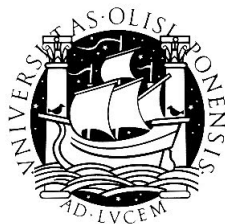


Universidade de Lisboa



AS COMPETÊNCIAS ESPACIAIS NO ENSINO DA GEOMETRIA

A Dinâmica da Perspetiva Linear na Imaginação e no Desenho

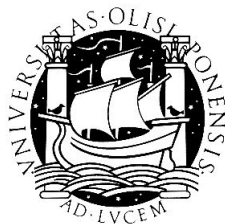
Helena Sofia Pires Ferreira

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

Mestrado em Ensino das Artes Visuais

2013

Universidade de Lisboa



AS COMPETÊNCIAS ESPACIAIS NO ENSINO DA GEOMETRIA

A Dinâmica da Perspetiva Linear na Imaginação e no Desenho

Helena Sofia Pires Ferreira

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

Mestrado em Ensino das Artes Visuais

2013

*Dedico este trabalho a
todos os meus alunos*

AGRADECIMENTOS

Ao meu filho Miguel e ao Zé, por todo o carinho e compreensão.

À minha mãe, por todo o amor e incentivo.

Ao meu irmão, que há 15 anos atrás, me explicou pacientemente, durante longas horas, o que era o P' e o P''.

À Marta e à Susana, pela amizade, pelos trabalhos de grupo, pelas conversas intermináveis e pela companhia preciosa ao longo deste mestrado que me fez continuar nas horas mais difíceis.

À Carla Gil, minha colega e amiga, por todo o acompanhamento desde o primeiro ano que lecionei na Escola Secundária Quinta do Marquês.

À direção da Escola Secundária Quinta do Marquês, Júlia Tainha, Paula Rócio e Isabel Silva, pelo acolhimento e confiança que depositaram em mim.

A todos os alunos do 11ºF que contribuíram para uma experiência de ensino enriquecedora e inesquecível.

Ao professor António Trindade, pelo trabalho incansável na orientação deste relatório.

À professora Margarida Calado, pelo ensinamento sobre história da arte, metodologia e investigação.

À professora Odete Palaré, pelo esclarecimento de dúvidas sobre a didática da geometria.

À professora Ana Bela Mendes pelo apoio dado sobre a criatividade e imaginação.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha consciencialização sobre o ensino da Geometria Descritiva.

A todos vós, os meus sinceros agradecimentos por toda a sabedoria, paciência, apoio e confiança que me deram durante a realização deste mestrado.

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE QUADROS	VII
ÍNDICE DE ANEXOS	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUÇÃO	1
I. ENQUADRAMENTO DIDÁTICO	6
1. AS COMPETÊNCIAS DE VISUALIZAÇÃO ESPACIAL	7
1.1 Algumas (in)definições	7
1.2 As competências de visualização espacial no ensino da Geometria Descritiva	14
2. A PERSPETIVA LINEAR	20
2.1 Tipos e sub-métodos	20
2.2 A perspetiva como instrumento conceptual no processo criativo	24
2.3 <i>A Costruzione Legittima</i> e o método dos pontos de fuga	27
3. O DESENHO NA GEOMETRIA	32
3.1 O desenho e a imaginação espacial	32
3.2 O desenho e o projeto	35
II. PROJETO DE ESTÁGIO	42
1. ENQUADRAMENTO ESCOLAR	43
1.1 A escola	43
1.1.1 Contexto histórico	43
1.1.2 Localização e instalações da escola	44
1.1.3 Caracterização do meio envolvente	46
1.1.4 Caracterização da comunidade estudantil	46
1.1.5 Oferta educativa e recursos humanos	47
1.1.6 O departamento de expressões	47
1.1.7 Organização do grupo 600	48
1.1.8 Salas e equipamentos	49

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO DE ESTÁGIO	51
2.1 Metodologia de investigação	51
2.2 Caracterização da turma	52
2.3 Contexto da unidade curricular	53
2.4 Problemática de investigação	53
2.5 Objetivos da proposta de trabalho	55
3. ESTRATÉGIAS ADOTADAS	57
3.1 A motivação	57
3.2 O desenvolvimento das competências espaciais	59
3.3 A aprendizagem baseada em projetos	60
3.4 A interdisciplinaridade entre Geometria e Desenho	62
3.5 Planificação das atividades	63
3.6 Estratégias de avaliação	64
III. CONCRETIZAÇÃO DO PROJETO DE ESTÁGIO	67
<hr/>	
1. RELATO DAS AULAS LECIONADAS	68
1.1 Preparação do anteprojecto: 1ª Fase 1º Período	68
1.2 Desenho técnico e preparação do dossiê de projeto: 2ª Fase 2º Período	79
1.3 Desenho técnico e apresentação final: 3ª Fase 3º Período	85
2. AVALIAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	87
2.1 Avaliação quantitativa	87
2.2 Avaliação qualitativa	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
BIBLIOGRAFIA	96
IV. ANEXOS	102
<hr/>	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Water Level Task (WLT)	11
Figura 2. Classificação das Competências Espaciais segundo McGee.	13
Figura 3. Mental Rotation Test (MRT).	15
Figura 4. Mental Cutting Test (MCT).	15
Figura 5. Differential Aptitude Test: Space Relations (DAT:SR).	16
Figura 6. Differential Aptitude Test: Abstract Reasoning (DAT:AR).	16
Figura 7. Erros perspéticos à mão levantada.	23
Figura 8. Representação do dispositivo ótico utilizado por Brunelleschi.	28
Figura 9. Exemplificação do método da <i>Costruzione Legittima</i> descrita por Alberti	29
Figura 10. Modelo de Pensamento Visual segundo McKim.	33
Figura 11. Os quatro campos perceptivos, segundo Attilio Marcolli.	39
Figura 12. Escola Secundária Quinta do Marquês. Nova entrada de acesso após as obras.	44
Figura 13. Localização da Escola na Urbanização Quinta do Marquês.	45
Figura 14. Planta do projeto de requalificação da Escola Secundária Quinta do Marquês.	45
Figura 15. Sala de Geometria Descritiva ou Educação Visual.	49
Figura 16. Sala de Desenho ou Educação Visual.	50
Figura 17. Representação de um espaço interior em Perspetiva Linear.	71
Figura 18. Representação de um espaço exterior em Perspetiva Linear.	71
Figura 19. Projeção paralela ou cilíndrica e projeção central ou cónica.	73
Figura 20. Divisão do Espaço na Dupla Projeção Ortogonal	74
Figura 21. Divisão do espaço na Perspetiva Linear – Perspetógrafo.	74
Figura 22. Perspetiva de um ponto segundo o método direto.	76
Figura 23. Representação de um cubo, em Perspetiva Linear, segundo o método direto.	77
Figura 24. Perspetiva de uma semi-circunferência contida num plano vertical. Fonte: própria.	82
Figura 25. Exemplo de representação do reflexo de uma sala. Fonte: própria.	83
Figura 26. Montagem da Exposição <i>Perspetivando Lugares</i> . Átrio da Escola. Oeiras (2012).	86

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Sistemas de Projeção/ Métodos de Representação _____	21
Quadro 2. Distribuição de docentes do grupo 600 pelas disciplinas _____	48
Quadro 3. Quadro-resumo: Dupla Projeção Ortogonal vs. Perspetiva Linear _____	75
Quadro 4. Resultados da avaliação quantitativa _____	88
Quadro 5. Gráfico dos resultados da avaliação quantitativa _____	89
Quadro 6. Gráfico da avaliação qualitativa no contexto da disciplina _____	91

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Planificação da Unidade Didática

Anexo 2. Apresentação em *PowerPoint*: Desenho, Projeto e Geometria Descritiva [disponível no DVD]

Anexo 3. Guião de Trabalho

Anexo 4. Exercícios de Visualização

Anexo 5. Critérios de Avaliação Quantitativa

Anexo 6. Critérios de Avaliação Qualitativa Global

Anexo 7. Trabalhos dos Alunos [disponível no DVD]

Anexo 8. Relatório da Professora Cooperante

RESUMO

O presente relatório foi elaborado no âmbito do Mestrado em Ensino das Artes Visuais e descreve a intervenção realizada numa turma do 11º ano de Artes Visuais, no âmbito da disciplina de Geometria Descritiva A, e é referente à prática de ensino supervisionada desenvolvida na Escola Secundária Quinta do Marquês, em Oeiras.

O projeto de estágio relaciona-se com o desenvolvimento das competências espaciais, da imaginação e do desenho através da dinâmica da Perspetiva Linear, enquanto tema transversal, para o apuramento de aptidões atinentes à Geometria Descritiva. O objetivo da unidade didática foi desenvolver as capacidades criativas do aluno e a sua própria construção do saber na área do desenho de imaginação, através da realização de um projeto que englobasse vários campos artísticos como o design, as artes plásticas, a cenografia, a ilustração ou a arquitetura.

O relatório organiza-se em três capítulos principais que estruturam e descrevem todo o processo de investigação, conceção e aplicação do projeto de estágio. No primeiro capítulo, *Enquadramento Didático*, apresentam-se os temas que fundamentam os objetivos da unidade didática no contexto da disciplina. Seguindo-se o segundo capítulo, *Projeto de Estágio*, em que é feito um enquadramento escolar de acordo com os recursos humanos, físicos e materiais, assim como uma descrição do projeto que relata a metodologia e estratégias adotadas durante a unidade didática. O último capítulo, *Concretização do Projeto*, é dedicado ao relato das aulas lecionadas e à avaliação, análise e interpretação dos resultados dos alunos, obtidos nas várias fases do projeto. O relatório termina ainda com algumas considerações finais referentes à experiência de ensino durante o estágio.

Palavras chave: *Competências Espaciais, Geometria Descritiva, Desenho, Projeto, Imaginação.*

ABSTRACT

This report was developed as part of a master's degree in Visual Arts Education and describes the intervention performed in a class of the 11th grade of Visual Arts within the discipline of descriptive geometry, concerning the practice of supervised teaching developed in Quinta do Marquês High School in Oeiras.

The internship project deals with the development of spatial skills, imagination and drawing through the dynamics of Linear Perspective as a cross-cutting theme for the research into skills related to Descriptive Geometry. The goal of the didactic unit was to develop the creative abilities of the student and their own construction of knowledge by drawing from imagination, through a project that incorporates various artistic fields such as design, fine arts, set design, illustration or architecture.

The report is organized in three main chapters that structure and describe the whole process of research, design and implementation of the project. In the first chapter, *Didactic Framework*, we present the themes that underlie the didactic unit's objectives in the context of the discipline. The following chapter, *Internship Project*, presents a framework of the school, concerning human, physical and material resources as well as a description of the project addressing the methodology and strategies adopted during the didactic unit. The last chapter, *Implementation of the Project*, focuses on the report of the lessons taught as well as the evaluation, analysis and interpretation of the results obtained by the students in the various phases of the project. The report ends with some concluding remarks related to the teaching experience during the internship.

Keywords: *Spatial Skills, Descriptive Geometry, Drawing, Project, Imagination.*

INTRODUÇÃO

A aplicação da Geometria Descritiva nas artes plásticas, sempre foi alvo de desconfiança e desconhecimento, por parte dos alunos, por ser normalmente associada à arquitetura ou à engenharia. Uma vez que, quer para alunos, quer para professores, a Geometria Descritiva carrega em si a tradição da representação técnica e rigorosa, não é comum a realização de trabalhos práticos que envolvam o aluno de forma criativa e autónoma e que promovam o interesse no sentido de o sensibilizar para a importância desta disciplina enquanto veículo de contacto com inúmeras profissões das artes visuais.

Um outro aspeto relacionado com o anterior, relaciona-se com o modo como os alunos se manifestam face à Geometria Descritiva, interpretando-a como uma disciplina científica, de raciocínio abstrato, na qual o desenho tem apenas uma utilidade técnica. É bastante frequente entre todos nós e os alunos de artes visuais, ouvir a afirmação: “na Geometria Descritiva ou se tem 8 ou se tem 18 valores!”, ou ainda: “ou se vê ou não se vê no espaço!”. No nosso entender, as dificuldades que se conhecem nesta disciplina decorrem, em grande parte, de um programa de conteúdos que incide sobretudo na aprendizagem baseada em *épuras* pré-definidas e que pouco estimulam a aprendizagem pela descoberta daquilo que é inerente ao ser humano, a saber, a *percepção*, resultando muitas vezes na crescente desmotivação que ocorre ao longo dos dois anos da disciplina. Poderemos arriscar a dizer que isto se deve, em algumas situações, à dificuldade e falta de estímulo da visualização espacial, ao fraco desenvolvimento de estratégias de estudo nos anos anteriores, ao não relacionamento da disciplina com as artes visuais – o que se traduz na não identificação pessoal com os objetivos desta disciplina –, e também em estratégias de ensino tradicionais pouco eficazes.

Ao longo dos anos, enquanto docente desta disciplina, formulámos uma unidade didática que visava estabelecer uma certa correspondência entre a geometria e as atividades criativas. Com base nestas primeiras experiências, reformulámos, elaborámos e aplicámos a unidade didática que deu origem ao nosso projeto de estágio. O relatório aqui apresentado, consiste na investigação, conceção, desenvolvimento e apresentação de um projeto interdisciplinar entre Geometria Descritiva e Desenho, proposto aos alunos de uma turma do 11º ano do Curso Científico-Humanístico de Artes Visuais, cuja faixa etária se situava entre os 16 e 17 anos. Este projeto foi desenvolvido durante

todo o ano letivo 2011/2012 na Escola Secundária Quinta do Marquês, no concelho de Oeiras, distrito de Lisboa.

O projeto de estágio que optámos por desenvolver ao longo deste Mestrado incidiu numa proposta de trabalho de geometria aplicada e que visou sobretudo abordar três aspetos essenciais da geometria, a saber, as competências espaciais, a imaginação e o desenho, que seriam desenvolvidos segundo um tema transversal, a Perspetiva Linear.

Em primeiro lugar, o projeto partiu da investigação que temos realizado ao longo da nossa experiência enquanto docente de Geometria Descritiva, a saber, o desenvolvimento de competências espaciais e da capacidade de efetuar rotações mentais, como forma potenciar a compreensão e, conseqüentemente, a motivação dos alunos ao longo do ano letivo e esperando, com isso, diminuir a taxa de insucesso escolar nesta disciplina. Em segundo lugar, considerámos relevante adotar estratégias de ensino que envolvessem a representação gráfica tridimensional com base na imaginação e nas imagens mentais com o objetivo de servir de ferramenta auxiliar para a compreensão e resolução de problemas geométricos ao longo do estudo da disciplina. Em terceiro lugar, procurámos conceber um trabalho que permitisse estabelecer pontos de contacto entre a geometria e o desenho, sob a forma intuitiva, mas com base em conceitos basilares da representação através da Perspetiva Linear, que é em si mesma um método de representação muito próxima do modo como percebemos o mundo exterior.

O relatório aqui apresentado descreve todo o processo de investigação, lecionação, análise e avaliação dos trabalhos que sustentam as nossas opções pedagógicas durante a aplicação deste projeto, e encontra-se dividido em três capítulos principais: *Enquadramento Didático*, *Projeto de Estágio* e *Concretização do Projeto de Estágio*.

O *Enquadramento didático* é dividido em três sub-capítulos, entre os quais, posicionamos as competências de visualização espacial no ensino da geometria, a Perspetiva Linear enquanto representação que possibilita o desenvolvimento dessa faculdade, assim como a relação recíproca entre desenho e geometria. Primeiro começaremos por apresentar uma breve abordagem desde as primeiras investigações sobre o conceito de *competência espacial* e os sucessivos estudos realizados que tiveram como objetivo a definição e a compreensão dos aspetos subjacentes ao conceito

em análise. Partindo da distinção adotada pela psicologia educacional, entre *habilidade espacial* e *competência espacial*, em que a primeira se refere à capacidade inata e a segunda a competências adquiridas, iremos abordar sucintamente a perspectiva desenvolvimentista de Piaget e Inhelder sobre a qual o desenvolvimento das *habilidades espaciais*, ao longo do crescimento da criança, ocorre nos primeiros anos de vida de acordo com a sua percepção do espaço topológico, do espaço projetivo e, já na adolescência, do espaço euclidiano.

Howard Gardner também teve um papel fundamental no que respeita à teoria das inteligências múltiplas entre as quais afirma que *inteligência espacial* se refere à capacidade do indivíduo perceber o espaço e as suas relações, à capacidade de efetuar transformações mentais, e ainda à capacidade de recriar imagens na ausência de um referente. Um outro aspeto de grande relevância para a compreensão das operações mentais que constituem as *habilidades espaciais*, são os testes realizados nos estudos psicométricos, dos quais apresentamos uma pequena seleção, dadas as centenas de testes que existem atualmente, que nos pareceram mais adequados às operações que propusemos desenvolver. Sobre estes exemplos apoiámo-nos nos estudos realizados por Roger Shepard, Lynn Cooper e Jacqueline Metzler, cujos testes por eles desenvolvidos, apesar de alguns datarem já dos anos 70, são ainda hoje utilizados para aferir os níveis de *habilidade espacial* do grupo de teste. Iremos ainda abordar alguns estudos desenvolvidos no âmbito da psicologia cognitiva, em particular aqueles que foram realizados por Sheryl Sorby e James Mohler, no que se refere ao desenvolvimento das competências espaciais através do desenho, entre outras atividades, e o seu impacto na aprendizagem da Geometria Descritiva e da representação gráfica.

No sub-capítulo dedicado à Perspetiva Linear iremos fazer uma breve introdução aos tipos e sub-métodos deste sistema de representação, dando especial atenção ao desenho em perspetiva como instrumento conceptual no processo criativo, seja na arquitetura, nas artes plásticas ou no design. Pretendemos, ainda, apresentar algumas considerações sobre as potencialidades da representação perspética como ferramenta na conceção de um trabalho artístico, cuja principal referência incidiu sobre a tese de doutoramento de Manuel Couceiro da Costa. Sobre este assunto as obras de Jay Doblin e Robert McKim proporcionaram também valiosas informações, designadamente no que respeita à relação que estabelecem entre os diversos métodos de representação com o pensamento visual, o que nos permitiu identificar e acentuar os efeitos positivos deste

tipo de aprendizagem no raciocínio espacial e lógico-dedutivo, como parte integrante no processo de resolução de um problema geométrico, com recurso ao desenho tridimensional.

Ainda dentro do capítulo sobre a Perspetiva Linear interessa-nos abordar, do ponto de vista histórico, o método da *Costruzione Legittima* para compreendermos a origem do atual “método direto”, adotado durante o estágio, para a representação rigorosa das perspetivas dos espaços projetados pelos alunos. Nesta síntese histórica, o conceito da *Costruzione Legittima* é fundamentado por autores especialistas portugueses como António Trindade e João Pedro Xavier que deram um forte contributo à comunidade artística e científica sobre o tema da perspetiva linear.

Por último, terminaremos o nosso enquadramento teórico e didático com o último subcapítulo no qual iremos abordar os aspetos subjacentes à geometria, desenho, projeto e imaginação, sobre os quais procuraremos fundamentar a relação recíproca entre os mesmos, através de autores como Joaquim Pinto Vieira, Robert McKim e Jonathan Fish cujas obras contribuíram em larga escala para a compreensão do impacto que a geometria pode ter no processo criativo e na representação gráfica de uma imagem mental.

O capítulo *Projeto de Estágio* constitui o enquadramento escolar, a descrição do projeto de estágio e as estratégias pedagógicas adotadas. Primeiramente iremos enquadrar o contexto escolar e da turma no qual o projeto foi aplicado, referindo as características da escola no que respeita à sua localização, instalações, oferta educativa e recursos humanos, a organização do departamento de expressões e do grupo de Artes Visuais. De seguida, iremos descrever o projeto começando pela metodologia de investigação adotada, a problemática de investigação e os objetivos gerais da nossa proposta de trabalho. As estratégias pedagógicas aplicadas durante o projeto de estágio foram também definidas à priori e incidiram sobretudo na motivação, no estímulo das competências espaciais através de exercícios específicos, na aprendizagem baseada em projetos, na interdisciplinaridade e no tipo de avaliação elaborado por nós antes da aplicação do projeto e sobre a qual optámos por realizar dois tipos de avaliação: uma avaliação quantitativa, que incidiu em particular na proposta de trabalho; e uma avaliação qualitativa, que incidiu numa análise global sobre o impacto do projeto na disciplina de Geometria Descritiva ao longo do ano letivo.

O terceiro capítulo refere-se em particular à *Concretização do Projeto de Estágio*, no qual iremos descrever as aulas destinadas ao desenvolvimento do trabalho e acompanhamento dos alunos. E ainda, de acordo com os dados registados sobre os trabalhos dos alunos, apresentámos os resultados da avaliação quantitativa e qualitativa com base nos critérios de avaliação concebidos para cada uma, recorrendo a exemplos relevantes sobre a temática proposta.

Por último iremos apresentar uma breve conclusão sobre a experiência de ensino que este projeto nos proporcionou, no contexto global da disciplina de Geometria Descritiva, em que procuraremos relacionar as opções metodológicas com a nossa experiência e com o interesse dos alunos, e a partir daí tecer algumas considerações sobre as situações e resultados que ocorreram durante o estágio.

I. Enquadramento Didático

1. AS COMPETÊNCIAS DE VISUALIZAÇÃO ESPACIAL

1.1 Algumas (in)definições

A investigação sobre a *habilidade espacial* num indivíduo ganhou relevo principalmente a partir de publicações realizadas entre 1920 e 1940, nas quais se “(...) reconhecia a habilidade espacial como uma capacidade separada do fator de inteligência geral”¹. Entre 1940 e 1960, o foco central de investigação incidiu, particularmente, em estudos psicométricos, a par da procura por uma definição generalizadora sobre o que está implicado na *habilidade espacial*. É nesta altura que surgem inúmeros testes concebidos para avaliar diferentes operações mentais/espaciais que ainda hoje são utilizados.

A necessidade de definir com exatidão o significado de *habilidade espacial* veio confrontar as primeiras teorias que sugeriam a existência de um único factor espacial, com as teorias posteriores que defendem que a *habilidade espacial* não é unitária. É precisamente neste período que surgem inúmeras definições e resultados devido às diferentes técnicas de análise e aos diferentes testes realizados, associados a uma determinada terminologia adotada pelos investigadores. Contudo, apesar de não haver consenso, a maioria das investigações indicaram que o conceito de *habilidade espacial* não é unitário e que implica uma série de outros factores e operações a serem considerados, apesar de haver ainda um conjunto de investigadores que continuam a defender o contrário².

É ainda neste período que surgiram os primeiros estudos sobre o *desenvolvimento cognitivo das habilidades espaciais* da criança até à idade adulta. Um desses exemplos é o trabalho de Piaget e Inhelder, *La représentation de l'espace chez l'enfant*, publicado pela primeira vez em 1948, no qual apresentam a ideia de que a *habilidade espacial* se desenvolve em três fases ao longo do crescimento da criança: a fase topológica, a fase projetiva e a fase euclidiana³.

¹ James L. MOHLER, *Examining the Spatial Ability Phenomenon From the Student's Perspective*. West Lafayette, Indiana: Purdue University, 2006, p. 11.

² Investigadores como Burnett, Lane, e Dratt, entre outros (1979), segundo Daniel VOYER e Susan VOYER e M. P. BRYDER, “Magnitude of Sex Differences in Spatial Abilities: A Meta-Analysis and Consideration of Critical Variables”. *Psychological Bulletin*, vol.117, nº 2, 1995, pp. 251-252.

³ Cf. Jean PIAGET e Barbel INHELDER, *The Child's Conception of space*. London, New York: Routledge & Kegan Paul, 1956.

A concepção do espaço na criança, segundo Piaget e Inhelder, começa desde o início através de uma concepção topológica do meio envolvente. Dos 0 aos 7 anos a criança adquire a noção do *espaço topológico* através de conceitos básicos como: a *proximidade*, isto é a relação que consegue estabelecer entre os objetos; a *separação*, que envolve a distinção entre objetos ou parte de objetos; a *ordem*, que implica agrupar os objetos de acordo com a cor, tamanho ou outro atributo; o *envolvimento*, ou seja, a noção de *dentro, fora e entre*; e a *continuidade*, que implica a compreensão da continuidade das formas e por isso, uma evolução das relações de proximidade e separação⁴. Este período engloba sensivelmente os dois primeiros estádios de desenvolvimento cognitivo da criança: o estádio sensório-motor, dos 0 aos 24 meses, e o estádio pré-operatório, dos 2 aos 7 anos.

No estádio das operações concretas, dos 7 aos 12 anos, a criança começa a desenvolver noções de *espaço projetivo* com o desenvolvimento da *imagem mental*. A criança aprende a lidar com objetos tridimensionais e desenvolve a orientação e a rotação dos objetos adquirindo a habilidade de os perceber segundo diversos pontos de vista, ou mesmo se o objeto não estiver presente. Normalmente qualquer criança já adquiriu esta habilidade até ao período da adolescência, no entanto podem ainda ter alguma dificuldade na visualização se não conhecerem o objeto em análise.

No estádio das operações formais, dos 12 aos 16/18 anos, dá-se uma transição para o *espaço euclidiano*, no qual o adolescente aprende a lidar com a ideia de espaço abstrato, conjugando simultaneamente as figuras bidimensionais e tridimensionais, visual ou conceptualmente, e desenvolve a capacidade de compreender relações de escala, proporção, área, volume, distâncias a par da habilidade de visualizar rotações, reflexos, ou translações.

Em 1983, Howard Gardner apresenta pela primeira vez a *Teoria das Inteligências Múltiplas*⁵ na qual sugere a existência de oito ou nove *inteligências*⁶ que se definem como propriedades que todos os seres humanos têm e cuja dimensão difere de indivíduo para indivíduo. Das *inteligências* que Gardner propõe interessa-nos

⁴ Cf. *Idem*, pp. 6-8.

⁵ Cf. Howard GARDNER, *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books, Inc., 3ª ed. 2011.

⁶ Linguística, lógico-matemática, visual-espacial, corporal-cinestésica, musical-rítmico, interpessoal, intrapessoal, naturalista e espiritual, as duas últimas introduzidas a partir de 1994-95.

particularmente a *inteligência visual-espacial* como ponto de partida para a compreensão deste conceito, tão fortemente relacionado com a Geometria Descritiva.

*Central to spatial intelligence are the capacities to perceive the visual world accurately, to perform transformations and modifications upon one's initial perceptions, and to be able to re-create aspects of one's visual experience, even in the absence of relevant physical stimuli.*⁷

Segundo Gardner, a *inteligência espacial* implica inúmeras operações tais como o reconhecimento de diversas instâncias sobre um mesmo elemento, a capacidade de transformar, ou reconhecer a transformação de um elemento, a capacidade de criar imagens mentais e transformá-las, a capacidade de produzir representações gráficas bi ou tridimensionais de um cenário real, com recurso a símbolos, diagramas, mapas ou formas geométricas⁸. Gardner diz-nos ainda que a inteligência espacial é utilizada em diversas funções do dia-a-dia e tem uma particular incidência em determinadas áreas profissionais no âmbito da arte e da ciência. Se, por um lado, os artistas recorrem da sua inteligência espacial para realizar, através da sua sensibilidade, produções visuais, os cientistas também o fazem como forma de pensar, formular e resolver problemas.

Segundo Sheryl Sorby na psicologia educacional existe uma distinção entre *habilidade espacial* (spatial ability) e *competência espacial* (spatial skill). A primeira refere-se à habilidade inata que um sujeito tem de visualizar sem qualquer tipo de treino prévio, a segunda refere-se a competências que são adquiridas ao longo de um processo de aprendizagem⁹. Esta distinção é para nós muito importante pela associação de ideias que se faz da geometria como sendo uma disciplina só para aqueles que “nascem com habilidade espacial”, quando na verdade cremos, e procuraremos fundamentar a nossa crença, que independentemente da habilidade natural de cada um é possível desenvolver competências espaciais, em particular, através de inúmeros exercícios e projetos relacionados com a Geometria. Assim justificamos o título do nosso relatório, bem como o nome dado ao nosso primeiro capítulo.

Contudo, esta distinção, entre *habilidade* e *competência espacial*, não é adotada pelos investigadores da psicologia cognitiva que, para além disso, introduzem ainda novos conceitos associados às imagens mentais relativas ao espaço. Nos anos 70 e 80, continuaram a surgir novas investigações e com isso o aparecimento de um conjunto

⁷ *Idem*, p. 182.

⁸ Cf. *Idem*, p. 185.

⁹ Cf. Sheryl SORBY, “Developing 3-D Spatial Visualization Skills”. In *Engineering Design Graphics Journal*, vol. 63, nº 2, 1999, p. 21.

diversificado de combinações de expressões, ou categorias, adotadas por cada autor conforme a definição que lhes atribuem para a realização dos estudos psicométricos que pretendem realizar. De entre essas expressões, com as quais nos deparamos, referimos algumas que fazem parte do léxico das imagens mentais/espaciais, mas que por vezes se sobrepõem no seu significado: *relação espacial (spatial relation)*, *orientação espacial (spatial orientation)*, *pensamento visual (visual thinking)*, *raciocínio visual (visual reasoning)*, *cognição espacial (spatial cognition)*, *rotação mental (mental rotation)*.

Portanto, ainda nos anos 70 e 80, no que respeita ao conceito de *habilidade/competência espacial* não existe um consenso entre cientistas e psicólogos cognitivistas sobre a sua definição o que tem gerado algumas inconsistências em estudos sobre este tema¹⁰. A questão principal na circunscrição deste conceito continua a ser semelhante às questões colocadas nas primeiras investigações sobre o tema. A determinação sobre se se trata de um conceito totalizador ou se este se subdivide em diferentes categorias¹¹, depende sempre da definição adotada pelos investigadores, que por sua vez irá influenciar o tipo de testes que permitem avaliar essa habilidade. Se por um lado existem investigadores que definem, de uma forma generalizada, a *habilidade espacial* como a capacidade de gerar representações mentais de objetos, a três e duas dimensões, sem qualquer recurso à verbalização, assim como a capacidade de manipular mentalmente essas mesmas representações; por outro lado, outros autores defendem a categorização de diferentes operações que ocorrem durante o exercício da *habilidade espacial*. No primeiro caso, a definição pode ser demasiado vaga tornando difícil a classificação e agrupamento dos diferentes factores da *habilidade espacial*, se avaliadas num único teste; no segundo caso, a categorização de operações mentais permite avaliar os níveis de *habilidade espacial* em cada situação, através da realização de testes específicos que incidam em determinadas operações, ainda que, se admita por vezes, que a resolução de um dado problema/teste/exercício implica o recurso a diversas operações simultaneamente.

Um dos estudos considerado relevante na categorização das habilidades espaciais foi realizado por Marcia Linn e Anne Peterson, em 1985, no qual as autoras referem três categorias principais: a *rotação mental*, a *percepção espacial* e a

¹⁰ Vide Daniel VOYER e Susan VOYER e M. P. BRYDER, “Magnitude of Sex Differences in Spatial Abilities...”; Cf. McARTHUR, Julia, & WELLNER, Karen. “Reexamining Spatial Ability within a Piagetian Framework”. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 33, nº 10, 1996, pp. 1065-1082; Cf. Sheryl SORBY, “Developing 3-D Spatial Visualization Skills”, p. 21.

¹¹ Cf. *Idem*, p. 251.

visualização espacial. Segundo as autoras, a *rotação mental* é a habilidade de rodar, com precisão, um objeto a duas ou três dimensões; a *percepção espacial* é a habilidade de determinar relações espaciais de acordo com a orientação do sujeito, independentemente de ‘informações distrativas’; a *visualização espacial* envolve a manipulação complexa da informação apresentada através de várias etapas, para a resolução de um dado problema, e cuja análise estratégica pode ou não recorrer das duas categorias anteriores¹².

As noções de rotação mental ou deslocação do observador em torno de um objeto, ou em relação a um espaço parecem ser as mais consensuais no âmbito dos factores que caracterizam as *habilidades espaciais*. Contudo, e como seria de esperar, novas opiniões vieram refutar a categorização destas autoras. Os testes de *percepção espacial* (tomando como exemplo a Figura 1), realizados por Linn e Peterson, servem sobretudo para avaliar a capacidade que um indivíduo tem de ignorar informações que causem distração na interpretação da informação presente no campo visual, e não a capacidade de realizar transformações ou movimentos mentais.

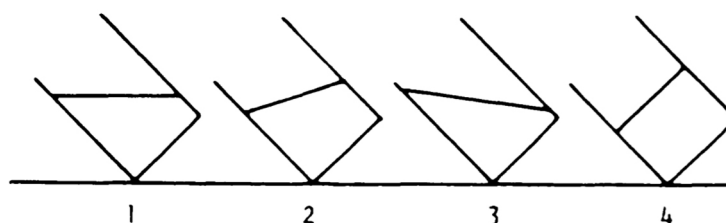


Figura 1. Water Level Task (WLT)

ENUNCIADO: Indique qual é a garrafa inclinada que tem uma linha de água horizontal. Este teste implica que o sujeito recorra à percepção da verticalidade gravitacional para que consiga determinar a orientação correcta da figura. Figura retirada do artigo de Marcia C. Linn e Anne C. Peterson, “Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability...”, p. 1482.

Assim, a *percepção espacial*, uma vez estando ligada à *cognição espacial*, é, então, distinta da habilidade espacial apesar de exercer influência sobre esta. Tal acontece da mesma forma que existe influência das *imagens mentais* sobre as *habilidades espaciais* em que, segundo investigadores, quanto mais vivida é a imagem mental mais facilidade se tem em resolver um problema¹³. Mais se acrescenta que “(...)a maioria da pesquisa indicou que testes relativos a imagens mentais não estão diretamente relacionadas com níveis de habilidade espacial (...)”, isto é, “(...) as imagens

¹² Vide Marcia C. LINN e Anne C. PETERSON, “Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis”, in *Child Development*, 56, nº 6, s.l.: Wiley-Blackwell, 1985.

¹³ James L. MOHLER, *op. cit.*, p. 27.

mentais não limitam a habilidade espacial, mas o sucesso em testes espaciais, muitas vezes requer imagens mentais de alta qualidade, particularmente em tarefas de visualização complexa (...)”¹⁴.

Assim, e considerando que as imagens mentais não são um factor de habilidade espacial, mas que apenas incide indiretamente sobre a mesma, interessa-nos particularmente uma outra abordagem desenvolvida por Mark McGee¹⁵, distinta da anterior, em que considera que a *visualização espacial* engloba sempre qualquer tipo de manipulação, rotação mental ou transformação da informação a interpretar. Assim, McGee, defende que as competências espaciais se dividem em dois factores principais: a *visualização espacial* e a *orientação espacial*. A visualização espacial é a capacidade de manipular mentalmente uma imagem, ou objeto, a duas ou três dimensões e a orientação espacial é a capacidade de alterar o ponto de vista do indivíduo em torno de uma imagem, ou objeto, que se mantém fixo¹⁶. A visualização espacial é ainda dividida em duas subcategorias que implicam duas operações, a saber, a *rotação mental* – que implica a rotação do objeto no seu todo –, e a *transformação mental* – que implica a transformação de parte do objeto –, enquanto que na orientação espacial o autor não especifica novas subcategorias, referindo-se apenas que esta capacidade requer uma rotação mental da configuração do espaço circundante, e que se relaciona com o sentido de direção, leitura de um mapa, percepção e interpretação de um objeto/espaço segundo vários pontos de vista¹⁷. A Figura 2 ilustra a categorização apresentada por McGee.

Um outro aspeto que gostaríamos ainda de referir, relaciona-se com a diferença entre géneros, verificada na grande maioria destes estudos psicométricos, nos quais indicam que indivíduos do sexo masculino conseguem obter melhores resultados que indivíduos do sexo oposto. Por sua vez, estudos mais recentes indicam que se devem considerar uma série de fatores que influenciaram estes resultados ao longo dos anos e que se relacionam com o tipo de estratégia adotada na análise, como a maturidade/idade dos indivíduos avaliados, a lateralização do cérebro, as hormonas, a experiência social do indivíduo, e sobretudo as mudanças sociais que ocorreram durante os últimos cem

¹⁴ *Idem*, p. 27.

¹⁵ Cf. Mark G. McGEE, “Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal, and Neurological Influences”. *Psychological Bulletin*, Vol. 86, nº 5. 1979.

¹⁶ Cf. *Idem*, p. 892.

¹⁷ Cf. *Idem*, pp. 892-899.

anos em relação ao papel da mulher, como por exemplo o acesso à escolarização¹⁸. Estes mesmos estudos, que consideram a faixa etária dos indivíduos e as suas diferentes experiências sociais, têm constatado que a diferença entre géneros em relação às *habilidades espaciais*, tem sido cada vez menor. Apesar de este relatório não incidir nesta questão em particular, não deixa de ser interessante verificar que na área das artes visuais, quer seja no ensino secundário, quer seja no ensino superior, o número de alunas ultrapassa o número de alunos e que, até há poucos anos, a disciplina de ingresso no ensino superior nas várias áreas das artes foi sempre a Geometria Descritiva.

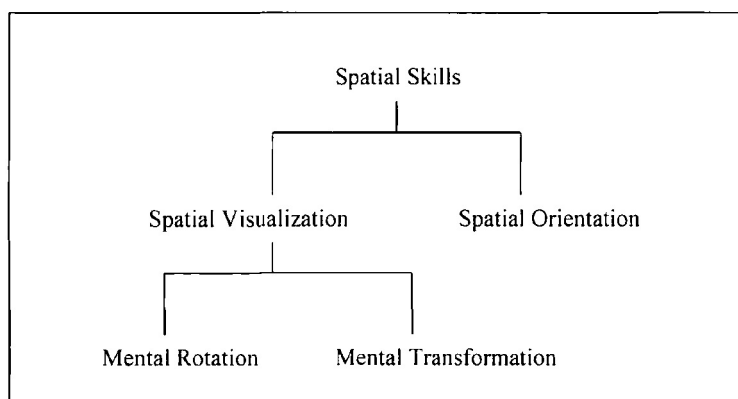


Figura 2. Classificação das Competências Espaciais segundo McGee.

Esquema retirado da obra de Sheryl Sorby, “Developing 3-D Spatial Visualization Skills”, p. 22.

Com esta breve abordagem às diferentes investigações apresentadas verificámos que diversos testes foram concebidos e realizados, ao longo do século passado, para atestar o nível de *habilidades espaciais* nos quais se verificou uma estreita relação entre a rapidez e a eficiência de visualização de transformações mentais em figuras bi e tridimensionais, em indivíduos com altos níveis de *habilidade espacial*, que por sua vez recorrem a uma ampla variedade de estratégias e, por isso, têm mais facilidade em escolher quais as estratégias mais adequadas na resolução de um dado problema¹⁹. Não obstante, verificou-se também que, quer indivíduos com baixos níveis ou altos níveis de *habilidade espacial*, alternam estratégias num mesmo problema²⁰. Este último aspecto, a saber, a multiplicidade de estratégias, tem particular interesse na evolução do ensino da Geometria Descritiva e consequente desenvolvimento das competências espaciais dos alunos e que passaremos a explicar nos próximos capítulos.

¹⁸ Cf. Daniel VOYER e Susan VOYER e M. P. BRYDER, “Magnitude of Sex Differences in Spatial Abilities...”, p. 264.

¹⁹ Cf. James L. MOHLER, *op. cit.*, p. 35.

²⁰ Cf. *Idem*, p. 35.

1.2 As competências de visualização espacial no ensino da Geometria Descritiva

Segundo Raymond Duval, o ensino da geometria implica três processos cognitivos que desempenham funções epistemológicas específicas, a saber, a *visualização*, cujo processo implica a representação do espaço para ilustrar um esquema; a *construção* com recurso a instrumentos que funcionam como modelos em que as ações representadas se relacionam com os objetos representados; e o *raciocínio* em relação a processos discursivos que implicam um alargamento do conhecimento, da interpretação e da demonstração²¹. Considerando que Duval se refere em particular ao ensino da geometria na matemática, cremos que esta categorização se adequa perfeitamente ao ensino da Geometria Descritiva. No entanto, no que respeita ao processo cognitivo da *construção* cremos que seria necessário acrescentar uma outra função complementar ou mesmo autónoma a esta: a *representação*. Para Duval a *construção* implica o recurso a instrumentos como o compasso, a régua e outros materiais para a “construção” de figuras geométricas e demonstração de problemas geométricos, no entanto, na Geometria Descritiva podemos fazer certamente uma distinção entre *construção* e *representação*. No primeiro caso, diríamos que a *construção* serve especialmente como recurso à criação e/ou utilização de modelos tridimensionais, no segundo caso, a *representação*, serve particularmente para desenvolver as capacidades de representar graficamente formas bi e tridimensionais, bem como operações geométricas que impliquem a rotação mental desses objetos e assim estimular a interpretação e o raciocínio na resolução de um dado problema. No entanto, é preciso reiterar que estes processos cognitivos, por vezes, não são independentes uns dos outros, nem tão pouco obedecem a nenhuma ordem específica, pois é necessário considerar o grau e ensino com o qual estamos a lidar, para além de que a resolução de um determinado problema implica sempre, com maior ou menor intensidade, um ou vários processos cognitivos.

De uma forma geral, o desenvolvimento destes processos cognitivos pode dar-se através do estímulo das *habilidades espaciais* inerentes a cada indivíduo, por intermédio de exercícios que promovam a análise e identificação, mental ou gráfica, de relações de

²¹ Cf. Raymond DUVAL, “Geometry from a cognitive point of view”. In Carmelo MAMMANA e Vinicio VILLANI (eds.), *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998, p. 38.

posição, escala, proporção, direção, contorno e distância entre objetos²², mas sobretudo exercícios que impliquem um movimento ou raciocínio mental. Atividades como construção de puzzles, o desenho, a desconstrução e reconstrução de objetos, ou atividades de desporto, contribuem igualmente para o desenvolvimento dessas competências. Os testes que permitem avaliar as *habilidades espaciais* nos diferentes estudos psicométricos, podem também servir de base para a criação de exercícios de desenvolvimento de *competências espaciais*. Como exemplo disso, as Figuras 3, 4, 5 e 6 apresentam alguns desses testes/exercícios.

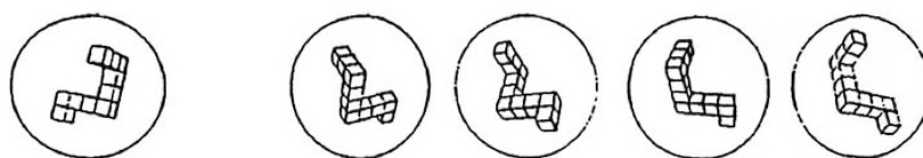


Figura 3. Mental Rotation Test (MRT).

ENUNCIADO: *Identifique 2 das 4 figuras à direita que correspondem a pontos de vista diferentes da figura mais à esquerda.* Este exercício é baseado num estudo de Shepard e Metzler, de 1971, para medir o tempo que um indivíduo necessita para identificar se duas formas tridimensionais (representadas bidimensionalmente) são congruentes em função da diferença angular, ou da orientação entre os dois objectos²³. Figura retirada do artigo de Sheryl Sorby, “Developing 3-D Spatial Visualization Skills”, p.26.

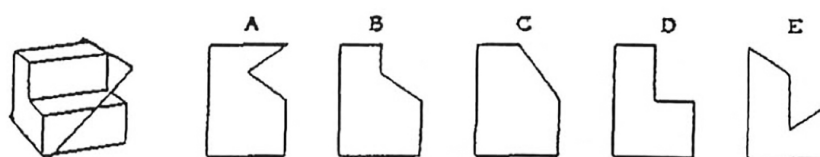


Figura 4. Mental Cutting Test (MCT).

ENUNCIADO: *Identifique qual das figuras [A, B, C,D ou E] é a figura resultante da secção produzida pelo plano no sólido representado à esquerda.* Este exercício é um item entre 25, concebidos em 1939, que faziam parte de um grupo de questões para a prova de acesso a uma universidade dos Estados Unidos da America. Figura retirada do artigo de Sheryl Sorby, “Developing 3-D Spatial Visualization Skills”, p.24.

²² Cf. Gildo MONTENEGRO, *Inteligência Visual e 3-D*. São Paulo: Edgard Blucher, 2005, p. 8.

²³ Cf. Jacqueline METZLER e Roger SHEPARD, “Mental Rotation of Three-Dimensional Objects”. *Science*, vol. 171, n° 3972, 1971, pp. 701–703.

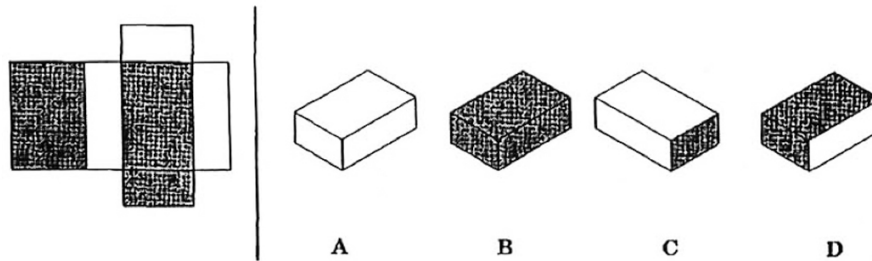


Figura 5. Differential Aptitude Test: Space Relations (DAT:SR).

ENUNCIADO: Identifique qual das figuras tridimensionais [A, B, C ou D] resulta no desdobramento da figura bidimensional apresentado à esquerda. Figura retirada do artigo de Sheryl Sorby, “Developing 3-D Spatial Visualization Skills”, p.25.

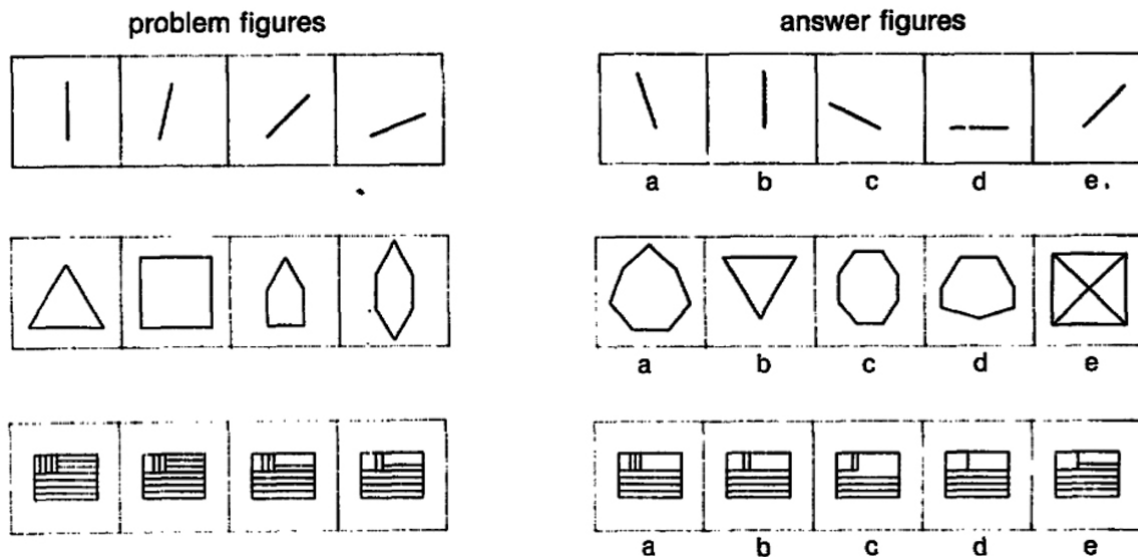


Figura 6. Differential Aptitude Test: Abstract Reasoning (DAT:AR).

