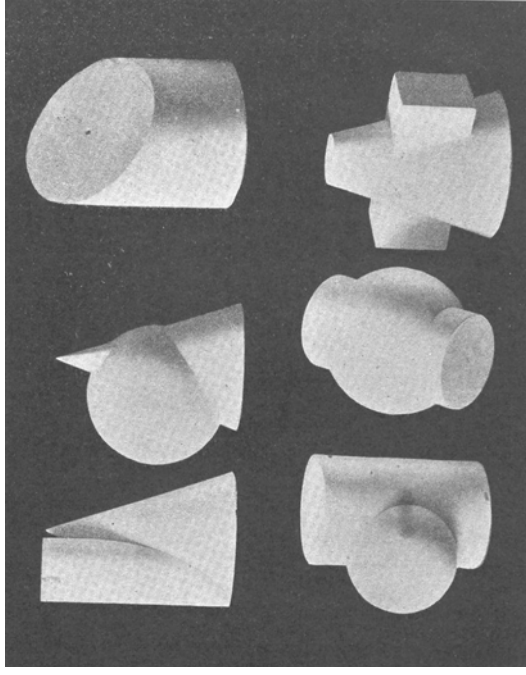


Figura 6 - Modelos tridimensionais de livro didático de Desenho - interseção de sólidos (C.A. Marques Leião, 1909, Desenho, Lisboa: Fernandes e Comp.ª Editores)

Uma ação do sujeito sobre o meio, devidamente interiorizada e organizada, desencadeia um processo evolutivo de estruturas lógicas que permitem evoluir nos patamares do conhecimento, passar do concreto para o abstrato. Sou uma geometria platônica que acredita que a geometria está na fronteira entre o sensível e o inteligível, faz a ponte, é a conexão entre os dois mundos. «Metade do caminho entre opinião e intelecto (hós metaxú tes doxés te kai nou tén diánoian)” (Platão, 1987: 511d). O tipo de pensamento e as competências inerentes

“Deus eternamente geometriza.” Nas montanhas, nas plantas, nos organismos, nos rios, nos mares, nas florestas, o Homem está a parar de o fazer. Sem imaginação, sem inteligência criativa, voltamos a ser meros animais de carne e espírito.

O Criador persistirá, o planeta perdurará, mas a Humanidade a conhecemos, desvanecerá.

Bibliografia:

\_Platão, (1969), Diálogos IV: Sofista, Político, Filebo, Timeu, Crítias. Col. Livros de bolso Europa-

## **Proposta de ação – Curso de Formação**

### **1. Designação da ação:**

**Google Sketchup: funcionamento e utilização como ferramenta didática para o ensino.**

### **2. Formador acreditado (nome completo e nº de Bilhete de Identidade):**

Susana Isabel Pereira de Azevedo Brandão CC nº 11726160 2ZZ3 (em processo de acreditação)

### **3. Área de Formação/Código:**

Área (assinalar): A  B  C  D

Código

### **4. Destinatários:**

Professores dos grupos disciplinares códigos 500, 510, 530, 550, 600, Técnicas Especiais.

### **5. Razões justificativas da ação e a sua inserção no plano de atividades da entidade proponente:**

A escola artística de Soares dos Reis, enquanto escola especializada em artes visuais, recorre a tecnologias educativas principalmente nas disciplinas da componente técnica-artística. Normalmente, os *softwares* utilizados têm o objetivo de ser uma ferramenta de apoio para o aluno na apresentação dos projetos, seja no âmbito do desenho assistido por computador ou da modelação tridimensional. Porém, estes programas têm funcionamentos complexos cujo ensino e aprendizagem requerem muito tempo e horas de prática que não estão contempladas nos programas. A constante inovação tecnológica faz com que os professores nem sempre estejam atualizados em relação à oferta deste tipo de *softwares*. Além disso não são gratuitos, o que faz com que os alunos adquiram versões pirateadas. Por isto, a aplicação é complicada, demorada e normalmente pouco abrangente a outras disciplinas.

O *Google Sketchup* é uma ferramenta multiplataforma (*MacOSX* e *Windows*) cuja facilidade de utilização e interface simples, mas completo, permitem a criação de modelos geométricos complexos com elevado potencial de resolução antecipada de problemas conceptuais e de execução. A versão base é gratuita - *Google Sketchup* - mas existe também uma versão comercial - *Google SketchupPro*. Além das

funcionalidades específicas da própria ferramenta, existem cada vez mais aplicações relacionadas com o *GoogleSketchup* que aumentam as suas capacidades de ferramenta projetual.