ENUNCIADO: No conjunto à esquerda (Problem Figures) é apresentada uma sequência ou série de figuras. Identifique qual das figuras [A,B,C,D ou E], do conjunto da direita (Answer Figures), pode ser considerada a 5ª figura sequencial da série da esquerda. Figura retirada da obra de Robert McKim, *Experiences in Visual Thinking*, Monterey, California: Brooks-cole, 1972, p.16.

Apesar das opiniões diversas e contrárias dos vários autores, grande parte defende que, com base em estudos realizados desde os anos 40 até aos dias de hoje, é possível desenvolver as competências espaciais e que a representação gráfica é um fator determinante para esse efeito²⁴. Robert McKim, James Mohler, Sheryl Sorby são alguns dos autores que defendem sobretudo que as “(...) actividades que requerem a coordenação olho-mão ajudam no desenvolvimento das habilidades espaciais (...)”²⁵ e

²⁴ Vide Robert McKIM, *op. cit.*; vide Sheryl SORBY, “Developing 3-D Spatial Visualization Skills”; vide James L. MOHLER e Craig L. MILLER, “Improving Spatial Ability with Mentored Sketching”. *Engineering Design Graphics Journal*, vol. 72, nº1, 2008, pp. 19–27.

²⁵ Sheryl SORBY, “Educational Research in Developing 3-D Spatial Skills for Engineering Students”. *International Journal of Science Education*, vol. 31, nº 3, 2009, p. 461.

como tal “(...) evidenciam que desenhar objetos a três dimensões é um factor significativo no desenvolvimento destas habilidades (...)”²⁶.

Um estudo de Sheryl Sorby, realizado entre 1993 e 1998, concluiu que é possível desenvolver *competências espaciais* e atingir níveis mais elevados na compreensão de problemas relativos ao espaço. Sorby realizou ao longo de 6 anos um estudo comparativo entre alunos que haviam reprovado no acesso a cursos de engenharia e design gráfico, matemática e ciência, cujos exames de ingresso continham testes que se relacionavam com as *habilidades espaciais*. Deste conjunto de indivíduos foram selecionados estudantes para integrar o curso *Introduction to 3-D Spatial Visualization* e os restantes estudantes integraram o grupo de teste. Os resultados indicaram que os alunos que inicialmente apresentaram um *deficit* nas *habilidades espaciais* e que participaram no curso, conseguiram obter resultados significativamente melhores nos testes finais, quando comparados aos estudantes com o mesmo *deficit* nas *habilidades espaciais* e que não participaram no curso. Conclui-se que os alunos não só conseguiram adquirir competências que lhes permitiam uma visualização mais nítida do problema proposto, como também desenvolveram diferentes estratégias de resolução de problemas, quer ao nível da visualização, quer ao nível da representação²⁷.

Num outro estudo de James Mohler, realizado em 2006, concluiu-se que o desenho, utilizado como estratégia de ensino e aprendizagem na compreensão de problemas espaciais, tornou-se bastante benéfico tendo os alunos demonstrado maiores níveis de motivação e satisfação sobre o objeto de aprendizagem²⁸. Uma das experiências que realizou com alunos foi a representação gráfica, em particular através da isometria, de objetos a três dimensões, partindo da tripla projeção ortogonal, e vice-versa. Os testemunhos dos alunos que o investigador recolheu indicaram que recorrer a processos de desenho para representar as operações mentais era tão importante quanto a própria visualização mental durante a resolução de um problema²⁹. Esta conclusão direcionou a sua investigação no desenvolvimento de dois processos de criação de imagens: 1) um processo que englobava um conjunto de questões relacionadas com a visualização do objeto ou porções do mesmo, isto é, a representação do objecto por partes, inserindo cada uma delas em sólidos prismáticos ou cilíndricos, e só depois

²⁶ *Idem*, p. 461.

²⁷ Cf. Sheryl SORBY, “Educational Research in Developing 3-D Spatial Skills...”, p. 476.

²⁸ *Vide* James L. MOHLER, *op. cit.*

²⁹ Cf. *Idem*, p. 266.

conjugar cada parte num todo; 2) um processo que derivou de um método sistemático de representação gráfica partindo do todo para o particular, isto é, desenhando primeiro uma “caixa” em perspectiva isométrica e gradualmente transformando as suas características, retirando-lhe ou acrescentando volumetria através da simplificação de formas sólidas geométricas como o cilindro, o prisma, entre outros³⁰.

Um outro fator indissociável da visualização espacial é a capacidade de raciocinar e resolver problemas através de imagens espaciais:

*Geometric reasoning consists, first and foremost, of the invention and use of formal conceptual systems to investigate shape and space. (...) Underlying most geometric thought is spatial reasoning, which is the ability to “see”, inspect, and reflect on spatial objects, images, relationships, and transformations. (...) Thus spatial reasoning provides not only “the input” for formal geometrical reasoning, but critical cognitive tools for formal geometrical analyses.*³¹

O próprio Arnheim defende que a percepção e o raciocínio fazem parte do processo de pensamento e que a tentativa de desenvolver o pensamento sem recorrer às habilidades de visualização é ignorar a essência da atividade mental, uma vez que “(...) não só os problemas perceptuais podem ser resolvidos através de operações perceptuais, como o próprio raciocínio resolve qualquer tipo de problema através do campo perceptual, pois não existe outro campo no qual o verdadeiro pensamento possa ocorrer”³². Stephen Kosslyn tem vindo a reiterar esta ideia desde os seus primeiros estudos sobre o impacto da *imagem mental* no raciocínio e na resolução de problemas, na criatividade e na imaginação, considerando por isso, o pensamento visual como o nível mais alto do processamento visual³³.

Numa outra obra já aqui referida, *Experiences in Visual Thinking*, de Robert McKim, podemos encontrar um conjunto de exercícios muito interessantes que permitem atestar ou treinar as habilidades espaciais do leitor, baseados em diversos

³⁰ Cf. *Idem*, pp. 266-277.

³¹ Michael T. BATTISTA, “The development of Geometric and Spatial Thinking”. In Frank K. LESTER (ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, vol. 1-2, North Carolina: Information Age Publications, 2007, pp. 843-844.

³² Rudolf ARNHEIM, “A Plea for Visual Thinking”. *Critical Inquiry*, vol. 6, nº. 3, 1980, p. 492.

³³ Kosslyn refere que o processo da informação visual ocorre em dois níveis de intensidade: o nível baixo, deriva da entrada de estímulos que permitem detetar contornos, estabelecer relações de profundidade, entre outros; e o nível alto que deriva do recurso à informação armazenada, sobretudo no que respeita ao reconhecimento e identificação de objetos, no qual se encontram subjacentes as *imagens mentais*. Cf. Stephen M. KOSSLYN e Kris N. KIRBY. “Thinking Visually”. *Mind & Language*, vol. nº 4, 2006, p. 324.

estudos de investigadores, alguns deles já referidos no subcapítulo anterior e que incidem nos processos de *visualização*, *construção*, *raciocínio* e *representação*³⁴.

A Geometria Descritiva, se ensinada e aprendida convenientemente, é uma disciplina que na sua essência implica o recurso a operações mentais de *visualização espacial* e *orientação espacial*, e não apenas à leitura, interpretação ou concretização de um desenho técnico. Por outro lado, é necessário ter presente que existe uma relação próxima entre a Geometria Descritiva e a Matemática uma vez que a primeira é um ramo da Geometria, e esta, a par da Aritmética são ramos da Matemática, logo, aquilo que há de mais comum entre as duas disciplinas é a abstração e o raciocínio lógico-dedutivo. Mas, enquanto que a Matemática se baseia em estudos e análises de padrões abstratos e axiomas regulares, quer sejam reais ou mentais, a Geometria Descritiva implica a representação visual da sistematização científica de elementos abstratos já desenvolvidos na Geometria Analítica.

Queremos, com esta abordagem e apresentação de exemplos, sublinhar que a Geometria Descritiva é um saber complexo, mas muito rico, pois a sua correta aprendizagem engloba o desenvolvimento de várias áreas como a cognição, o raciocínio lógico-dedutivo, as operações mentais que envolvem as habilidades espaciais, a imaginação e que por sua vez têm influência em diversas áreas como a matemática, a tecnologia, a ciência e a arte. Por isso, para que o ensino da geometria atinja o seu objectivo, é fundamental conjugar holisticamente estratégias de aprendizagem focalizadas nos principais processos cognitivos que Duval³⁵ refere, não deixando em nenhuma ocasião qualquer uma delas de parte durante a introdução à disciplina ou a um determinado tema, assim como no desenvolvimento da aprendizagem e na resolução de um dado problema. Assim, para além da *manipulação* de objetos e da *construção* de modelos, é fundamental a realização de exercícios que estimulem a *visualização espacial*, a *orientação espacial*, a representação gráfica através do *esboço* como recurso para a resolução de problemas, a *conceptualização gráfica* como o desenho técnico, o *raciocínio espacial*, o *raciocínio abstrato*, a *memória*, a *imaginação*, a *representação de imagens mentais* e, claro, sem esquecer os exercícios de *aplicação prática* dos saberes da Geometria Descritiva e que deu origem ao nosso projeto de estágio.

³⁴ Vide Robert McKIM, *op. cit.*

³⁵ Cf. Raymond DUVAL, “Geometry from a cognitive point of view”, *passim*.

2. A PERSPETIVA LINEAR

2.1 Tipos e sub-métodos

Existem dois sistemas de projeção que correspondem a vários métodos, tipos e sub-métodos de representação gráfica, conforme procurámos sintetizar no Quadro 1. No que respeita em particular à Perspetiva Linear, esta é um sistema de projeção central ou cónica no qual se distinguem diversas formas de desenhar em perspetiva e que se dividem em *tipos* e *sub-métodos*, cuja opção depende do âmbito do trabalho e do objetivo que se pretende atingir. Os *tipos* de Perspetiva Linear são: a plana, a esférica, a cilíndrica, a hiperbólica, entre muitos outros tipos de perspetiva curvilínea dependendo da curvatura de quadro perspético. Os sub-métodos referem-se sobretudo aos sistemas convencionados, como a *Costruzione Legittima*, o método dos pontos de distância, a malha tridimensional, mas não só. A representação perspética à mão levantada através da intuição e obedecendo às regras gerais da perspetiva, pelos pontos de convergência ou de fuga, pela profundidade e pela escala, é também considerada um submétodo³⁶ que pode ser aplicado a qualquer *tipo* de perspetiva.

Podemos encontrar uma definição interessante sobre os sub-métodos da perspetiva na obra *Histoire de la perspective ancienne et modern...*, de 1864, de Noël-Germinal Poudra, na qual o autor identificou três *maneiras* possíveis de perspetivar objetos e que mais tarde foram desenvolvidas por Manuel Couceiro da Costa, em 1992, na sua tese de doutoramento *Perspectiva e Arquitectura*. A primeira refere-se à perspetiva de objetos através de *definições geométricas rigorosas*³⁷, a segunda refere-se à representação perspética através de *croquis cotados*, e a terceira refere-se ao desenho de *observação direta ou de imaginação*³⁸.

³⁶ Cf. Manuel COUCEIRO DA COSTA, *Perspectiva e Arquitectura*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Arquitectura, 1992, pp. 125-145.

³⁷ Para nos referirmos ao 1º dos três tipos de perspetivas de que nos fala Poudra, irei adotar a expressão traduzida pelo autor Manuel Couceiro da Costa. Do original de Poudra: “Je distingue d'abord trois grandes méthodes de perspective fondées sur la manière dont on connaît le sujet qu'on veut mettre en perspective. Ce sujet peut être connu: 1º par des plans géométriques exacts, ou 2º simplement par des croquis cotés comme sont ceux nécessaires pour en faire les plans; ou 3º enfin, ils sont devant les yeux, ou conçus dans l'imagination, comme dans le travail des dessinateurs et des peintres.” Noël Germinal Poudra, *Histoire de la perspective ancienne et moderne: contenant l'analyse d'un très-grand nombre d'ouvrages sur la perspective et la Description des procédés divers qu'on y trouve*. Paris: Librairie Militaire, Maritime et Polytechnique, 1864, p. 577.

³⁸ Cf. Noël Germinal Poudra, *op. cit.*, pp. 577-583; Cf. Manuel COUCEIRO DA COSTA, *op. cit.*, pp. 130-132.

Quadro 1. Sistemas de Projeção/ Métodos de Representação

Sistemas de Projeção	Subsistema (direção das projetantes)	Métodos	Tipos	Sub-métodos		
Paralela ou Cilíndrica	Ortogonal	Projeções cotadas				
		Dupla Projeção Ortogonal (ou Método de Monge)				
		Tripla Projeção Ortogonal				
		Múltipla Projeção Ortogonal				
		Projeção Ortográfica				
		Axonometrias	Isometria			
			Dimetria			
			Trimetria			
		Oblíqua ou Clígona	Axonometrias	Cavaleira		
				Militar		
Central ou Cônica	Convergente	Perspectiva Central	Linear	Construção legítima		
				Método direto		
				Método dos traços e pontos de fuga		
				Pontos de distância		
				Cilíndrica	Redes ou Malhas Vectoriais	Pontos de fuga inacessíveis
				Esférica		
				Hiperbólica		
	Parabólica					
	Gnomónica					
	Orgânica ou Atmosférica		Côr			
			Textura			
			Claro/escuro			
			Sobreposição dos elementos			
			Gradiência			
			À mão levantada			
			Paralelepípedo envolvente			
		Sombras (segundo um foco luminoso)				

No primeiro caso, na representação perspetiva de objetos através de *definições geométricas rigorosas*³⁹, Poudra refere-se em particular ao método científico mais antigo da perspetiva, a *Costruzione Leggitima*, e que está na base da Geometria Descritiva e da Teoria das Sombras, pois consiste em determinar a perspetiva dos objetos através da interseção dos raios visuais, que passam por aqueles, com o quadro ou plano de projeção. A desvantagem deste método, segundo Poudra, apesar de ser bastante simples, é que implica a determinação das coordenadas do observador em Dupla Projeção Ortogonal. Isto quer dizer que, e tal como viemos a constatar durante a aplicação do método da *Costruzione Legittima* no início do projeto, pode gerar alguma dificuldade nas representações que impliquem a redução de escalas dos objetos cujo coeficiente de redução/ampliação está dependente das medidas do observador e, como tal, havendo redução ou ampliação das medidas, aumentam os erros, a falta de rigor e a possibilidade de haver deformações perspéticas.

Manuel Couceiro da Costa acrescenta ainda, sobre este tipo de perspetiva através de *definições geométricas rigorosas*, que é uma forma de “(...) pré-visualização realista (...)” e de “(...) comunicação com terceiros (...)”⁴⁰, não sendo por isso, habitualmente, utilizada como ferramenta de conceptualização ou de criação do objeto final, pois terá sido já baseada em desenhos ou estudos pré-existentes e só depois realizada segundo um modelo geométrico definido, por vezes com o auxílio de *softwares* de representação tridimensional que atualmente servem o mesmo propósito.

A segunda *maneira* de realizar perspetivas, através de *croquis cotados*, implica a representação do objeto segundo uma estrutura dimensionada através de conceitos geométricos implícitos, nomeadamente a direção das retas, a proporção e a marcação de medidas sobre as mesmas⁴¹. No fundo, refere-se à execução de desenhos rigorosos ou à mão levantada sobre as quais se marca as cotações e podem ser realizados em qualquer sistema de projeção ortogonal ou múltiplo, assim como nas perspetivas linear e/ou axonométricas, através de linhas de nível que representam uma determinada cota. Um exemplo deste tipo de representação são os desenhos topográficos.

A terceira *maneira* de representar objetos em perspetiva através da *observação direta ou da imaginação* é considerada por Poudra como a perspetiva dos pintores e

³⁹ Vide Noel Germinal POUDDRA, *op. cit.*, pp. 577-578.

⁴⁰ Manuel COUCEIRO DA COSTA, *op. cit.*, p. 130.

⁴¹ Cf. Noel Germinal POUDDRA, *op. cit.*, pp. 579-582.

desenhadores. Recorrendo a esta *maneira* de representar em perspectiva, não existe um modelo geométrico pré-definido o que possibilita a representação dos objetos de acordo com um ponto de vista mais conveniente ao autor, trazendo alguma flexibilidade e espontaneidade ao traçado, quer este surja a partir de um referente, a *observação direta*, quer surja a partir da *imaginação* de quem o produz⁴². Mas esta *maneira* de representar deve no entanto obedecer a alguns critérios basilares da perspectiva para que não ocorram erros que dêem origem a deformações detetáveis aos nossos olhos, como a falta de convergência, a linha do horizonte inclinada ou deformada, o ângulo mais próximo menor que 90°, e a falta de proporção⁴³. Veja-se, por exemplo, os erros principais referidos por Jay Doblin e apresentados na Figura 7.

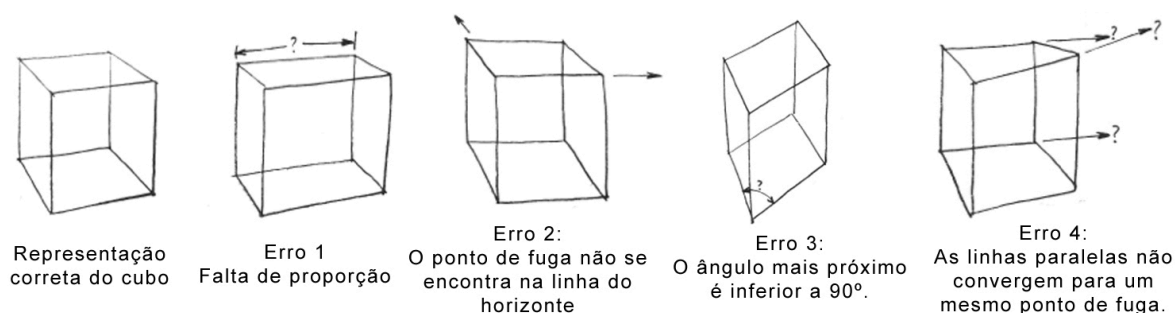


Figura 7. Erros perspéticos à mão levantada.

Figuras adaptadas da obra de Jay DOBLIN, *Perspective: a New System for Designers*.

Um outro aspeto sobre esta terceira *maneira* de desenhar em perspectiva, referido por Manuel Couceiro da Costa e que nos interessa aqui salientar, diz respeito ao modo como este esquisso intuitivo deixa transparecer alguns vestígios das regras da perspectiva, agora decompostas e simplificadas, nos quais “(...) aquilo que perde em rigor ganha em expressão de outras intenções do autor”⁴⁴.

Nos subcapítulos seguintes iremos falar sobretudo da primeira e da terceira maneira de representar em perspectiva de forma a enquadrar as opções tomadas durante a preparação do nosso estágio no que respeita ao desenvolvimento de um projeto de geometria aplicada que engloba a Perspetiva Linear, apesar de termos incentivado os nossos alunos a realizar simultaneamente os *croquis*, ou *esboços cotados*, como traduz Couceiro da Costa.

⁴² Cf. Noel Germinal POUDDRA, *op. cit.*, pp. 582-583.

⁴³ Cf. Jay DOBLIN, *Perspective: a New System for Designers*. New York: Whitney Publications, 1956, p. 56.

⁴⁴ Manuel COUCEIRO DA COSTA, *op. cit.*, p. 132.

2.2 A perspetiva como instrumento conceptual no processo criativo

*No matter how thoroughly he knows mechanical perspective, the draftsman must always rely on his own eye.*⁴⁵

A razão pela qual optámos por um trabalho que envolvesse a Perspetiva Linear prende-se com o facto deste sistema de projeção ter a singularidade de poder propiciar uma representação muito próxima do real ou, pelo menos, muito semelhante ao dispositivo ótico do ser humano. Pelo mesmo motivo, a representação através da Perspetiva Linear traz consigo o desafio de desenvolver o discernimento entre o *conhecimento geométrico* que se tem acerca desta construção e a *perceção visual* que se tem acerca da realidade ótica de cada um, e vice-versa.

Não pretendemos afirmar, de todo, neste subcapítulo que a perspetiva é o único meio para o processo criativo, mas é certamente um instrumento eficaz para dar início a projetos cujo âmbito se relacione com a arquitetura, o design, ou as artes plásticas, sobretudo, se se pretender ‘pensar’ a tridimensionalidade, a volumetria, a escala e a proporção.

O desenho é uma ferramenta ou um processo através do qual se estimula a inteligência visual e serve de meio de comunicação ou de transmissão das imagens mentais que ocorrem ao artista no ato da criação. Estas imagens mentais, e conseqüentemente os desenhos que daí resultam, podem ser de origem *perceptuais* ou *imaginada*, sendo que no primeiro caso resultam em representações reprodutoras daquilo que se conhece da realidade visual, e no segundo caso resultam em representações geradas, transformadas ou manipuladas, podendo ser ou não baseadas em percepções passadas que provém da memória do indivíduo. É por isso muito estreita a relação entre a percepção, a imaginação e a memória, uma vez que a simulação mental de objetos hipotéticos recorre não só a transformações mentais como também a inúmeros pontos de vista sobre o mesmo, o que se traduz numa certa circularidade durante o pensamento visual.

No capítulo anterior, apresentámos um conjunto de ideias que nos permitiram delinear quais os principais fatores associados às habilidades espaciais e delineámos que, de uma forma sumária, essa habilidade se relaciona com a capacidade mental de ver, perceber, transformar, manipular e raciocinar através de formas bi e tridimensionais

⁴⁵ Jay DOBLIN, *op. cit.*, p. 52.

no espaço. E se esta faculdade, por sua vez, pode ser desenvolvida através do desenho, como vimos segundo estudos de Mohler, Sorby, McKim, Montenegro, entre muitos outros autores, o tipo de representação gráfica que mais se adequa a esta atividade é a perspectiva, seja linear ou axonométrica. Sendo que a primeira resulta numa representação mais próxima da realidade perceptual e a segunda numa realidade mais abstrata, sendo habitualmente associadas, respetivamente, à representação utilizada pelos pintores e arquitetos, e à construção de equipamento técnico e/ou industrial.

O desenho em Perspetiva Linear pode ser aplicado em qualquer fase do processo criativo, desde os primeiros esboços, à apresentação do conceito, no desenvolvimento do trabalho e mesmo como desenho de apresentação final.

A perspectiva tem neste processo um importante papel. Nascendo como uma forma de representação, instituiu-se rapidamente como um modelo de pensamento, com fortes influências na sociedade e no espaço mental dos arquitectos. Como desenho, enquanto instrumento conceptual, a perspectiva integra e colabora na definição das estratégias do processo, podendo sintetizar numa só imagem uma ideia global apriorística, participar no intenso esforço de coordenação, que é característica fundamental da acção dos arquitectos e, mais que uma mera simulação visual, transmitir mensagens mais profundas acerca das intenções operatórias do autor.

A execução da perspectiva - atendendo por um lado a essa intenção operatória, simulação visual, evocatória ou simulação espacial e, por outro lado, ao modo de conhecimento do objecto, viável através de outros desenhos geométricos rigorosos, através de apontamentos aproximados ou por dados não quantificados - poderá ser mais ou menos "rigorosa," socorrer-se, alternativamente, de várias geometrias específicas.⁴⁶

O tipo ou método de perspectiva a utilizar durante o processo criativo e operatório depende sempre da finalidade que se pretende atingir, e apesar do autor se referir em particular à arquitetura, cremos que, o desenho em perspectiva, será sempre uma ferramenta imprescindível para quem tenha a intenção de explorar o espaço e as suas componentes volumétricas e de profundidade, bem como a intenção de explorar representações realistas ou naturalistas. A perspectiva é certamente um tipo de representação gráfica que permite a exploração de relações espaciais, e com isso a capacidade de visualizar rotações mentais a três dimensões ocorre com maior facilidade dadas as suas características semelhantes à percepção visual. Sobre este assunto, Lynn

⁴⁶ Manuel COUCEIRO DA COSTA, *op. cit.*, p. 213.

Cooper e Roger Shepard⁴⁷ têm realizado diversos estudos nos quais procuram demonstrar que o cérebro humano tem a capacidade de fazer transformações mentais análogas aos processos físicos, isto é, a rotação mental de um objeto espelha a rotação física do mesmo objeto no espaço, uma vez que a mente ao modelar os processos físicos, do objeto ou espaço imaginado, submete-os às restrições geométricas que se encontram no mundo externo⁴⁸. Os mesmos autores referem ainda que “(...) a capacidade para representar objetos e as suas transformações no espaço, claramente é valiosa na gestão de realidades concretas da vida quotidiana, tornando possível o planeamento de ações e a antecipação de resultados (...)”⁴⁹.

Na nossa proposta de trabalho procurámos envolver os alunos num processo de conceção gráfica de um espaço ou objeto imaginado, partindo de outro já existente através dos princípios básicos da Perspetiva Linear. São inúmeras as perspetivas possíveis de representar objetos de acordo com os diversos pontos de vista do observador, permitindo obter resultados muito próximos da imagem fotográfica e, possibilitando ainda, predeterminar com alguma facilidade o ponto de vista, a escala, e o tamanho do desenho e sobretudo incentiva ao desenvolvimento do desenho à mão livre⁵⁰. Um dos processos que permitem agilizar o desenho em perspetiva é o *método do paralelepípedo envolvente*, em que as formas básicas, como o cubo, ou outros sólidos, podem ser utilizados como unidade de medida para a largura, o comprimento e a altura. O cubo perspectivado pode servir como estrutura-base para a representação de espaços exteriores ou interiores, colocando-se o observador fora ou dentro do cubo, ou ainda pode ser dividido, multiplicado ou transformado servindo de base para a construção de um objeto ou figura em qualquer posição no espaço. No caso de representações paisagísticas ou da natureza, o *método do paralelepípedo envolvente* também pode ser utilizado, embora com menos aplicação, uma vez que nestes casos os princípios de Perspetiva Linear são de ordem atmosférica, ou orgânica, nos quais estão implícitos a linha do horizonte, os princípios de convergência, de profundidade, de escala e de proporção, através da cor, da textura, da sobreposição de elementos, da gradiência.

⁴⁷ Vide Lynn A. COOPER e Roger N. SHEPARD, “Turning Something Over in the Mind”. *Scientific American*, Dezembro, 1984, pp. 106–114; Vide Lynn A. COOPER e Roger N. SHEPARD, “Transformations on representations of Objects in Space”. In, Edward C. CARTERETTE; Morton P. FRIEDMAN (eds.), *Handbook of Perception: Perceptual Coding*, vol. VIII. London, New York: Academic Press, 1978, pp. 105-146.

⁴⁸ Cf. *Idem*, p. 106.

⁴⁹ *Idem*, p. 106.

⁵⁰ Cf. Jay DOBLIN, *op. cit.*, p. 7.

2.3 A *Costruzione Legittima* e o método dos pontos de fuga

Apesar de existirem inúmeros sistemas convencionados para representar em perspetiva, alguns deles de execução bastante simplificada, optámos por utilizar o “método direto”⁵¹, baseado da *Costruzione Legittima*, durante o nosso estágio, pelo facto de recorrer à Dupla Projeção Ortogonal que é o sistema mais familiar aos nossos alunos, dado que, a par com as Axonometrias, são os únicos sistemas de projeção previstos no programa da disciplina. Após os alunos estarem familiarizados com o “método direto”, pudemos aprofundar conhecimentos e abordar conceitos relativos aos pontos de fuga dominantes.

Para compreendermos o método adotado para a construção de perspetivas de espaços exteriores ou interiores iremos fazer uma breve abordagem histórica sobre este processo e que serviu também como conteúdo programático nas aulas dedicadas ao estágio pedagógico.

A *Costruzione Legittima*, ou Construção Legítima, é considerado o primeiro método de representação perspética rigorosa e a sua descoberta é atribuída a Filippo Brunelleschi (1357-1466) que terá desenvolvido, a partir dos estudos de Euclides, Vitrúvio e Alhazen, entre outros, um novo sistema de representação em que, através da experimentação com recurso a espelhos planos, permitiu verificar a relação entre a distância e a redução no tamanho dos objetos. Brunelleschi constatou que “(...) o ponto de convergência das ortogonais projeta-se sempre coincidente com o ponto de vista refletido num espelho, plano, paralelo ou coincidente com o quadro perspético (...)”⁵² (Figura 8). Mais importa referir que, Giotto já havia utilizado a regra da convergência, recorrendo ao teorema de Tales, para a marcação da profundidade de espaços, dividindo segmentos paralelos num mesmo número de partes iguais, que, uma vez unidos os pontos homónimos, essas linhas convergiam num ponto de fuga específico⁵³.

Os ensaios de Brunelleschi a partir de espelhos e outros dispositivos ópticos, permitiram conjugar saberes da *perspectiva naturalis*, desenvolvida pelos seus antecessores, com as leis da ótica, desenvolvida por Alhazen, e a conjugação destas

⁵¹ Sobre a distinção entre estes dois métodos, *Vide* no presente trabalho, *supra*, pp. 29-31.

⁵² António TRINDADE, *Um Olhar Sobre a Perspectiva Linear em Portugal nas Pinturas de Cavalete, Tectos e Abóbadas: 1470-1816*, Vol.1. Lisboa: Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, 2008, p. 57.

⁵³ Cf. *Idem*, pp. 416-417.

duas permitiram determinar algumas regras da *perspectiva artificialis*, a que hoje podemos chamar o método da Perspectiva Linear Plana a partir de um sistema de projeções centrais. Como resultado desta experiência deram-se os primeiros passos para a representação em perspetiva através da interseção da *pirâmide visual* com o plano do quadro, com recurso à *pianta e elevazione*⁵⁴.

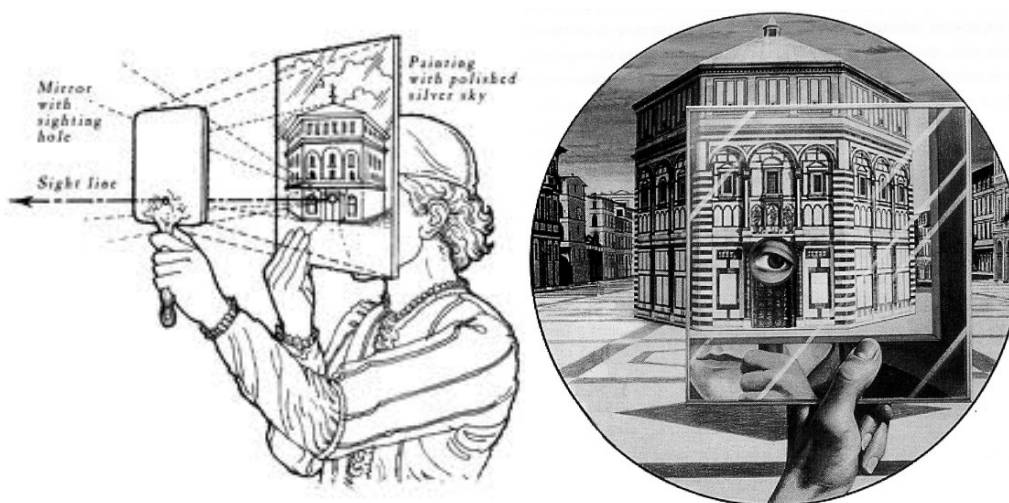


Figura 8. Representação do dispositivo ótico utilizado por Brunelleschi.

À esquerda, uma representação do dispositivo ótico inventado por Brunelleschi e testado pela primeira vez em frente ao Batistério de San Giovanni em Florença. À direita, uma representação da vista através da 1ª *tavoletta*. Figuras incluídas na obra de João Pedro Xavier, *Perspectiva, Perspectiva Acelerada e Contraperspectiva*, p. 24.

A origem da *Costruzione Legittima*, apesar de ser atribuída a Brunelleschi, é descrita, textualmente e sem ilustrações, pela primeira vez no tratado *De Pictura* (1435), de Leone Battista Alberti (1404-1472), no qual o autor desenvolve e introduz novos processos de construção da Perspetiva Linear plana, dando bastante crédito aos estudos de Brunelleschi e dedicando-lhe o tratado⁵⁵. O que Alberti introduziu na *Costruzione Legittima*, para além da utilização da projeção lateral que lhe permitia determinar com rigor a progressão geométrica das retas paralelas ao quadro, foi o recurso ao ponto principal, ou *punto centrico*, para a determinação das retas ortogonais ao quadro e com isso determinar as alturas daquilo que viria a ser representado⁵⁶. A esta construção abreviada o autor intitulou de *Costruzione Abbreviata*, e não passava de uma simplificação de uma outra que ele reconhecia já existir, a *Costruzione Legittima*.

⁵⁴ Cf. João Pedro XAVIER, *Perspectiva, Perspectiva Acelerada e Contraperspectiva*. 2ª ed. Porto: FBAUP Publicações, 1997, p. 20-21.

⁵⁵ Cf. *Idem.*, p. 26; Cf. António TRINDADE, *op. cit.* p. 117.

⁵⁶ Cf. *Idem.*, p. 26-27.

A Figura 9 exemplifica o método da *Costruzione Legittima* de Alberti da seguinte maneira: à esquerda temos a vista de perfil do observador e do plano de projeção. Pelos pontos que se encontram no chão e que representam as retas paralelas ao quadro e equidistantes entre si, passam raios visuais que convergem no ponto **O** que representa o observador. A interseção desses raios visuais com o plano do Quadro representam as distâncias entre essas retas em perspectiva e que serão depois transportadas para o segmento **[CB]** representado no esquema à direita. Ainda neste esquema está representado também uma outra forma de resolver este problema, bastante mais prático e rápido e que foi mais tarde desenvolvido por Piero Della Francesca, que ilustrou pela primeira vez o método da *Costruzione Legittima*. O ponto **O'** representa a distância do observador ao Quadro, logo, o ponto de fuga de todas as retas a 45° com o Quadro, de abertura para a direita no espaço intermédio. Assim, consegue-se determinar os pontos em perspectiva segundo as diagonais de um quadrado com um dos lados assente no Quadro, e portanto em verdadeira grandeza.

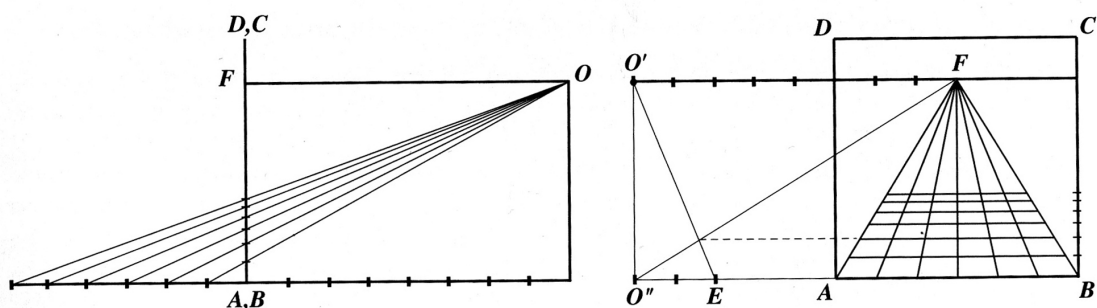


Figura 9. Exemplificação do método da *Costruzione Legittima* descrita por Alberti

Figura retirada da obra de Eduardo Veloso, *Geometria: Temas Actuais*, Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1998, p. 293.

No essencial, a construção legítima de Alberti baseava-se na projecção de um quadrado em escorço – dividido em quadrados mais pequenos e pertencente ao plano de terra, ou Geometral – numa superfície plana a que se vulgarizou chamar quadro, plano principal de projecção, ou plano perspéctico. O perspectógrafo albertiano, limitado no seu tempo, compunha-se apenas por dois planos auxiliares: o quadro, plano onde se projecta a imagem perspéctica, e o geometral ou plano de terra, onde assentavam as formas a perspectivarem. Ao contrário da perspectiva linear plana moderna, em que o espaço perspéctico divide-se em três – espaço real, espaço intermédio e espaço virtual.⁵⁷

A par de Brunelleschi e Alberti, Piero della Francesca (1416?-1492) foi com certeza uma das figuras mais importantes do Renascimento, tendo desenvolvido a técnica da construção legítima e apresentado ao público o tratado *De Prospectiva*

⁵⁷ Cf. António TRINDADE, *op. cit.*, p.130.

Pingendi, “Sobre a Perspetiva dos Pintores”, datado de 1475. O livro está dividido em três partes sendo a primeira dedicada sobretudo à perspetiva de figuras sobre o plano, e as outras duas à perspetiva de sólidos. Tal como noutros, este tratado assenta nos dois tratados de Euclides, *Elementos* e *Ótica*, e apesar de ter sido escrito para pintores, caracteriza-se sobretudo por uma linguagem matemática repleta de proposições e demonstrações, mas com preocupações pedagógicas e de índole prática⁵⁸. O objetivo deste tratado seria o de flexibilizar o método da *Costruzione Abbreviata* de Alberti, partindo da sua origem, a *Costruzione Legittima*, dispensando a quadrícula espacial albertiana e propondo um novo método que relaciona a planta representada em verdadeira grandeza no plano do Quadro, com a sua perspetiva no espaço real⁵⁹.

Enquanto que na *Costruzione Legittima* servimo-nos da rotação do quadro para uma posição de perfil para determinar as grandezas das cotas em perspetiva, que depois são transportadas para o desenho da é pura final, no método direto não necessitamos dessa rotação do quadro porque o perspetógrafo é caracterizado previamente e os pontos são dados pelas suas coordenadas, pelo que tudo é resolvido num só desenho.

Atualmente, a construção do “método direto” reúne os princípios *Costruzione Legittima* mas de uma forma bastante simplificada e consiste em determinar as perspetivas de objetos ou espaços a partir da Dupla Projeção Ortogonal. Com este método, podemos desenvolver primeiramente a planta (projeção horizontal) e o alçado (projeção frontal) incluindo todas as disposições espaciais que nos interessam. Numa segunda fase, determina-se a posição do observador (a distância do observador ao quadro e altura do mesmo) em relação ao objeto a perspetivar, e de seguida por pontos dos contornos aparentes do objeto traçam-se raios visuais que passam pelo observador, que na sua interseção com o Quadro, ou Plano Frontal de Projeção, dão origem aos pontos perspetivados. Na utilização deste método verifica-se também a falta de existência dos pontos de fuga de outras direções espaciais que não as de topo, perpendiculares ao quadro, bem como a distorção que ocorre muitas vezes na marcação e transferência das medidas que dificultam muitas vezes o problema.

Um dos fatores que nos levou a introduzir, simultaneamente, o método dos pontos de fuga relaciona-se com a complexidade deste sistema que, num exercício com

⁵⁸ Cf. Eduardo VELOSO, *Geometria: Temas Actuais*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1998, p. 294; Cf. António TRINDADE, “O manuscrito Paramensis atribuído a Piero della Francesca”. *Arte Teoria*, nº 14/15, Lisboa: FBAUL, 2012, pp. 67–80.

⁵⁹ Cf. João Pedro XAVIER, *op. cit.*, p. 33-34.

bastante informação e detalhes a representar, provoca falhas de rigor e vai tornando o desenho cada vez mais ilegível na sua construção geométrica. Estas falhas de rigor verificam-se sobretudo na divergência de retas paralelas, que se podem evitar precisamente pela marcação de pontos de fuga que retificam a convergência correta das retas paralelas entre si. Mas outros erros fundamentais ocorrem numa representação perspetiva utilizando a *Costruzione Legittima* e são assim sucintamente descritos por Jay Doblin⁶⁰:

- o ângulo de visão pode exceder os limites do desenho rigoroso;
- devido à complexidade deste sistema, a margem de erro aumenta à medida que se finaliza o desenho;
- o desenhador tem dificuldade e falha frequentemente na determinação do ponto de vista e da escala do desenho.

Considerámos, portanto, fundamental a abordagem aos pontos de fuga dominantes dado que, na sua essência, se referem a um conceito de paralelismo diferente dos sistemas de projeção paralela, e que caracterizam o modo como nós percebemos o conceito de convergência. Por ponto de fuga entendemos um ponto no infinito, que é o traço frontal do raio visual paralelo à direção retilínea dada, e sobre o qual convergem duas ou mais retas paralelas. Conjugando este método com o anterior, permitiu-nos não só obter um desenho mais simplificado, como desenvolver níveis de raciocínio mais elevados durante a execução de um exercício de perspetiva. Além de que este método conceptualiza as primeiras noções abordadas para a construção de um desenho em perspetiva à mão levantada, através da imaginação, e que constitui a primeira fase do processo criativo para a realização do trabalho proposto.

⁶⁰ Cf. Jay DOBLIN, *op. cit.*, p. 7.

3. O DESENHO NA GEOMETRIA

3.1 O desenho e a imaginação espacial

*São as matérias da Geometria Descritiva e projectiva aquelas que são importantes para quem desenha do natural ou se serve do desenho para inventar imagens ou formas?*⁶¹

O desenho ou o esboço é frequentemente, se não quase sempre, uma ferramenta utilizada durante o processo criativo de qualquer artista visual, como forma de registrar e ajustar as suas ideias, corrigir erros e introduzir novos dados ou variantes. Este processo de pensamento visual ocorre em duas instâncias: na *percepção* e na *imaginação*. Se por um lado estes esboços podem ser realizados tendo presente o objeto em análise, no qual implica a recolha de informação daquilo que é visto num dado momento, quando por exemplo um designer pretende aperfeiçoar um objeto já existente, ou quando um artista recorre a um modelo para dar início a uma pintura ou a um desenho; por outro lado, este tipo de representação gráfica também decorre da imaginação do artista quando este procura criar ou recriar recorrendo da sua memória visual e das suas ideias. Um dos aspetos importantes do nosso projeto de estágio incidiu precisamente nesta última instância, a saber, o desenvolvimento do desenho de memória recorrendo à imaginação e às *imagens mentais*, com especial incidência na representação tridimensional.

Um autor especialista na investigação sobre *imagens mentais* e consequente transmissão ou exteriorização das mesmas, é Roger Shepard que no seu artigo *Externalization of mental images and the act of Creation* lança a seguinte questão ao leitor: que tipos de processos de pensamento estão subjacentes aos atos criadores mais originais do ser humano?⁶² O autor interpreta a exteriorização de imagens mentais em dois sentidos: 1) considera que a *criatividade* deriva de imagens mentais, isto é, de representações internas não verbais com uma forte componente espacial e visual, pelo que estas criações constituem objetivamente uma exteriorização daquilo que subjetivamente lhes deu origem; 2) a *representação gráfica* como recurso à exteriorização de imagens mentais é muitas vezes utilizada por cientistas e artistas, pois

⁶¹ Joaquim Pinto VIEIRA, “Desenho e Geometria: O Desenho da Geometria é a Geometria do Desenho”. *Boletim da Aproped*, nº 26, Março, 2007, p. 15.

⁶² Cf. Roger N. SHEPARD, “Externalization of Mental Images and the Act of Creation”. In RANDHAWA, Bikkar S. e COFFMAN, William E., *Visual Learning, Thinking, and Communication*, London: Academic Press, 1978, p. 134.

requer uma representação mais concreta ou rigorosa através do desenho, da pintura⁶³, de diagramas, de mapas, de símbolos, e claro, cremos que se incluem aqui também os sistemas de representação relativos à Geometria Descritiva, aquando da realização de um projeto artístico que se tenciona realizar. Também neste artigo Shepard introduz alguns exemplos entre os quais várias figuras notáveis da ciência, da arte e da literatura afirmam que, em vários momentos da sua vida profissional, os seus trabalhos tiveram origem em imagens mentais.

Segundo Robert McKim, um autor relevante sobre o tema do pensamento visual, qualquer pessoa tem a capacidade de perceber, de imaginar e de expressar as ideias mentais através do desenho e, conseqüentemente, desenvolver essas competências, defendendo com isto que o pensamento visual se baseia em três tipos de imagens visuais (Figura 10): “(...) aquelas que nós vemos, aquelas que nós imaginamos e aquelas que nós desenhamos, esboçamos ou pintamos (...)”⁶⁴.

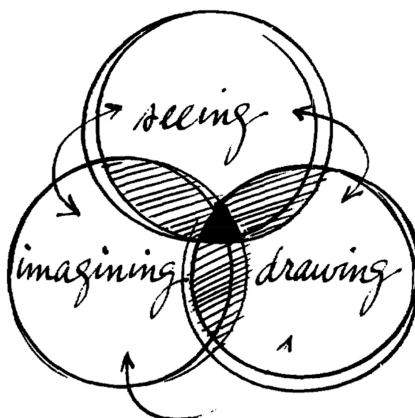


Figura 10. Modelo de Pensamento Visual segundo McKim.

Figura retirada da obra do autor Robert McKim, *Experiences in Visual Thinking*, p. 6.

Esboçar ideias é certamente uma forma de traduzir as imagens mentais e tal pode acontecer quer num modo *exploratório*, no qual se explora a imaginação procurando registar as ideias fugazes que geralmente acompanham a conceção de uma ideia, ou num modo de *desenvolvimento*, no qual o conceito vai gradualmente evoluindo⁶⁵. Ao contrário do desenho “à vista”, que ocorre segundo a presença do modelo e que permite observar e recolher informação por longos períodos de tempo, este tipo de desenho exploratório decorre das imagens mentais mesmo que estas derivem da influência da

⁶³ Cf. *Idem*, p. 133.

⁶⁴ Robert McKIM, *op. cit.*, p. 6.

⁶⁵ Cf. *Idem*, p. 116.

percepção, da memória visual ou da imaginação, e caracteriza-se sobretudo pela sua rapidez de traçado, pelo registo de ideias efémeras e em constante transformação, e pela utilização de uma linguagem gráfica específica como anotações codificadas que muitas vezes só são reconhecidas ou legíveis, ou apenas interessa a quem as realizou.

Um aspecto muito importante e que incide particularmente no modo como concebemos o nosso projeto de estágio, e que se refere à distinção, dada por McKim, entre a *ideação gráfica* (graphic ideation) e a *comunicação gráfica* (graphic communication). A *ideação gráfica* é um processo formativo no qual se procuram registar, conceber e desenvolver ideias, através de uma linguagem gráfica pessoal, isto é, refere-se a uma comunicação interna dirigida para si próprio; a *comunicação gráfica* refere-se a um processo explanatório com o objetivo de apresentar ideias já formadas através de uma linguagem gráfica destinada à comunicação com outros⁶⁶. A proposta de trabalho lançada aos nossos alunos incidiu particularmente no desenvolvimento destas duas noções entre o esboço baseado nos princípios da Perspetiva Linear, como forma de formular e explorar ideias, e a concretização de um desenho técnico que permita comunicar numa linguagem universal a ideia concebida na fase anterior, cujos processos seriam devidamente documentados no dossiê de projeto.

No entanto, e como temos vindo a acentuar ao longo dos capítulos, é preciso considerar que as *imagens mentais* não se distinguem necessariamente da *percepção visual*, pois estas instâncias influenciam-se mutuamente, pelo que os esboços são ‘percepções-memórias híbridas’, nos quais os seus atributos incompletos funcionam como um estímulo às percepções que acabam por completar o que está em falta através da memória e da imaginação⁶⁷, o que suporta a ideia de que a manipulação da imagem mental promove o exercício, não só, do raciocínio, como também da criatividade.

Creemos que um aluno de Geometria Descritiva não deve apenas habilitar-se a resolver os exercícios propostos, mas também a formular e gerir novas estratégias, através de um processo de trabalho autónomo e pessoal, em que é capaz de conceber e executar ‘desenhos especulativos’:

[...] desenhos especulativos são diferentes em espírito e em objectivo, em comparação aos desenhos de apresentação, que usamos para representar e comunicar com precisão um projecto acabado a um público. Enquanto a técnica e o grau de acabamento dos

⁶⁶ Cf. *Idem*, p. 117.

⁶⁷ Jonathan Fish, *How Sketches Work: a Cognitive Theory for Improved System Design*. Loughborough: University of Technology, Leicestershire, 1996, p. 128.

*desenhos exploratórios podem variar de acordo com a natureza do problema e com a forma individual de trabalho, o modo de desenho é sempre livre, informal e pessoal.*⁶⁸

Por exemplo, a representação do espaço tridimensional, recorrendo ao desenho em perspetiva, assenta na perceção de profundidade que um indivíduo tem, isto é, a distância, a forma, a luminosidade, e permite evocar uma imagem realista de um espaço físico imaginado representado numa superfície bidimensional. É precisamente na adolescência que o desenho começa a ser pautado por princípios de perspetiva e do desenho ilustrativo. Cremos que a representação do mundo visível através do desenho de espaços imaginados, espaços potencialmente reais, ou não, utilizando os códigos e regras da perspetiva, sem ferir a suscetibilidade ou as tendências naturais do adolescente, pode ser muito produtivo do ponto de vista da representação naturalística muitas vezes procurado pelo aluno. A técnica de representação em Perspetiva Linear é um instrumento que deixa em aberto inúmeras possibilidades passíveis de serem exploradas e potencia a produção de imagens ilusório-especulativas, que podem servir de exemplos para futuros trabalhos de Geometria Aplicada, como os *trompe l'oeil*, as anamorfoses, as cenografias ou projetos de arquitetura e design.

Por este motivo, e considerando a perspetiva como um meio eficaz de representação da realidade como nós a percebemos, ainda que realizada através da imaginação, resolvemos dar início à conceção, desenvolvimento e aplicação de uma unidade de trabalho utilizando a Perspetiva Linear como recurso ao desenho de imaginação, adoptando metodologias projetuais durante todo o desenvolvimento do processo criativo.

3.2 O desenho e o projeto

Associado aos conceitos de *ideação gráfica e comunicação gráfica* propostos por McKim, encontramos frequentemente conceitos “satélite” que fundamentam a nossa intenção em explicar a relação recíproca entre Geometria Descritiva-Desenho-Projeto.

Em primeiro lugar, consideramos pertinente apresentarmos aqui a razão da nossa geometria ser “descritiva”. Começaremos pela definição dada pelo criador desta

⁶⁸ Francis CHING e Steven JURSZEK, *Representação gráfica para desenho e projecto*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001, p. 264.

disciplina, Gaspard Monge, que em 1794-95 apresentou a público a sua descoberta⁶⁹, altura em que foi fundada a Escola Politécnica de Paris:

*A geometria descritiva tem dois objectivos: primeiro disponibilizar métodos de representar numa folha de desenho que tem apenas duas dimensões [...] desde que, no entanto, estes organismos possam ser definidos rigorosamente. O segundo objetivo é dar a reconhecer, a partir de uma descrição precisa, as formas dos corpos e inferir todas as verdades que daí resultam e das suas formas e respectivas posições*⁷⁰.

Segundo Gelabert, o termo “descritiva”, adotado por Gaspard Monge, serviu para diferenciar a sua geometria de todas as outras dado que, no momento em que esta surgiu na história, a Razão era a única faculdade através da qual se podia alcançar o conhecimento universal. E, a par do positivismo científico que se começou a viver nos finais do século XVIII, princípios do século XIX, em que prevalece o certo e o verdadeiro, juntamente com o aparecimento de várias ciências *descritivas*, como a botânica, a zoologia, a mineralogia, que se dedicavam a descrever os fenómenos da natureza descurando a investigação especulativa, era imperativo que a representação gráfica também o fosse⁷¹.

Temos portanto aqui expresso o conceito de “descritivo” no âmbito da representação gráfica que é claramente distinto de um outro conceito também a ela associada, o “figurativo”, ou o chamado desenho à vista. Segundo Jonathan Fish:

*(...) Sketches have attributes which make them intermediate between depictive (picture-like) and descriptive (language-like) representations. Such attributes are used to facilitate the bidirectional translation between descriptive and depictive modes of thought.*⁷²

De acordo com os estudos sobre a formação das *imagens mentais* no campo da psicologia cognitiva, também encontramos estes dois tipos de atributos associados às

⁶⁹ Monge já havia descoberto e desenvolvido a sua teoria sobre a Geometria Descritiva 15 anos antes e, até à publicação do seu tratado sobre geometria, a sua descoberta foi considerada segredo de estado e apenas era transmitida aos engenheiros militares.

⁷⁰ Gaspard Monge, *Géométrie Descriptive. Leçons données aux Écoles Normales, l'an 3 de la République*. 5ª ed. Paris: Bachelier, 1827, p. 1. Tradução nossa do original: “La Géométrie descriptive a deux objects: le premier, de donner les méthodes pour représenter sur une feuille de dessin qui n’a que deux dimensions, savoir, longueur et largeur, tout les corps de la nature qui en ont trois, longueur, largeur et profondeur, pourvu néanmoins que ces corps puissent être définis rigoureusement. Le second object est de donner la manière de reconnaître, d’après une description exacte, les formes des corps, et d’en déduire toutes les vérités qui résultent et de leur forme et de leurs positions respectives”.

⁷¹ Cf. Lino CABEZAS GELABERT, *O Ensino do Debuxo Técnico. O Lastre da Tradición na Era da Informática (II)*. Eduga: Revista Galega do Ensino, nº 23 (Maio), 1999, p. 58.

⁷² Jonathan FISH, *op. cit.*, p. 70.

representações: a *figurativa*, ou pictórica, e a *descritiva*, ou proposicional⁷³. A representação *figurativa* existe em função da correspondência entre o representado e o seu modelo real e pressupõe sempre a possibilidade de haver ambiguidade na sua leitura; a representação *descritiva* existe em função de um conjunto de regras e símbolos que pressupõem uma leitura universal do representado. Sabemos, no entanto, que esta distinção proposta por Kosslyn é certamente relativa, e não absoluta, no âmbito das Artes Plásticas e da Estética, mas na sua essência, tal como, respeitosamente, procurámos sintetizar, tem aspectos importantes e que nos serve de ponto de partida para circunscrever a relação da Geometria Descritiva com o Desenho e com o Projeto.

Como já referimos, a análise e a identificação, mental ou gráfica, de relações de posição, escala, proporção, direção, contorno e distância entre objetos, são operações que decorrem das *habilidades espaciais* de cada indivíduo, mas são também, os aspetos conceptuais que relacionam a geometria com o exercício do desenho e do projeto. Contudo, Joaquim Vieira Pinto afirma que, geometria não é desenho, pois “(...) a geometria é a expressão e a corporização do mundo abstrato”⁷⁴ que necessita do grafismo gerado pelos instrumentos rigorosos, ou pelos *softwares* para a produção das instâncias geométricas. De facto, a geometria, sendo um ramo da matemática, obedece a regras que não se coadunam com o desenho livre e informal. Assim, convencionalmente associado aos sistemas de representação do domínio da Geometria Descritiva encontra-se o Desenho Técnico. Este último, por oposição ao Desenho Artístico, não pode ser passível de inúmeras interpretações, uma vez que a representação de um objeto obedece a códigos e ‘regras gramaticais’ de registo rigoroso⁷⁵.

Por sua vez, a partir de representações rigorosas afectas à Geometria Descritiva, pode executar-se os chamados ‘desenhos de apresentação’, que são assim definidos por Francis Ching e Steven Juroszek:

(...) são aqueles em que normalmente pensamos quando o termo representação gráfica é usado. Estes desenhos descrevem uma proposta de projecto de modo gráfico, com a intenção de persuadir um público sobre o seu valor. O público pode ser um cliente, um comité, ou simplesmente qualquer um que busque uma ideia. Seja produzido para ajudar a imaginação de um cliente, seja para obter a encomenda de um projecto (...)

⁷³ Na psicologia cognitiva utiliza-se com frequência as expressões *pictórica* ou *imagética* e *proposicional* ou *verbal*, associadas às expressões que adotámos de Stephen Kosslyn (*depictive/descriptive*) e que traduzimos para *figurativo/descritivo*. Vide Stephen M. KOSSLYN, *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*. Cambridge: The MIT Press, 1994.

⁷⁴ Cf. Joaquim Pinto VIEIRA, *O Desenho e o Projecto São o Mesmo?*, 1ª ed. Porto: FAUP Publicações, 1995, p. 27.

⁷⁵ Cf. Luis VEIGA DA CUNHA, *Desenho Técnico*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004, p. 24.

*desenhos de apresentação devem comunicar tão clara e acuradamente quanto for possível, as qualidades tridimensionais de um projecto. Embora os desenhos que compreendam a apresentação possam ser excelentes gráficos bidimensionais que mereçam exibição, eles são apenas ferramentas para comunicar uma ideia projectual, nunca terminada em si mesma.*⁷⁶

Assim, a relação entre a Geometria Descritiva e o Desenho, dá-se através das opções metodológicas que se tomam durante o desenvolvimento do projeto. Por projeto, entendemos o processo que decorre entre as primeiras formulações de ideias – *ideação gráfica* –, a transformação e desenvolvimento das mesmas, até à sua conclusão na forma de apresentação a um público – *comunicação gráfica*. No âmbito das artes plásticas a noção de projeto é muito mais vasta, sendo que, em qualquer etapa os resultados das experiências, independentemente dos suportes utilizados, podem dar origem a novas obras as quais não exigem obrigatoriamente um princípio, um meio e um fim, pois em qualquer uma destas etapas se pode alcançar o resultado que se pretende. Já na arquitetura ou no design, “(...) o projecto é a proposição de novas organizações e funções da forma, de conjunto de formas materiais, sociais ou ideológicas através de métodos e sistemas convencionais (...)”⁷⁷, isto é, o projeto tem necessariamente um princípio, um meio e um fim, sendo que a última etapa implica sempre a comunicação, a terceiros, das intenções desenvolvidas anteriormente.

Os fundamentos visuais e o trabalho interdisciplinar na execução de um projeto através da prática laboratorial, são brilhantemente descritos e exemplificados por Attilio Marcolli no seu livro *Teoria del Campo*, que relata a didática utilizada no curso de Educação Visual realizada nos anos 70, em Itália. Devedor das teorias bauhausianas, gestálticas e fenomenológicas, Marcolli enquadra toda a conceção do curso orientado para a educação da percepção visual, baseada no desenvolvimento da consciência crítica sobre a razão das formas que vemos, no questionamento sobre o modo como as coisas são feitas e na avaliação e tomada de decisão sobre as opções a tomar na resolução de um dado problema⁷⁸.

⁷⁶ Francis CHING e Steven JURSZEK, *op. cit.*, p. 323.

⁷⁷ VIEIRA, Joaquim Pinto, “Desenho e Geometria...” p. 21.

⁷⁸ Cf. Attilio MARCOLLI, *Teoria del Campo: Corso di Educazione alla Visione*. Firenze: Sansoni, 1978, p. 5.

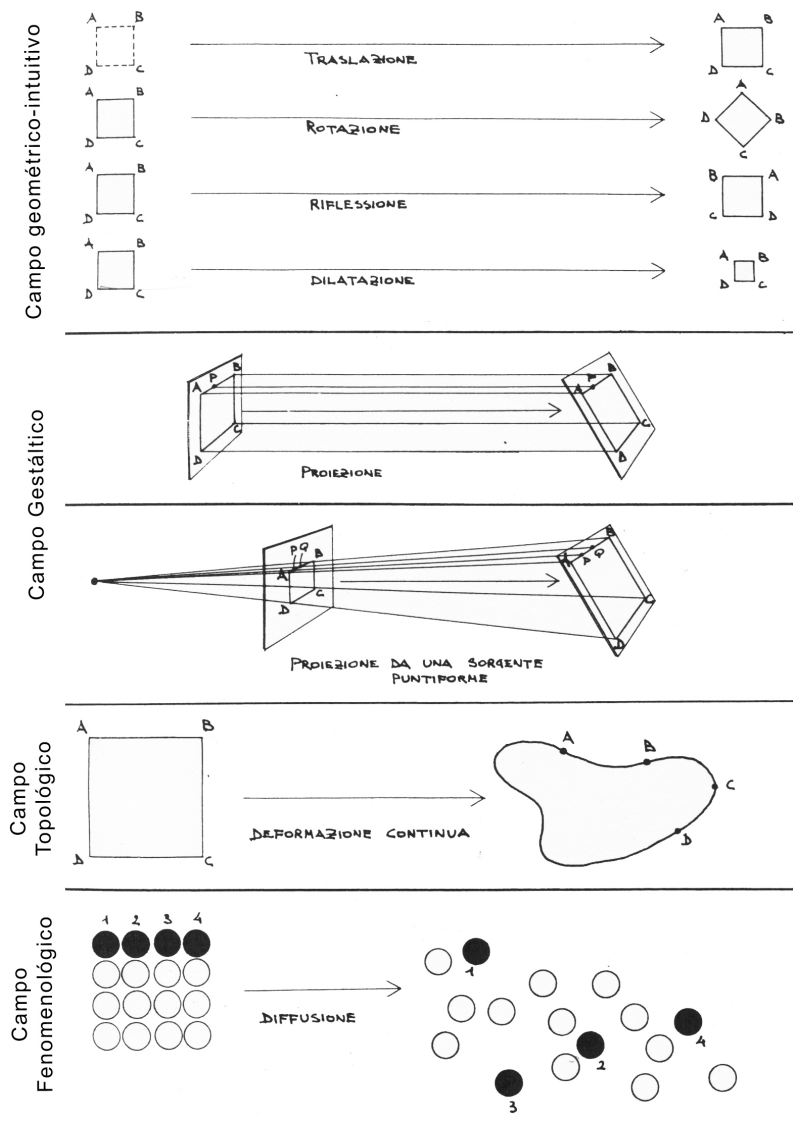


Figura 11. Os quatro campos perceptivos, segundo Attilio Marcolli.

Figura adaptada da obra de Attilio Marcolli, *Teoria del Campo: Corso di Educazione alla Visione*, p. 7.

O autor articulou, no seu processo de ensino-aprendizagem, aspetos como a estrutura do campo, a composição do objeto, a interação objeto-campo, a tensão e o movimento, que seriam aplicados aos quatro campos⁷⁹ de aprendizagem do curso e que estão associados a quatro momentos da percepção visual por ele identificados: o campo *geométrico-intuitivo*, o campo *gestáltico*, o campo *topológico*, e o campo *fenomenológico*. O campo *geométrico-intuitivo* tem como objeto de estudo a educação da percepção visual através da síntese geométrica das formas, e não a geometria em si mesmo, isto é, o estudo desenvolve-se a partir das propriedades métricas das figuras

⁷⁹ Por *campo*, o autor entende “(...) um espaço que apresenta alguma característica constante [como a cor, o material, a forma ou a função], e é um espaço porque neles são realizados determinadas operações”. Cf. Attilio MARCOLLI, *op. cit.*, p.3.

considerando a translação, a rotação, a reflexão, a dilatação, a escala real, a escala de representação; o campo *gestáltico* refere-se aos procedimentos através dos quais se configura uma determinada forma, aqui incluem-se o estudo dos sistemas de projeção paralela ou cilíndrica; o campo *topológico* requer o estudo da geometria topológica, em que se estuda a propriedade das formas e suas relações no espaço, aquilo a que o autor chama de ‘deformação contínua’ sem alteração da ordem dos pontos geométricos; por último, o campo *fenomenológico* é o campo onde se estuda a teoria dos conjuntos em que a ordem dos pontos não é mantida durante uma dada transformação, nomeadamente a ‘difusão’, mas a sua correspondência à figura original mantém-se⁸⁰.

Voltando à questão sobre os aspetos descritivos da geometria, vimos, portanto, que estes se referem sobretudo à representação segundo uma linguagem convencional, mas o ensino da geometria no campo das artes visuais, não se deve estabelecer apenas nesta instância. Até porque, se assim fosse, as finalidades da Geometria Descritiva, tal como são descritas no programa e em todos os manuais da disciplina, e com as quais concordamos, serão certamente atingidos por um número reduzido de alunos, que eventualmente apresentarão melhores classificações nos testes. E, mesmo estes alunos, dominando os aspetos técnicos, naturalmente, poderão nunca ter atingido as finalidades da disciplina, revelando dificuldade em traduzir os aspetos técnicos em aspetos conceptuais, perceptivos e operativos do desenho.

Apesar de concordarmos com as ‘finalidades’ da disciplina, o mesmo não podemos dizer dos ‘objetivos’ da mesma, dado a disparidade entre as duas. Como finalidade da disciplina, pretende-se que os alunos desenvolvam a capacidade de perceção dos espaços, visualização mental e representação gráfica, de formas reais ou imaginadas, entre outras, mas os objetivos necessários para atingir estas finalidades são exclusivamente de ordem técnica, relativos à teoria, identificação, reconhecimento dos sistemas de representação, à dedução e ao domínio do vocabulário, materiais e instrumentos atinentes ao desenho rigoroso⁸¹.

Reafirmando a premissa de Joaquim Pinto Vieira, a geometria não é desenho, mas “(...) é um dos meios conceptuais decisivos para o exercício do desenho e do projeto (...)”⁸². Por este motivo, os campos apresentados na obra didática de Marcolli, e

⁸⁰ Cf. Attilio MARCOLLI, *op. cit.*, pp. 4-7.

⁸¹ Vide João Pedro XAVIER e José Augusto REBELO, *Programa de Geometria Descritiva A: 10º e 11º ou 11º e 12º Anos*. Lisboa: Ministério da Educação (Departamento do Ensino Secundário), 2001, p. 5-6.

⁸² Joaquim Pinto VIEIRA, *op. cit.* p. 28.

que procurámos aqui sintetizar, são verdadeiramente interessantes pela interligação de um conjunto de matérias que relacionam a geometria com o desenho, com as artes plásticas, com o design e com a arquitetura, ao nível do ensino básico e que, desejavelmente, poderão estar na origem de um processo de ensino mais integrado também no ensino secundário, e em particular na Geometria Descritiva.

Dado o carácter *descritivo* dos conteúdos da disciplina, os alunos revelam, frequentemente, alguma dificuldade em compreender a relação entre o desenho e a geometria, dificuldade essa que por vezes gera contradição. Se por um lado a Geometria Descritiva é considerada como um ‘género’ de desenho rigoroso e projetual, por outro, não reconhecem a necessidade de aplicar a Geometria Descritiva ao desenho livre e informal, uma vez que, para os alunos o desenho técnico não tem qualquer margem para a intuição e experimentação, pois, requer a uma intenção puramente projetual cuja linguagem gráfica é estritamente convencional e descritiva.

No entanto, e como temos vindo a referir, durante o processo criativo, ou mesmo durante o processo de raciocínio lógico-dedutivo, a necessidade de representar graficamente as ideias é um aspeto inegável a qualquer estudante, artista ou profissional, recorrendo muitas vezes a diagramas, mapas, gráficos, anotações, ou mesmo à utilização dos sistemas de projeção paralela, ou cónica, ou esboços cotados, que podem ou não ser utilizados intuitivamente, sob a forma de esboços, ou programaticamente, sob a forma de desenho técnico, na área das artes visuais e na arquitetura.

Os aspetos que procurámos explorar e desenvolver com os nossos alunos, relacionam-se com os modos de perceção e representação que lhes permitiu aplicar a geometria ao desenho, através de metodologias projetuais, e com isso trabalhar em simultâneo o rigor e a intuição, o raciocínio e a imaginação, o projeto e o desenho, o esboço descritivo e o esboço figurativo, o desenho especulativo e o desenho de apresentação. Assim, colocámos os alunos em contacto com o desenho e com o projeto, cujos elementos agregadores foram precisamente os conteúdos científicos da Geometria Descritiva de forma a promover o reconhecimento da disciplina no âmbito das artes visuais, bem como a acentuar a sua importância no desenvolvimento de competências artísticas, em especial no desenho, mas também noutras áreas.

II. Projeto de Estágio

1. ENQUADRAMENTO ESCOLAR

1.1 A escola

1.1.1 Contexto histórico

Em 1993, a unificação de duas escolas, a Escola Secundária São Julião e a Escola Secundária Sebastião e Silva – Secção, deu origem à Escola Secundária da Quinta do Marquês (ESQM), situada em Oeiras, e foi criada pela Portaria nº 587/93, de 11 de Junho. Em 2006, a então Ministra da Educação, Dr.^a Maria Lurdes Rodrigues, lançou um Programa de Avaliação Externa das Escolas. Os critérios de classificação das candidaturas das escolas teve como base o Projeto Educativo da Escola, bem como ao nível da gestão e estruturas organizativas. Das 120 escolas que se candidataram o projeto piloto, 24 escolas foram selecionadas, das quais fez parte a ESQM. A avaliação das 24 escolas teve como critérios de avaliação cinco domínios chave: resultados, prestação do serviço educativo, organização e gestão escolar, liderança e capacidade de autorregulação e progresso da escola.

Em 2007, A ESQM fez parte das escolas com as melhores classificações, e que por isso, tiveram oportunidade de discutir com o Ministério da Educação, as condições necessárias para manter os seus resultados e assim assinar um Contrato de Autonomia. Em contrapartida a escola comprometeu-se a desenvolver estratégias que promovessem a subida dos resultados no Ensino Básico, a diminuição do abandono escolar, entre outros compromissos.

Tendo presente que as condições em que escola se encontrava na altura (falta de um pavilhão gimnodesportivo, falta de equipamento atualizado, entre outros) poderiam comprometer o cumprimento do contrato de autonomia, a ESQM passou a integrar a lista das escolas a reabilitar pelo Projeto da Empresa Parque Escolar⁸³. No ano lectivo 2010/2011, deu-se início às obras de remodelação e reabilitação da escola, tendo sido

⁸³ Em 2007, o Ministério da Educação, lançou o Programa de Requalificação das Escolas Secundárias, em que através do financiamento do Banco Europeu de Investimento, fez a recuperação das escolas degradadas mais antigas, e abrangeu 300, das cerca de 500, escolas existentes em Portugal, com ensino secundário. No mesmo ano, foi lançado o Plano Tecnológico da Educação, que foi agregado ao Projeto de Reabilitação da Parque Escolar, e cujo objetivo foi o de dotar as escolas com modernos e atualizados recursos informáticos.

concluída a 1ª fase em Dezembro de 2011, altura em que se fez a transição para o novo pavilhão das Artes Visuais (Figura 12).



Figura 12. Escola Secundária Quinta do Marquês. Nova entrada de acesso após as obras.
Vista para o Pavilhão das Artes. Fonte: própria.

1.1.2 Localização e instalações da escola

A ESQM situa-se na Rua das Escolas, no limite do concelho de Oeiras, e faz fronteira com o concelho de Cascais. O terreno que comporta as instalações da ESQM possui uma área de cerca de 2 hectares e encontra-se inserida numa zona urbana (Figura 13) de carácter essencialmente residencial e próxima de diversas instituições públicas (Centro de Juventude, Junta de Freguesia, PSP, Centro de Saúde, Estação de Correios, Estação Ferroviária de Oeiras), de comércio (Centro Comercial das Palmeiras, supermercados, estabelecimentos de restauração e bebidas), de serviços (centros de estudos, farmácia, ginásios, clube de ténis) e de educação (Escola Básica Conde de Oeiras e Escola Primária Quinta do Marquês).

Como já foi referido anteriormente, as instalações da escola foram durante o ano letivo 2011/2012 e continuam a ser alvo de requalificação pela empresa Parque Escolar, ao abrigo do Programa de Modernização das Escolas Secundárias. A intervenção visou, essencialmente, a correção de problemas construtivos, bem como a adequação de condições de conforto ambiental, acústico, térmico, qualidade do ar; introdução de meios de acessibilidade adequados para pessoas com mobilidade condicionada; reorganização de espaços letivos e não letivos; criação de novos espaços de trabalho e

estudo para docentes e alunos; substituição das redes e infraestruturas de águas, esgotos, eletricidade.

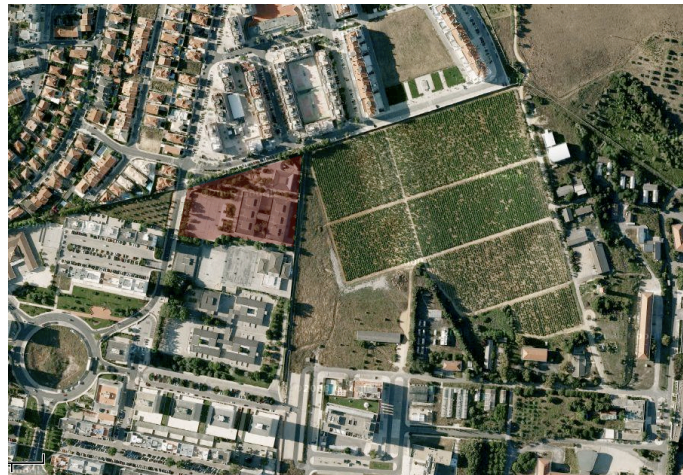


Figura 13. Localização da Escola na Urbanização Quinta do Marquês.
Figura retirada e adaptada do site <http://maps.google.pt/>

Desde então, a atividade escolar desenvolve-se em dois edifícios novos: o Pavilhão E, de carácter administrativo, onde se localiza a secretaria, a administração, a reprografia, a papelaria, a biblioteca e a sala dos professores; e o Pavilhão CD, denominado de “Pavilhão das Artes”, onde se encontram todas as salas de artes visuais: Educação Visual, Desenho, Geometria Descritiva, Educação Tecnológica, Oficina de Artes, Oficina de Multimédia, entre outras disciplinas, de outras áreas, provisoriamente aqui destacadas. Para além destes novos edifícios, as restantes aulas são lecionadas nos chamados monoblocos (conjunto de contentores, instalados com carácter provisório).

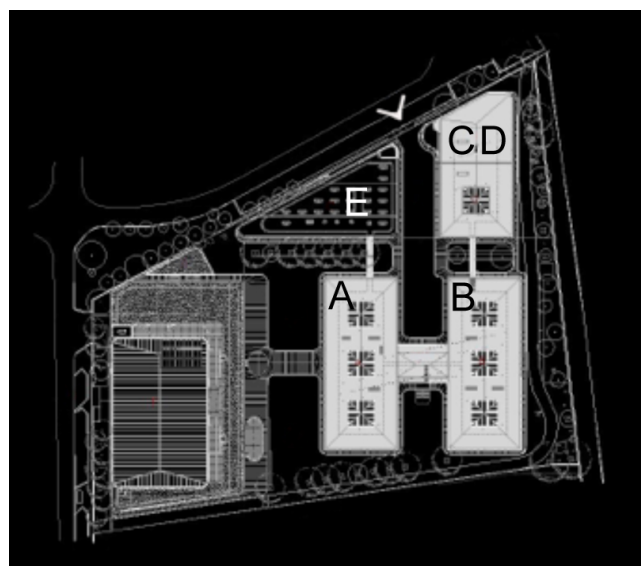


Figura 14. Planta do projeto de requalificação da Escola Secundária Quinta do Marquês.
Fonte: Escola Secundária Quinta do Marquês.

A ESQM não possui pavilhão gimnodesportivo ou refeitório, tendo de partilhar ambos os espaços com a Escola Básica Conde de Oeiras, cuja localização é contígua àquela. Com a finalização do projeto de reabilitação, esta situação deixará de acontecer, uma vez que está previsto, no mesmo, a construção destas duas áreas em falta.

1.1.3 Caracterização do meio envolvente

O concelho de Oeiras faz parte da Área Metropolitana de Lisboa, sendo um dos 10 concelhos que a constituem, e situa-se na margem norte do rio Tejo, sendo delimitado a Norte e Poente pelos concelhos de Sintra e Cascais, a Nascente pelos concelhos de Lisboa e Amadora e a Sul pela barra do rio Tejo. Tem uma frente ribeirinha com cerca de 9 km de extensão e uma área aproximada de 46 km.

A qualidade de vida dos habitantes do concelho de Oeiras deve-se não só ao desenvolvimento de infraestruturas económicas, empresariais e de reordenamento territorial, mas também à requalificação de espaços verdes, criação de locais de lazer e complexos desportivos, ao desenvolvimento de grandes polos artísticos como a Fábrica Pólvora de Barcarena, o Centro de Arte da Coleção de Manuel de Brito, Centro Cultural Palácio do Egito, e deve-se ainda, ao desenvolvimento na área da Construção Civil, Automóveis e Combustíveis, Saúde, Tecnologias de informação e Comunicação, Serviços Financeiros e Imobiliários, Consultoria e Engenharia, Media e Marketing, entre outros.

Em relação às condições de acesso, a escola localiza-se a poucos minutos da Autoestrada Lisboa-Cascais (A5) bem como da Estrada Marginal (EN6). A escola beneficia ainda de transportes públicos rodoviários, como a *Carris* (CCFL), a *Vimeca Lisboa Transportes*, o *S.A.T.U.O.* (Sistema Automático de Transportes Urbanos de Oeiras), e ainda ferroviários através da linha Lisboa-Cascais.

1.1.4 Caracterização da comunidade estudantil

A ESQM acolhe cerca de 1000 alunos por ano, num total de 38 turmas, 18 das quais no 3º Ciclo do Ensino Básico e 20 no Ensino Secundário, todas a decorrer em regime diurno. A comunidade estudantil é proveniente da zona habitacional envolvente ou de localidades limítrofes, sendo que a grande maioria enquadra-se, socioculturalmente, na classe média, existindo uma percentagem significativa de pais

com qualificações académicas ao nível do ensino superior. Apenas uma pequena percentagem de alunos (perto de 8%) usufrui de Apoio Social Escolar. O ambiente escolar é bastante calmo, havendo muito poucos registos de conflitos e indisciplina na escola.

1.1.5 Oferta educativa e recursos humanos

A oferta educativa da ESQM inclui o 3º Ciclo do Ensino Básico, o Ensino Secundário, bem como o Curso Profissional de Técnico de Multimédia. As expectativas do meio envolvente determinam os critérios de definição da oferta educativa, o que se traduz numa oferta centrada nos cursos orientados para o prosseguimento dos estudos.

No ano letivo 2011/2012 a escola integrou 94 docentes (dos quais, 68 pertenciam ao quadro da escola, 18 contratados, 7 estagiários, 1 docente de Educação Especial, 11 destacados e 6 pertenciam ao Quadro de Zona Pedagógica) apoiados por cerca de 34 profissionais não docentes.

1.1.6 O departamento de expressões

O Departamento Curricular de Expressões da ESQM é constituído pelos docentes das disciplinas de Educação Visual, Educação Tecnológica, Educação Especial, Educação Física, Geometria Descritiva, Desenho, Oficina de Artes, Oficina de Multimédia.

O Departamento Curricular de Expressões é uma estrutura de orientação educativa, que funciona como estrutura de apoio ao Conselho Pedagógico, nas áreas dos saberes que lhe são específicos e tem como finalidade assegurar o desenvolvimento gradual das capacidades de expressão, motoras, compreensão e integração na sociedade contemporânea.

De uma forma geral, o Departamento de Expressões é o órgão responsável pela promoção da troca de experiências e de coordenação entre todos os docentes; pela promoção da adequação dos seus objetivos e conteúdos à situação concreta da escola; promoção da articulação com outras estruturas com vista ao desenvolvimento de estratégias de diferenciação pedagógica. Cabe também a este Departamento, elaborar e aplicar medidas de reforço no domínio das didáticas específicas das disciplinas e

analisar a oportunidade de adoção de medidas de gestão flexível dos currículos e de outras medidas destinadas a melhorar as aprendizagens para prevenir a exclusão. Para isso, cabe ao coordenador do departamento propor ao Conselho Pedagógico a adoção de medidas destinadas a melhorar as aprendizagens dos alunos. Ao coordenador compete, ainda, dar conhecimento ao Departamento de Expressões das mensagens, informações ou convites que lhes foram dirigidos, coordenar o trabalho dos subcoordenadores e organizar os dossiês de documentação do departamento.

1.1.7 Organização do grupo 600

No ano letivo de 2011/2012, o grupo 600 foi constituído por docentes com as seguintes formações artísticas: Artes Plásticas, Arquitetura e Design. Cabe ao grupo 600 organizar os seus projetos interdisciplinares, planificar atividades de grupo, para inserção no Plano Anual de Atividades da escola, aferir critérios de avaliação e discutir diretrizes de funcionamento da sala de aula.

O quadro seguinte apresenta as disciplinas lecionadas na ESQM dentro do grupo disciplinar das Artes Visuais:

Quadro 2. Distribuição de docentes do grupo 600 pelas disciplinas

	Disciplinas	Nº de docentes
Grupo 600 - Artes Visuais	Educação Visual	2
	Geometria Descritiva A	2
	Desenho A	3
	Oficina de Artes	1
	Oficina de Multimédia B	1

Para além desta disciplinas afetas ao grupo 600, qualquer docente deste grupo pode lecionar as disciplinas de História da Cultura e das Artes – do curso de Científico-Humanístico de Artes Visuais e do Curso Profissional de Técnico de Multimédia –, Design, Comunicação e Audiovisuais, e ainda Projeto e Produção Multimédia – do Curso Profissional de Técnico de Multimédia. Esta situação ocorre conforme gestão da escola, nos casos em que não existam docentes suficientes dos grupos 400 (História) e 550 (Informática).

1.1.8 Salas e equipamentos

A 1ª fase do projeto da Parque Escolar ficou concluída com a reabilitação do pavilhão CD e construção do pavilhão E. Por questões logísticas, o pavilhão CD foi projetado para servir o grupo das Artes Visuais e Educação Tecnológica, com cerca de 20 salas, todas equipadas com computadores e projetores, acesso à internet, estiradores, 3 quadros brancos (1 deles interativo), lavatórios, arrumação e caixotes de reciclagem.

As duas salas onde ocorrem as aulas de Geometria Descritiva situam-se no 1º piso do novo pavilhão CD e apresentam excelentes condições para o exercício de lecionação e aprendizagem. Estas salas são destinadas não só à disciplina de Geometria Descritiva, como também Desenho e Educação Visual, apesar de, neste ano letivo, dado as obras de requalificação, foram também lecionadas, nestas salas, disciplinas de outras áreas.

As salas são bastante amplas e são iluminadas de forma natural por várias janelas que ocupam todo o pé direito da sala, dispostas ao longo do comprimento da mesma. Para além da zona destinada às aulas teóricas e que compreende 28 estiradores baixos, a configuração da sala inclui ainda uma zona de trabalho ampla, na parte oposta ao quadro, para trabalhos de grande dimensão e inclui ainda armários, gavetas e lavatórios, e uma zona contígua àquela que se encontra recolhida e é destinada ao armazenamento dos trabalhos dos alunos, em armários grandes que ocupam todo o pé direito da sala permitindo uma boa arrumação (Figura 15 e 16).



Figura 15. Sala de Geometria Descritiva ou Educação Visual.

Fonte: própria.



Figura 16. Sala de Desenho ou Educação Visual.
Fonte: própria.

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO DE ESTÁGIO

2.1 Metodologia de investigação

O método de investigação-ação, frequentemente utilizado na investigação educacional, enquadra-se no âmbito da investigação qualitativa que, por contraste com a investigação quantitativa (que privilegia a *explicação* dos fenómenos), tem como base a *compreensão* de um dado fenómeno educativo⁸⁴. Segundo Robert Stake, a investigação qualitativa tem um carácter interpretativo e personalista através do qual a investigação é baseada na interação entre o sujeito e o investigador, possibilitando critérios intuitivos de observação⁸⁵; por outro lado, o estudo qualitativo permite também o tratamento holístico dos fenómenos “(...) procurando entender o seu objeto mais do que compreender como ele difere dos outros (...)”⁸⁶. Tomando como ponto de partida esta metodologia de investigação-ação, interessou-nos particularmente focar a nossa atenção no processo de desenvolvimento da nossa proposta de trabalho de forma qualitativa, mas também quantitativa por forma a aferir os resultados obtidos que daí advieram, uma vez que, segundo as diretrizes regulamentares da escola, qualquer trabalho realizado no ensino secundário implica necessariamente a atribuição de uma nota quantitativa entre os 0 e os 20 valores.

A investigação-ação é considerada por diversos autores como sendo um processo que se afigura espiralada e que se desenvolve ciclicamente, isto é, implica uma ordenação faseada de etapas que estruturam o processo de investigação experimental, a saber, a planificação, a realização e a avaliação, podendo estas, a qualquer momento, serem retomadas, reestruturadas ou reorganizadas. É por isso uma investigação que implica uma ação, ação essa que tem de ser experienciada por quem a pratica e que implica necessariamente a colaboração de todos os intervenientes, professores e alunos, podendo atingir resultados específicos de acordo com as metodologias adotadas:

(...) o professor, através da metodologia de investigação-acção, pode produzir dois tipos de conhecimento científico: um que se baseia no professor como investigador [o

⁸⁴ Cf. Robert E. STAKE, *A arte da investigação com estudos de caso*. 2ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2009, p. 53.

⁸⁵ Cf. *Idem*, p. 58-63.

⁸⁶ *Idem*, p. 62.

professor como etnógrafo] e outro que se baseia no desenvolvimento de dispositivos pedagógicos [o professor como educador].⁸⁷

Lessard-Hébert sugere ainda, dentro do universo da investigação qualitativa, três modos de investigação-ação: o estudo de caso, a comparação ou estudo multicaso e a experimentação no terreno⁸⁸. O modo de investigação que adotámos para a realização e análise do nosso estágio foi a *experimentação no terreno* acompanhada de modo sistemático por registos semanais, nos quais foram aferidos os desenvolvimentos dos projetos, em função daquilo que foi programado. Da diferença entre aquilo que ocorreu no terreno e aquilo que se programou, acrescentámos novas alíneas e/ou novos dados à proposta inicial, tendo as planificações sofrido reformatações à luz do que estava previamente estabelecido. Recorrendo portanto à *experimentação no terreno* adotámos a perspetiva de Lessard-Hébert⁸⁹, uma vez que o nosso interesse incidiu na consideração de resultados globais ao nível da avaliação, portanto, apresentaremos a média final dos resultados quantitativos dos alunos, mas também uma apreciação qualitativa da mesma no cômputo geral da disciplina.

2.2 Caracterização da turma

O estágio de investigação-ação que aqui apresentamos foi realizado junto de uma turma do 11º ano do Agrupamento de Artes Visuais da Escola Secundária da Quinta do Marquês durante o ano letivo 2011/2012. A turma é composta por adolescentes cuja faixa etária se situa entre os 16 e 17 anos e, no início do ano letivo, foi constituída por vinte e quatro alunos, de nacionalidade portuguesa. Importa ainda referir que, no início do 3º Período, cinco alunos anularam a disciplina com o objetivo de se inscreverem no exame nacional como alunos externos e tentarem assim a sua sorte, com vista a obterem uma nota mais favorável do que aquela que teriam como alunos internos. Um sexto aluno nunca chegou a concluir qualquer fase do projeto, tendo inclusivamente faltado com frequência às aulas e aos testes. Assim, a proposta de

⁸⁷ Luíza CORTESÃO e Stephen STOER, “Investigação-Ação e a Produção de Conhecimento no âmbito de uma formação de professores para a Educação Inter/Multicultural”. *Educação, Sociedade e Culturas*, Porto: Centro de Investigação e Intervenção Educativas (CIIE), 1997, p. 7.

⁸⁸ Cf. Michelle LESSARD-HÉBERT. *Pesquisa em Educação*, col. Horizontes Pedagógicos, Lisboa: Instituto Piaget, 1996, pp. 77-78.

⁸⁹ Cf. *Idem*, p. 78-79.

trabalho foi concluída pelos restantes 18 alunos da turma, sendo que na sua grande maioria são do sexo feminino, 16 alunas, e 2 alunos do sexo masculino.

O estágio foi, ainda, realizado numa turma em que tivemos oportunidade de manter a continuidade pedagógica do ano letivo anterior, isto é, estes alunos foram nossos durante os dois anos de escolaridade da disciplina de Geometria Descritiva, o que é um aspeto que ocorreu a nosso favor durante o estágio, uma vez que os mesmos já estavam familiarizados com as nossas metodologias de ensino e projetos de geometria aplicada, que havíamos feito no ano anterior.

2.3 Contexto da unidade curricular

Este tipo de projeto enquadra-se nas sugestões metodológicas expressas no programa da disciplina, no qual se sugere a realização de um projeto interdisciplinar que envolva ‘(...) o levantamento 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 (...)’⁹⁰.

O objetivo do nosso trabalho incidiu no desenvolvimento das competências espaciais dos alunos tendo como tema principal a Perspetiva Linear como recurso ao desenho de imaginação. Este tema configurou-se numa proposta lançada aos nossos alunos que implicou o desenvolvimento e realização de um projeto de geometria aplicada conforme proposto no programa da disciplina.

2.4 Problemática de investigação

A formulação deste projeto surgiu após verificarmos algum desconhecimento por parte dos nossos alunos sobre a utilidade da geometria nas artes plásticas. Se, por um lado, verificámos o descontentamento em relação à utilidade da disciplina por parte de alguns alunos, que até não revelaram ter dificuldades na disciplina; por outro, verificámos também um impedimento à aprendizagem daqueles alunos com maiores dificuldades, que por sua vez encaram a Geometria Descritiva como uma disciplina

⁹⁰ João Pedro XAVIER e José Augusto REBELO, *Programa de Geometria Descritiva A: 10º e 11º ou 11º e 12º Anos...*, p. 13.

meramente científica, de raciocínio abstrato, e sobretudo direcionada para a Arquitetura, com pouca ou nenhuma utilidade nas restantes áreas artísticas.

Creemos que a falta de aplicação prática dos conteúdos da disciplina em questão, poderá estar na origem da desmotivação por parte de alguns alunos. Por outro lado, verifica-se um hiato na formação dos alunos resultado da diminuição do número de anos de três (3) para dois (2) e a consequente compactação de conteúdos programáticos, sobretudo no 2º ano da disciplina, que não contribuem para a criação e desenvolvimento de projetos, como aliás se encontra previsto no atual programa da disciplina. A acrescentar a este facto, a preocupação dos professores para com o cumprimento do programa, bem como o aumento da pressão e preparação para os exames nacionais dificultam a realização de tarefas de carácter prático ou interdisciplinar que suscitem a autonomia dos alunos na sua própria construção de saber, que é aquilo que se pretende em qualquer nível e área de ensino.

A necessidade de colmatar este hiato, na formação dos alunos pré-universitários, tem vindo a ser referida pela APROGED⁹¹ nos pareceres que tem publicado sobre as sucessivas revisões curriculares a que temos assistido ao longo dos últimos anos. No último parecer, propõe mesmo a criação de uma nova disciplina anual cujo programa incidiria na articulação entre o ensino secundário e o ensino superior, através do desenvolvimento de trabalhos que permitiriam explorar os conceitos da geometria espacial, integrando conteúdos que relacionem as diferentes áreas do saber artístico, científico e tecnológico⁹².

Perante este panorama, a questão que nos colocámos foi a seguinte: como poderemos satisfazer as necessidades de aprendizagem dos alunos, solicitando um projeto artístico que apele à criatividade, com base nos fundamentos da geometria, sem prejudicar o tempo estipulado para lecionar todos os conteúdos programáticos e com uma taxa de sucesso elevada ao nível qualitativo e quantitativo?

Para responder a esta preocupação, procurámos integrar na nossa planificação anual a realização de um projeto de desenho com recurso à Perspetiva Linear, no sentido de promover o desenvolvimento de *habilidades espaciais* através da articulação

⁹¹ Associação de Professores de Desenho e Geometria Descritiva.

⁹² Cf. APROGED, *Parecer da Direção da APROGED sobre a Revisão da Estrutura Curricular Proposta pelo Ministério da Educação e Ciência*, 2012, pp. 1-2.

da geometria espacial com o desenho de imaginação, como meio de expressão da tridimensionalidade.

2.5 Objetivos da proposta de trabalho

A disciplina de Geometria Descritiva deve ter como objetivo principal o de estimular no aluno o desenvolvimento da capacidade perceptiva do espaço que o rodeia, nos vários níveis de dificuldade, do mais elementar para o mais complexo. Para que tal aconteça, é necessário estimular as habilidades espaciais, privilegiando uma abordagem sequencial e contextualizada, para que a aquisição de conhecimentos seja mais significativa, nos níveis mais elevados de abstração e acuidade visual.

O desenho e o projeto foram dois, dos principais, componentes na proposta de trabalho que, por sua vez, se relacionaram com uma determinada área profissional escolhida pelos alunos. A maioria das atividades profissionais do mundo da arte dependem da realização de projetos, de carácter social ou individual, que implicam a elaboração mental de ideias que se pretendem concretizar no futuro, e cuja proposta obedece a fatores sociais, físicos, económicos, culturais, artísticos ou mesmo interesses pessoais.

Procurámos deste modo, desenvolver uma proposta de trabalho prático que consistia na realização de um projeto de alteração de espaços (interior ou exterior) ou até objetos do quotidiano. Esta proposta implicou a passagem do apontamento gráfico espontâneo, para o Desenho Técnico em que, para tal, foi necessário realizar esboços e desenhos, no seu aspeto atual e modificado, em Dupla Projeção Ortogonal (planta e alçado) para depois transferir para a Perspetiva Linear do espaço escolhido, segundo o “método direto”, uma vez que permite articular com a unidade didática referente às intersecções dadas anteriormente no 10ºano. Assim, a proposta de trabalho consistiu na representação técnica e rigorosa de um espaço exterior ou interior à escolha, onde os alunos puderam fazer alterações do ponto de vista funcional ou estético. O trabalho teve como orientações a realização de levantamento de medidas, a realização de desenhos técnicos e rigorosos do local existente e posteriormente do local alterado, a realização de desenhos e esboços expressivos, a investigação de materiais e a organização de um dossiê de projeto.