A simplicidade deste programa veio alterar os modos de modelar em 3D e torná-los acessíveis de forma rápida e intuitiva. Normalmente é utilizado por profissionais, professores e estudantes das áreas da conceção espacial e de objetos na elaboração de projetos desde a fase inicial de conceção até à fase de execução, facilitando a comunicação do projeto junto dos seus diversos intervenientes. A sua aplicação na educação tem vindo a revelar-se pertinente nas disciplinas de comunicação gráfica mas também naquelas que lidam com situações espaciais, como a matemática e a físico-química.

A utilização do Google Sketchup como ferramenta didática permite: a criação de recursos didáticos digitais, aumentar o interesse e motivação dos alunos, aproximar alunos e professores através de uma ferramenta de utilização simples e acessível, melhorar as capacidades de visualização espacial, passar de situações concretas para situações abstratas, possibilitar representações gráficas variadas e completas, comunicar graficamente diversas situações e modelar tridimensionalmente de uma forma fácil e rápida.

O principal objetivo desta formação é a permanente atualização das tecnologias educativas utilizadas pelos professores, numa época em que as inovações são extremamente céleres. No entanto, esta aliança da educação com a tecnologia deve ser efetivada com atenção especial ao processo comunicação, perceção e interação com o aluno. A transposição dos conteúdos educacionais para este tipo de ferramentas deve ter em conta os aspetos cognitivos envolvidos no processo de ensino aprendizagem pois, não obstante a sua utilidade, será sempre um auxílio no processo e nunca substituirá nenhum dos elementos envolvidos.

## **6. Objetivos a atingir:**

Estimular a formação em tecnologias educativas; fomentar o uso de ferramentas didáticas apelativas para os alunos; proporcionar o conhecimento de um programa gratuito de modelação tridimensional e conceção de projeto; incentivar o uso deste tipo de programas em diferentes disciplinas e não só nas técnicas; promover a criatividade na preparação de atividades letivas.

## **7. Conteúdos da ação:**

- Interface e criação do modelo - 5 horas (apresentação do *Google Sketchup* e conceitos de funcionamento; organização do interface do *Google Sketchup*: menus, comandos, atalhos de teclado; comandos de controlo de visualização; comandos de criação de formas bidimensionais; comandos de criação de formas tridimensionais; comandos de modificação de formas).
- Organização do ficheiro de trabalho - 6 horas (organização em *layers*; criação e gestão de grupos e componentes; recurso ao *3Dwarehouse*; modelação do terreno; utilização de secções).
- Visualização do modelo - 6 horas (aplicação de estilos de visualização; aplicação de materiais: atribuição de cores e texturas, atribuição de materiais, criação de novos materiais; aplicação de sombras; animação: criação de cenas,

exportação de imagens, criação de vídeos; *plugins*: renderização).

- Experimentação do *Google Sketchup Pro* e a sua relação com outros *softwares* - 4 horas (*software "layout"*: criação de documentação de projeto; comunicação com outros softwares: exportar em formato 2d; exportar em formato 3d).
- Avaliação final dos formandos, do formador e da ação - 4 horas

#### **8. Metodologias de realização da acção:**

Sessões expositivas sobre o programa apresentadas através de quadro interativo; acompanhamento dos conteúdos através de computador com o *software Google Sketchup*; prática individual através de exercícios; pesquisas e recolhas de material/ informação com interesse didático; elaboração de recursos didáticos a implementar na sala de aula; reflexão individual e coletiva.

#### **9. Regime de avaliação dos formandos:**

Regime presencial - mínimo 2/3 de presenças;

Avaliação quantitativa e qualitativa dos(as) formandos(as), da formação e do(a) formador(a);

Os(as) formandos(as) serão avaliados(as) tendo em consideração os seguintes referenciais/critérios e instrumentos, para além da autoavaliação:

Assiduidade, pontualidade, interesse demonstrado, participação e produção; resultados das atividades das sessões e da formação global; elaboração de trabalho final ou relatório crítico individual.

A avaliação será quantitativa, numa escala de 0 a 10, com a correspondente menção qualitativa, de acordo com a lei em vigor;

A formação será avaliada através de testes de reação, no âmbito dos conteúdos, da organização, do ambiente e do impacto/satisfação pessoal;

O(a) formador(a) pelo mesmo processo, no âmbito científico/pedagógico, relacional, na organização/desenvolvimento e na forma como concretizou a avaliação, a que acresce a autoavaliação.

#### **10. Bibliografia/ outros suportes:**

<http://sketchup.google.com/> - sítio oficial do *Google Sketchup*.

<http://sitescontent.google.com/google-sketchup-for-educators/Home> - sítio do *Google Sketchup* para a educação.

<http://sketchupdate.blogspot.com/> - blogue oficial do *Google Sketchup*.

<http://www.livrosketchup.com.br/> - sítio de livros técnicos sobre o *Google Sketchup* em português.