O trabalho proposto aos alunos teve como 2ª fase a organização de um dossiê de projeto, no qual se pretendia uma reflexão crítica das diferentes fases da evolução do desenho e do trabalho na sua globalidade. A última fase deste projeto consistia na realização de um Desenho Técnico e Rigoroso em Perspetiva Linear do espaço alterado. Paralelamente às atividades iniciadas na disciplina de Geometria Descritiva, os alunos iam realizando nas aulas de Desenho, sob orientação da professora cooperante, os *desenhos expressivos* aplicando os conhecimentos adquiridos nas aulas de geometria e desenvolvendo noções de perspetiva atmosférica de acordo com os materiais propostos pela professora. Por último, terminadas todas as atividades da unidade de trabalho, concluímos o projeto procedendo à organização e montagem de uma exposição coletiva intitulada *Perspetivando Lugares*.

Em suma, os objetivos de aprendizagem deste projeto foram:

- compreender a Geometria Descritiva como ferramenta essencial para o exercício, compreensão e domínio dos conteúdos do Desenho do Projeto;
- desenvolver o pensamento visual através da construção mental de espaços;
- promover a capacidade de realizar registos gráficos espontâneos para representar uma ideia tridimensional e desenvolver o raciocínio espacial;
- contextualizar a disciplina de Geometria Descritiva no âmbito das Artes Visuais em geral e não apenas no âmbito da arquitetura.
- promover a concentração e a acuidade gráfica na construção do traçado rigoroso;

3. ESTRATÉGIAS ADOTADAS

Segundo Maria do Céu Roldão, uma estratégia de ensino não se resume aos aspetos de organização sequencial de conteúdos a transmitir, deve sim ter em consideração uma série de fatores para que a aprendizagem seja mais eficaz, ou seja, é “(...) uma ação desenvolvida pelo professor, desde a concepção e planificação, ao desenvolvimento didático e à regulação e avaliação do aprendido (...)”⁹³.

Considerando este enquadramento teórico, as estratégias que adotámos para a implementação deste projeto consistiram na conceção de uma proposta de trabalho motivadora de forma a captar o interesse dos alunos; na elaboração da proposta de trabalho interligando as disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho; na realização de exercícios alternativos para o desenvolvimento das competências espaciais; na aprendizagem através do projeto e consequente elaboração de um dossiê de projeto no qual todas as atividades estivessem documentadas; na planificação das atividades de forma flexível e adaptável ao nível de aprendizagem dos alunos e estruturada de acordo com três fases correspondentes aos três períodos letivos; na avaliação tripartida pelas três fases (três períodos).

3.1 A motivação

A proposta de trabalho, lançada aos alunos no início do ano, teve como um dos objetivos a contextualização da Geometria Descritiva nas artes visuais e salientar a sua relevância no futuro destes alunos, mas também procurou manter o interesse e motivação na disciplina ao longo do ano. De facto, segundo Woolfolk “(...) uma forma aparentemente lógica de motivar os alunos consiste em relacionar experiências de aprendizagem escolar com os interesses dos alunos (...)”⁹⁴. Este autor refere ainda que se deva realizar questionários e perguntar abertamente aos alunos sobre o que eles gostariam de fazer. Neste seguimento, aquilo que fizemos, e que se aproxima mais desta estratégia, foi perguntar aos alunos quais as áreas artísticas de maior interesse e orientá-los para desenvolver um trabalho prático nesse sentido.

⁹³ Maria do Céu ROLDÃO, *Estratégias de Ensino*. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão, 2010, p. 56.

⁹⁴ Anita WOOLFOLK e Lorraine McCUNE, *Psicologia de la education para profesores*. Madrid: Narcea, S.A. de Deiciones, 1986, p. 337.

Um dos fatores que contribui para a motivação e que pode ser influenciado pelo professor é o *interesse*⁹⁵, isto é, o nível de motivação está associado à articulação da matéria com os interesses pessoais do aluno. E ainda, segundo as teorias motivacionais de Vroom, Maslow e McLelland, a relevância dos temas no processo de ensino é um dos fatores fundamentais para a eficácia da aprendizagem⁹⁶, na medida em que, a contextualização dos temas contribui para uma maior motivação e entusiasmo dos alunos. Portanto, o aluno tendo em vista um objetivo que espera atingir e ao qual atribui um valor, irá adotar um determinado comportamento na expectativa de conseguir alcançá-lo. Havendo interesse nos temas, ou sendo estes relevantes para o aluno, a motivação surge, assim, como uma vontade de realizar um objetivo, provocando assim uma motivação intrínseca, uma vez que parte do próprio indivíduo, o que lhe dá algum controlo no sentido de se autorreforçar.

*Durante a adolescência há obviamente uma maior tendência para a motivação intrínseca se tornar num fator crucial na aprendizagem do aluno devido à sua capacidade para realizar operações formais. Deste modo, com uma capacidade crescente no sentido do auto-direccionamento e do raciocínio abstracto, os alunos do secundário podem, por períodos de tempo mais extensos, ter prazer em aprender apenas pelo próprio prazer que a aprendizagem lhes propicia.*⁹⁷

No nosso exemplo, considerámos importante dar a conhecer esta disciplina como sendo essencial às artes visuais, oferecendo exemplos da sua aplicabilidade nas diversas áreas profissionais como a arquitetura, as artes plásticas, a cenografia, o design de equipamento, o design gráfico. Esta estratégia permitiu-nos ir ao encontro das necessidades específicas dos alunos, proporcionando-lhes um contacto com as diferentes atividades profissionais nas quais são solicitados projetos que impliquem a alteração, ou construção, de um espaço ou objeto. Os resultados obtidos manifestaram o interesse que cada aluno tinha numa dada profissão: arquitetura, arquitetura paisagística, urbanismo, cenografia, design de interiores, entre outros. No que diz respeito à área das artes plásticas como pintura, escultura ou desenho, estas estiveram sempre implícitas durante todo o processo de trabalho, ou seja, durante a realização dos esboços e desenhos, na experimentação de cores, materiais, técnicas e texturas. Por último, o design gráfico foi também abrangido aquando da organização e estruturação dos

⁹⁵ Cf. Richard I. ARENDS, *Aprender a ensinar*. Lisboa: McGraw-Hill, 1995, pp. 121-129.

⁹⁶ Cf. Anita WOOLFOLK e Lorraine McCUNE, *op. cit.*, 1986, pp. 336-358; Cf. Norman SPRINTHALL e Richard SPRINTHALL, *Psicologia Educacional: Uma abordagem desenvolvimentista*. Lisboa: McGraw-Hill, 1993.

⁹⁷ Norman SPRINTHALL e Richard SPRINTHALL, *op. cit.*, p. 521.

conteúdos do dossiê de projeto, que englobou todas as fases da realização do trabalho. Este projeto culminou numa exposição coletiva que permitiu o reconhecimento do esforço de trabalho por parte dos alunos envolvidos.

Ainda sobre o tema do desenvolvimento inicial da motivação, importa referir que o ensino da Geometria Descritiva vive com o preconceito de ser uma disciplina abstrata, artificial e difícil, provavelmente devido a métodos de ensino tradicionais baseados em axiomas e método dedutivos, o que limitou a possibilidade de ver a Geometria Descritiva como uma disciplina criativa e interessante⁹⁸. Para contornar este estigma, diz Montenegro que “(...) a geometria deve servir como meio para o ensino de algo sobre uma coisa: chama-se a isto, envolver o aluno com o mundo real”⁹⁹. E neste sentido consideramos muito importante, como refere também uma outra autora “(...) colocar os educandos «em direto» com o saber em questão [na sua forma concreta], pois permite uma primeira análise daquilo que são capazes de perceber. Depois, esta análise deve ser aperfeiçoada durante a situação de aprendizagem”¹⁰⁰.

3.2 O desenvolvimento das competências espaciais

Uma outra estratégia adotada durante a concretização do trabalho foi o desenvolvimento das *competências espaciais*¹⁰¹ e que é também um objetivo do projeto, dado que o raciocínio espacial é uma característica fundamental de quem pratica o desenho técnico. A capacidade de imaginação e visualização encontra-se em cada indivíduo e a sua utilização no desenho, para a construção de espaços imaginados, pode ser estimulada e aprendida embora se pense que esta faculdade só pertence a alguns.

*A frase que se ouve frequentemente, “nunca fui capaz de ver no espaço”, pode levar a crer que essa capacidade é como que inata, há quem a tenha e quem nunca a venha a ter. Mas não é assim. O poder de visualização treina-se, e uma das consequências do ensino da geometria em que se utilizam métodos ativos de construção e manipulação de modelos e em que existam atividades explícitas para desenvolver a visualização é precisamente o acréscimo desse poder.*¹⁰²

⁹⁸ Cf. Gildo MONTENEGRO, *Geometria Descritiva*, vol 1. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1991.

⁹⁹ *Idem*, p. 6.

¹⁰⁰ Britt-Mari BARTH, *O saber em construção: Para uma Pedagogia da Compreensão*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, p.198.

¹⁰¹ Vide no presente trabalho, o capítulo I-1.

¹⁰² Eduardo VELOSO, *op. cit.*, p.133.

Apesar de, neste caso, o autor se esteja a referir ao ensino da geometria na matemática, com recurso à construção e manipulação de imagens mentais, podemos aplicar esta observação, por analogia, à geometria descritiva. A nossa estratégia foi focalizar o ensino da Geometria Descritiva recorrendo frequentemente à representação do espaço real, através da representação gráfica a três dimensões, da manipulação de modelos tridimensionais e ainda através da resolução de exercícios específicos (Anexo 4). Estas estratégias, não só contribuíram para o desenvolvimento das competências de visualização espacial e da capacidade de realizar rotações mentais durante todo o processo de realização da proposta de trabalho aqui descrita, como serviram também de acompanhamento estratégico para a compreensão dos conteúdos programáticos da disciplina ao longo do ano letivo.

Considerando que a proposta de trabalho para a representação de espaços imaginados pelos alunos implicava, ao longo de todo o processo, a deslocação mental do observador no espaço de modo a poder representar diversos pontos de vista do mesmo, propusemos, ao longo do ano letivo, uma série de exercícios (Anexo 4), cujo objetivo fosse precisamente o treino dessa atividade. Neste sentido, e como forma de desenvolver competências metodológicas nos alunos, quando estes iniciam a resolução de um dado problema, procurámos adotar estratégias de aprendizagem consistentes que recorram constantemente à resolução de exercícios de desenvolvimento das competências espaciais, ao desenho ou à manipulação de modelos para o apuramento da visualização, esperando que, como consequência, os alunos desenvolvam uma maior autonomia na utilização destes métodos.

3.3 A aprendizagem baseada em projetos

A aprendizagem baseada em projetos permite principalmente incitar os alunos a explorar questões reais e a resolver desafios. Segundo John Thomas, a aprendizagem baseada em projetos (Project-Based Learning - PBL) é um modelo de ensino que estrutura a aprendizagem em torno de projetos que se caracterizam na resolução de um dado problema e que podem ser aplicados em diversas áreas científicas, artísticas ou tecnológicas¹⁰³. A aprendizagem baseada em projetos é muito rica em todas as suas

¹⁰³ Cf. John W. THOMAS, *A Review of Research on Project-Based Learning*. California: The Autodesk Foundation, 2000, p.1.

componentes pedagógicas, “(...) pois é baseada na resolução de problemas, na tomada de decisão e na investigação de um dado assunto, mas também permite aos alunos ter a oportunidade de trabalhar autonomamente durante longos períodos de tempo e culminando em produtos realistas ou apresentações (...)”¹⁰⁴

John Thomas sugere ainda 5 critérios que definem este tipo de aprendizagem: *os projetos são centrais e não periféricos ou secundários ao currículo*, isto é os projetos permitem a aplicação prática daquilo que foi ensinado por outros meios, ou por meios convencionais; *os projetos dão enfoque a questões que dirigem os alunos a ir ao encontro dos principais conceitos ou princípios da disciplina*, pois permite aos alunos procurar um sentido para os conceitos inerentes à disciplina; *os projetos envolvem os alunos numa investigação construtiva*, pois permite-lhes transformar e construir o seu próprio conhecimento; *os projetos são orientados pelos próprios alunos*, até um certo ponto definido pelo professor, evitando que se determinem caminhos pré-definidos e promovendo a autonomia e responsabilidade dos alunos, a tomada de decisão e o trabalho não-supervisionado; *os projetos são realistas e não académicos*, na medida em que dão uma maior autenticidade ao trabalho pois incorpora problemas autênticos que potencia soluções passíveis de serem implementadas¹⁰⁵.

O trabalho proposto aos alunos foi elaborado segundo esta tipologia de aprendizagem e teve ainda, como penúltima etapa, a organização de um dossiê de projeto, que refletiu as diferentes fases da evolução e desenvolvimento do trabalho na sua globalidade até à sua apresentação final. A elaboração e estruturação deste dossiê foi desenvolvido ao longo de todas as fases de conceção da proposta de trabalho, à medida que cada aluno foi progredindo na sua aprendizagem. Solicitámos, ainda, aos alunos a organização e a estruturação clara e objetiva, em capítulos, de todas as fases do projeto, contendo as fotografias, esboços, seleção do local, propostas de alterações, cópia do desenho rigoroso e cópia do desenho expressivo.

A opção por esta estratégia pedagógica visou estimular o empenho e organização das tarefas propostas por etapas, bem como permitir ao aluno poder consultar,

¹⁰⁴ *Idem*, p.1. Tradução nossa do original: “(...) projects are (...) based on challenging questions or problems, that involve students in design, problem-solving, decision making, or investigative activities; give students the opportunity to work relatively autonomously over extended periods of time; and culminate in realistic products or presentations”.

¹⁰⁵ Cf. *Idem*, pp. 3-4.

confrontar e analisar o seu próprio processo de trabalho, e também compreender a relação imprescindível entre projeto e desenho.

3.4 A interdisciplinaridade entre Geometria e Desenho

Por interdisciplinaridade, deverá (...) entender-se qualquer forma de combinação entre duas ou mais disciplinas com vista a compreensão de um objeto a partir da confluência de pontos de vista diferentes e tendo como objetivo final a elaboração de uma síntese relativamente ao objeto comum. A interdisciplinaridade implica, portanto, alguma reorganização do processo de ensino/aprendizagem e supõe um trabalho continuado de cooperação dos professores envolvidos. Conforme os casos e os níveis de integração pretendidos, ela pode traduzir-se num leque muito alargado de possibilidades: transposição de conceitos, terminologias, tipos de discurso e argumentação, cooperação metodológica e instrumental, transferência de conteúdos, problemas, resultados, exemplos, aplicações, etc.¹⁰⁶

Partindo deste pressuposto, a proposta de trabalho para a realização de um projeto de aplicação de conceitos de geometria foi elaborada com o objetivo de articular a disciplina de Geometria Descritiva com a disciplina de Desenho A, cuja docente foi a Professora Cooperante Carla Gil. Considerando o modo como a disciplina de Geometria Descritiva é encarada pelos alunos, de forma isolada e afastada da aprendizagem de competências artísticas, procurámos deste modo colocar os estudantes em contacto com um tema que é comum a ambas as disciplinas, de modo a que lhes permitisse trabalhar, transversalmente, os princípios da perspetiva. Assim, dado que a aprendizagem foi feita de forma integrada, possibilitou aos alunos dar valor e aumentar o seu envolvimento no trabalho em mãos.

Esta interdisciplinaridade traduziu-se de forma a que, na disciplina de Geometria Descritiva, se desenvolvesse, primeiramente, competências de compreensão e realização de métodos geométricos intuitivos aplicados ao apontamento gráfico e espontâneo de perspetivas, e numa segunda fase aprender a resolver graficamente perspetivas por meio do desenho técnico e rigoroso. Paralelamente, na disciplina de Desenho, os alunos puderam realizar desenhos expressivos e à mão livre de diferentes pontos de vista e diferentes perspetivas empíricas, aplicando os princípios que aprenderam sobre a construção gráfica do espaço, mas desta vez sem recurso a instrumentos técnicos e

¹⁰⁶ Olga POMBO, “Interdisciplinaridade: Conceito, Problemas e Perspetivas”. In POMBO, Olga; LEVY, Teresa; GUIMARÃES, Henrique (Eds.), *Interdisciplinaridade. Reflexão e Experiência*, 2ª ed. Lisboa: Texto Editora, 1994, p.13.

específicos da Geometria Descritiva, e abordando questões como a perspectiva atmosférica que lhes permitiu explorar as técnicas e materiais mais adequadas para este tipo de representação

3.5 Planificação das atividades

A planificação de atividades foi realizada de forma a poder ser adaptada ao longo das aulas e consoante as necessidades da turma. Assim, apresentamos uma planificação cuja carga horária foi bastante flexível, não estando por isso organizada por aula, mas sim por período (Anexo 1).

A proposta de trabalho integrou uma abordagem à Perspetiva Linear como meio para a representação imaginada de espaços arquitetónicos ou objetos e serviu de base para articular os conteúdos da disciplina de Geometria Descritiva com o desenho, sob a sua forma projetual, mas também expressiva e espontânea.

Assim, na primeira fase, as primeiras aulas foram dedicadas à introdução do tema “Desenho e Projeto e Geometria” acompanhado de uma apresentação de diapositivos elaborado com inúmeros exemplos que representavam, uns de forma clara outros de forma mais subjetiva, os dois conceitos inerentes à geometria (Anexo 2). Nas aulas seguintes, propusemos a realização dos exercícios constantes no Anexo 4 (exercícios 1 a 8) e explicámos os princípios básicos da representação perspetiva à mão levantada (exercícios 9 a 11), com o objetivo de realizar uma série de esboços de memória, ou imaginados, de espaços físicos. Posteriormente, entregámos o guião de trabalho aos alunos (Anexo 3) e solicitámos a entrega de um anteprojecto, no final do 1º Período, sobre o trabalho que pretendiam desenvolver. Esse anteprojecto deveria conter todos os estudos e esboços em perspetiva mas também em Dupla Projeção Ortogonal do espaço, no seu aspeto atual e modificado.

A segunda fase, correspondente ao 2º Período, foi dedicada a duas etapas principais: a representação rigorosa em Perspetiva Linear do espaço modificado, através do “método direto” (intersecção dos raios visuais com o quadro); a correção, alteração ou melhoramento do Dossiê de Projeto (baseado no anteprojecto). A terceira fase, que corresponde ao 3º Período, incidiu na conclusão do desenho técnico e rigoroso e na preparação e montagem da exposição *Perspetivando Lugares*, na qual foi apresentado

um esboço, um desenho técnico e um desenho expressivo (este último orientado pela Professora Cooperante). As aulas destinadas à realização deste trabalho incidiram a meio e no final do 1º e 2º Períodos. No 3º Período utilizámos sobretudo as duas primeiras semanas para a conclusão do projeto e montagem da exposição.

3.6 Estratégias de avaliação

A metodologia de avaliação quantitativa que utilizámos para a realização deste projeto foi distinta em cada período, devido às características dos exercícios e tarefas inerentes a cada fase (Anexo 5), sobre as quais cada critério de avaliação (seja ele de tipo criterial, sumativa ou contínua) foi quantificado de acordo com uma ponderação percentual diferente para cada fase.

Ao longo das três fases do projeto adotámos uma avaliação de carácter formativo que teve uma função reguladora imprescindível sobre o processo de ensino-aprendizagem, pois permitiu ajustar qualquer uma das estratégias supracitadas nos capítulos anteriores. O diálogo constante e o *feedback* que daí surgiu deu lugar à análise de situações e de dificuldades específicas, ao reconhecimento de erros e respetiva correção, possibilitando o reforço positivo no desenvolvimento das competências dos alunos e consequentemente nos objetivos de aprendizagem definidos por nós *a priori*.

A avaliação formativa “(...) assegura que os processos de formação se vão adequando às características dos alunos, permitindo a adaptação do ensino às diferenças individuais (...)”¹⁰⁷. Um outro aspeto decisivo para a aplicação da avaliação formativa foi o facto de termos previsto, já na planificação das atividades, a necessidade de adaptar a proposta de trabalho às necessidades dos alunos, uma vez que tínhamos consciência da complexidade e variedade de todos os fatores inerentes à intervenção pedagógica e que temos vindo a referir ao longo deste relatório.

Para a determinação das classificações dos alunos no que respeita ao desempenho global de cada fase do projeto, procurámos adotar três tipos de avaliação distintos: avaliação criterial, avaliação sumativa e avaliação contínua.

¹⁰⁷ João BARBOSA *et al*, “Avaliação formativa: algumas notas”. In FERNANDES, Domingos (Coord.), *Pensar a avaliação, melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Instituto Inovação Educacional, 1994b, n.p.

A avaliação criterial é um tipo de avaliação que, na sua essência, é formativa e continuada, mas procura sobretudo avaliar se determinados objetivos propostos foram alcançados, avaliando-os em termos absolutos no que respeita à aprendizagem realizada. Ou seja, implica que, ao estabelecer determinados objetivos de aprendizagem, estes possam ser avaliados de acordo com um indicador *sucesso/insucesso*, ou *apto/não apto*, ou *atingiu/não atingiu*. Assim, estabelecendo-se condições de aprendizagem de modo a que todos possam atingir parte dos objetivos necessários:

*A interação formativa professor-aluno, facilitada por uma avaliação criterial, joga-se na negociação de critérios antes do início e durante a ação educativa, como forma de fazer coincidir, tanto quanto possível, a aprendizagem com o ensino.*¹⁰⁸

Tendo como base este conceito e através do diálogo e acompanhamento dos alunos, a nossa posição face à avaliação deste projeto de trabalho, foi estabelecer objetivos intermédios e introduzir na primeira e, na segunda fase, itens de avaliação criterial. Por outro lado, e como este projeto envolve a aquisição de competências técnicas específicas, considerámos fundamental adotar também uma avaliação sumativa, a par da avaliação formativa, para aferir o nível de aprendizagem das mesmas.

*A avaliação formativa está associada a todo o tipo de tomadas de decisão e de formas de regulação e de autorregulação que influenciam de forma imediata os processos de ensino e aprendizagem, enquanto a avaliação sumativa proporciona informação sintetizada que, no fundo, se destina a registar e a tornar público o que parece ter sido aprendido pelos alunos.*¹⁰⁹

Na primeira fase, que visava sobretudo a realização de esboços e preparação do anteprojecto foi avaliado, criterialmente, se o aluno fez ou não fez os cinco itens constantes no guião de trabalho: levantamento de imagens e escolha do local; desenho em Dupla Projeção Ortogonal do espaço selecionado; estudo e esboços do espaço modificado; memória descritiva; e organização do anteprojecto. Na segunda fase, a avaliação criterial incidiu em verificar se o aluno havia realizado as correções sugeridas aquando da avaliação do anteprojecto na fase anterior. Na terceira fase, considerámos que a avaliação criterial não se adequava às características daquilo que foi pedido aos

¹⁰⁸ João BARBOSA *et al.*, “Avaliação criterial, Avaliação normativa”. In FERNANDES, Domingos (Coord.), *Pensar a avaliação, melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Instituto Inovação Educacional, 1994a, n.p.

¹⁰⁹ Domingos FERNANDES, “Avaliar Para Melhorar as Aprendizagens: Análise e Discussão de Algumas Questões Essenciais”. In FIALHO, Isabel; SALGUEIRO, Hélio (Eds.), *TurmaMais e Sucesso Escolar: contributos teóricos e práticos*. Évora: CIEP-UEVORA, 2011, p. 90.

alunos, tendo sido feita apenas a avaliação sumativa e contínua para a atribuição das classificações finais.

No que respeita à avaliação sumativa, estabelecemos critérios de avaliação específicos com base nas competências que nos interessava desenvolver nos alunos com este projeto de trabalho. Portanto, após avaliarmos de forma criterial, isto é, se aluno fez ou não os itens propostos no guião, avaliámos sumativamente as competências técnicas adquiridas de forma a aferir o seu nível de aprendizagem. Por fim, a avaliação contínua englobou o interesse e empenho demonstrados durante todo o processo de aprendizagem.

Por último, considerámos necessário efetuar uma avaliação qualitativa dos resultados do projeto e as suas repercussões na disciplina de Geometria Descritiva, ao longo do ano. Para isso, elaborámos um quadro de critérios que incidiram, não só ao nível dos principais objetivos subjacentes à aplicação do projeto, mas também ao nível das atitudes registadas face à disciplina ao longo do ano.

III. Concretização do Projeto de Estágio

1. RELATO DAS AULAS LECIONADAS

A descrição das aulas que abaixo iremos relatar foram baseadas na planificação da unidade didática, conforme o Anexo 1, mas também no diário de campo no qual registámos informações pertinentes durante as aulas. Consideramos importante salientar que para a concretização prática do trabalho optámos por recorrer, na sua grande maioria, às aulas de turno, de 90 minutos, nas quais a turma se encontra dividida a meio, cerca de 12 alunos por turno, pelo facto de permitir um acompanhamento mais adequado, e dentro do possível, mais individualizado. Esta opção metodológica permitiu-nos assim acompanhar as propostas de cada aluno, no sentido de esclarecer qualquer dúvida e fomentar a procura de novas soluções durante a resolução de problemas específicos, atendendo aos interesses dos alunos.

1.1 Preparação do anteprojecto: 1ª Fase | 1º Período

OBJETIVOS:

- Compreensão da relação entre a percepção e o modo de representação perspetiva;
- Compreensão dos conceitos fundamentais ao exercício da perspectiva à mão levantada, através de linhas e pontos de fuga dominantes;
- Representação de objetos num espaço perspetivado considerando noções de escala e proporção e a relação entre objetos num mesmo espaço;
- Estímulo à representação tridimensional de espaços imaginados.
- Representação de espaços através da deslocação mental do observador para a obtenção de diversos pontos de vista;

AULA Nº 1 | 16/09/2011 [turma completa]

A primeira aula coincidiu com as primeiras aulas da disciplina do início do ano letivo e permitiu-nos enquadrar a proposta de trabalho no âmbito da disciplina. Iniciámos a aula com uma conversa informal sobre as expectativas dos alunos em relação ao ingresso no ensino superior e em relação aos seus interesses e preferências de cursos académicos ou profissionais. Esta conversa permitiu-nos perceber como é que os alunos encaram o peso da disciplina de Geometria Descritiva, seja como disciplina de ingresso no ensino superior, em alguns casos, seja como conhecimento útil numa futura

profissão, e com isso esclarecer qualquer dúvida neste sentido. Posteriormente demos início à 1ª parte da apresentação de imagens em formato *PowerPoint* (Anexo 2) que promoveu o debate sobre as diferenças e semelhanças entre Desenho e Projeto e a sua relação com a Geometria Descritiva. A par da apresentação das imagens, foram distribuídos alguns livros de alguns autores das mais diversas áreas artísticas, e que constam da bibliografia do guião de trabalho, entregue na aula seguinte.

De uma forma geral, durante a apresentação das imagens os alunos aderiram com entusiasmo ao debate sobre a relação entre desenho, projeto e Geometria Descritiva, tendo havido alguma divergência de opiniões o que promoveu a discussão positiva e a troca de opiniões. No final concluímos que a distinção entre desenho e projeto (com ou sem recurso aos sistemas de representação da Geometria Descritiva) depende em absoluto da intenção do autor, uma vez que pudemos observar desenhos com uma forte componente geométrica e que, dado o percurso artístico do autor, não significa que tenham uma intenção projetual (veja-se por exemplos os desenhos de Richard Talbot).

AULA Nº 2 | 26/10/2011 E 27/10/2011 [aulas de turno]

Nesta aula foi entregue o guião (Anexo 3) aos alunos sobre a proposta de trabalho que viria a ser realizada ao longo do ano letivo e sobre o qual falámos sobre os objetivos do trabalho, as competências a adquirir, as fases do trabalho, as estratégias de avaliação e a calendarização. Demos também início à realização dos exercícios de visualização espacial propostos no Anexo 4 (exercícios 1 a 8) e que tinham como objetivo exercitar a capacidade de efetuar rotações mentais, realizar transformações nos objetos e imaginar diferentes pontos de vista dos mesmos. A adesão a estas atividades foi muito positiva dado que os alunos demonstraram bastante interesse e motivação durante a realização das mesmas pelo seu carácter lúdico.

O resto da aula foi disponibilizada para os alunos levantarem questões, tirarem dúvidas e discutirem ideias com a professora e com os seus pares. Solicitámos ainda aos alunos que trouxessem já algumas fotografias de possíveis locais de interesse, para começar na aula seguinte a interpretação dos pontos de fuga fundamentais.

Iniciámos a aula com a apresentação da 2ª parte do *PowerPoint* cujo tema incidia na Perspetiva Linear. Nesta apresentação abordámos brevemente a história da perspetiva apresentando alguns exemplos relevantes da história da arte ocidental, sobre os quais assinalámos as principais linhas dominantes, os pontos de convergência, a linha do horizonte, a escala, a proporção e a relação espacial entre os objetos representados. Abordámos também as diferentes representações perspéticas no que refere ao número de pontos de fuga e ainda o *método do paralelepípedo envolvente* através do qual se pode inserir objetos num espaço, adicionando ou subtraindo formas, para a representação do objeto pretendido.

De seguida, com base nas fotografias que os alunos trouxeram, iniciámos também os exercícios de interpretação de pontos de fuga fundamentais das mesmas, com o objetivo de compreender, os conceitos e relações inerentes à perceção visual e conseqüentemente à Perspetiva Linear. Com folhas de acetato ou papel vegetal, ou mesmo em cima da fotografia impressa começámos por prolongar as linhas principais dos edifícios, das janelas e portas, das ruas, para determinar os pontos de convergência principais, ou pontos de fuga.

Nesta aula demonstrámos ainda no quadro do processo para representar um espaço interior e exterior em Perspetiva Linear a partir de 2 pontos de fuga predeterminados sobre a linha do horizonte, seguindo a sequência de etapas apresentadas na Figura 17 e Figura 18. A partir desta demonstração os alunos realizaram o exercício nº 9 do Anexo 4 que consistiu na realização de esboços em perspetiva de um espaço interior, ou exterior, procurando representar diversos pontos de vista do mesmo espaço recorrendo apenas à memória e à imaginação. Alguns alunos optaram por fazer este exercício desenhando a sala de aula sem sair do lugar, fazendo um desenho “à vista”, mas com um ponto de vista inverso, outros quiseram logo experimentar desenhar o seu próprio quarto ou sala. Nesta atividade, muito poucos alunos optaram pela representação de espaços exteriores, sem motivo aparente.

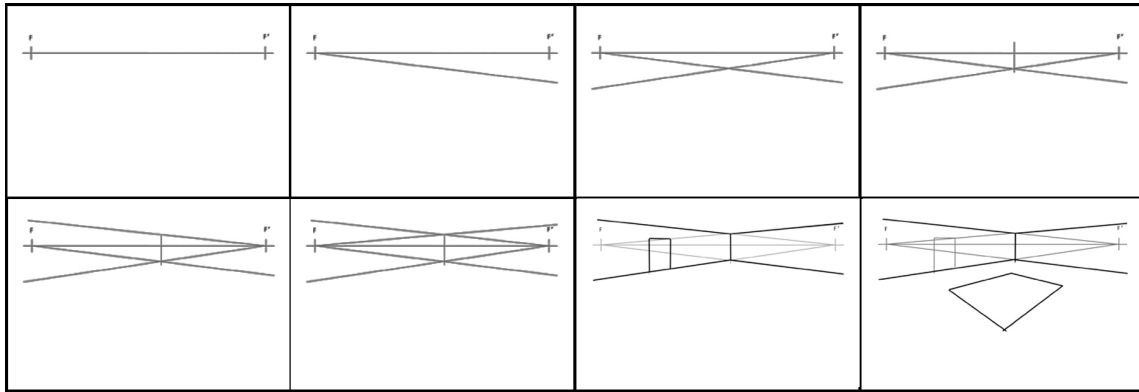


Figura 17. Representação de um espaço interior em Perspetiva Linear.

Fonte: própria.

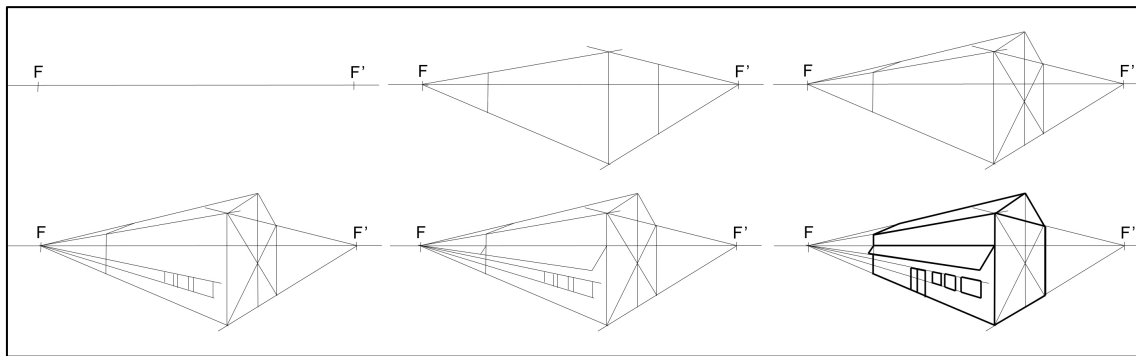


Figura 18. Representação de um espaço exterior em Perspetiva Linear.

Fonte: própria.

AULA Nº 4 | 25/11/2011 [turma completa]

Nesta aula continuámos a realização de exercícios de perspetiva à mão levantada, abordando questões como a escala, a profundidade, a figura humana e o *método do paralelepípedo envolvente* como estratégia para inserir mobiliário ou figuras humanas num espaço perspetivado (conforme exercícios 10 e 11 do Anexo 4).

Partindo do exercício nº 10 demonstrámos no quadro como determinar a posição de uma figura humana na posição A, através de linhas auxiliares e do ponto de fuga principal. De seguida, acompanhámos individualmente, ou em grupo, a resolução do exercício (determinação das restantes posições B, C e D) e verificámos que alguns alunos ainda tinham dificuldades em utilizar as linhas orientadoras de construção gráfica em perspetiva, pelo que reforçámos a explicação no quadro e o acompanhamento desses alunos durante o desenvolvimento do exercício.

No exercício nº 11, os alunos demonstraram mais facilidade na compreensão e conclusão do mesmo que incidiu sobretudo no *método do paralelepípedo envolvente*. Concluídos os exercícios voltámos a representar espaços exteriores ou interiores, em perspectiva segundo dois pontos de fuga, nos quais se pedia a inserção de figuras humanas e peças de mobiliário, ou outros, segundo uma linguagem gráfica analítica e geométrica, e sempre com recurso à imaginação ou à memória.

Após a realização destas atividades, os alunos demonstraram compreender os conceitos estruturantes do desenho em Perspetiva Linear através dos desenhos, havendo ainda alguns alunos com dificuldade em conjugar a escala e a proporção dos objetos num espaço.

AULA Nº 5 | 05/12/2011 [turma completa]

Nesta aula a maior parte da turma trouxe ideias, esboços e alguns desenhos em Dupla Projeção Ortogonal, à mão levantada, para serem discutidas com a docente. Verificámos que a grande maioria dos alunos optaram por espaços arquitectónicos interiores, tendo havido apenas duas alunas que escolheram a recriação de um objeto.

Esta aula foi inteiramente dedicada à discussão, individual ou a pares, dos projetos que começaram a nascer. A pedido de alguns alunos reforçámos novamente a explicação sobre como representar objetos ou espaços em Perspetiva Linear à mão levantada. Nesta altura, alguns alunos trouxeram já as medidas e/ou plantas dos locais que pretendiam modificar e nestes casos acompanhámos a representação em Dupla Projeção Ortogonal à escala de 1:50 ou 1:100 do espaço com as alterações pretendidas.

AULA Nº 6 | 07/12/2011 E 09/12/2011 [aulas de turno]

Esta aula foi dedicada à introdução da Perspetiva Linear como método de representação rigorosa. Começámos por comparar os sistemas de projeção nomeadamente o sistema de projeção paralela ou cilíndrica e o sistema de projeção central ou cónica representando no quadro um esquema-comparativo.

Na Dupla Projeção Ortogonal, ou sistema de projeção cilíndrica, as retas projetantes são retas de topo e retas verticais paralelas entre si e que se encontram no infinito; na Perspetiva Linear, ou sistema de projeção cónica, as retas projetantes são

retas oblíquas ao quadro que têm um ponto em comum, o centro de projeção, o observador (Figura 19).

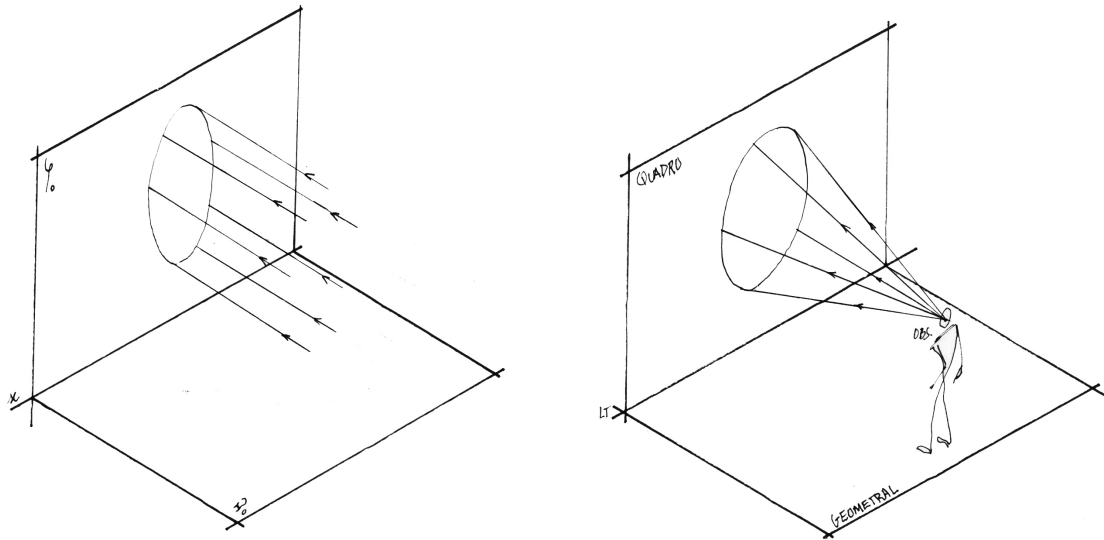


Figura 19. Projeção paralela ou cilíndrica e projeção central ou cônica.

Fonte: própria. À esquerda: exemplo de uma projeção paralela ou cilíndrica numa representação diédrica (para maior clareza na representação gráfica do conceito apenas apresentamos a projeção frontal); à direita: exemplo de uma projeção central ou cônica numa representação perspetiva.

De seguida, estabelecemos uma relação entre o modo como o espaço é dividido na representação Diédrica e na Perspetiva (Figura 20 e Figura 21) e apresentámos os conceitos gerais relativos aos dois sistemas de projeção. Na Dupla Projeção Ortogonal (ou representação diédrica, ou método de Monge) o espaço é dividido em 4 quadrantes, através de dois planos ortogonais entre si, o Plano Horizontal de Projeção (v_0) e o Plano Frontal de Projeção (φ_0). Por sua vez cada quadrante é dividido em dois octantes através dos planos bissectores (β_{13} ou β_{24}), isto é, cada um destes planos divide cada quadrante em dois diedros iguais e que dão origem a 8 octantes na totalidade.

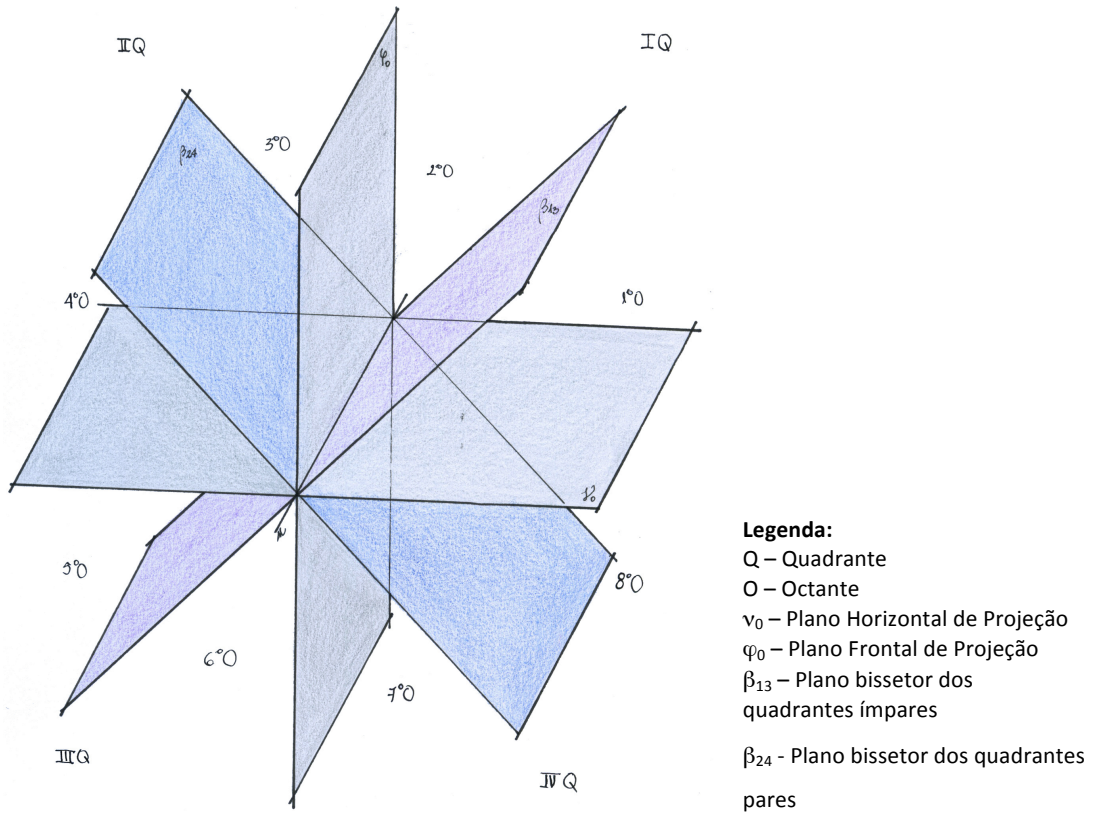


Figura 20. Divisão do Espaço na Dupla Projeção Ortogonal
 Fonte: própria.

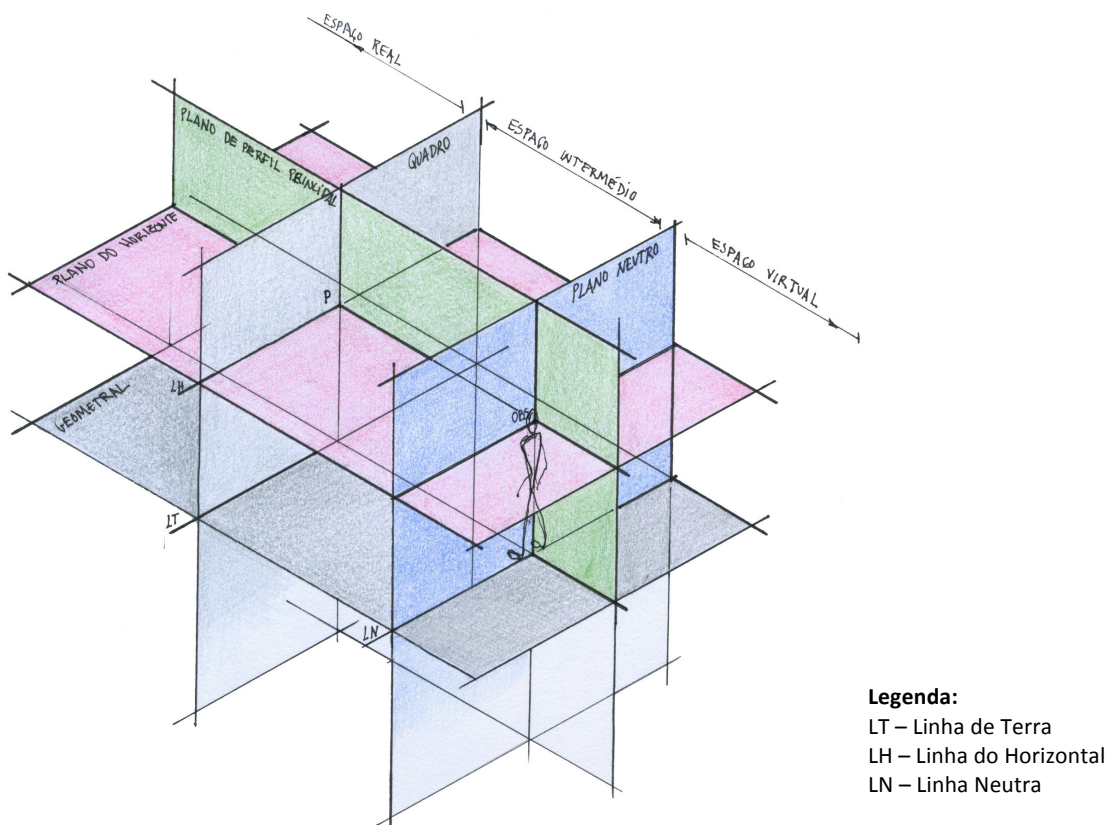


Figura 21. Divisão do espaço na Perspetiva Linear – Perspetógrafo.
 Fonte: própria.

Na Perspetiva Linear de quadro vertical, frontal e plano, o espaço é sobretudo dividido em três, e chama-se agora perspetógrafo: o espaço real, o espaço intermédio e o espaço virtual, sendo que a nomenclatura altera conforme é apresentado no Quadro 3. Também apresentámos as definições dos principais conceitos do perspetógrafo através do seguinte glossário:

- **Quadro** – Plano frontal de projeção;
- **Geometral** – Plano horizontal que determina a origem das alturas, ou cotas;
- **Linha de Terra** – Reta de interseção entre o Quadro e o Geometral;
- **Plano do Horizonte** – Plano horizontal que passa pelo observador;
- **Linha do Horizonte** – Reta de interseção entre o Quadro e o Plano do Horizonte;
- **Plano Neutro** – Plano frontal que passa pelo observador;
- **Linha Neutra** – Reta de interseção entre o Geometral e o Plano Neutro;
- **Plano de Perfil Principal** – Plano de perfil que passa pelo observador;
- **Ponto P** – Ponto de Projeção Principal. Equivale ao O” na representação diédrica, ou sistema de projeção cilíndrica.

Quadro 3. Quadro-resumo: Dupla Projeção Ortogonal vs. Perspetiva Linear

	Dupla Projeção Ortogonal	Perspetiva Linear
Sistema de Projeção	Paralela ou cilíndrica (os raios visuais, ou retas projetantes, são paralelos entre si)	Central ou Cónica (os raios visuais, ou retas projetantes, convergem num ponto, o observador)
Localização do Observador	Distância infinita	Distância finita
Nº de planos de projeção	2 (ν_0 e φ_0)	1 (Quadro)
Constituição do referencial	I e IV Quadrantes	Espaço intermédio e Espaço Virtual
	II e III Quadrantes	Espaço Real
	Eixo x	LT – Linha de Terra
	Plano Horizontal de Projeção - ν_0	Geometral
	Plano Frontal de Projeção - φ_0	Quadro

No final da aula ainda houve tempo para acompanhar os alunos na realização dos seus projetos, quer ao nível da representação dos esboços em Perspetiva Linear, quer na representação em Dupla Projeção Ortogonal do espaço modificado.

Após a breve introdução ao sistema de projeção central ou cônica na aula anterior, demos início à apresentação do Método Direto baseado na *Costruzione Legittima*. Começamos por dar um enunciado com as coordenadas de um ponto **A** e do Observador e continuámos com a demonstração no quadro, através de representações bidimensionais e tridimensionais, conforme Figura 22. Dado que o método direto implica a interseção dos raios visuais com o Quadro (ou plano frontal de projeção) para a determinação dos pontos em perspectiva, demonstrámos então que a perspectiva do ponto **A** coincide com o traço frontal do raio visual que passa por **A**.

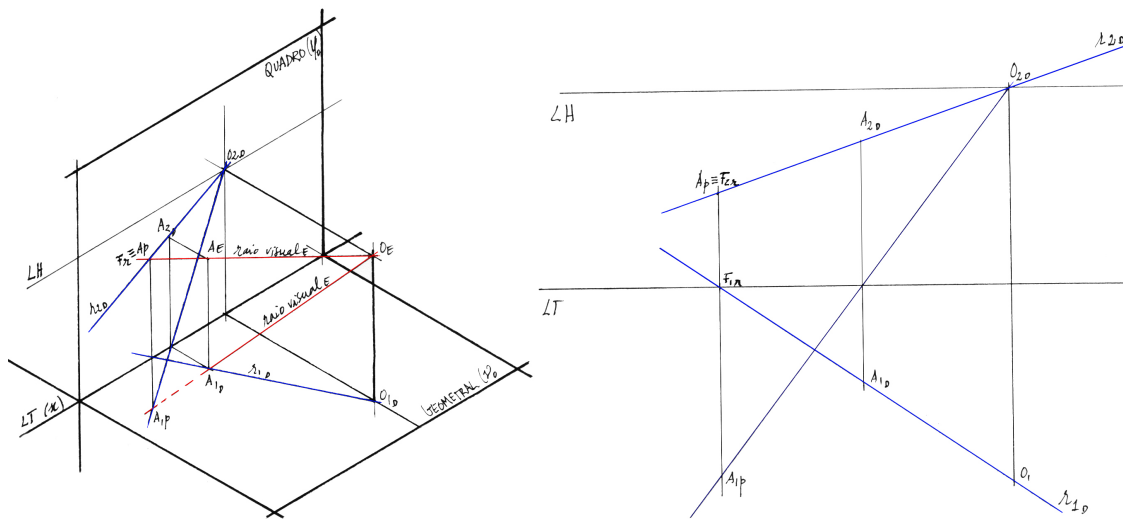


Figura 22. Perspetiva de um ponto segundo o método direto.
Fonte: própria.

Após a exemplificação da perspetiva de um ponto, procedemos à perspetiva de um cubo assente no Geometral e no espaço real (com cota positiva) e com uma aresta contida no Quadro. Escrevemos o enunciado no quadro e demonstrámos, passo a passo, à turma os alunos a repetição do método direto aplicado no exercício anterior, para todos os vértices do cubo, conforme Figura 23: a), b) e c). Referimos ainda aos alunos que, no método direto, não é necessário determinar pontos de fuga. Aliás, qualquer representação, por muito complexa e pormenorizada que seja, pode ser executada através deste método, mas dado o excesso de traçado que envolve e a falta de rigor que daí advém, deve-se conjugar com o método dos pontos de fuga fundamentais, como depois acabámos por demonstrar conforme Figura 23: d).

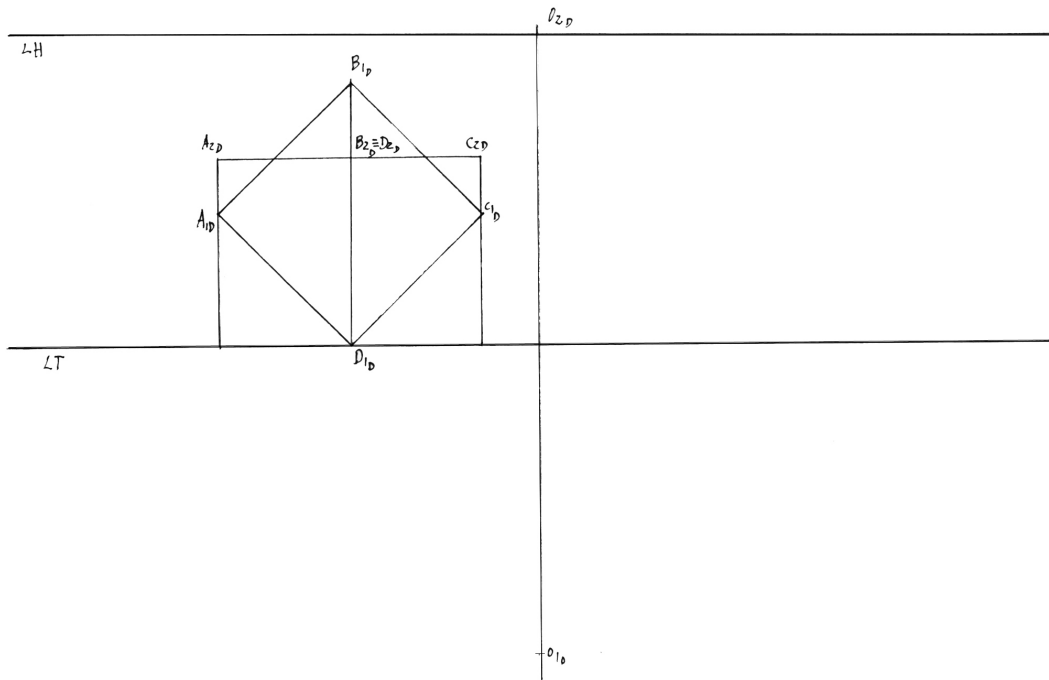


Figura 23. a) Representação de um cubo, em Perspectiva Linear, segundo o método direto.
 Fonte: própria.

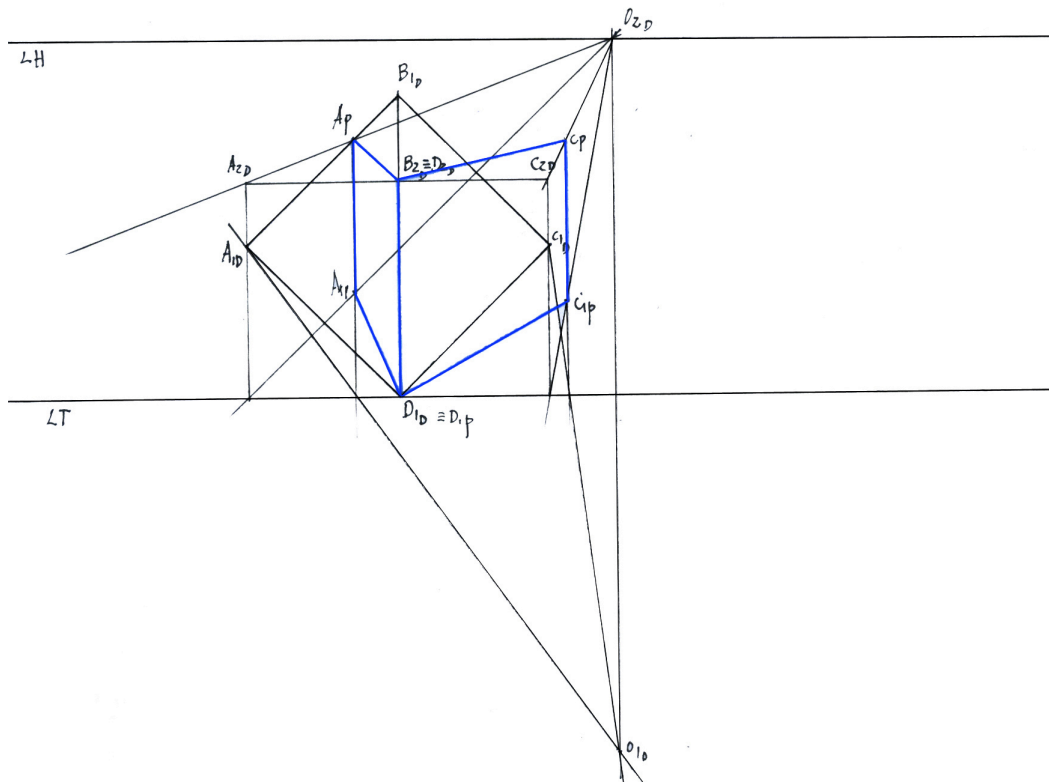


Figura 23. b) Representação de um cubo, em Perspectiva Linear, segundo o método direto.
 Fonte: própria.

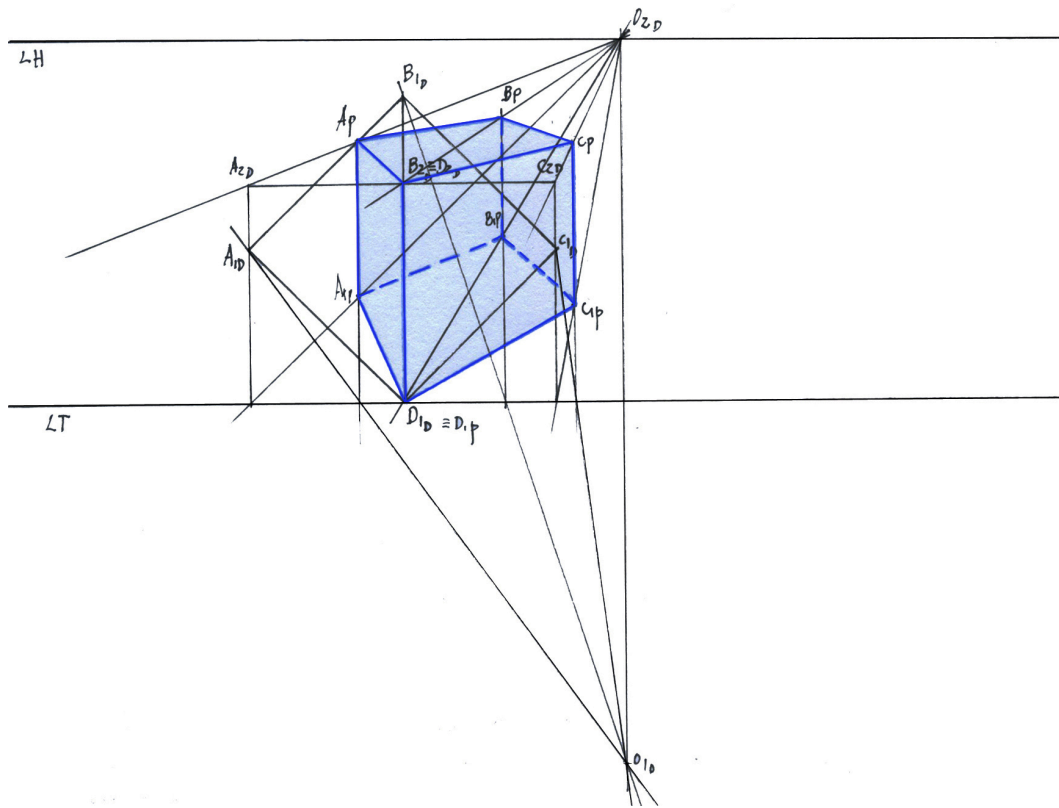


Figura 23. c) Representação de um cubo, em Perspetiva Linear, segundo o método direto.
 Fonte: própria.

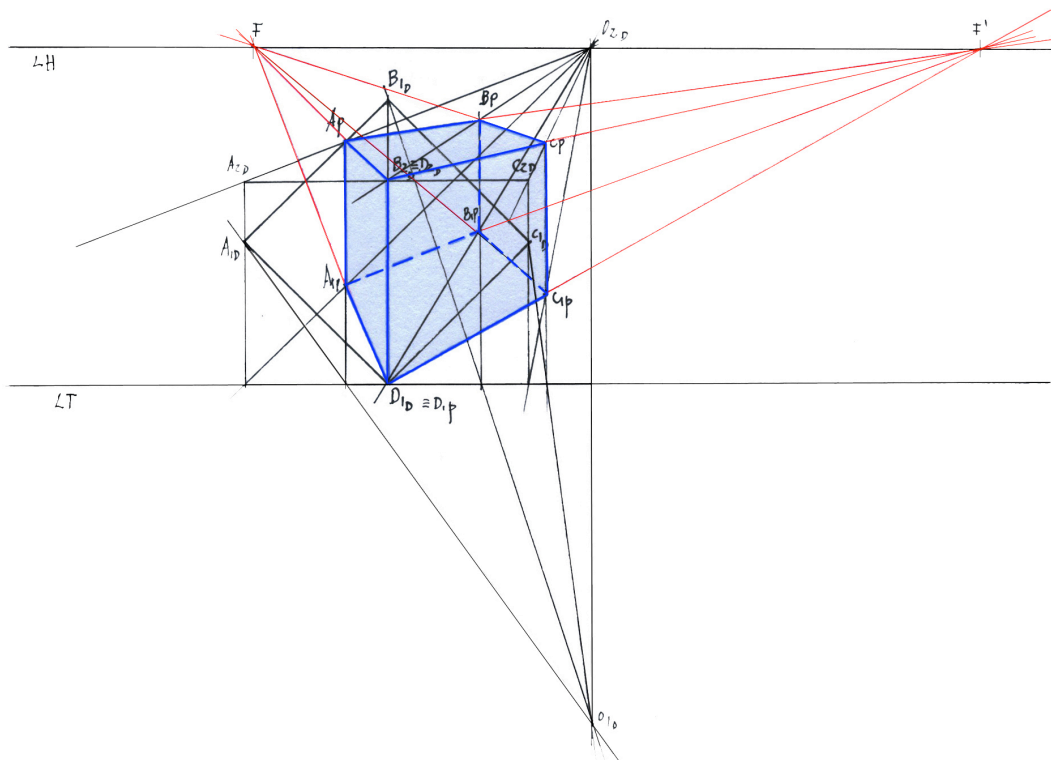


Figura 23. d) Verificação dos pontos de fuga dominantes de um cubo em Perspetiva Linear.
 Fonte: própria.

AULA Nº 8 | 14/12/2011 E 15/12/2011 [aulas de turno]

Nesta aula acabámos por rever e concluir a perspetiva do cubo, esclarecer dúvidas e sedimentar conteúdos com novas representações de sólidos perspetivados.

Foram ainda realizadas diversas tarefas conforme as necessidades de cada aluno: alguns alunos optaram por repetir o exercício com outras coordenadas, outros continuaram a fazer perspetivas à mão levantada, esboçando ideias e espaços modificados, outros esboçavam peças de mobiliário e pormenores, outros já se encontravam bastante avançados tendo praticamente concluído a Dupla Projeção Ortogonal do espaço modificado.

Esta foi a última aula de acompanhamento dos projetos e foi dedicada à revisão, correção ou melhoramento de alguns aspetos referidos por nós ou mesmo pelos alunos, seja no desenho em Dupla Projeção Ortogonal do espaço modificado, nos esboços para a alteração do local ou da linguagem e apresentação do Dossiê do anteprojecto.

1.2 Desenho técnico e preparação do dossiê de projeto: 2ª Fase | 2º Período

OBJETIVOS:

- Aplicação do método direto e os pontos de fuga dominantes na representação rigorosa de um espaço em Perspetiva Linear plana;
- Representação de objetos num espaço perspetivado considerando noções de escala e proporção e a relação entre objetos num mesmo espaço através da representação rigorosa;
- Estruturação e organização de um Dossiê de Projeto que contenha todas as fases do trabalho desenvolvido.

AULA Nº 9 | 08/02/2012

Esta fase incidiu particularmente no acompanhamento dos projetos de cada aluno, sobretudo dedicados à representação rigorosa em perspetiva dos espaços modificados, segundo o método direto. O acompanhamento da correção e preparação do Dossiê de Projeto finalizado não retirou muito tempo às aulas, até porque enquanto professora destes alunos, durante todo o ano letivo, pudemos disponibilizar tempo extra

em diversas ocasiões, como aulas de apoio, nas próprias aulas, ou outras situações semelhantes.

Quando iniciámos esta 2ª fase, verificámos que ainda havia muitos alunos insatisfeitos com as suas primeiras propostas entregues no 1º Período, por isso foi-lhes dada a oportunidade de continuarem a desenvolver os estudos e esboços, em perspetiva e em Dupla Projeção Ortogonal, para a alteração do local. Contudo, considerando o pouco tempo disponível, demos início à representação rigorosa da perspetiva dos espaços modificados. Acompanhámos individualmente cada aluno no sentido de orientar, explicar e reforçar as metodologias exemplificadas na fase anterior, e aplicá-las agora, sobre a planta e o alçado dos projetos.

Os alunos manifestaram alguma apreensão no início da aplicação deste método na perspetiva dos espaços, pois, não conseguiam determinar previamente qual a melhor disposição das plantas, do observador e do ângulo de visão na folha de papel. Além de que a determinação do perspetógrafo implicava a determinação de medidas com a mesma escala em Dupla Projeção Ortogonal, o que gerou ainda mais insegurança nos alunos. Por este motivo, foi necessário ajudá-los a posicionar a planta e o alçado em relação ao Quadro, e em relação ao observador, para minimizar os erros e as distorções perspéticas que este método implica, tal como referimos no capítulo I-2.3 *A Costruzione Legittima e o método dos pontos de fuga*. Assim que os alunos começaram a traçar as arestas estruturais do espaço projetado, o ânimo sobrepôs-se à insegurança manifestada no início da aula, apesar de, também, se consciencializarem de que seria um trabalho minucioso, rigoroso e que implicaria ainda muito empenho e concentração.

Nos casos em que os alunos optaram por representar um espaço interior, foi necessário posicionar a planta de modo a que o observador se encontrasse dentro da divisão, mas também tendo sempre uma aresta da mesma contida no Quadro de projeção para que servisse de apoio para a marcação, em verdadeira grandeza, das alturas do espaço. Nestes exemplos a divisão atravessava os três espaços do perspetógrafo, sendo que se representou, apenas, a divisão no espaço intermédio e no espaço real. Também nestes casos, foi necessário determinar a altura do observador à mesma escala em que a planta foi executada, para que o ângulo de visão fosse o mais realista possível dentro da divisão.

Nos exemplos em que os alunos optaram pela representação de um espaço exterior, procurámos posicionar a planta apenas no espaço real, e de modo a que uma

aresta da divisão se encontrasse no Quadro, para a marcação das cotas em verdadeira grandeza. Uma vez optando pela representação de um espaço exterior os alunos tiveram oportunidade de poder experimentar uma perspetiva aérea, na qual o observador se posiciona acima da altura média de uma pessoa.

Nos exemplos em que os alunos optaram por representar peças de mobiliário procurou-se posicionar a planta no espaço intermédio e no espaço real, de modo a que existisse pelo menos uma aresta pertencente ao Quadro de Projeção para a marcação das alturas. As coordenadas do observador foram também determinadas de acordo com a escala do desenho. Num caso em particular, decidimos, em conjunto com a aluna, enquadrar a peça de mobiliário num espaço interior para que se tivesse a noção de escala dentro desse espaço.

AULA Nº 10 | 08/02/2012 E 09/02/2012 [aulas de turno]

Nesta aula voltámos a explicar e a acompanhar os alunos que na aula nº 9 não tinham ainda a Dupla Projeção Ortogonal do espaço modificado, enquanto que os restantes alunos continuavam a desenvolver os seus desenhos e projetos. Verificámos que vários alunos se envolveram de tal modo no projeto que foram apresentando nas aulas diversas experimentações que não estavam previstas, ou não foram solicitadas, sobretudo relacionadas com o estudo e esboços de mobiliário de decoração, equipamentos, desenhos tridimensionais com recurso a softwares, esboços de elementos da natureza, diferentes pontos de vista em perspetiva rigorosa.

Dado o interesse que alguns alunos manifestaram em representar objetos ou superfícies curvas, surgiu a oportunidade de demonstrar a construção gráfica de elipses em Perspetiva Linear, partindo de uma circunferência dividida em 8 partes iguais segundo as diagonais e as medianas de um quadrado no qual está inscrita (Figura 24). Determinando-se em primeiro lugar, segundo o método direto ou método dos pontos de fuga, o quadrado ou semi-quadrado perspetivado, determina-se um dos seus lados como eixo de homologia paralelo ao Quadro, através do qual se constrói em verdadeira grandeza a circunferência ou semi-circunferência inscrita num quadrado ou semi-quadrado. Após a determinação das diagonais e das medianas, transfere-se os pontos equidistantes, resultantes da interseção daquelas com a circunferência, para o quadrado ou semi-quadrado perspetivado. Deste modo pudemos assistir à representação de vários elementos arquitetónicos ou decorativos nos quais foram aplicados estes conhecimentos.

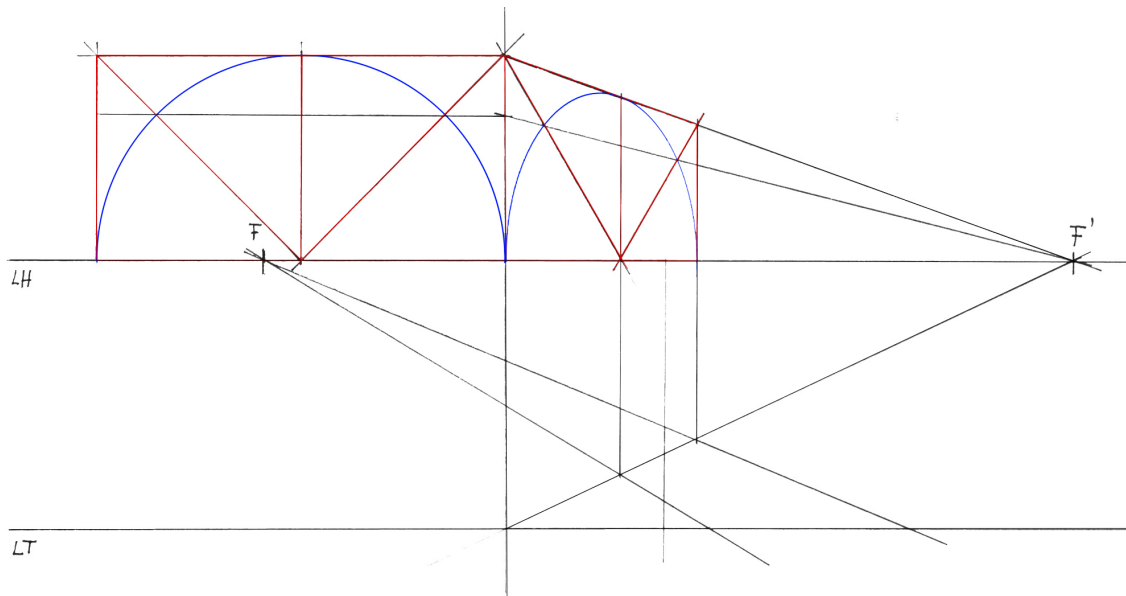


Figura 24. Perspetiva de uma semi-circunferência contida num plano vertical. Fonte: própria.
 Fonte: própria.

Surgiu também um trabalho no qual a aluna pretendia representar um salão de danças cujas paredes eram espelhos. Neste exemplo apresentámos graficamente o princípio de refletância, em que o grau de incidência é igual ao grau de reflexão, e demonstrámos à aluna como deveria determinar o reflexo da sala. O tipo de reflexo que se tratava era bastante simples, e foi rapidamente compreendido pela aluna, pois bastava determinar o reflexo como se as paredes fossem de vidro e permitissem ver outra sala exatamente homónima (Figura 25). Assim, representou-se em dupla projeção ortogonal duas salas simétricas, cujo eixo de simetria era a parede espelhada. De seguida através do método direto, determinou-se a perspetiva dos reflexos. Este exemplo foi também facilitado pelo facto de ser um salão de danças, que por natureza deve ser ampla e sem objetos decorativos, pelo que bastou determinar os reflexos das paredes da sala e, através do traçado, dar alguma expressividade.

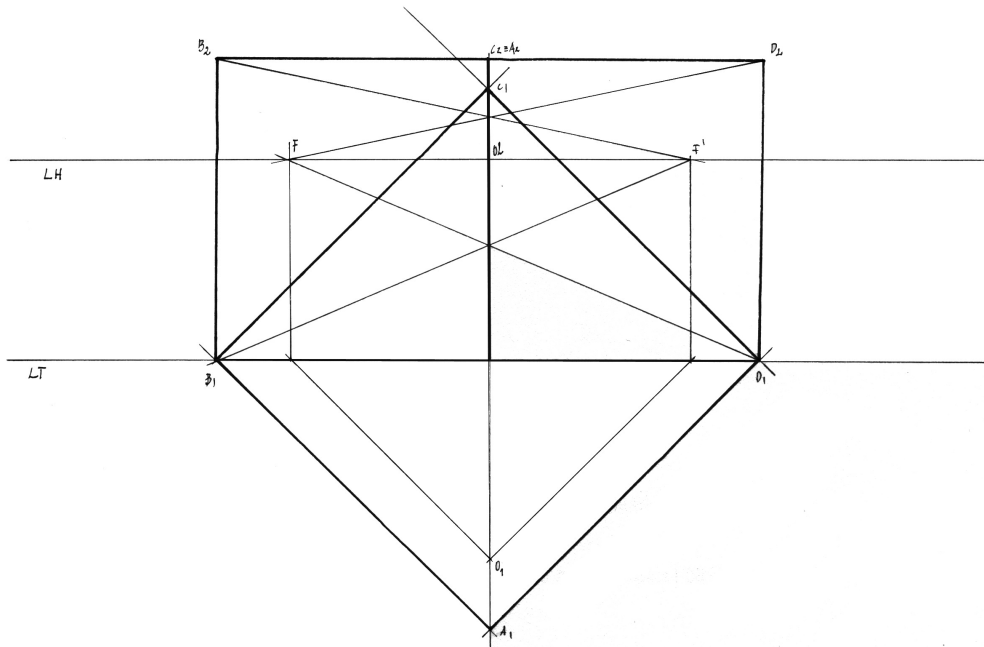


Figura 25. a) Exemplo de representação do reflexo de uma sala. Fonte: própria.

Fonte: própria. Neste exemplo, através da Dupla Projeção Ortogonal, inserimos o observador no interior do espaço a perspetivar. Organizámos o perspetógrafa da seguinte maneira: posicionámos a planta da sala de modo a que esta ficasse a 45° graus com o Quadro; colocámos duas arestas da sala coincidentes com o Quadro de Projeção; por último, centrámos o observador em relação à mesma. Esta disposição permitiu recorrer aos pontos de fuga das retas a 45° graus com o quadro para a determinação das arestas principais da sala, deixando o método direto para outras representações posteriores.

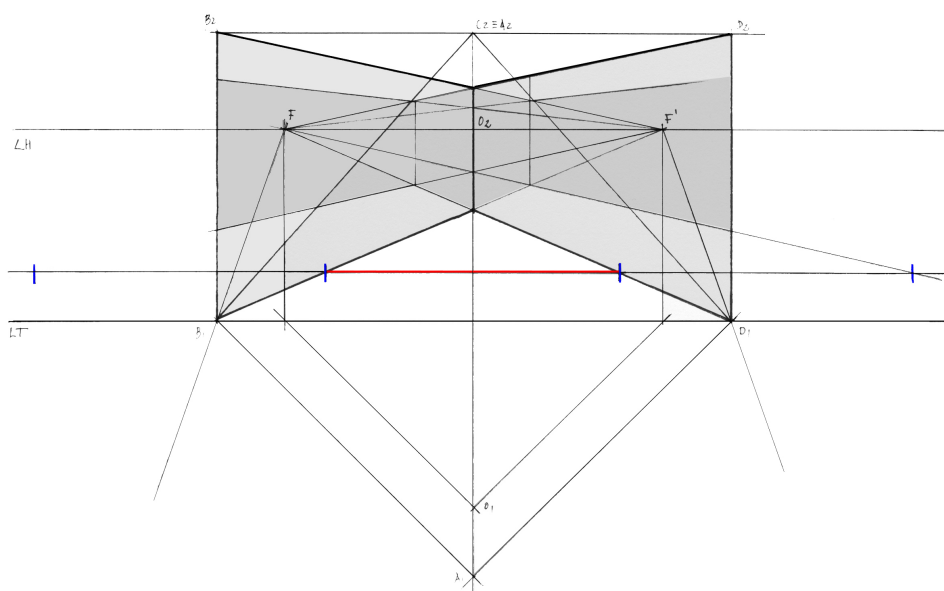


Figura 25. b) Exemplo de representação do reflexo de uma sala. Fonte: própria.

Fonte: própria. Para a representação do reflexo da sala, utilizou-se os mesmos pontos de fuga das linhas dominantes da sala no espaço. A partir da medida que se encontra a vermelho e que está sob uma reta fronto-horizontal, transferimos para a mesma linha, em ambos os espaços refletidos. Na Perspetiva Linear plana, este tipo de retas (a par com as retas verticais e de frente) não têm ponto de fuga, logo podemos multiplicar ou dividir as suas medidas sem que estas fiquem perspetivadas. De seguida determinámos as arestas da sala refletidas unindo aos pontos de fuga dominantes.

AULA Nº 11 | 07/03/2012 E 08/03/2012 [aulas de turno]

Esta aula consistiu na continuação das aulas anteriores, mas serviu também como ponto da situação dos trabalhos dos alunos em que registámos um nível de desempenho médio Bom, na construção de perspetivas à mão levantada e rigorosa.

Os alunos demonstraram grande entusiasmo nos resultados obtidos e registámos também positivamente a diversidade de espaços perspetivados, tais como: quartos, salas, sala e hall de entrada, cozinhas, casa-de-banho, paragem de autocarro, estúdio de cinema, um contentor de mercadorias transformado num T0, um móvel de quarto multifuncional, uma loja de moda e de música, um jardim e um salão de danças.

AULA Nº 12 | 21/03/2012 E 22/03/2012 [aulas de turno]

Encontrava-se previsto na planificação de atividades (Anexo 5) a introdução, no dossiê de projeto, de um desenho técnico em Perspetiva Linear, numa folha A4, do local modificado e cuja resolução serviria de base para ampliar e repetir numa folha A3 ou A2, a ser realizada na 3ª fase. Dadas as contingências da falta de tempo e a pedido dos alunos, foi permitido que entregassem os desenhos técnicos inacabados, ou apenas estudos técnicos para a resolução do problema. Assim, os alunos comprometeram-se a desenvolver parte do desenho rigoroso até ao início da fase seguinte, para que pudessem terminar o desenho rigoroso nas aulas previstas para o 3ª Período.

Continuámos o acompanhamento dos desenhos técnicos e constatámos que vários alunos começaram a resolver o desenho com recurso a outros métodos que intuitivamente descobriram, nomeadamente, nos casos em que os pontos de fuga não se encontram dentro dos limites do papel, alguns alunos recorreram aos pontos de fuga das diagonais dos quadrados, ou rectângulos, equivalentes entre si no espaço, para determinar pontos que de outra forma não conseguiriam, a não ser recorrendo novamente ao método direto.

Esta aula serviu também para concluir e relembrar algumas indicações sobre as correções necessárias ao melhoramento do anteprojecto, de acordo com as diretrizes registadas e comunicadas aos alunos na fase anterior, de modo a entregar o Dossiê de Projeto na data proposta, já corrigido e finalizado. Apesar da data de entrega ser no dia seguinte, vários alunos já tinham o Dossiê finalizado, sobre os quais verificámos uma

evolução na organização de conteúdos e introdução de novos esboços, desenhos e pesquisas realizadas.

1.3 Desenho técnico e apresentação final: 3ª Fase | 3º Período

OBJETIVOS

- Aplicação do método direto e dos pontos de fuga dominantes na representação rigorosa de um espaço em Perspetiva Linear plana;
- Preparação e montagem da exposição coletiva dos trabalhos dos alunos.

AULA Nº 13 | 11/04/2012 E 12/04/2012

No início do ano letivo planeámos em conjunto com a professora cooperante e colega Carla Gil, o reforço interdisciplinar na 3ª fase do projeto, entre as disciplinas de Desenho e Geometria Descritiva, dado que estava prevista a realização de um desenho expressivo que visava não só aplicar os conceitos fundamentais da Perspetiva Linear, como também, explorar a representação da perspetiva atmosférica de acordo com os materiais mais indicados. Estes trabalhos foram elaborados nas aulas de Desenho, com a orientação da colega, nas quais comparecemos para apoiar e reforçar não só os aspetos técnicos mas também plásticos do desenho. Foi muito interessante acompanhar os alunos nestes desenhos onde verificámos a exploração de outros conceitos inerentes à geometria (mas não abordados na aula, por falta de tempo) como as sombras, os reflexos e as modelações luminosas.

As aulas previstas de Geometria Descritiva para o desenvolvimento da 3ª fase deste projeto, incidiram sobretudo na conclusão da perspetiva rigorosa do espaço modificado projetado pelos alunos. Assim, nesta fase os alunos já se encontravam a inserir objetos nos espaços, segundo o método do paralelepípedo envolvente, atividade que fomos acompanhando ao longo da aula, individualmente e conforme as dúvidas dos alunos.

AULA Nº 14 | 13/04/2012

Esta aula foi a última aula dedicada à conclusão dos desenhos rigorosos para os alunos que ainda não tinham terminado. Acompanhámos estes alunos e solicitámos

àqueles que já haviam terminado que se organizassem por grupos para dar início aos preparativos para a montagem da exposição prevista para o átrio da escola. Nesta etapa foi notório o orgulho demonstrado pelos alunos sobre os seus projetos, a cooperação e entreaajuda na preparação da exposição. Conforme tínhamos inicialmente combinado, a exposição deveria conter um dos esboços realizados na 1ª e na 2ª fase, o Desenho Técnico Rigoroso e o Desenho Expressivo orientado pela Professora Carla Gil nas aulas de Desenho. Alguns alunos esqueceram-se de trazer um destes itens, no dia da montagem, pelo que nem todos puderam apresentar, publicamente, o processo evolutivo dos seus projetos. Em contrapartida, aqueles alunos que anularam a disciplina, mas quiseram continuar o trabalho até ao fim, também tiveram oportunidade de expor os seus trabalhos.



Figura 26. Montagem da Exposição *Perspetivando Lugares*. Átrio da Escola. Oeiras (2012).
Fonte: própria.

Na última aula do ano letivo, que normalmente é dedicada à autoavaliação, conversámos com os alunos no sentido de fazer um balanço geral do ano letivo, bem como do projeto de trabalho. A opinião geral sobre o trabalho foi bastante positiva e os alunos acharam o projeto bastante desafiante, no entanto, o aspeto negativo mais referido por todos foi, de facto, a falta de aulas necessárias para que os alunos pudessem realizar todas as tarefas nos tempos letivos. Referiram ainda que gostariam de ter aprofundado com mais detalhe a perspetiva atmosférica nas aulas de geometria, para além das aulas de desenho.

2. AVALIAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 Avaliação quantitativa

Na primeira fase do trabalho optámos por uma avaliação criterial, discutida com os alunos, com o objetivo de incentivar os alunos a realizar e a entregar todos os itens solicitados, possibilitando, à partida, a garantia de terem um mínimo de 10 valores no trabalho. Contudo, verificámos que houve pelo menos 4 alunos que, ainda assim, não cumpriram este objetivo. Para além desta avaliação criterial, foi imprescindível uma avaliação sumativa para aferir as competências técnicas dos itens solicitados. Foi, sem dúvida, a fase mais ligeira do projeto de trabalho, na qual os alunos, por um lado demonstraram interesse e curiosidade perante os exercícios e as atividades propostas, por outro, notámos que os alunos terão acumulado o desenvolvimento das suas ideias para o final do período, tendo gerado alguma preocupação, em ambas as partes, na fase de entrega do anteprojecto. Verificámos, também, que os conhecimentos da perspectiva à mão levantada foram relativamente bem adquiridos tendo surgido resultados muito satisfatórios na primeira fase dos esboços. Em relação ao anteprojecto, que seria uma primeira versão dos dossiês a concluir na segunda fase, notámos resultados muito díspares, com exemplos já muito bem concebidos e organizados e outros muito aquém do que se pretendia, pelo que quer numa situação quer noutra, foram por nós registadas e comunicadas aos alunos os aspetos positivos e negativos, com vista a manter ou a corrigir na fase seguinte.

Na segunda fase do trabalho, mantivemos a avaliação criterial, apenas no que respeita às diretrizes registadas anteriormente no anteprojecto, as quais, de uma forma geral, foram corrigidas pelos alunos. Apesar de nesta fase termos já iniciado os desenhos técnicos, a avaliação incidiu sobretudo no Dossiê de Projeto, cujos critérios incluíam não só aspetos formais ou organizativos, como também a verificação técnica dos desenhos em Dupla Projeção Ortogonal e a análise dos novos esboços em perspectiva.

Na terceira fase a avaliação incidiu nos desenhos técnicos e rigorosos dos espaços perspectivados, no que respeita à correta aplicação do *método direto* e dos pontos de fuga dominantes, nos detalhes introduzidos através do *método do paralelepípedo envolvente*, no rigor e expressividade do traçado.

Nesta última fase, registámos que uma aluna não entregou o desenho final, o que nos levou a questionar o sucedido. A aluna admitiu que não se tinha empenhado por falta de motivação e por outras questões alheias à disciplina. Registámos também um aluno que não realizou o desenho técnico em nenhuma das aulas disponibilizadas para o efeito, o que resultou numa perspetiva deformada do espaço desenvolvido dado a disposição do observador em relação ao perspetógrafo e ao espaço em questão, não obstante, do ponto de vista metodológico, o desenho técnico tinha aspetos positivos a considerar no momento da avaliação.

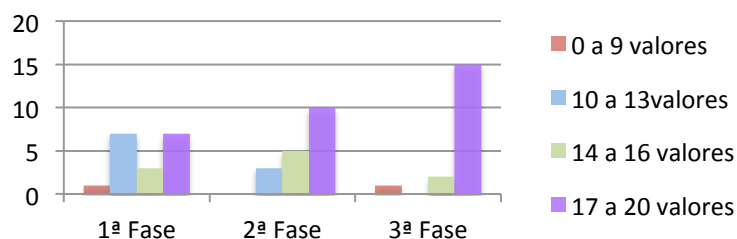
A avaliação quantitativa global da unidade de trabalho incidiu nos trabalhos dos 18 elementos da turma que terminaram o projeto e que não anularam a disciplina. Esta avaliação foi realizada com base em critérios de avaliação específicos para cada fase do trabalho conforme descritos no Anexo 5, cuja tipologia de avaliação adotada foi referida no capítulo II-3.6 *Estratégias de avaliação*. Com base nas classificações atribuídas nas três fases (Quadro 4), elaborámos um gráfico (Quadro 5) que nos permitiu ter uma ideia geral e comparativa sobre a evolução dos resultados.

Quadro 4. Resultados da avaliação quantitativa

Aluno	1ª fase	2ª fase	3ª fase
1	0	0	Anulou a disciplina
2	18	20	20
3	19	19	18
4	18	17	20
5	13	17	20
6	16	18	19
7	12	14	0
8	12	12	17
9	0	0	Anulou a disciplina
10	14	15	18
11	10	15	Anulou a disciplina
12	9	11	Anulou a disciplina
13	12	12	Anulou a disciplina
15	13	12	20
16	12	13	16
17	16	15	20
18	0	14	20
19	19	20	20
20	20	20	20
21	10	19	20
22	12	10	Anulou a disciplina
23	20	20	20
24	20	19	20
25	12	15	15

Note-se que, as duas primeiras fases incidiram sobretudo na representação perspética à mão levantada e no dossiê de projeto, pelo que, dados os valores apresentados, podemos concluir que houve uma evolução significativa nos aspetos em análise. Já na 3ª fase, a avaliação incidiu sobretudo no desenho técnico, verificando-se que todos os alunos tiveram notas acima dos 14 valores o que revela, ao nível da compreensão, domínio e resolução técnica, resultados muito satisfatórios.

Quadro 5. Gráfico dos resultados da avaliação quantitativa



A conclusão da análise dos trabalhos resultantes desta unidade de trabalho foi bastante satisfatória. Surgiram projetos que se caracterizaram quer na área da arquitetura, da decoração de interiores, das artes plásticas, do design de equipamento, do design gráfico, tal como se pretendia. Verificámos também uma clara evolução no pensamento visual e raciocínio espacial demonstrados nos esboços, desenhos técnicos e desenhos expressivos. Em relação ao desenho técnico e dada a escolha do ponto de vista do observador, verificou-se, em alguns casos, uma clara deformação perspética - que pode ocorrer neste sistema de representação, como já referimos anteriormente, sobretudo se se utilizar o método direto - mas que foi posteriormente corrigida pela maior parte dos alunos, durante a realização dos desenhos expressivos. Estes exemplos indicam que houve uma compreensão da técnica explorada sem prejuízo dos processos perceptuais para a compreensão e representação do espaço real ou imaginado. Verificámos também um balanço positivo na realização dos Dossiês de Projeto em que, de uma forma geral, os alunos compreenderam os objetivos para a correta organização e estruturação dos mesmos.

Registámos, ainda, o facto de que nem todos os alunos nos apresentaram a sequência de desenhos – esboço, desenho técnico e desenho expressivo - prevista para a exposição, pelo que sofreram uma penalização mínima na nota. É também por este motivo que, no Anexo 7, nem todos os alunos têm os três desenhos apresentados.

Gostaríamos também de referir alguns constrangimentos sentidos ao longo do processo de trabalho, sobretudo no que respeita à falta de tempo que não nos permitiu

realizar todas as tarefas em sala de aula, sendo que foi sempre solicitado aos alunos que desenvolvessem, para além das aulas, parte do trabalho em casa. Este aspeto justifica-se pelo facto de que os alunos se encontravam no 2º ano da disciplina e, como tal, não poderíamos disponibilizar o número de aulas que gostaríamos, dado a necessária e imprescindível preparação para o exame nacional a ocorrer no final desse ano letivo. Por este mesmo motivo, também não foi possível disponibilizar aulas práticas na disciplina de Geometria Descritiva, para a exploração e realização de exercícios sobre perspectiva atmosférica, pelo que este aspeto foi apenas acompanhado nas aulas de Desenho. Apesar de termos estruturado o projeto para que fosse realizado no âmbito interdisciplinar, cremos que este aspeto foi menos bem conseguido, dado que não tivemos oportunidade de acompanhar o número de aulas de Desenho, como tínhamos previsto inicialmente.

2.2 Avaliação qualitativa

A avaliação qualitativa global da unidade de trabalho incidiu sobre os 24 alunos, apesar da desistência de 6 alunos no início do 3º Período, pois considerámos relevante a análise geral do impacto deste projeto no âmbito da disciplina, dados que pudemos verificar enquanto professora desta turma. Para além de que, 4 destes alunos praticamente terminaram o projeto por iniciativa própria, apesar de não lhes ter sido atribuída a classificação, uma vez que haviam anulado a disciplina.

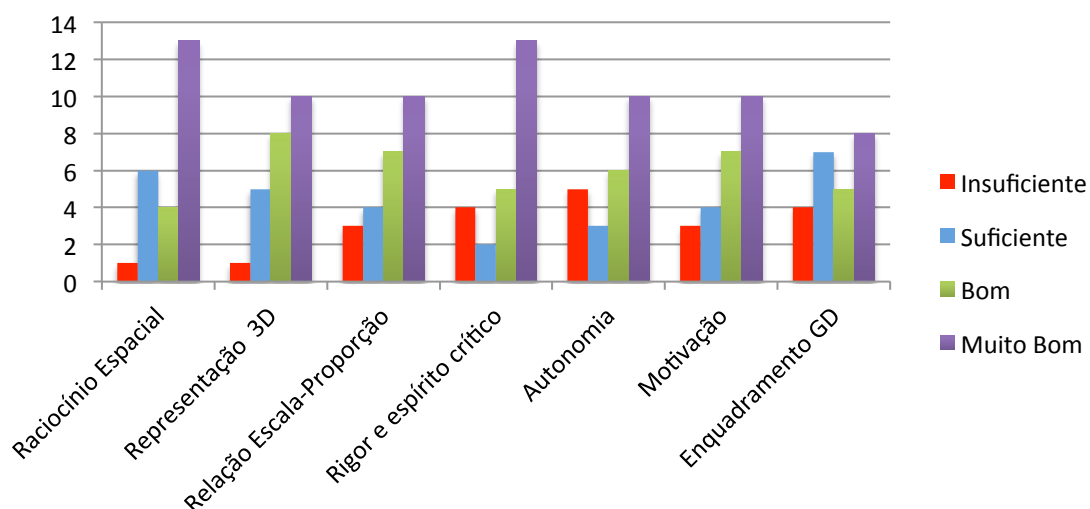
Esta avaliação foi realizada com base em critérios de avaliação por nós elaborados (Anexo 6) e que englobam, não só os aspetos técnicos do projeto, como também aspetos atitudinais manifestados ao longo do trabalho, sobretudo no que respeita à autonomia, motivação e compreensão dos objetivos da disciplina. Esta avaliação incide particularmente numa análise empírica por nós realizada sobre a aplicação do projeto e seus objetivos subjacentes, e em certa medida equivalentes aos da disciplina. Os resultados obtidos não foram alvo de um questionário formal aos alunos, foram sim baseados nos registos pessoais que efetuámos ao longo das aulas e das impressões que os alunos fizeram chegar até nós.

Os indicadores de avaliação que utilizámos foram de análise qualitativa compreendida entre Insuficiente e Muito Bom. Os critérios de avaliação foram: o

raciocínio espacial, a representação de uma ideia tridimensional real ou imaginada, a relação escala-proporção, o rigor e o espírito crítico, a autonomia, a motivação e o enquadramento da disciplina no âmbito das artes visuais. Assim, registámos em cada item de avaliação o número de alunos aos quais atribuímos uma determinada classificação qualitativa, tal como é apresentado no Quadro 6, o que nos permitiu constatar que a grande maioria dos alunos conseguiu atingir os objetivos propostos com sucesso.

No que respeita ao raciocínio espacial, ao rigor e espírito crítico, esta turma revelou, ao longo da aprendizagem na disciplina, resultados surpreendentes e que foram evoluindo ao longo do ano. Por outro lado, em relação ao enquadramento da disciplina notámos que, apesar da motivação ou do interesse demonstrado, existe ainda algum ceticismo quanto à aplicação da disciplina nas artes visuais.

Quadro 6. Gráfico da avaliação qualitativa no contexto da disciplina



Em suma, podemos afirmar que os alunos não só responderam de forma positiva ao trabalho, como tiveram resultados muito satisfatórios na representação de espaços imaginados através de esboços ou desenhos de carácter expressivo. Enquanto docente desta turma, gostaríamos ainda de salientar que este projeto, por incidir em aspetos que permitem desenvolver as competências espaciais, teve repercussões muito positivas ao longo da aprendizagem dos conteúdos programáticos da disciplina, verificando-se que os alunos melhoraram consideravelmente o raciocínio espacial, recorrendo frequentemente a imagens mentais e à sua representação gráfica para a compreensão e resolução de problemas geométricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando chega a altura em que a competição para a entrada na universidade se torna intensa, é rara a escola secundária que insiste em reservar para as artes o tempo necessário para tornar frutuosa a sua prática. Raras são, ainda, as instituições em que uma preocupação com as artes é conscientemente justificada pela compreensão de que elas contribuem de forma indispensável para o desenvolvimento de um ser humano racional e imaginativo.¹¹⁰

Esta passagem de Arnheim, da sua obra *Visual Thinking*, publicada pela primeira vez em 1969, é ainda hoje bastante atual. Como o autor refere, a preocupação com os exames nacionais por parte de toda a comunidade escolar, é um factor impeditivo para o desenvolvimento da criatividade, imaginação e autonomia do sujeito em desenvolvimento. Em consequência da busca por melhores resultados, os programas curriculares do agrupamento das artes, entre outros, e a própria abordagem dos professores aos métodos de ensino, têm vindo a caminhar no sentido de provocar nas crianças e nos jovens a sensação de dependência absoluta sobre aquele preciso momento de avaliação final, no qual depositam todo o seu futuro profissional e por consequência a sua realização pessoal. É fundamental ter presente uma consciência educativa que compatibilize a exigência, e até mesmo a pressão que dela advém, a criatividade e a imaginação, promovendo a curto, médio e longo prazo a cidadania, a autonomia, e não uma em substituição da outra.

O ato de educar deve dar lugar à busca de novos conhecimentos e reformulações dos mesmos, através da sua experiência e criatividade, e assim procurar novos caminhos que permitam preparar o indivíduo para as situações do “mundo” em que se vai envolver. A interiorização do saber em si mesmo (no sujeito), por si só, não conduz à articulação do conhecimento com a realidade, sendo necessário que o sujeito transforme dentro de si, aquilo que recolhe de fora por via da educação, das vivências, das relações sociais, para poder devolver ao mundo a sua própria visão do mesmo. Só assim a educação terá cumprido o seu papel: o de contribuir para uma sociedade plural composta por indivíduos livres e autónomos capazes de, através da sua singularidade e originalidade, assumir um papel relevante no desenvolvimento da sua comunidade.

¹¹⁰ Rudolf Arnheim, *Visual Thinking*. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 1997, p.3. Tradução nossa do original: “By the time the competition for college placement becomes acute, it is a rare high school that insists on reserving for the arts the time needed to make their practice at all fruitful. Rarer still is the institution at which a concern with the arts is consciously justified by the realization that they contribute indispensably to the development of a reasoning and imaginative human being”.

No nosso sistema de ensino, e em particular no ensino das Artes Visuais, damos conta de um enorme hiato que separa a geometria do campo artístico. Se por um lado, os colegas das áreas científicas desvalorizam a nossa disciplina, por considerarem o desenho um “meio menor” para a resolução de problemas abstratos, valorizando apenas a geometria analítica; por outro, e Geometria Descritiva é considerada por alunos, encarregados de educação e mesmo alguns professores de Artes Visuais, como uma disciplina técnica, abstrata, de conceitos normalizados, e que por isso está longe de se aproximar da subjetividade, da criatividade e da expressão individual. De facto, ela é a representação do mundo abstrato, mas também é um poderoso instrumento que na mão do “desenhador” permite libertar o gesto e aceder à intuição do traço, permitindo ainda sair fora do seu perímetro conceptual e experimentar outros estados sensíveis e formas psicológicas de percepção do mundo.

Ao longo dos anos e das constantes reformas “economicistas” a que temos assistido, a disciplina de Geometria Descritiva encontra-se cada vez mais afastada do seu campo de atuação e reduzida a uma tradição académica que segue conteúdos programáticos demasiado extensos, com pouca flexibilidade, e que impossibilitam a expansão do seu potencial educativo, desenvolvimento artístico e científico.

Atrever-nos-emos a dizer que atualmente, no nosso sistema de ensino, o estatuto da Geometria Descritiva tem ainda pouca expressão e encontra-se num espaço indeterminado entre as disciplinas científicas e artísticas. Mas, atendendo à história da arte e do pensamento científico, esta questão nem sequer se deveria colocar. São nossos conhecidos “artistas-cientistas” como Brunelleschi, Alberti, Piero della Francesca, Leonardo da Vinci, entre muitos outros, que se notabilizaram no seu tempo, deixando-nos valiosos legados, através de tratados que reuniram os problemas da representação pictórica juntamente com os problemas lógico-dedutivos do campo da matemática, preconizando um novo estatuto para a arte.

A Geometria Descritiva é, portanto, pela sua história e evolução, o campo, por excelência, em que se interligam saberes da ciência e da arte e em que se promovem processos cognitivos fundamentais para o desenvolvimento de um ser humano racional e imaginativo.

Durante a conceção do nosso projeto de estágio, muitas dúvidas surgiram sobre a complexidade de todos os conceitos subjacentes ao mesmo e, sobre o modo como poderia afetar, positiva ou negativamente, a lecionação dos conteúdos programáticos da

disciplina. Mas à medida que prosseguimos com a nossa investigação, preparação e lecionação das aulas, sentimos que os temas eram cada vez mais pertinentes para dar resposta à pergunta formulada na problemática de investigação: “como poderemos satisfazer as necessidades de aprendizagem dos alunos, solicitando um projeto artístico que apele à criatividade, com base nos fundamentos da geometria, sem prejudicar o tempo estipulado para lecionar todos os conteúdos programáticos e com uma taxa de sucesso elevada ao nível qualitativo e quantitativo?”.

No exercício da docência de Geometria Descritiva, considerámos fundamental iniciar uma aprendizagem partindo de objetivos definidos no que respeita aos resultados *quantitativos* e *qualitativos*. Acreditamos que se os alunos estiverem motivados para aprender e se os seus interesses forem considerados pelo professor, então aumenta a possibilidade de obterem melhores resultados, assim como compreender verdadeiramente os objetivos práticos da disciplina. Por isso, é fundamental um processo de ensino-aprendizagem que tenha em consideração os interesses e a motivação dos alunos, pois poderão ser determinantes no tipo de expectativas que aqueles criam sobre a disciplina e, conseqüentemente, afetar a sua aprendizagem nos anos seguintes.

É de facto crucial que os professores procurem conhecer melhor os seus alunos de um ponto de vista desenvolvimentista, cognitivo, psicológico e social, para assim se submeterem à difícil tarefa de produzir novas abordagens no processo de ensino-aprendizagem. A opção pela Perspetiva Linear Plana como tema transversal ao desenvolvimento das competências espaciais dos alunos e da representação gráfica através da imaginação, foi tomada de acordo com a nossa experiência enquanto estudante, professora, artista e investigadora, o que nos permitiu adequar métodos de ensino diversificados com vista a obter resultados mais satisfatórios para os alunos e também para nós. Neste sentido, concluímos que o balanço final do trabalho foi muito positivo, tendo sido possível comprovar que, para além dos sistemas de representação expressos por meio de traçados rigorosos e instrumentos específicos para o efeito, a Geometria Descritiva pode promover a criatividade, através de processos de representação aliados a uma lógica geométrica capaz de estimular não só as habilidades espaciais e mentais do aluno, como também, a representação gráfica intuitiva.

Por último, gostaríamos de salientar que, a investigação abordada e as aprendizagens propostas neste relatório, ilustram apenas uma pequena porção do

universo da didática da Geometria Descritiva e que tem vindo a ganhar relevo nos últimos anos, no âmbito do ensino artístico. Apesar das respostas que procurámos dar às perguntas que formulámos enquanto estudante, e como professora, admitimos existirem muitas outras soluções que permitam contribuir para um processo de ensino-aprendizagem mais atual e adequado aos alunos de hoje. Por este motivo, e porque a geometria interessa-nos a todos os níveis, a nossa tarefa não se encontra concluída. Este relatório foi apenas o fechar de um capítulo repleto de indagações, preocupações e motivações que ascenderam sobre nós durante a última década e que, dada a nossa curiosidade e interesse numa didática mais holística e ativa, nos permitiu tomar contacto com novas abordagens e conhecer novos caminhos, no sentido de continuar a desenhar e re-desenhar, construtivamente, estratégias de ensino diversificadas que contribuam para uma aprendizagem eficaz da Geometria Descritiva.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN, Kirsti, *The Geometry of an Art*. New York: Springer Science+Business Media, 2007.
- APROGED, *Parecer da Direção da APROGED sobre a Revisão da Estrutura Curricular Proposta pelo Ministério da Educação e Ciência*. Porto: APROGED, 2012. [Cons. 15-02-2013]. Disponível em <URL: <http://www.aproged.pt/>>.
- ARENDS, Richard. I., *Aprender a ensinar*. Lisboa: McGraw-Hill, 1995.
- ARNHEIM, Rudolf, *Arte e Percepção Visual*, São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- ARNHEIM, Rudolf, *Visual Thinking*. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 1997.
- ARNHEIM, Rudolf, “A Plea for Visual Thinking”. *Critical Inquiry*, vol. 6, nº. 3, 1980, pp. 489-497.
- BARBOSA, João [et al.], “Avaliação criterial, Avaliação normativa”. In FERNANDES, Domingos (Coord.), *Pensar a avaliação, melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Instituto Inovação Educacional, 1994, n.p.
- BARBOSA, João [et al.], “Avaliação formativa: algumas notas”. In FERNANDES, Domingos (Coord.), *Pensar a avaliação, melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Instituto Inovação Educacional, 1994, n.p.
- BARTH, Britt-Mari, *O saber em construção: Para uma Pedagogia da Compreensão*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- BATTISTA, Michael T., The development of Geometric and Spatial Thinking. In LESTER, Frank K. (ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, vol. 1-2, North Carolina: Information Age Publications, 2007, pp. 843-908.
- CABEZAS GELABERT, Lino, *O Ensino do Debuxo Técnico. O Lastre da Tradición na Era da Informática (II)*. Eduga: Revista Galega do Ensino, nº 23 (Maio), 1999, pp. 55-76.
- CHING, Francis; JUROSZEK, Steven, *Representação gráfica para desenho e projecto*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001.
- COOPER, Lynn A.; SHEPARD, Roger N., “Transformations on representations of Objects in Space”. In CARTERETTE, Edward C.; FRIEDMAN, Morton P. (eds.),

- Handbook of Perception: Perceptual Coding*, vol. VIII. London, New York: Academic Press, 1978, pp. 105-146.
- COOPER, Lynn A.; SHEPARD, Roger N., “Turning Something Over in the Mind”. *Scientific American*, Dezembro, 1984, pp. 106–114.
- CORTESÃO, Luíza; STOER, Stephen, “Investigação-Ação e a Produção de Conhecimento no âmbito de uma formação de professores para a Educação Inter/Multicultural”. *Educação, Sociedade e Culturas*, Porto: Centro de Investigação e Intervenção Educativas (CIIE), 1997, p. 7–28.
- COUCEIRO DA COSTA, Manuel, *Perspectiva e Arquitectura*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Arquitectura, 1992. Tese de Doutoramento.
- DISERENS, Corine (ed.), *Gordon Matta-Clark*, New York: Phaidon, 2003.
- DOBLIN, Jay, *Perspective: a New System for Designers* (pp. 1–69). New York: Whitney Publications, 1956.
- DUVAL, Raymond, “Geometry from a cognitive point of view”. In MAMMANA, Carmelo; VILLANI, Vinicio (eds.), *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998, pp. 37-58.
- FISH, Jonathan, *How Sketches Work: a Cognitive Theory for Improved System Design*. Loughborough: University of Technology, Leicestershire, 1996. Tese de Doutoramento.
- FERNANDES, Domigos, “Avaliar Para Melhorar as Aprendizagens: Análise e Discussão de Algumas Questões Essenciais”. In FIALHO, Isabel; SALGUEIRO, Hélio (Eds.), *TurmaMais e Sucesso Escolar: contributos teóricos e práticos*. Évora: CIEP-UEVORA, 2011, pp. 81–107.
- GARDNER, Howard, *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. 3^a ed. New York: Basic Books, Inc., 2011.
- GARNER, Steve, “Drawing and Designing: Exploration and Manipulation Through Two-Dimensional Modelling”. *DATER Conference 1989*, Loughborough: Loughborough University, 1989, pp. 43–50.
- KEMP, Martin, *The Science of Art. Optical Themes in Western Art from Brunelleschi to Seurat*. New Haven e Londres : Yale University Press, 1990.
- KOSSLYN, Stephen M., *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*. Cambridge: The MIT Press, 1994.
- KOSSLYN, Stephen M., “Visual mental images as representations of the world”. In GERO, J. S.; TVERSKY, B. (Eds.), *Visual and Spatial Reasoning in Design:*

- Conference Proceedings*. Sydney: University of Sydney Press & Stanford University, 1999, pp. 83–92.
- KOSSLYN, Stephen M.; KIRBY, Kris N. “Thinking Visually”. *Mind & Language*, vol. n° 4, 2006, pp. 324–341.
- LESSARD-HÉRBERT, Michelle, *Pesquisa em Educação*, col. Horizontes Pedagógicos, Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- LINN, Marcia C.; PETERSON, Anne C., “Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis”. *Child Development*, vol. 56, n° 6, 1985, pp. 1479–1498.
- MARCOLI, Attilio, *Teoria del Campo: Corso di Educazione alla Visione*. Firenze: Sansoni, 1978.
- MASSIRONI, Manfredo, *Ver pelo desenho. Aspectos técnicos, cognitivos, comunicativos*. Lisboa: Edições 70, 2010.
- McARTHUR, Julia; WELLNER, Karen, “Reexamining Spatial Ability within a Piagetian Framework”. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 33, n° 10, 1996, p. 1065-1082.
- McGEE, Mark G., “Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal, and Neurological Influences”. *Psychological Bulletin*, Vol. 86, n° 5. 1979, pp. 889–918.
- McKIM, Robert, *Experiences in Visual Thinking*. Monterey, California: Brooks-cole, 1972.
- MOHLER, James L., *Examining the Spatial Ability Phenomenon From the Student’s Perspective*. West Lafayette, Indiana: Purdue University, 2006. Tese de Doutoramento.
- MOHLER, James L.; MILLER, Craig L., “Improving Spatial Ability with Mentored Sketching”. *Engineering Design Graphics Journal*, vol. 72, n°1, 2008, pp. 19–27.
- MONGE, Gaspard – Géométrie Descriptive. Leçons donnés aux Écoles Normales, l’an 3 de Ia Republique. 5^a ed. Paris: Bachelier, 1827.
- MONTENEGRO, Gildo, *Geometria Descritiva*, vol 1. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1991.
- MONTENEGRO, Gildo, *Inteligência Visual e 3-D*. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Learning to think Spatially*. Washington: The National Academic Press, 2006.
- PANOFSKY, Erwin, *A Perspectiva como Forma Simbólica*. Lisboa: Edições 70, 1993.

- PIAGET, Jean; INHELDER, Barbel, *The Child's Conception of space*. London, New York: Routledge & Kegan Paul, 1956.
- POMBO, Olga, “Interdisciplinaridade: Conceito, Problemas e Perspetivas”. In POMBO, Olga; LEVY, Teresa; GUIMARÃES, Henrique (Eds.), *Interdisciplinaridade. Reflexão e Experiência*, 2ª ed. Lisboa: Texto Editora, 1994, pp. 8–14.
- POUDRA, Noel Germain, *Histoire de la perspective ancienne et moderne: contenant l'analyse d'un très-grand nombre d'ouvrages sur la perspective et la Description des procédés divers qu'on y trouve*. Paris: Librairie Militaire, Maritime et Polytechnique, 1864.
- ROLDÃO, Maria do Céu, *Estratégias de Ensino*. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão, 2010.
- SHEPARD, Roger; Feng, Christine, “A chronometric study of mental paper folding”. *Cognitive Psychology*, vol. 3, 1972, pp. 228–243.
- SHEPARD, Roger; METZLER, Jacqueline, “Mental Rotation of Three-Dimensional Objects”. *Science*, vol. 171, nº 3972, 1971, pp. 701-703.
- SHEPARD, Roger N., “Externalization of Mental Images and the Act of Creation”. In RANDHAWA, Bikkar S. e COFFMAN, William E., *Visual Learning, Thinking, and Communication*, London: Academic Press, 1978, pp. 133-189.
- SORBY, Sheryl, “Educational Research in Developing 3-D Spatial Skills for Engineering Students”. *International Journal of Science Education*, vol. 31, nº 3, 2009, pp. 459–480.
- SORBY, Sheryl, “Developing 3-D Spatial Visualization Skills”. *Engineering Design Graphics Journal*, vol. 63, nº2, 1999, pp. 21–32.
- SPRINTHALL, Norman; SPRINTHALL, Richard, *Psicologia Educacional: Uma abordagem desenvolvimentista*. Lisboa: McGraw-Hill, 1993.
- STAKE, Robert E., *A arte da investigação com estudos de caso*. 2ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2009.
- TALBOT, Richard, “Drawing Connections”. In GARNER, Steve (ed.), *Writing on Drawing: Essays on Drawing Practice and Research*. Bristol, Chicago: Intellect Books, 2008, pp. 43-57.
- TARTRE, Linsey Anne, “Spatial Orientation Skill and Mathematical Problem Solving”. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol.21, 1990, pp. 216–229.

- THOMAS, John W., *A Review of Research on Project-Based Learning*. California: The Autodesk Foundation, 2000. [Cons. 27-02-2013]. Disponível em <URL: http://www.bie.org/index.php/site/RE/pbl_research/29>.
- TRINDADE, António, *Um Olhar Sobre a Perspectiva Linear em Portugal nas Pinturas de Cavalete, Tectos e Abóbadas: 1470-1816*. 2 vols. Lisboa: Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, 2008. Tese de Doutoramento em Belas Artes, especialidade em Geometria Descritiva.
- TRINDADE, António, “O manuscrito Paramensis atribuído a Piero della Francesca”. *Arte Teoria*, nº 14/15, Lisboa: FBAUL, 2012, pp. 67–80.
- VEIGA DA CUNHA, Luis, *Desenho Técnico*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.
- VELOSO, Eduardo, *Geometria: Temas Actuais*. 1ªed. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1998.
- VIEIRA, Joaquim Pinto, *O Desenho e o Projecto São o Mesmo?* 1ª ed. Porto: FAUP Publicações, 1995.
- VIEIRA, Joaquim Pinto, “Desenho e Geometria: O Desenho da Geometria é a Geometria do Desenho”. *Boletim da Aproved*, nº 26, Março, 2007.
- VOYER, Daniel; VOYER, Susan; BRYDER, M. P., “Magnitude of Sex Differences in Spatial Abilities: A Meta-Analysis and Consideration of Critical Variables”. *Psychological Bulletin*, vol. 117, nº 2, 1995, p. 250–270.
- WOOLFOLK, Anita; McCUNE, Lorraine, *Psicologia de la education para profesores*. Madrid: Narcea, S.A. de Deiciones, 1986, pp. 336-358.
- XAVIER, João Pedro, *Perspectiva, Perspectiva Acelerada e Contraperspectiva*. 2ª ed. Porto: FBAUP Publicações, 1997.
- XAVIER, João Pedro; REBELO, José Augusto, *Programa de Geometria Descritiva A: 10º e 11º ou 11º e 12º Anos*. Lisboa: Ministério da Educação (Departamento do Ensino Secundário), 2001.

Sítios na Web:

- CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS. [Cons. 20 Jan. 2012]. Disponível em <URL: <http://www.cm-oeiras.pt/>>.
- ESCOLA SECUNDÁRIA QUINTA DO MARQUÊS. [Cons. 20 Jan. 2012]. Disponível em <URL: <http://www.esqmap.net/esqmap/homepage.do2>>.

PARQUE ESCOLAR. [Cons. 20 Jan. 2012]. Disponível em <URL: <http://www.parque-escolar.pt/>>.

PSYCHOMETRIC SUCCESS, [Cons. 07 Abril 2013]. Disponível em <URL: <http://www.psychometric-success.com>>.

PÚBLICO (9 Out. 2006). “Contratos de autonomia de 24 escolas são assinados até ao final do ano”. [Cons. 20 Jan. 2012]. Disponível em <URL: www.publico.pt/Educação/contratos-de-autonomia-de-24-escolas-sao-assinados-ate-ao-final-do-ano-1272759>.

TALBOT, Richard, [Cons. 05 Setembro 2012]. Disponível em <URL: <http://www.richardtalbot.org/>>.

IV. Anexos

Anexo 1: Planificação das Atividades

Planificação da 1ª Fase do Projeto | 1º Período

Objetivos de Aprendizagem	Atividades em aula	Estratégias	Materiais e recursos	Conteúdos da Proposta de Trabalho	Carga horária
<ul style="list-style-type: none"> Contextualizar a disciplina de Geometria Descritiva no âmbito das Artes Visuais. Desenvolver as competências espaciais; Desenvolver a capacidade de percepção dos espaços, das formas visuais e das suas posições relativas. Promover a capacidade de realizar registos gráficos espontâneos para representar uma ideia tridimensional e desenvolver o raciocínio espacial. Desenvolver a capacidade criativa. -Desenvolver a capacidade de organização e estruturação de conteúdos num objeto (Dossier de Projeto) de fácil consulta para o público. 	<ul style="list-style-type: none"> Aula expositiva: <i>Apresentação em PowerPoint (I Parte): relação entre geometria desenho e projeto;</i> Debate sobre as diferenças e semelhanças entre Desenho e Projeto após apresentação das imagens; Realização de exercícios de desenvolvimento das competências espaciais (Anexo 4); Aula expositiva: <i>Apresentação em PowerPoint (II Parte): a Perspetiva Linear.</i> Interpretação de pontos de fuga fundamentais das imagens/fotografias que cada aluno escolheu; Realização de desenhos, estudos e esboços em perspetiva linear a partir de 2 pontos de fuga fundamentais (Anexo 4). Representação do espaço em Dupla Projeção Ortogonal à escala de 1:50 ou 1:100; Preparação do Anteprojecto (Dossier de Projeto – 1ª fase) Iniciação ao método direto para a representação perspética de um ponto e de um cubo. 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentar os conceitos de forma clara e sucinta; Promover a discussão e o debate sobre os conceitos apresentados; Apresentação de exemplos práticos sobre como representar um espaço (interior/exterior) imaginado segundo uma linha de horizonte e 2 pontos de fuga; Propor a resolução de exercícios específicos para o desenvolvimento das competências espaciais (Anexo 4); Colocar em prática a aprendizagem sobre os temas propostos; Entrega do guião de trabalho; Apoio e acompanhamento individual dos alunos na realização dos desenhos e na elaboração do Anteprojecto; Optou-se por utilizar as aulas de turno, para otimizar o acompanhamento e as atividades com os alunos 	<p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Computador, Projetor de vídeo e tela de projeção; Apresentação de diapositivos em formato PowerPoint sobre os conceitos de desenho e projeto; Livros sobre diversos autores e temas relacionados com o desenho e com o projeto; Quadro branco e marcadores <p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> Folhas A4; Grafite; Lápis; Borracha; Acetatos; Fotografias; Computador; Internet. 	<p>Preparação do ante - projeto</p> <ul style="list-style-type: none"> Levantamento de imagens fotográficas de locais à escolha; Seleção de um local bem como de uma fotografia do mesmo; Registo e levantamento das medidas reais aproximadas em Dupla Projeção Ortogonal do local (<u>original</u>) escolhido; Realização de estudos e esboços que ilustrem a proposta de alteração do local; -Representação do local (<u>alterado</u>) em Dupla Projeção Ortogonal à escala de 1:50 ou 1:100; Proposta por escrito para a alteração do local (alteração estética, funcional ou arquitectónica). 1ª fase de organização do <i>Dossier de Projeto</i> (entrega do Anteprojecto) 	8 tempos de 45 minutos

Avaliação: Avaliação Formativa; Avaliação Criterial; Avaliação Sumativa e Avaliação Contínua.

Anexo 1: Planificação das Atividades

Planificação da 2ª Fase do Projeto | 2º Período

Objetivos de Aprendizagem	Atividades em aulas	Estratégias	Materiais/ recursos	Conteúdos da Proposta de Trabalho	Carga horária
<ul style="list-style-type: none"> -Desenvolver a capacidade de percepção dos espaços, das formas visuais e das suas posições relativas. -Desenvolver a capacidade de visualização mental e a representação gráfica de formas reais ou imaginadas. Promover a concentração e a acuidade gráfica na construção do traçado rigoroso. - Desenvolver a capacidade de organização e estruturação de conteúdos num objeto (<i>Dossier de Projeto</i>) de fácil consulta para o público. 	<ul style="list-style-type: none"> Realização de desenhos, estudos e esboços em perspetiva linear de espaços imaginados Exercícios representação em Perspetiva Linear através do método direto (interseção dos raios visuais com o quadro); Representação do espaço alterado em Perspetiva Linear com recurso à Dupla Projeção Ortogonal (“método direto”) -Iniciação ao Desenho Técnico e Rigoroso dos espaços modificados: 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação de exemplos de representação em Perspetiva Linear através do método direto (interseção dos raios visuais com o quadro) -Apoio e acompanhamento individual dos alunos na realização dos desenhos. Optou-se por utilizar as aulas de turno, para otimizar o acompanhamento e as atividades com os alunos 	<p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Livros sobre diversos autores e temas relacionados com o desenho e com o projeto; Quadro branco e marcadores <p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> Folhas A4, A3, A2; Grafite; Lápis; Borracha; Réguas; Esquadros; Aristos; 	<p>Preparação do projeto</p> <ul style="list-style-type: none"> Passagem da planta e do alçado em Dupla Projeção Ortogonal para a Projeção Cónica Continuação da realização de estudos e esboços que ilustrem a proposta de alteração do local; Correção e melhoramento do Anteprojecto de acordo com as diretrizes registadas no período anterior; Entrega do <i>Dossier de Projeto</i> corrigido e finalizado 	6 tempos de 45 minutos (*)
<p>Avaliação: Avaliação Formativa; Avaliação Criterial; Avaliação Sumativa e Avaliação Contínua.</p>					

Anexo 1: Planificação das Atividades

Planificação da 3ª Fase do Projeto | 3º Período

Objetivos de Aprendizagem	Atividades em aulas	Estratégias	Materiais/ recursos	Conteúdos da Proposta de Trabalho	Carga horária
<ul style="list-style-type: none"> -Explorar diferentes materiais e cores e desenvolver a capacidade de representar em perspetiva linear espaços tridimensionais e imaginados; Desenvolver a capacidade criativa; -Desenvolver o trabalho cooperativo; 	<ul style="list-style-type: none"> Conclusão do Desenho Técnico e Rigoroso; Realização de um Desenho Expressivo aplicando conhecimentos da perspetiva atmosférica, em parceria com a disciplina de Desenho. 	<ul style="list-style-type: none"> Apoio e acompanhamento individual dos alunos na realização dos desenhos. Utilização das aulas de turno para otimizar o acompanhamento e as atividades com os alunos 	<p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Átrio da Escola para a exposição. <p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> Folhas A4; Grafite; Lápis; Borracha; Aguarelas; Lápis de cor; Canetas de cor e esferográfica; Técnicas mistas. 	<p><u>Realização de um desenho final expressivo</u></p> <p><u>Montagem da Exposição Coletiva: Perspetivando Lugares.</u></p>	<p>6 tempos de 45 minutos (*)</p>
<p>Avaliação: Avaliação Formativa; Avaliação Sumativa e Avaliação Contínua.</p>					

DESENHO, PROJETO E GEOMETRIA

A GEOMETRIA COMO UM MEIO CONCEPTUAL PARA O
EXERCÍCIO DO DESENHO E DO PROJECTO

I PARTE

DESENHO, PROJETO E GEOMETRIA

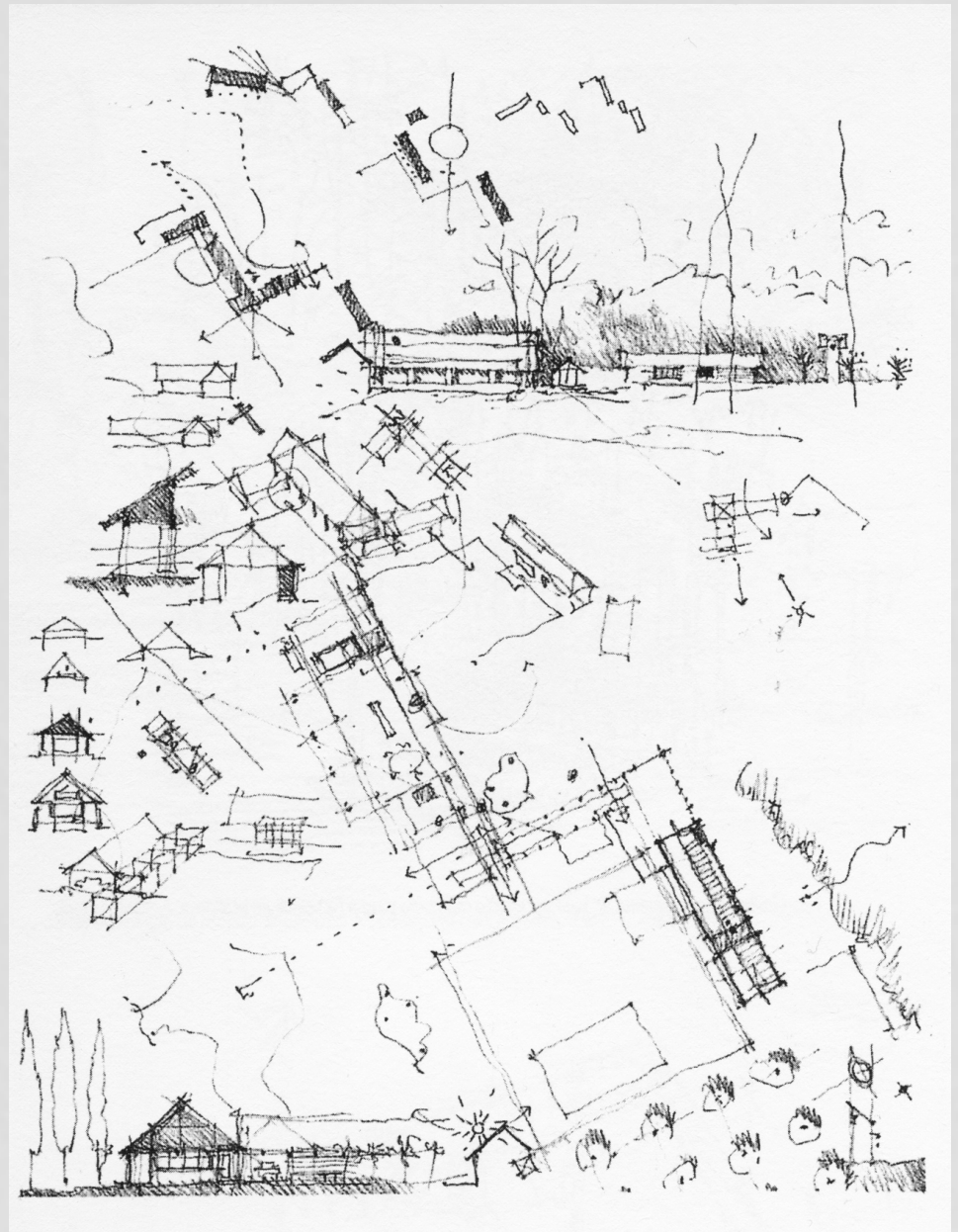
Desenhar é ter o presente e projectar é antecipar.

O desenho é a obra ao contrário do projecto, que é processo.

Joaquim Vieira, *O Desenho e o Projecto São o Mesmo?*

Alvar Aalto
Fac-símile do estudo de projeto do
Concert & Convention Hall.
Helsinki, 1967-71.

Fonte: CHING, Francis D. K. e JUROSZEK, Steven (2001).
Representação gráfica para desenho e projecto. Barcelona: Editorial
Gustavo Gili.



	24 frames 1 sec	36 f. 4 sec	384 f. 16 sec	1536 f. 64 sec
SOLID	1	5	9	13
1 off 8 on	2	6	10	14
1 off 1 on	3	7	11	15
1 on 8 off	4	8	12	16

Alternating,
 2, 3, 2, 3 frames
 12 sec
 Sec. 9904-0296
 when
 3, 3, 3, 3 frames.

SOLID
 1 off in 8 on
 1 on 1 off
 1 on in 8 off

	24 f. 1 sec	36 f. 4 sec	384 f. 16 sec	1536 f. 64 sec
SOLID	17	21	25	29
1 off 8 on	18	22	26	30
1 off 1 on	19	23	27	31
8 off 1 on	20	24	28	32

EDITING SCHEMA "IN PASSAGE" "PASSING"
 (CUTTING THE ORIGINAL)

Using identification numbers from PRODUCTION SCHEMA

REEL A	REEL B
13 (64) sec, solid	29 (64 sec) Solid
9 (16) solid	30 (64 sec) 2 off, 8 on
5 (4) solid	31 (64 sec) 1 off, 1 on
1 (1) solid	32 (64 sec) 8 off, 1 on

Synchronous

64 sec = 38 feet, 16 frames
 16 sec = 9 feet, 24 frames
 4 sec = 2 feet, 16 frames
 1 sec = 24 frames

Total length of each section = 76' 32 frames

14 (64) 8 off, 8 on	25 (16) solid
10 (16) 1 off, 8 on	26 (16) 1 off, 8 on
6 (6) 1 off, 8 on	27 (16) 1 off, 1 on
2 (1) 1 off, 8 on	28 (16) 8 off, 1 on

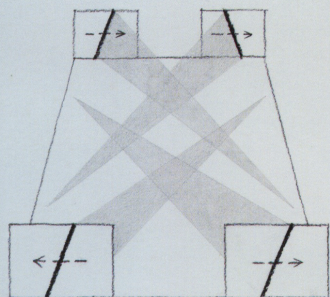
15 (64) 1 off, 1 on	21 (4) solid
11 (16) 1 off, 1 on	22 (4) 1 off, 8 on
7 (4) 1 off, 1 on	23 (4) 1 off, 1 on
3 (1) 1 off, 1 on	24 (4) 8 off, 1 on

16 (64) 1 on 8 off	17 (1) sec, Solid
12 (16) 1 on 8 off	18 (1) 1 off, 8 on
8 (4) 1 on 8 off	19 (1) 1 off, 1 on
4 (1) 1 on 8 off	20 (4) 8 off, 1 on

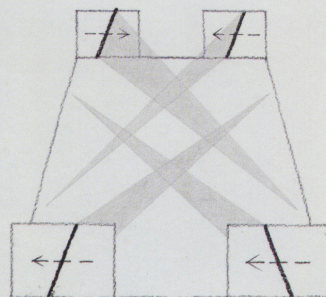
for identification
 reason remain always
 then I wrote the letters
 the first of the end of
 the reels!

for alignment (in time)
 the sprocket

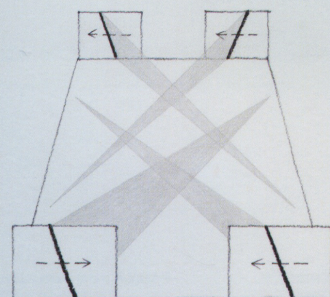
Anthony McCall
 Esquemas para a instalação
 Long Film for Four Projectors
 1974



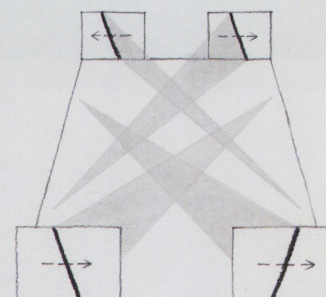
1



2

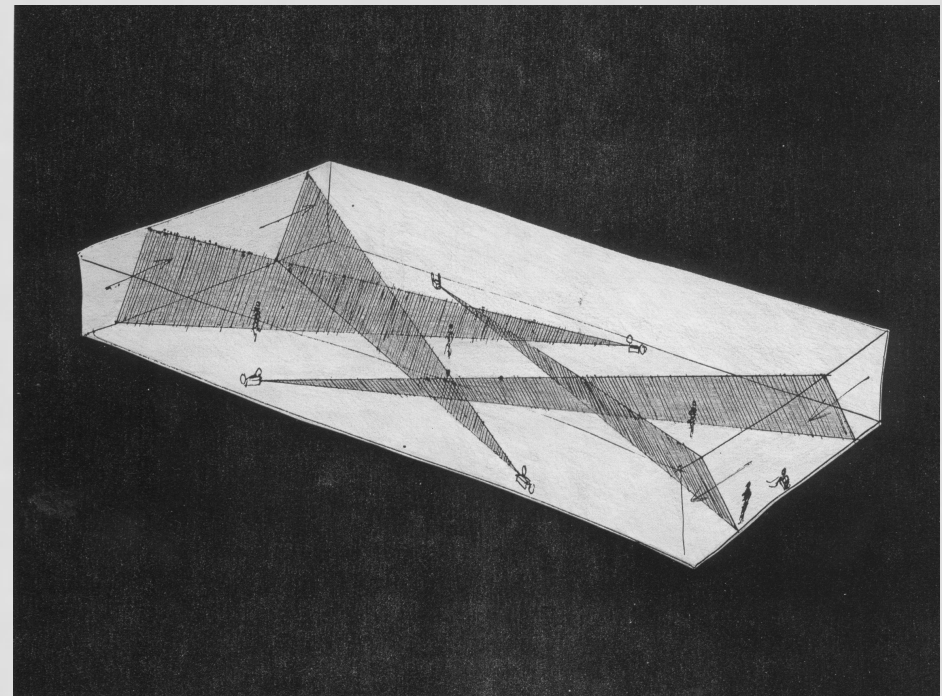
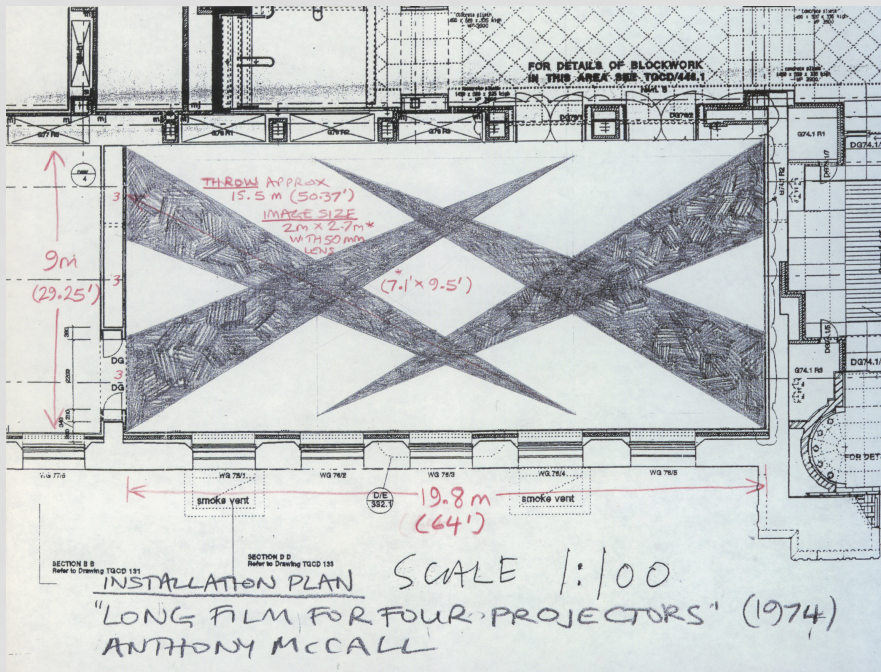


3



4

Anthony McCall
Estudo para a instalação
Long Film for Four Projectors
1974



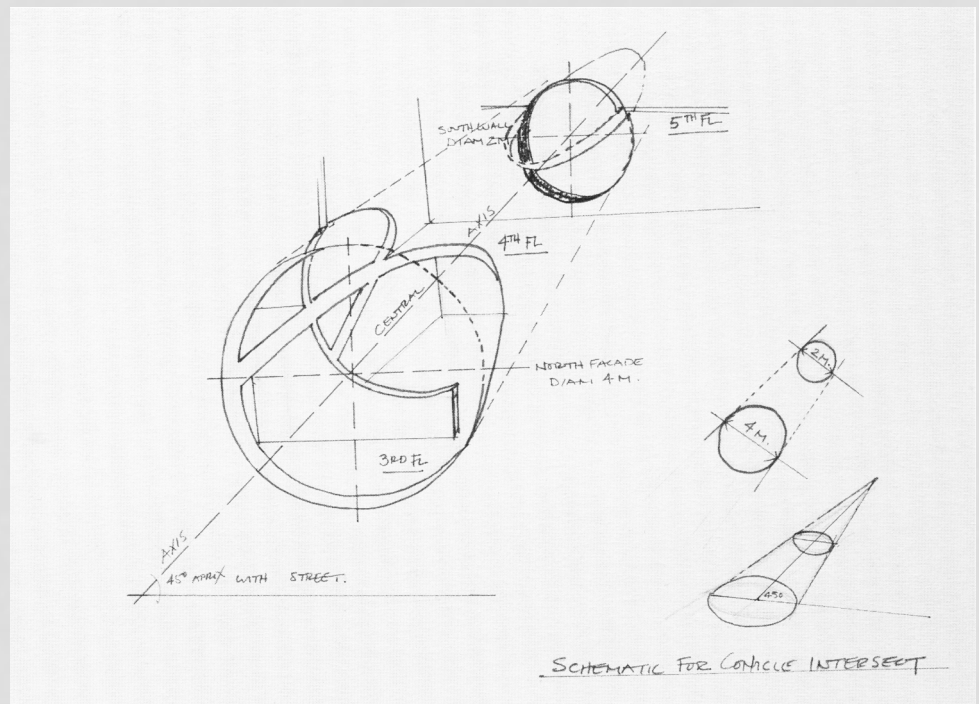
Anthony McCall

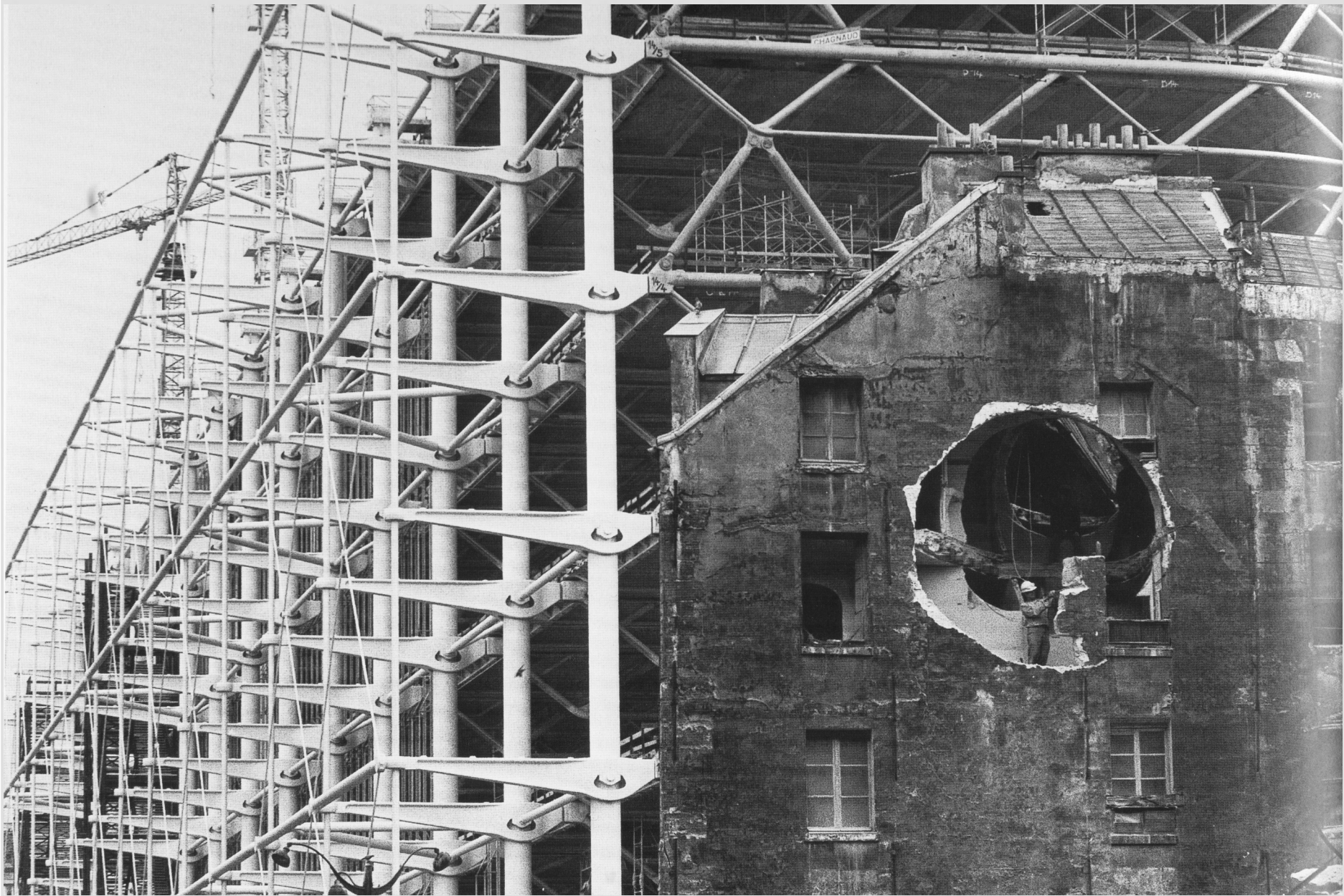
Estudo para a instalação *Long Film for Four Projectors*
1974



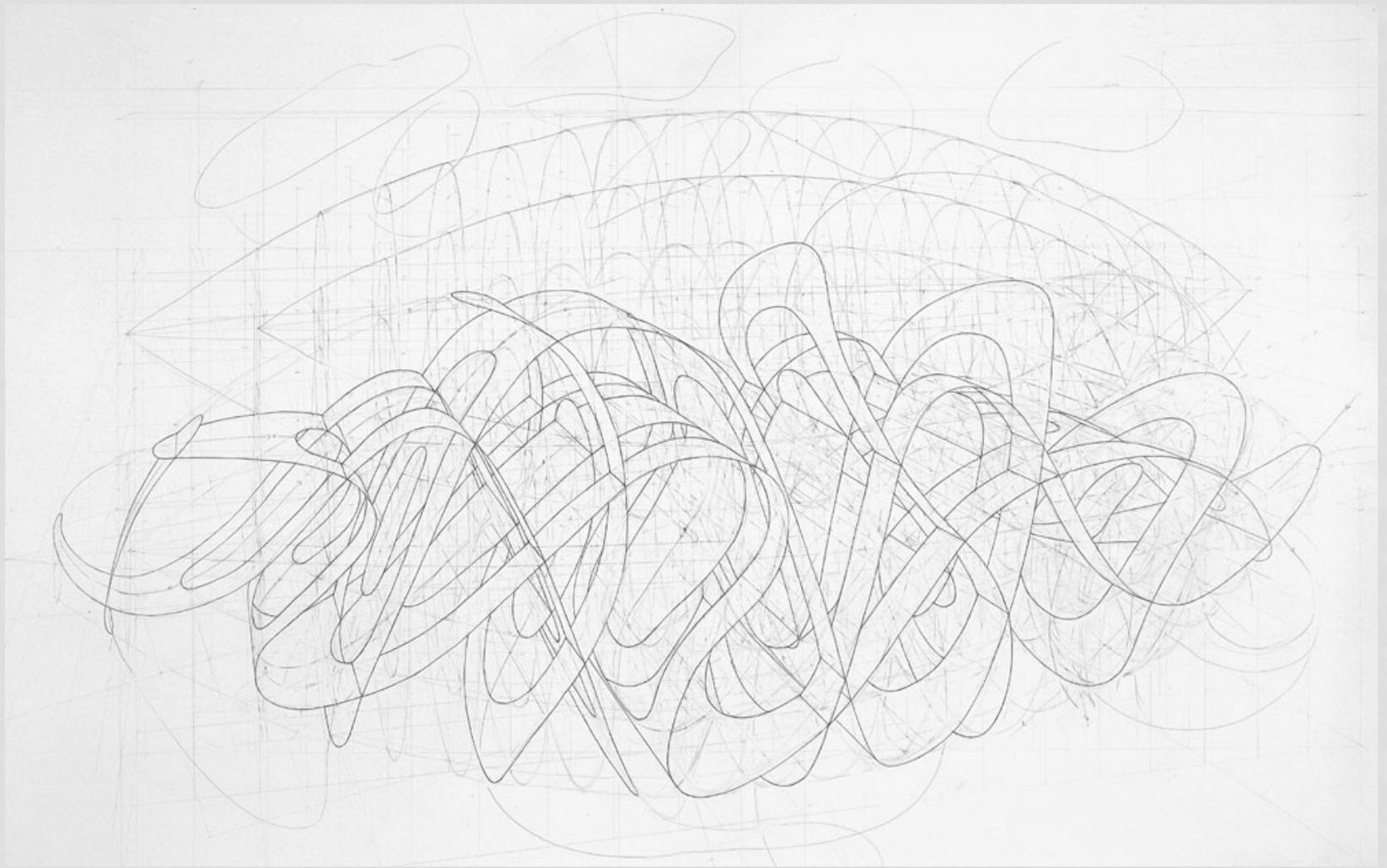
Anthony McCall
Long Film for Four Projectors
1974

Gordon Matta-Clark
Conical Intersect
Paris
1975

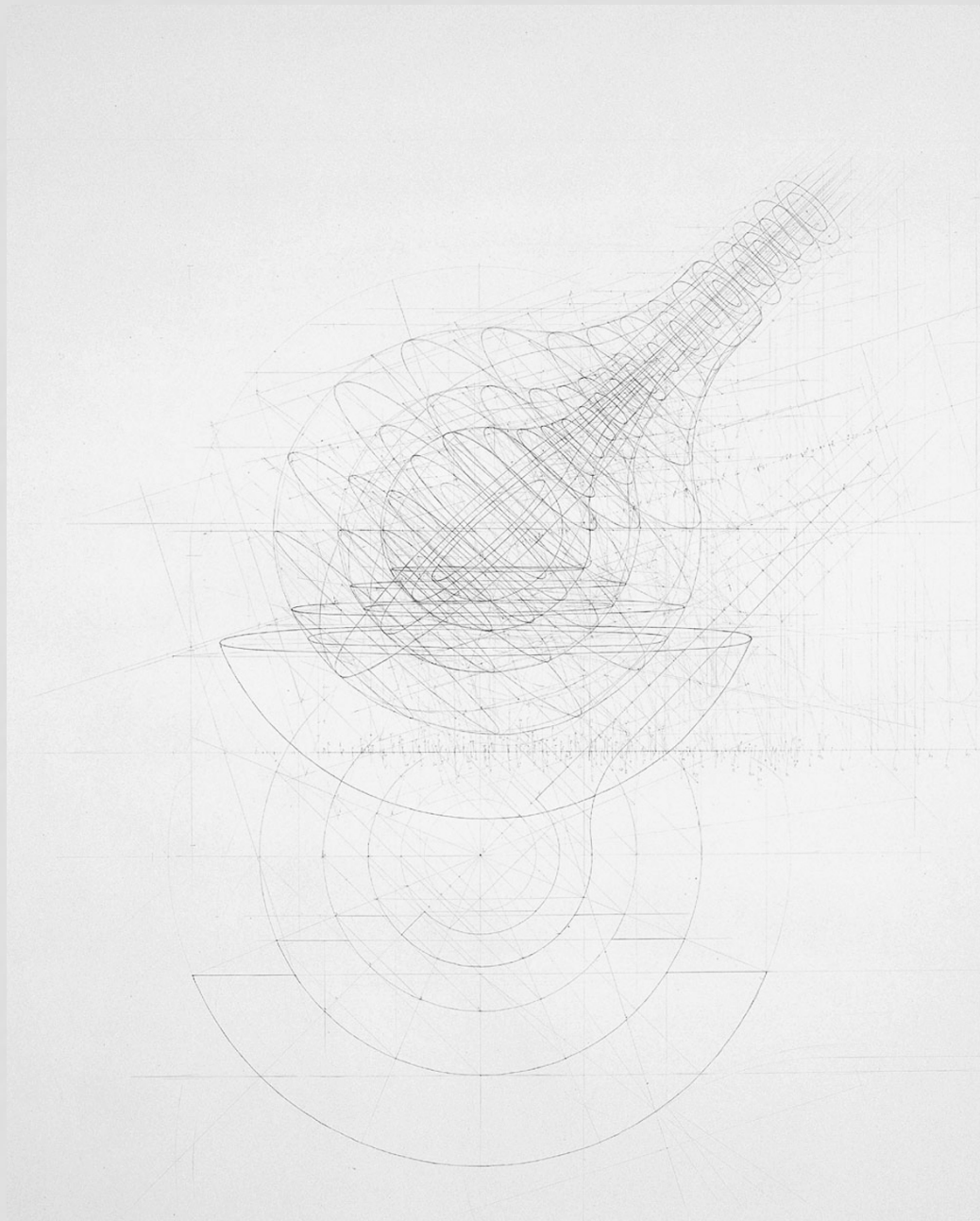




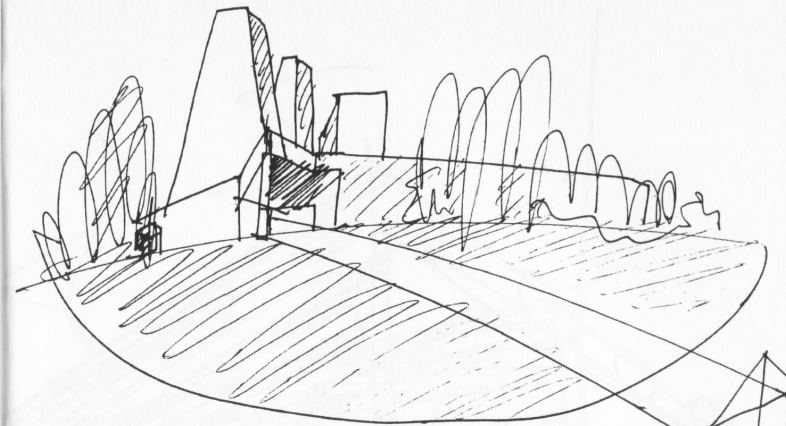
Vista exterior de *Conical Intersect*



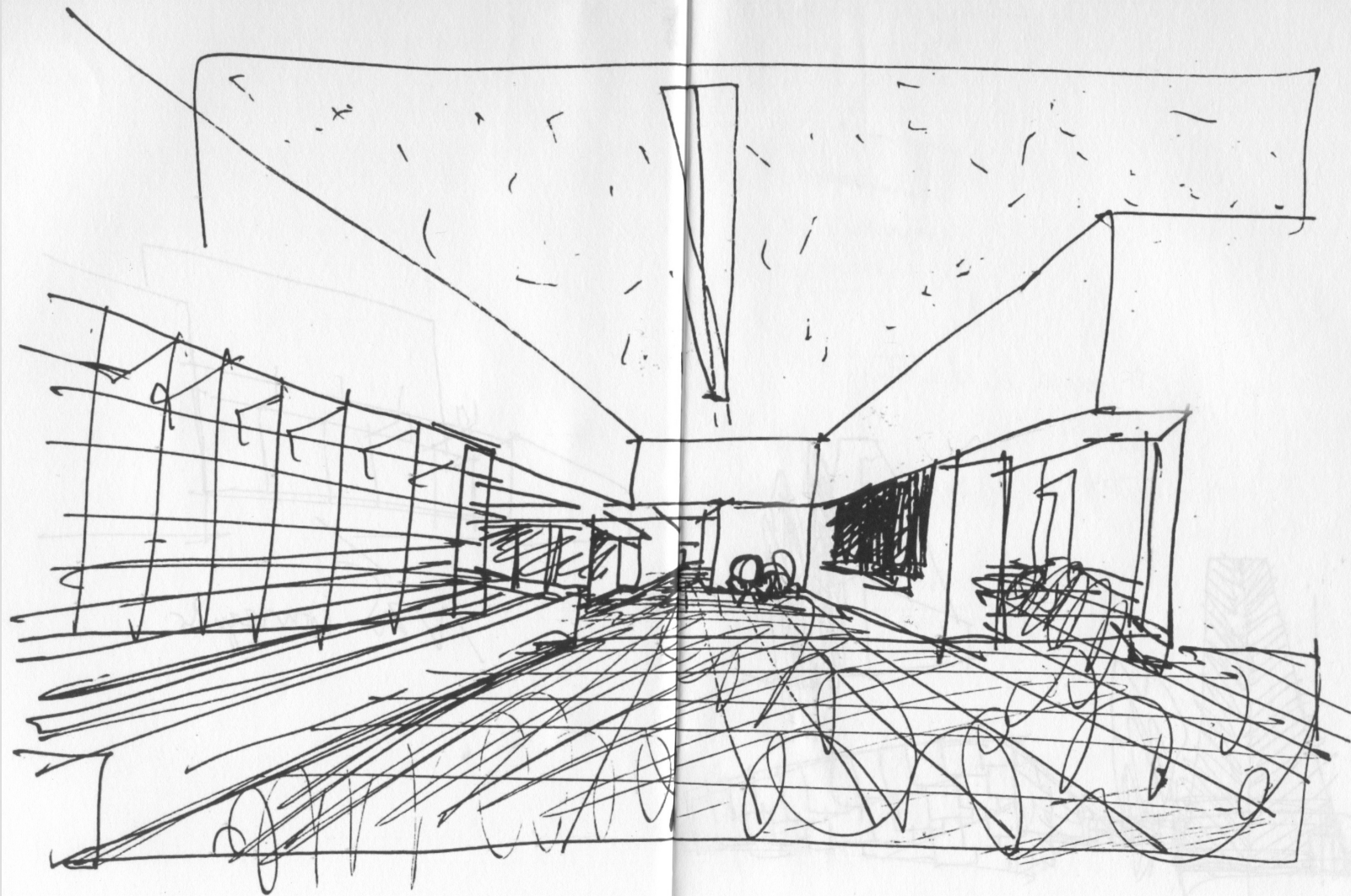
Richard Talbot
Missing the Target
1996

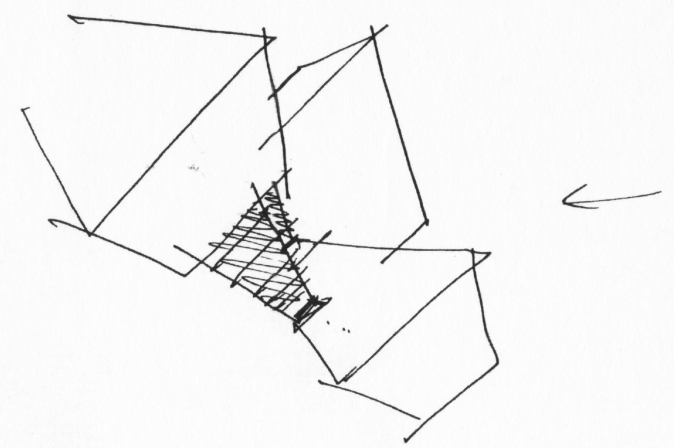
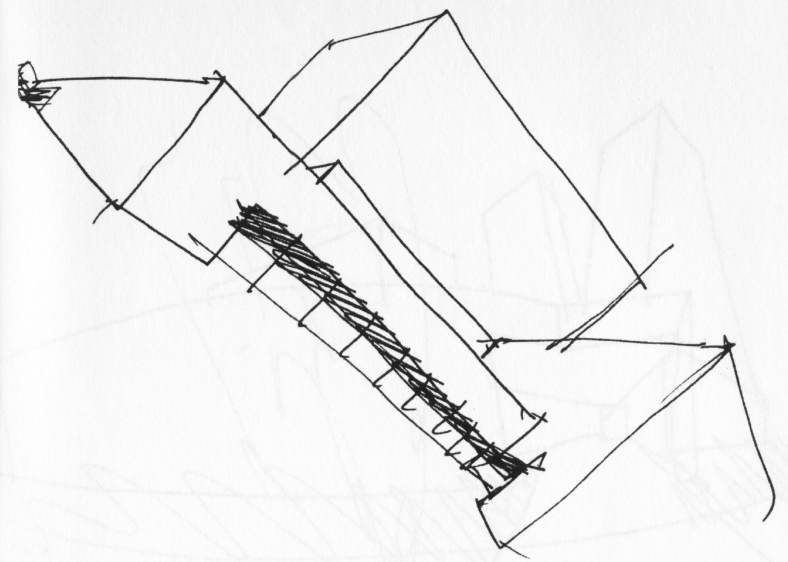
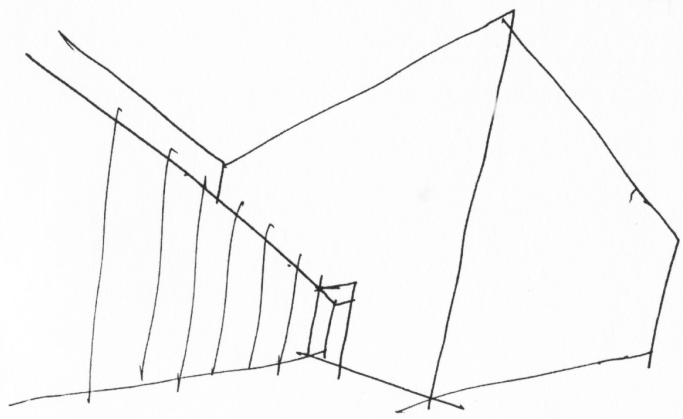
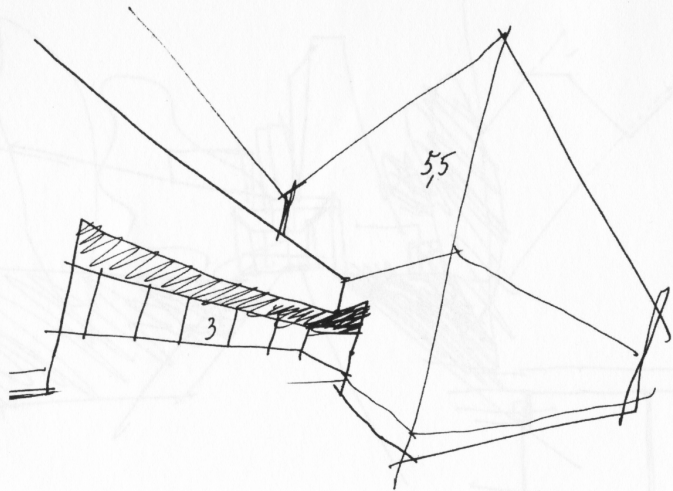


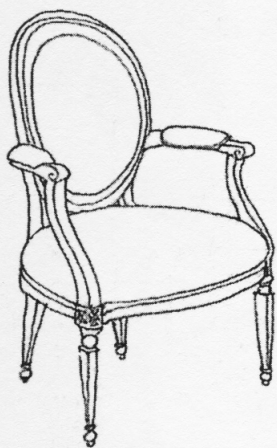
Richard Talbot
Glass
2003



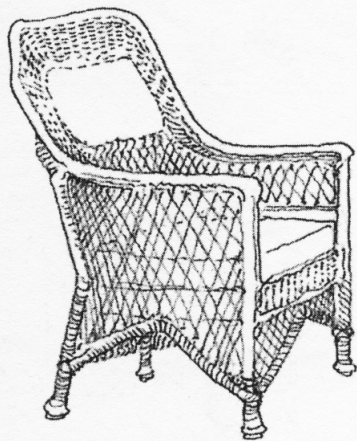
Souto de Moura
Esquissos – Casa das Histórias Paula Rego
s.d.



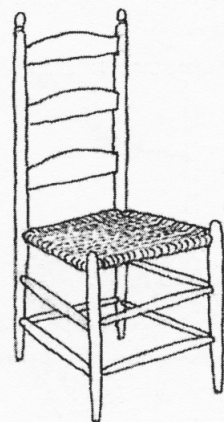




Cadeira Luís XVI



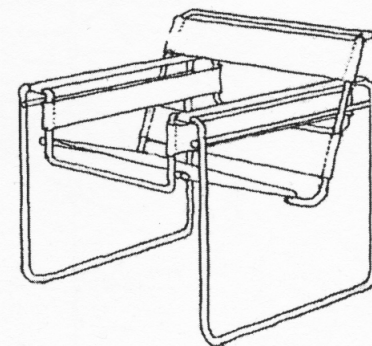
Poltrona de vime



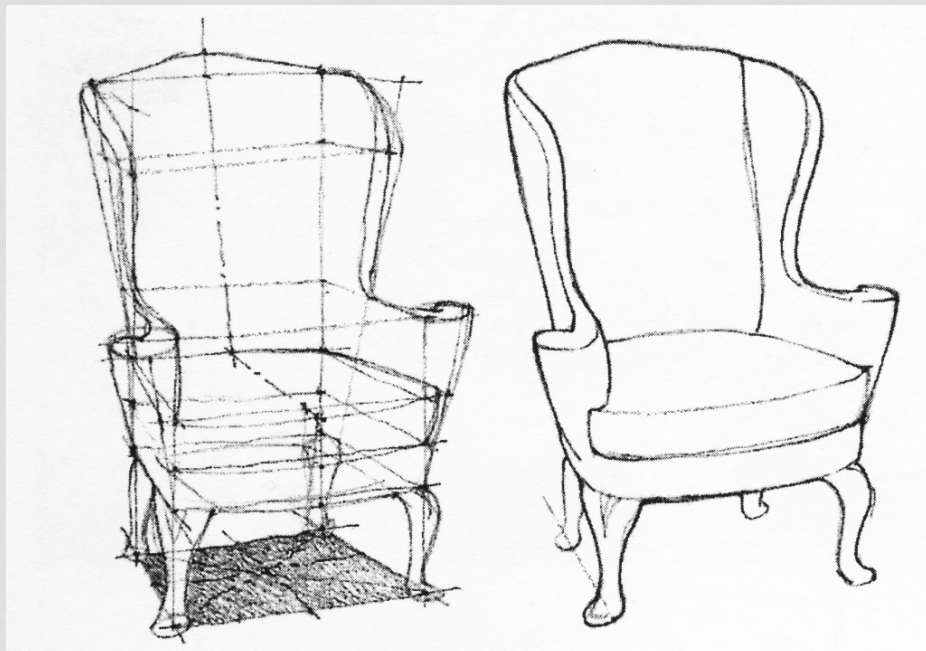
Cadeira Shaker com encosto escalonado

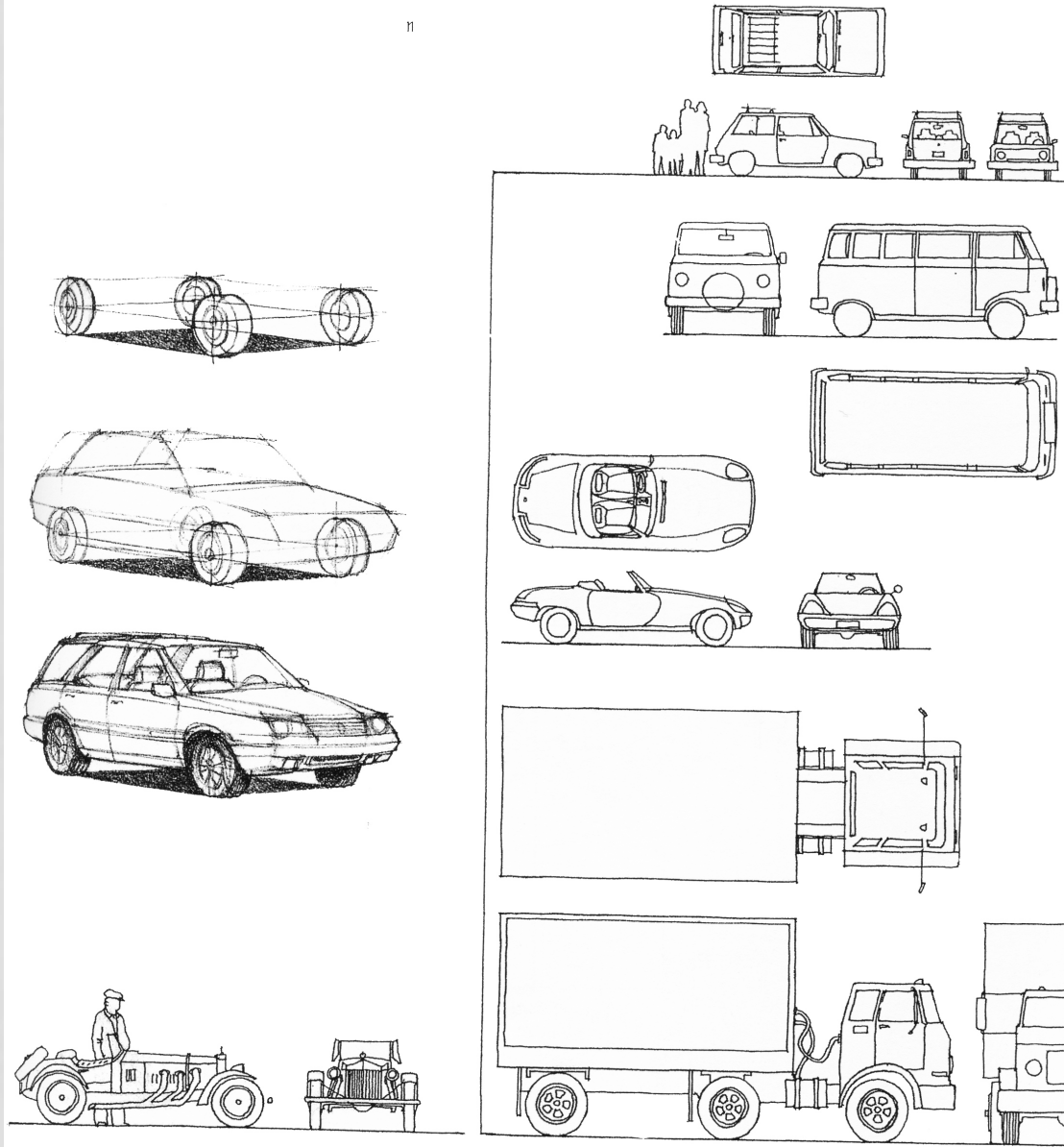


Cadeira Thonet de madeira curva

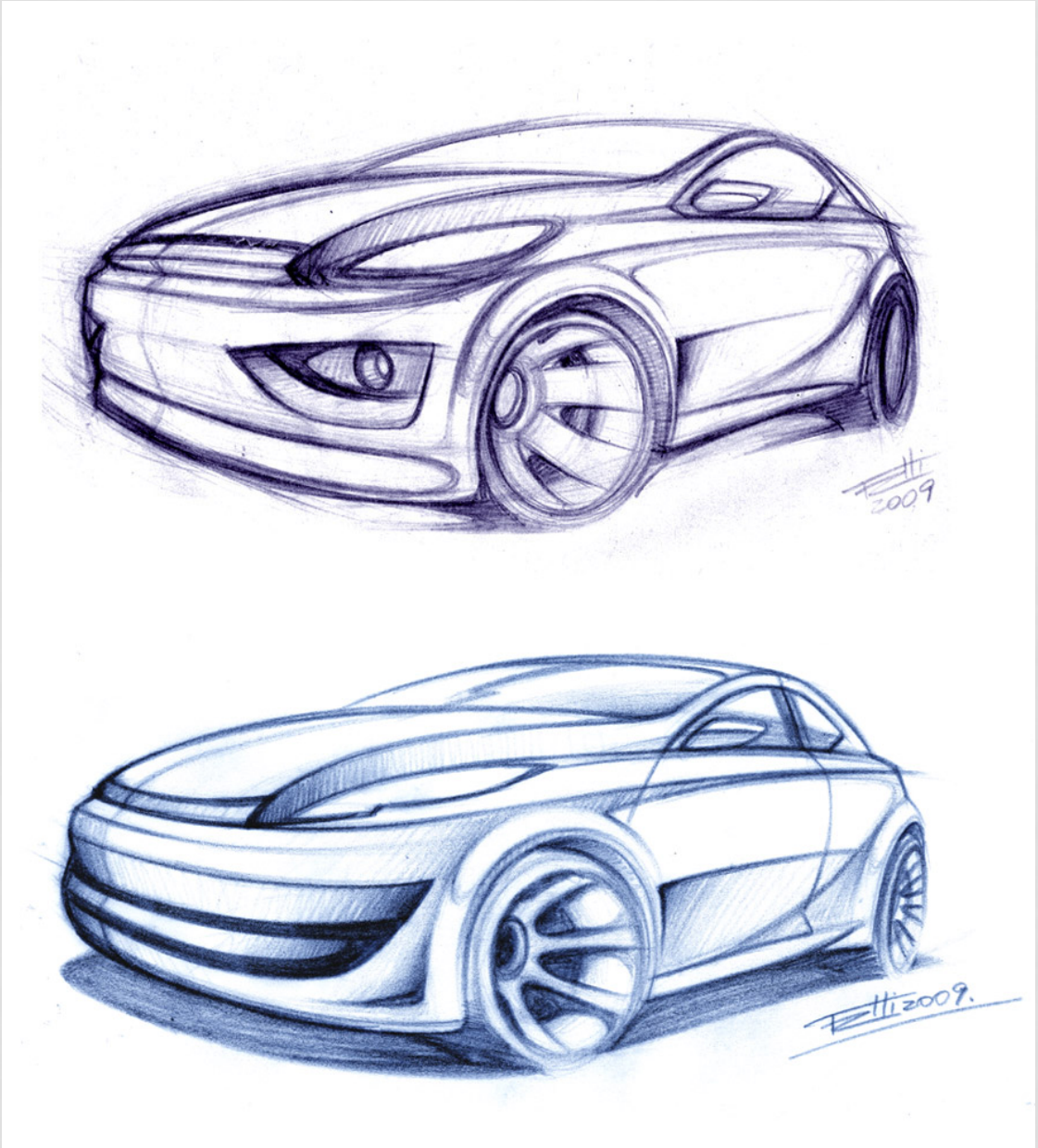


Cadeira Wassily - Marcel Breuer









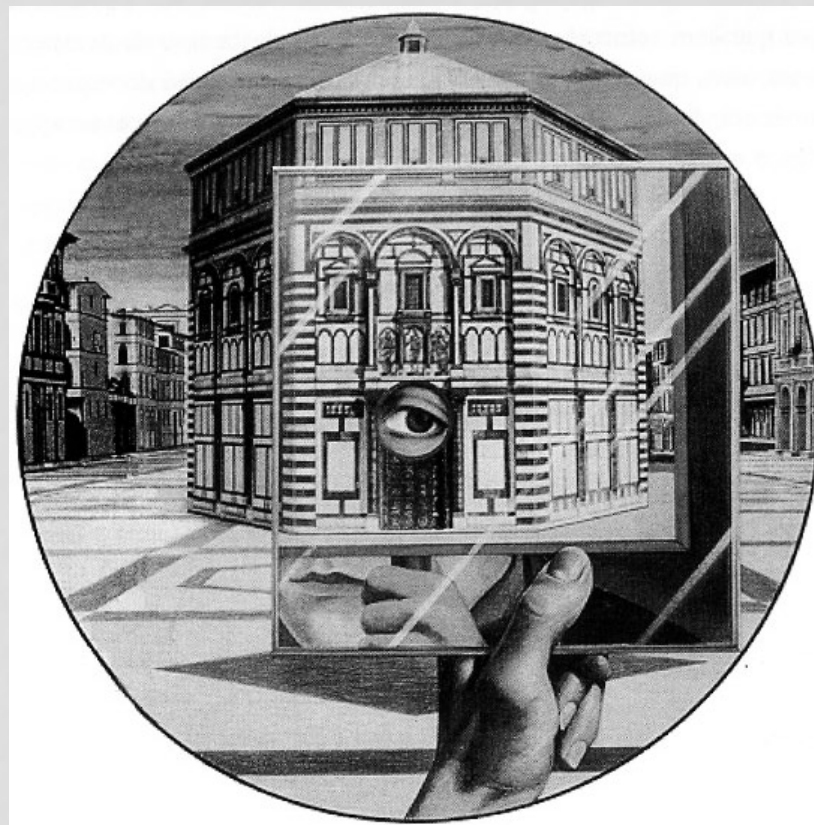
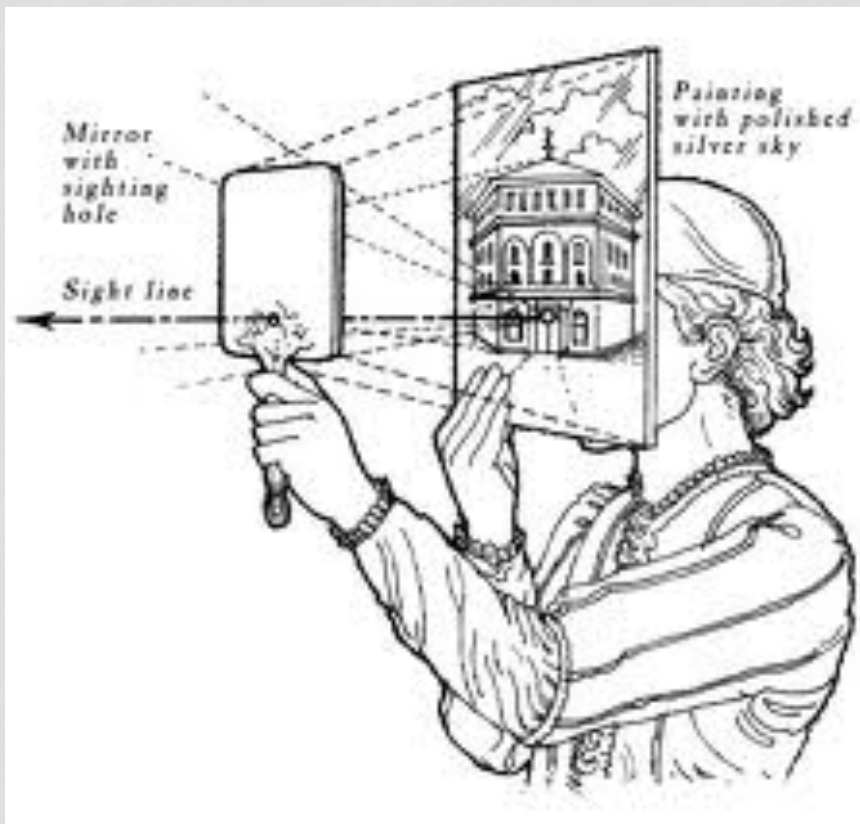
II PARTE

PERSPETIVA LINEAR

A PERSPETIVA LINEAR

“A perspetiva linear é a arte e o método de descrever o volume e relações espaciais tridimensionais em uma superfície bidimensional, por meio de linhas que convergem conforme retrocedem na profundidade do desenho. (...) As perspetivas lineares (...) oferecem visões sensoriais da realidade óptica”

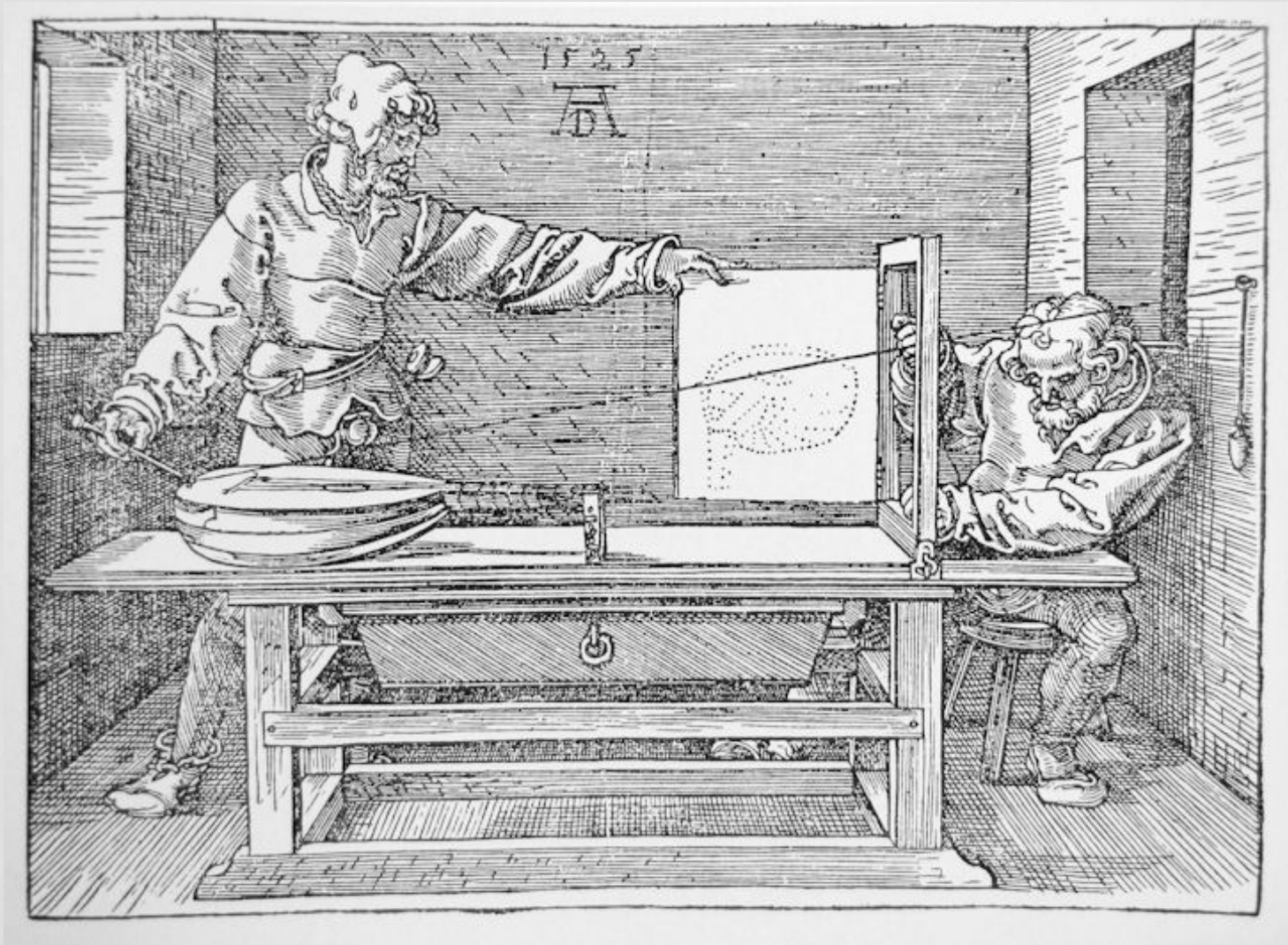
“A singularidade da perspetiva linear reside na vantagem de propiciar uma visão vivencial do espaço”



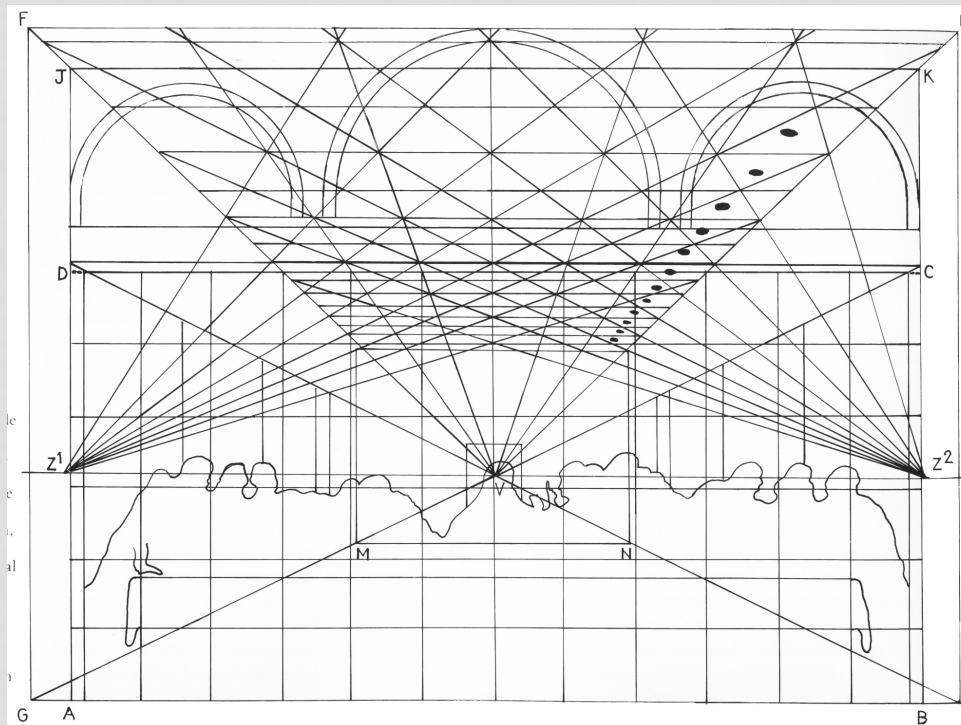
Representação do dispositivo óptico utilizado por Brunelleschi.

À esquerda, uma representação do dispositivo óptico inventado por Brunelleschi e testado pela primeira vez em frente ao Batistério de San Giovanni em Florença. À direita, uma representação da vista através da 1ª tavoletta.

Fonte: João Pedro Xavier, *Perspectiva, Perspectiva Acelerada e Contraperspectiva...*



Albrecht Dürer. *Aparelho de Desenho.* Gravura, 1525.
Fonte: Martin Kemp, *The Science of Art*, p. 172



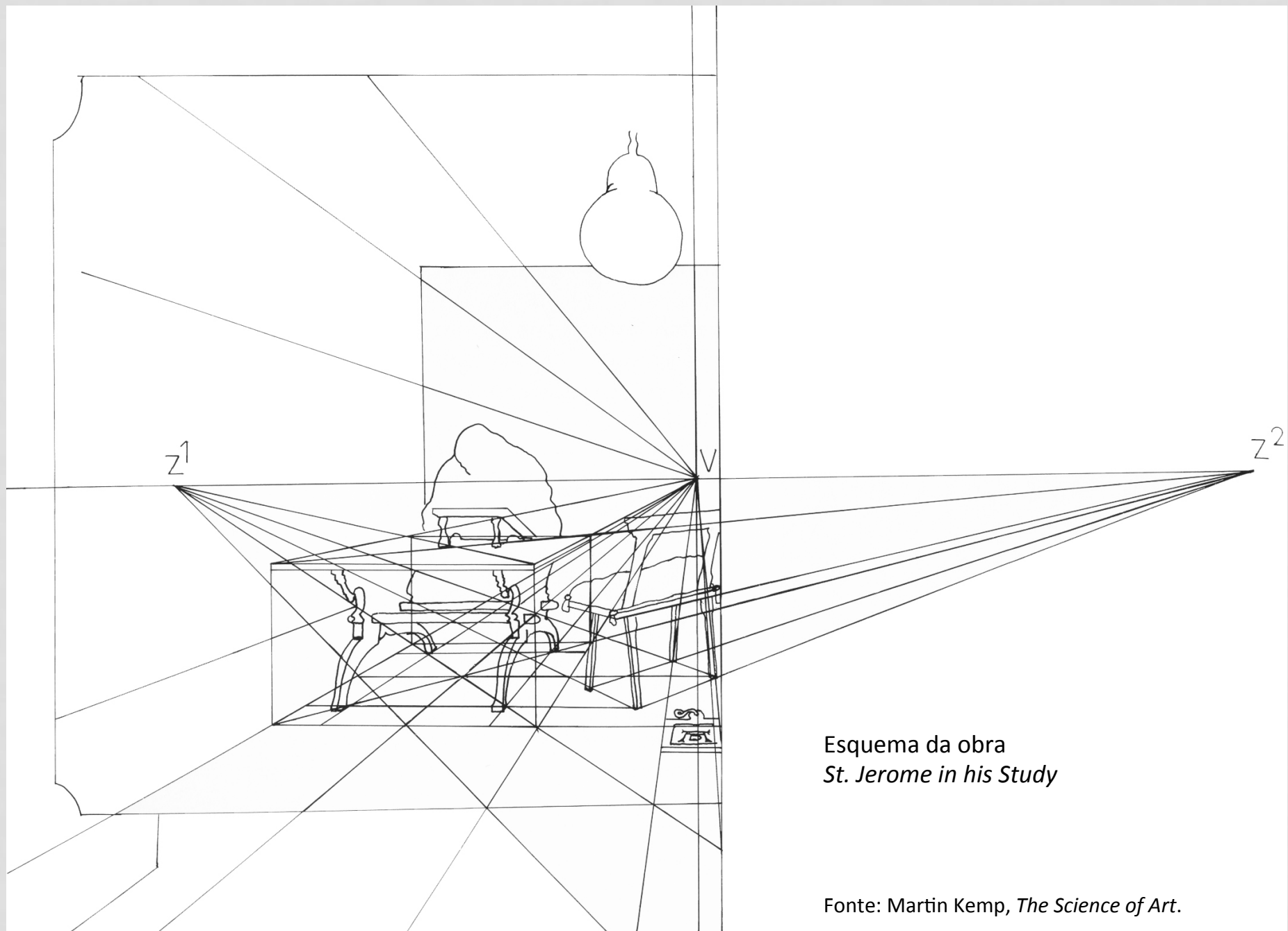
Leonardo da Vinci
A Última Ceia
Milão, c. 1497

Fonte: Martin Kemp, *The Science of Art*.



Albrecht Durer
St. Jerome in his Study (gravura)
Londres, 1514

Fonte: Martin Kemp, *The Science of Art*.



Esquema da obra
St. Jerome in his Study

Fonte: Martin Kemp, *The Science of Art*.

PERSPETIVAS E PONTOS DE FUGA

Perspetiva com 1 Ponto de Fuga

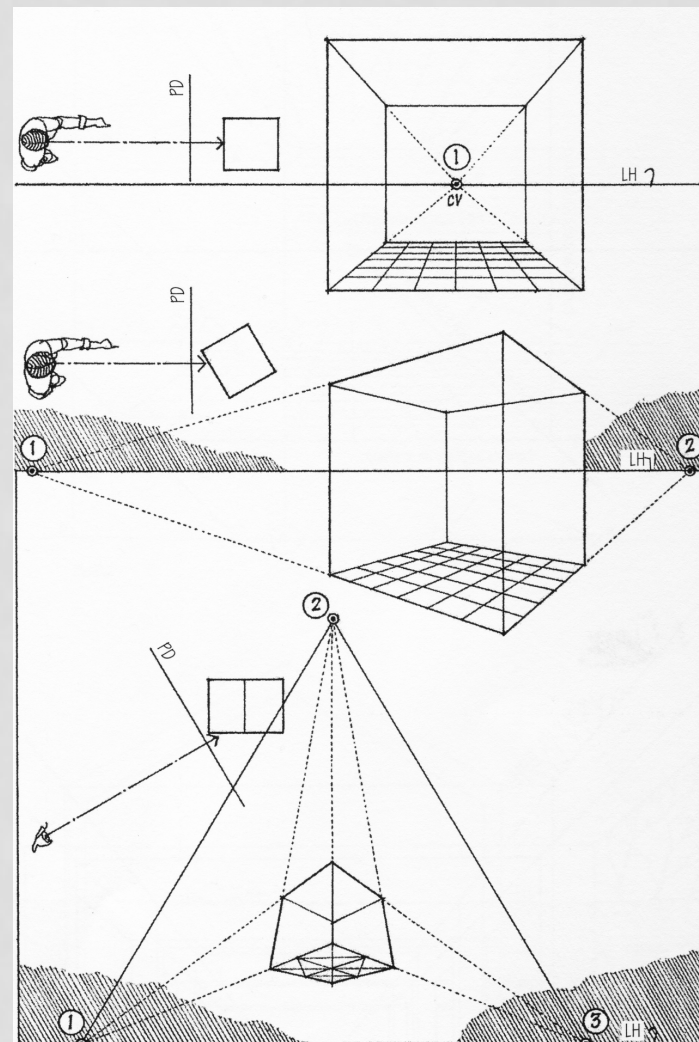
O Plano de projeção encontra-se paralelo a dois eixos principais (retas verticais e fronto-horizontais) e perpendicular ao terceiro (topo). Todas as rectas perpendiculares ao quadro irão convergir ao centro de visão.

Perspetiva com 2 Pontos de Fuga

Plano de projeção encontra-se paralelo a um eixo principal (retas verticais) e oblíquo outros dois.

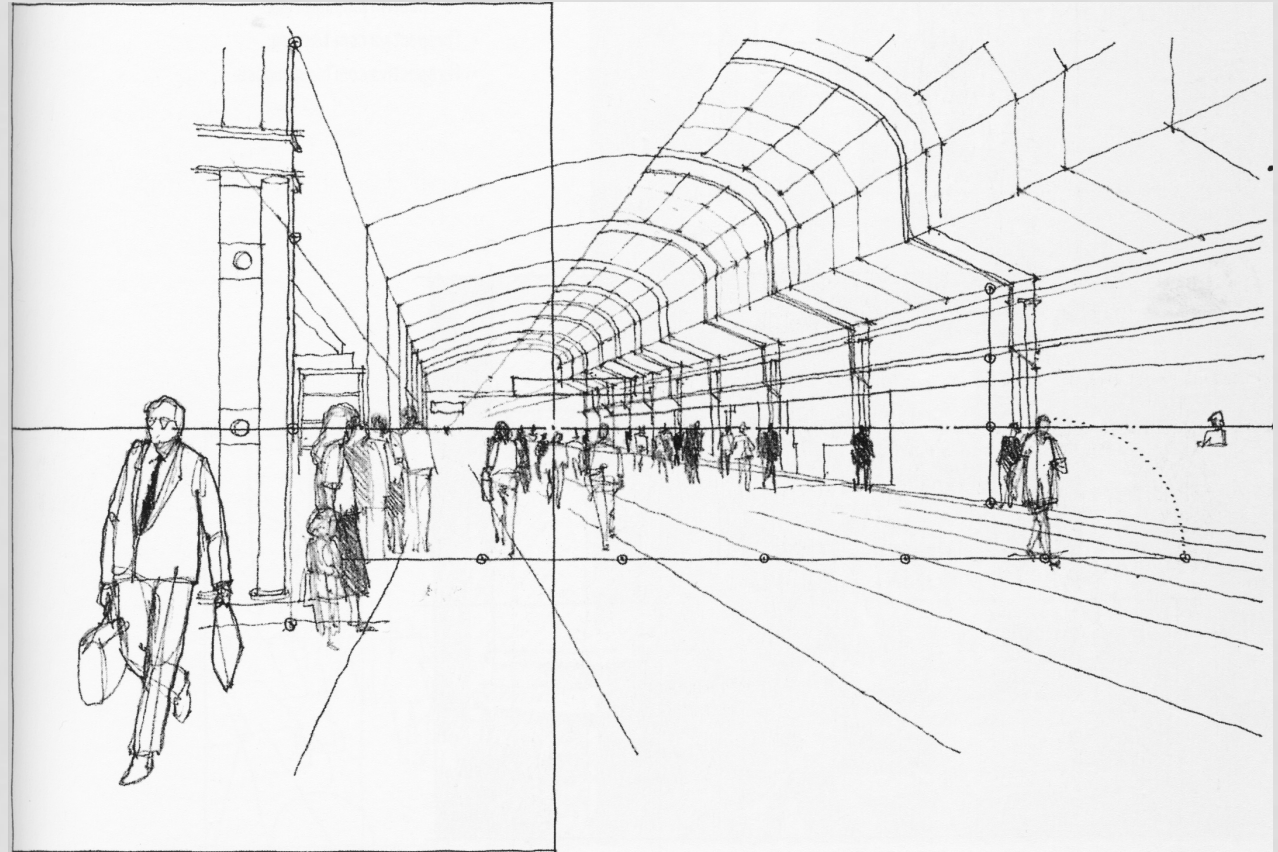
Perspetiva com 3 Pontos de Fuga

O Plano de projeção encontra-se oblíquo aos três eixos principais.

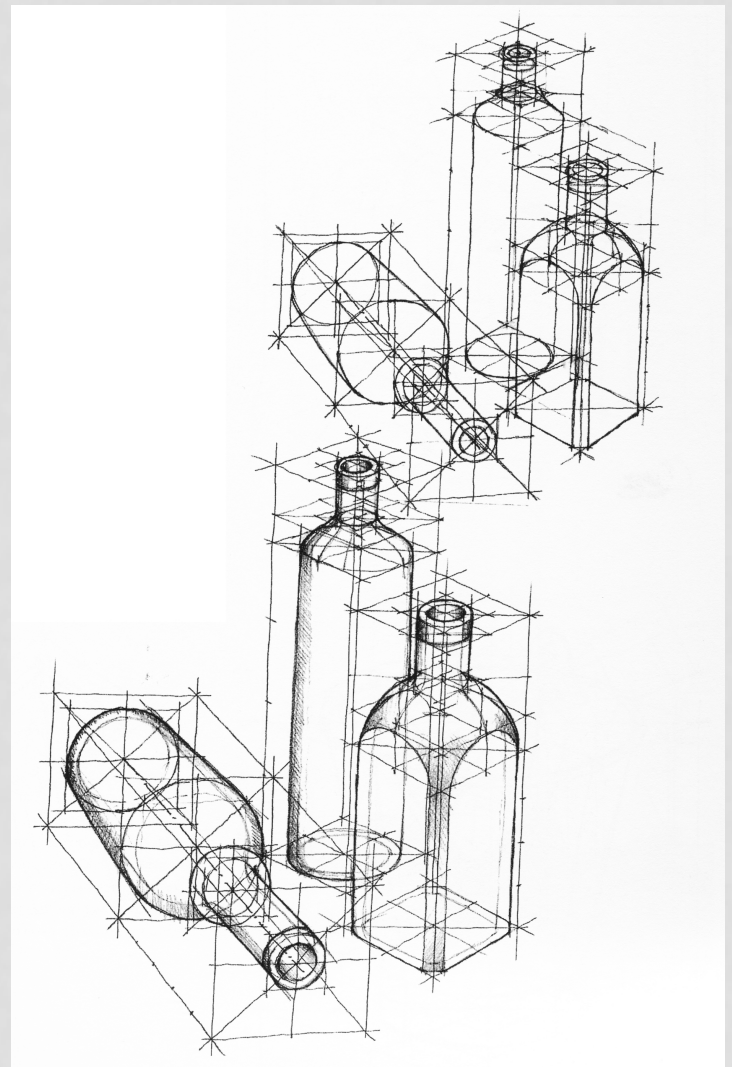
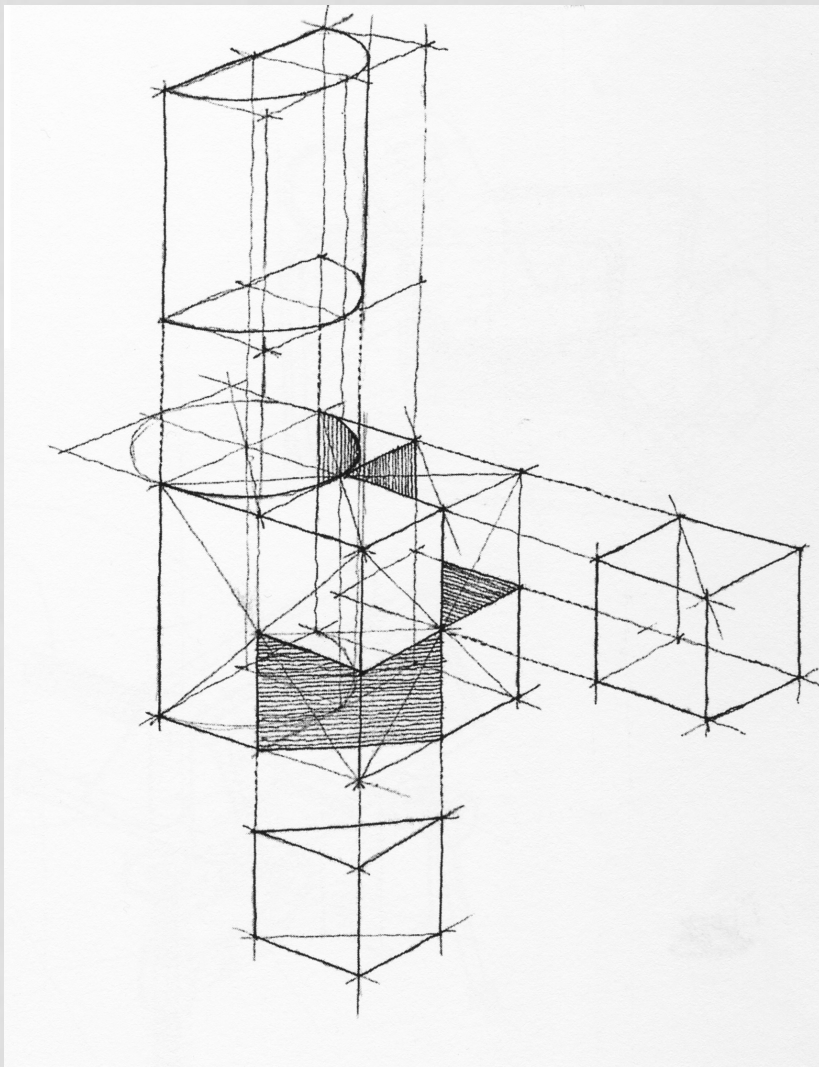


ESPAÇO, PROFUNDIDADE E ESCALA HUMANA

As figuras humanas dão a sensação de escala e profundidade. Se o desenhador estiver numa altura normal, as cabeças das pessoas aparentam estar sobre a sua linha de observação, se estas estiverem de pé sobre o mesmo plano do chão do desenhador



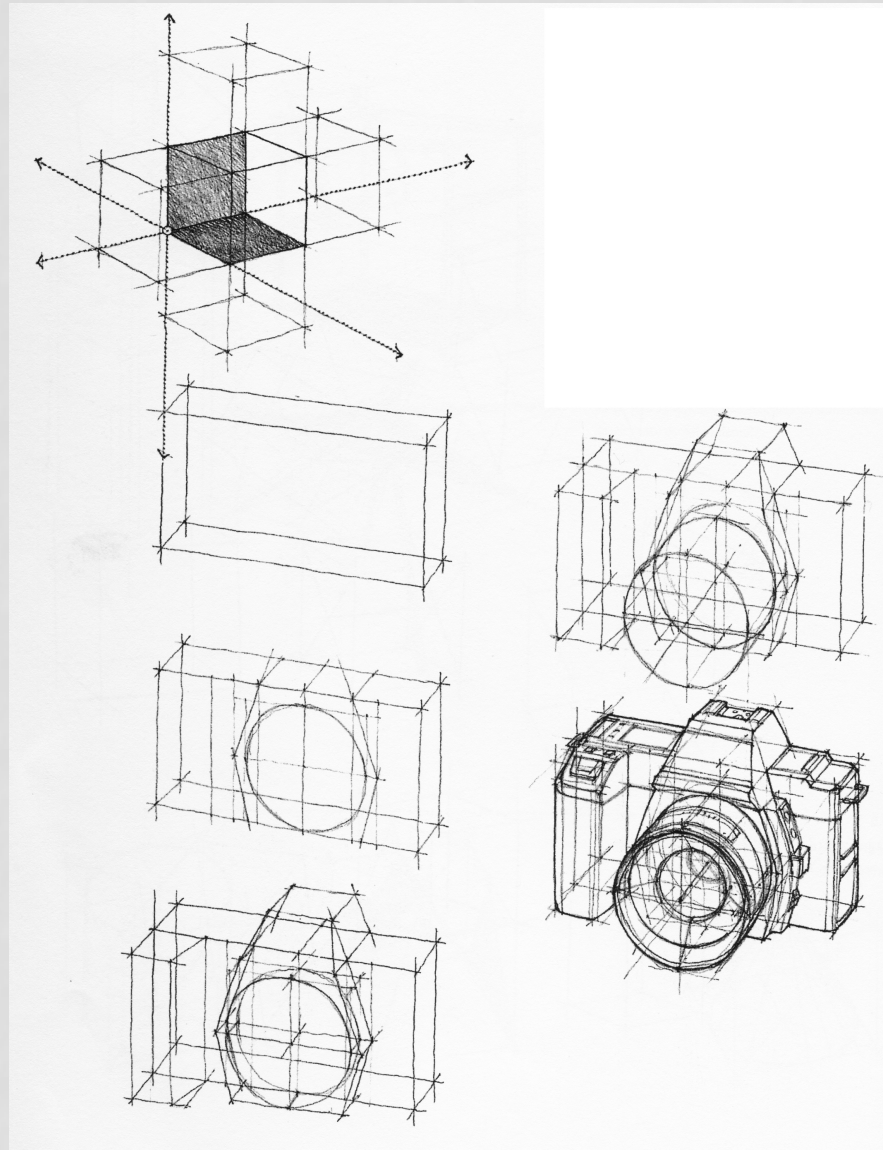
MÉTODO DO PARALEPÍPEDO ENVOLVENTE



MÉTODO DO PARALEPÍPEDO ENVOLVENTE

Formas Aditivas

Partindo de um cubo centrado podemos acrescentar novas formas cúbicas, paralelepipedicas ou cilíndricas, para adicionar as formas pretendidas.

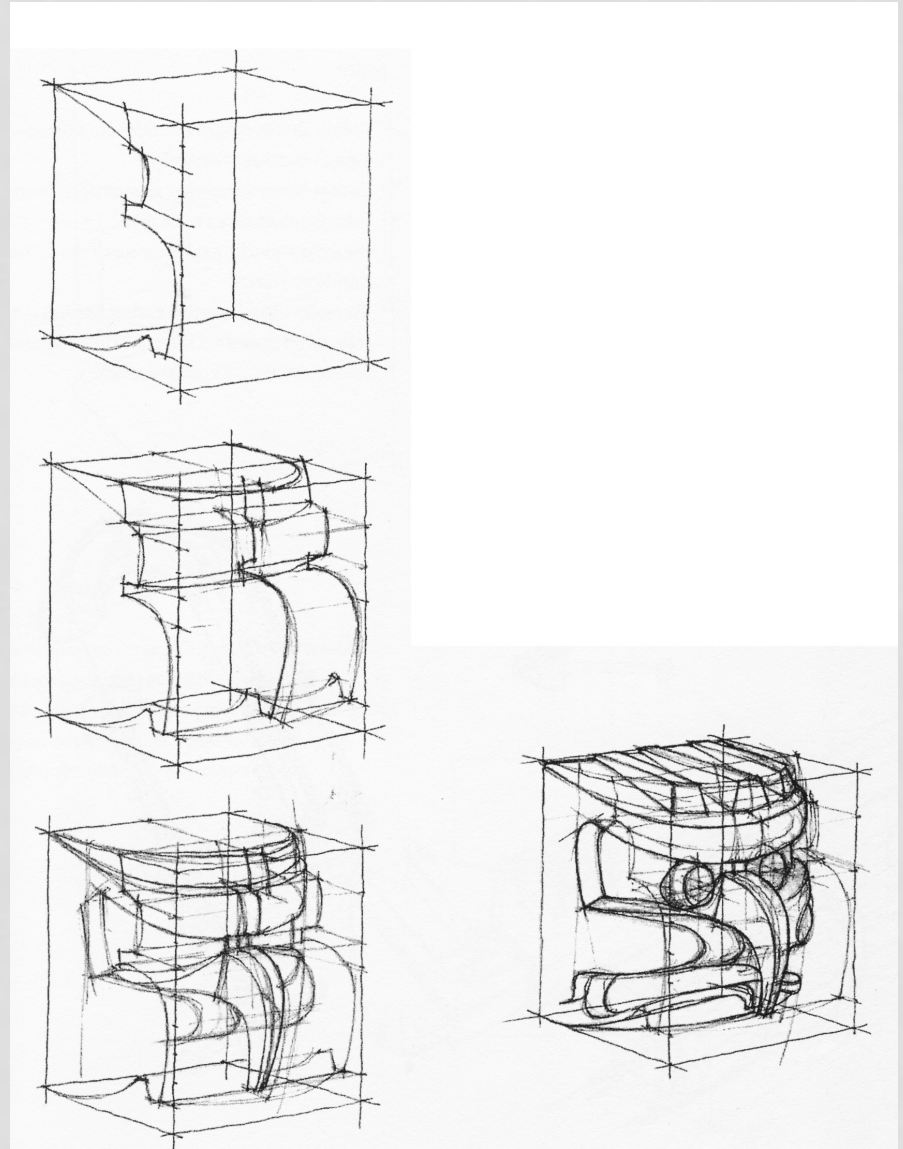


Fonte: CHING, Francis D. K. e JUROSZEK, Steven (2001).
Representação gráfica para desenho e projecto. Barcelona: Editorial
Gustavo Gili.

MÉTODO DO PARALEPÍPEDO ENVOLVENTE

Formas Subtrativas

Partindo de uma forma simples geométrica podemos remover porções para gerar uma nova forma.



Fonte: CHING, Francis D. K. e JUROSZEK, Steven (2001).
Representação gráfica para desenho e projecto. Barcelona: Editorial
Gustavo Gili.

PROPOSTA DE TRABALHO PRÁTICO

GEOMETRIA DESCRITIVA – A

11º F

- I. Apresentação
- II. Planificação das Atividades
- III. Calendarização
- IV. Critérios de Avaliação
- V. Bibliografia
- VI. Anexos

Docente:
Helena Ferreira

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO:

Alguns conceitos:

Projecto:

do Lat. *Projectu*; s. m., plano; intento; desígnio; plano geral de uma obra; iniciativa.

Obra:

do Lat. *Opera*; s. f., resultado permanente do trabalho ou da ação; ato; ação; feito; aquilo que o artífice produz; trabalho; operação; produto do espírito; composição artística, literária; construção ou reparação de edifício;

Perspectiva: do Lat. *Perspectiva*; s. f., arte de representar num plano os objetos tais como se apresentam à vista, conforme a sua posição e distância; aspecto que apresentam os objetos vistos de longe; panorama;

Proposta:

Escolha de um local interior/ exterior (edifício, jardim, ruas, pavilhões ou salas da escola, o vosso quarto...) ricos em elementos arquitectónicos e/ou paisagísticos e realizar um projeto onde, através da representação em perspectiva cónica, se propõem alterações ao nível da funcionalidade ou estética do espaço escolhido.

Objectivos:

Aplicação de Conceitos de Geometria Descritiva na Representação Gráfica de Espaços em Perspetiva

Planificação das Atividades:

1º PERÍODO | 1ª fase

Preparação do ante - projecto

- levantamento de imagens fotográficas de locais à escolha (**mínimo 3**)
- Registo e levantamento das medidas reais aproximadas **em Dupla Projecção Ortogonal** do local escolhido;
- Realização de estudos e esboços que ilustrem a proposta de alteração do local (**mínimo 3**) com aproximadamente o mesmo ponto de vista da fotografia seleccionada
- Proposta por escrito para a alteração do local (alteração estética, funcional ou arquitectónica) - **mínimo de 300 palavras**;
- Organização e estruturação do ante-projecto.

Sugestão: Também podem realizar alguns estudos em folhas de acetato ou de papel de arquitecto, colocado sobre a imagem seleccionada do local; se preferirem podem utilizar a propria fotografia, mas neste caso deverão ter várias cópias, pois é necessário manter uma cópia intacta para análise e comparação com os resultados obtidos.

2º PERÍODO | 2ª fase

Preparação e realização do Projecto:

- Realização de estudos geométricos em perspectiva e (interpretação dos pontos de fuga fundamentais da fotografia);
- Realização de estudos de cor e ambiência - aplicação de conhecimentos da perspectiva, na cor, na ambiência e na luz, dos elementos ao longe e ao perto;
- Realização de um uma representação do espaço alterado em Dupla Projecção Ortogonal;
- Realização de **1 desenho técnico rigoroso**, com aproximadamente o mesmo ponto de vista da fotografia seleccionada. (formato A4 ou A3).

Organização do Dossier de Projecto (correção e melhoramento do ante-projecto):

O Dossier pode ser apresentado em formato A4 ou A3 e deve ser estruturado da seguinte forma:

- **capa**
- **nome do autor e escola**
- **índice**
- **introdução**
- Desenvolvimento do projecto (estruturação clara e objectiva, em capítulos, de todas as fases do projeto, contendo as fotografias, esboços, seleção do local, proposta para a alteração do local, os desenhos rigorosos e desenhos expressivos, etc.)
- **Relatório** (memória descritiva)

3º PERÍODO | 3ª Fase

Apresentação dos desenhos

(em formato A3 ou A2, conforme a qualidade dos resultados obtidos):

- Realização de **1 Desenho Técnico e Rigoroso** (papel cavalinho e a lápis), em Perspectiva Cónica, do espaço escolhido e com as devidas alterações.
- Realização de **1 Desenho Técnico e Rigoroso** (papel de arquiteto) a cor ou preto, em Perspectiva Cónica, do espaço escolhido e com as devidas alterações, que será colocado por cima do primeiro.
- Realização de um **Desenho Expressivo** do espaço escolhido. Pode optar por utilizar o mesmo ponto de vista do Desenho Técnico e Rigoroso, acima referido, no entanto esta fase do trabalho é para ser realizado na aula de Desenho e orientado pelas professoras dessa disciplina, podendo assumir um rumo não previsto nesta proposta.

Anexo 3: Guião de Trabalho

Calendarização

1ª fase	Entrega do Ante - Projeto	16 de Dezembro
2ª fase	Entrega do Dossier de Projeto com inclusão dos estudos para os Desenhos Técnicos e Rigorosos	23 de Março
3ª fase	Apresentação dos Desenhos Finais. Montagem da Exposição	13 de Abril

CrITÉrios de Avaliação

- Cumprimento de todos os itens solicitados;
- Rigor nos desenhos geométricos; qualidade expressiva;
- Organização e estruturação do projeto;
- Empenho; autonomia; inovação;
- Extras.

Bibliografia

CHING, Francis D. K. e JURSZEK, Steven (2001). *Representação gráfica para desenho e projecto*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

DISERENS, Corine (ed.), *Gordon Matta-Clark*, New York: Phaidon, 2003.

KEMP, Martin, *The Science of Art. Optical Themes in Western Art from Brunelleschi to Seurat*. New Haven e Londres : Yale University Press, 1990.

EAMON, Christopher (ed.), *Anthony McCall: The Solid Light Films and related Works*, Gottingen: Steidl Publishers, 2005.

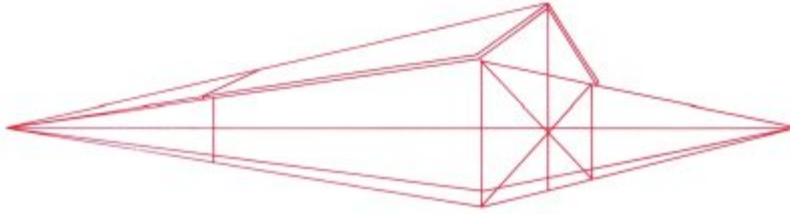
TALBOT, Richard, Disponível em <URL: <http://www.richardtalbot.org/>>.

VIEIRA, Joaquim Pinto (1995). *O Desenho e o Projecto São o Mesmo?* 1ª ed., colecção: Argumentos. Porto: FAUP Publicações.

Anexo 3: Guião de Trabalho

Anexos

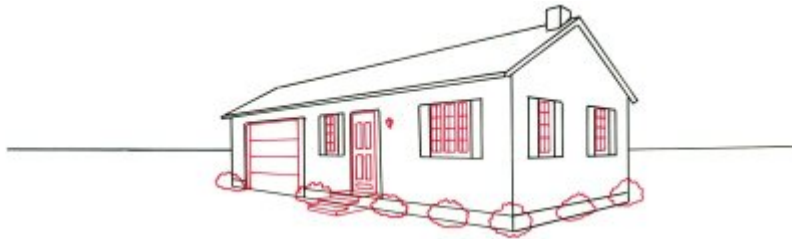
Processo rápido para representar em perspectiva segundo dois pontos de fuga:



Passo 1:



Passo 2:



Passo 3:



Passo 4:

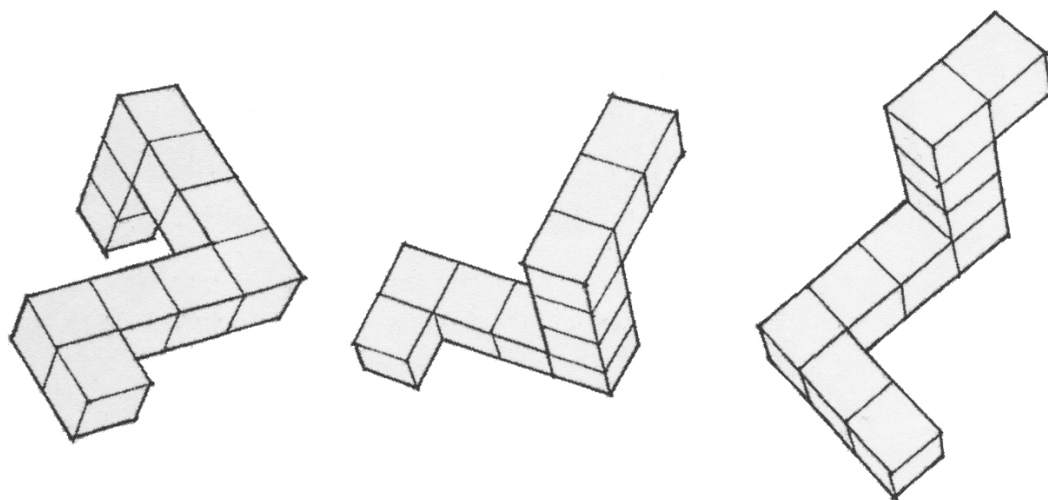


Exercício_1

Enunciado:

Que configuração não encaixa com o padrão das outras duas?

[Teste de Rotação Mental de Shepard & Metzler]

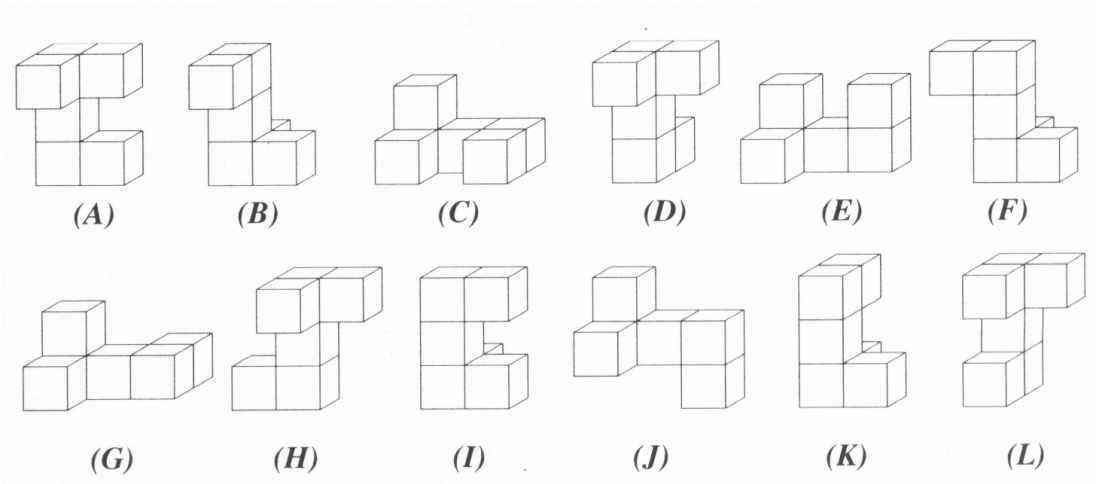


Exercício_2

Enunciado:

Em baixo estão representadas diversas figuras tridimensionais, das quais algumas são congruentes, isto é, podem ser sobrepostas. Identifique as classes de figuras congruentes que existem no conjunto das doze figuras.

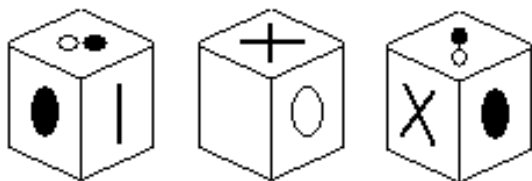
[Teste de Rotação Mental baseado nos estudos desenvolvidos por Shepard & Metzler]



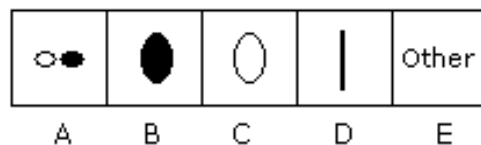
Exercício_3

Enunciado:

Três vistas do mesmo cubo são apresentadas em baixo. Identifique qual o símbolo que se encontra na face oposta a X.



Answers



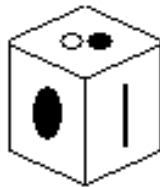
Exercício_4

Enunciado:

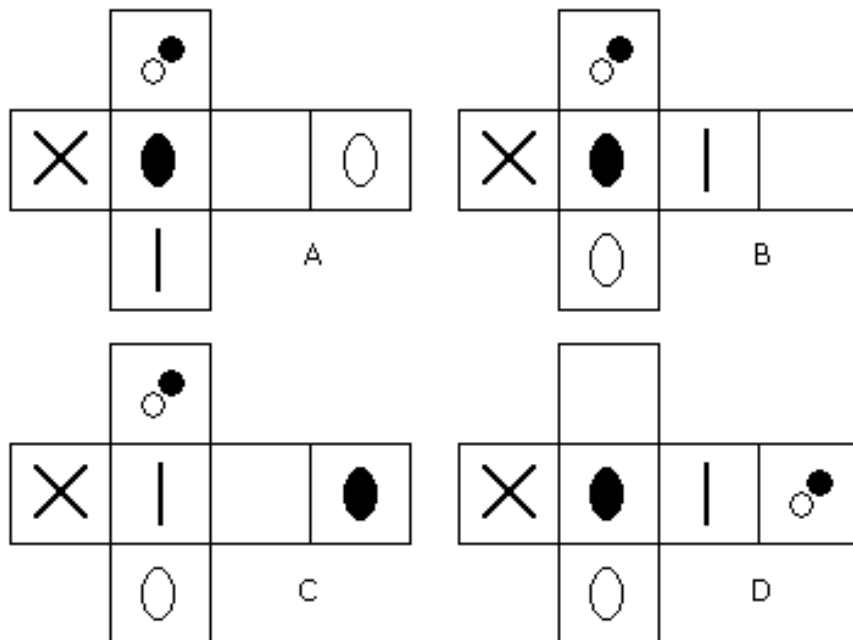
Qual é a planificação abaixo representada que corresponde ao cubo apresentado?

Paper Folding Test, baseado nos estudos de Shepard & Cooper

Completed Cube



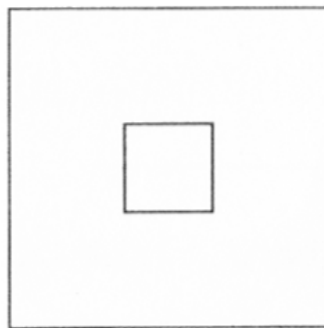
Patterns



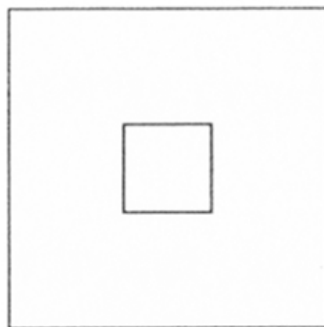
Exercício_5

Enunciado:

Esboçe em perspectiva o sólido representado em baixo pelas suas vistas (ou projeções) frontal e horizontal. Note que se houvesse arestas invisíveis elas estariam representadas a traço interrompido.



vista de frente

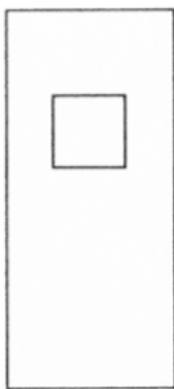


planta

Exercício_6

Enunciado:

Esboçe em perspectiva o sólido representado em baixo pelas suas vistas (ou projeções) frontal e de perfil. Note que se houvesse arestas invisíveis elas estariam representadas a traço interrompido.



vista de frente

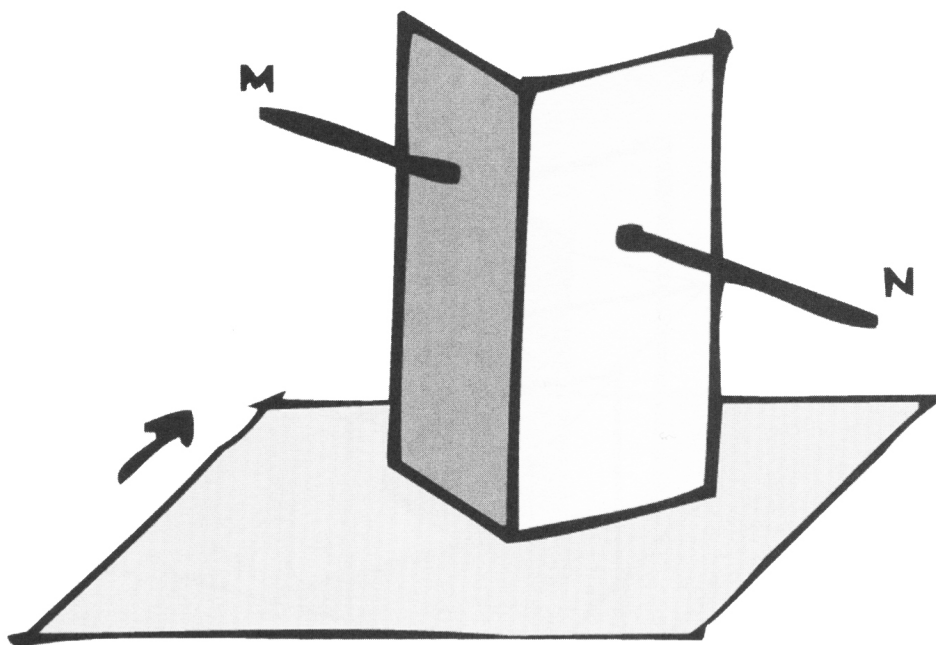


vista de lado

Exercício_7

Enunciado:

Represente a figura abaixo apresentada como se estivesse a observá-la na direcção oposta à seta.

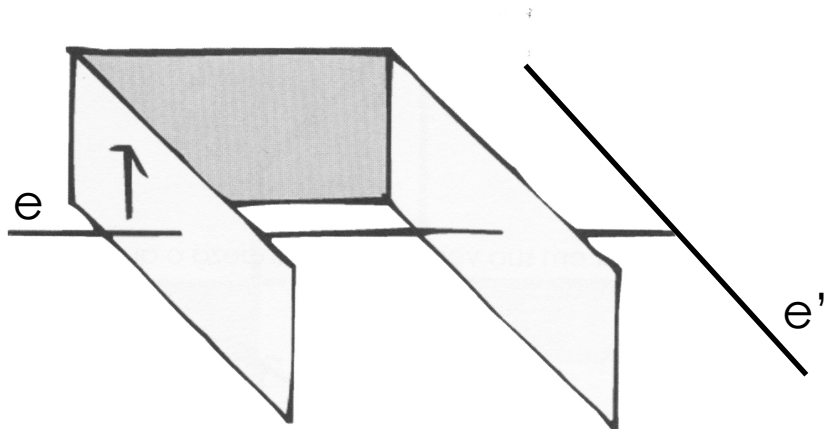


Exercício_8

Enunciado

Visualize mentalmente a rotação da figura ilustrada em torno do eixo e , de modo a que se veja a face externa do fundo.

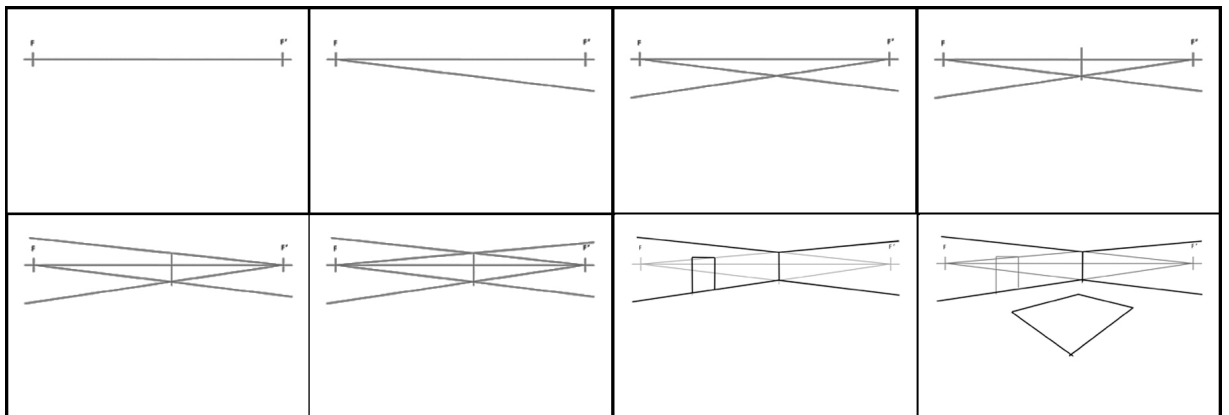
- Represente o objeto de acordo com a rotação que imaginou, incluindo a seta.
- Efetue o mesmo processo de visualização e de representação em relação à rotação da figura em torno do eixo e' .



Exercício_9

Enunciado:

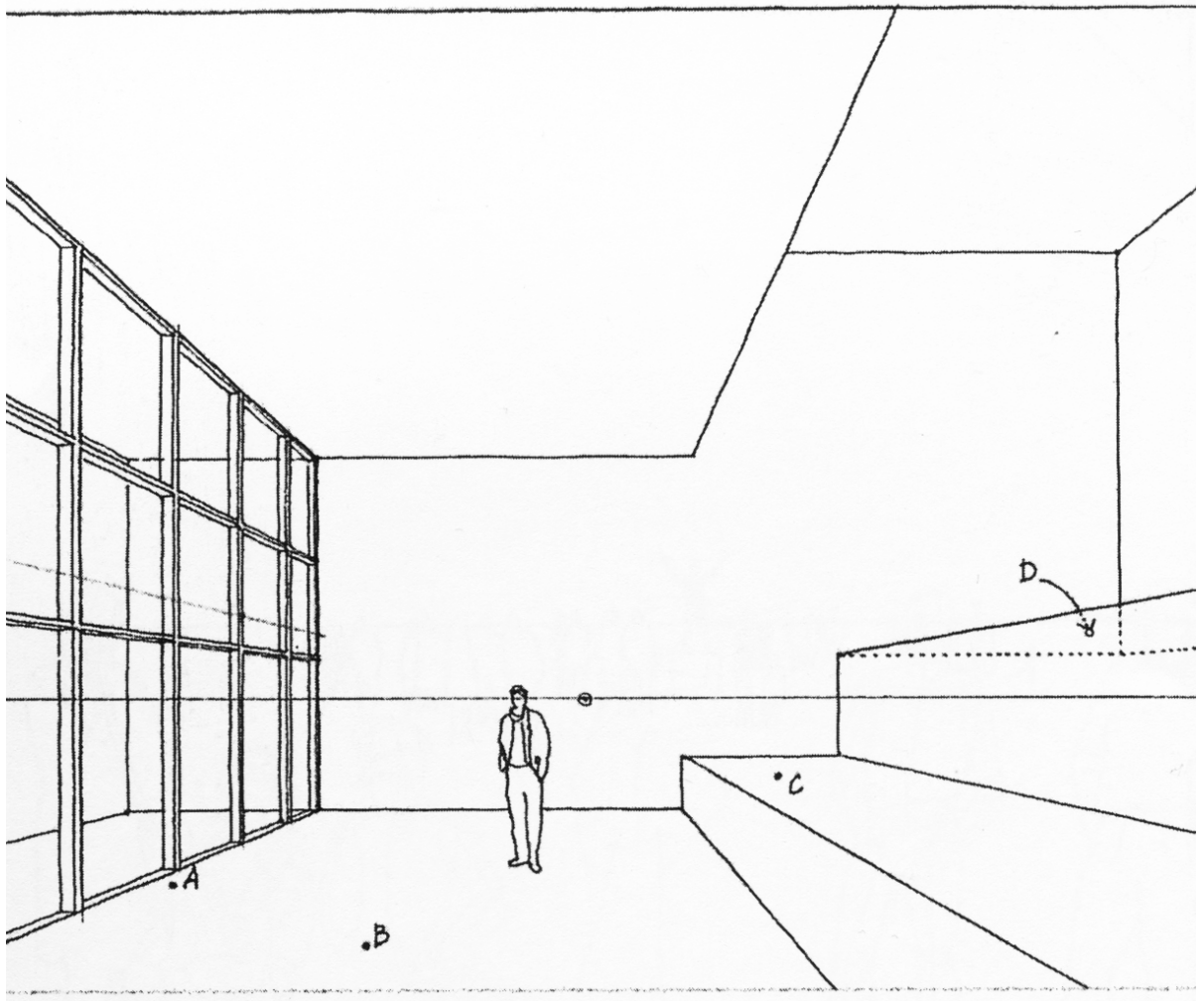
A figura em baixo apresentada resume o exercício explicativo, que acabámos de resolver no quadro, para a representação perspéctica de um espaço interior. Represente diversos pontos de vista da sua sala de aula, sem se deslocar ou sair da sua cadeira.



Exercício_10

Enunciado:

Na imagem em baixo represente uma figura humana nas posições A, B, C e D, recorrendo aos princípios de convergência e a linhas analíticas (ou malhas de construção).

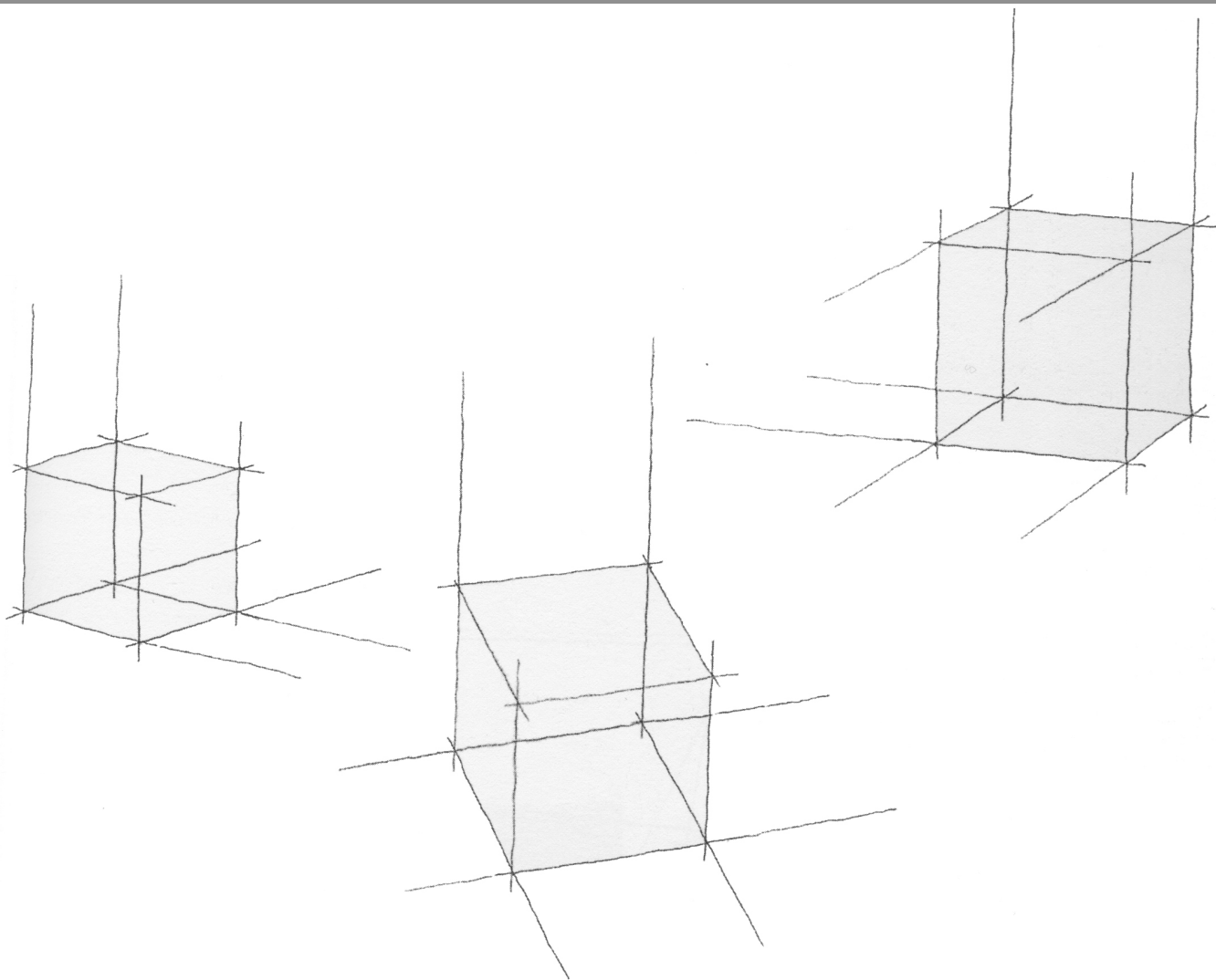


Exercício_11

Enunciado:

Em baixo estão representados cubos em perspetiva axonométrica.

- Represente em cada um deles objetos do quotidiano (cadeira, sofá, vaso, etc.)
- Represente numa folha à parte diversos cubos em perspetiva linear com dois pontos de fuga e repita o exercício anterior. Se quiser prolongue as linhas dos cubos (nas 3 dimensões) e adicione novas formas geométricas para transformar o seu objeto;
- Aplique este método no exercício 6, para representar a sala de aula, ou outro espaço qualquer.



Anexo 5: Critérios de Avaliação Quantitativa

Avaliação do Anteprojeto (escala 0-20 valores) – 1ª fase.

Critérios de avaliação Tipo de avaliação	Levantamento de imagens e seleção do local a modificar		Dupla Projeção Ortogonal do espaço selecionado		Estudos e esboços para alteração do local em perspectiva linear (entre outros)		Proposta escrita de alteração do espaço		Apresentação do anteprojeto		Empenho nas tarefas ao longo do período	Total
	Avaliação Criterial	Sucesso / insucesso	10%	Sucesso / insucesso	10%	Sucesso / insucesso	10%	Sucesso / insucesso	10%	Sucesso / insucesso	10%	-
Avaliação sumativa	-	-	Correta representação do espaço de acordo com o sistema de representação adotado	10%	Correta representação do espaço de acordo com os fundamentos da perspectiva linear	20%	Articulação e seleção adequada de conteúdos; ortografia e pontuação; Clareza e coerência do discurso; utilização da terminologia específica.	5%	Organização e estruturação de conteúdos	10%	5%	50%
		10%		20%		30%		15%		20%	5%	100%

Anexo 5: Critérios de Avaliação Quantitativa

Avaliação do Dossier de Projeto (escala 0-20 valores) - 2ª Fase.

Tipo de avaliação	Descritores de avaliação Critérios de Avaliação	Ponderação	Não Atingiu	Atingiu		
			Insuficiente (1-9 valores)	Suficiente (10-13 valores)	Bom (14-16 valores)	Muito Bom (17-20 valores)
Avaliação Criterial	Correção das diretrizes registadas na 1ª fase do projeto	20%	Sucesso/ insucesso			
Avaliação Sumativa	Dupla Projeção Ortogonal do espaço modificado	10%	O desenho não obedece aos critérios de representação do sistema adotado.	O desenho obedece aos critérios de representação do sistema adotado, mas apresenta pouco rigor e pouca acuidade no traçado.	O desenho obedece aos critérios de representação do sistema adotado com rigor e acuidade no traçado. Comete erros ocasionais. Boa apresentação do desenho.	O desenho obedece aos critérios de representação do sistema adotado com excelente rigor e acuidade no traçado. Boa apresentação do desenho.
	Esboços em Perspetiva Linear (Escala/Proporção; Tridimensionalidade; Côr e Ambiente; Expressividade; Rigor)	40%	Os esboços não revelam compreensão dos elementos necessários para a representação perspetiva de um espaço.	Os esboços revelam que no essencial consegue conjugar os fatores de representação perspetiva, mas tem ainda alguma dificuldade.	Os esboços revelam que domina os elementos necessários para a representação perspetiva.	Os esboços revelam que domina os elementos necessários para a representação perspetiva e explora esse conhecimento.
	Coerência na organização e estrutura do trabalho	10%	O trabalho apresenta uma sequência muito confusa e sem interligação de conteúdos; Grau muito reduzido de legibilidade e de compreensão.	O trabalho apresenta uma sequência lógica mas sem interligação dos conteúdos;	O trabalho apresenta-se de forma sequenciada, mas com pouca interligação de todos os conteúdos.	O trabalho apresenta-se de forma sequenciada, com os conteúdos adequados e articulados.
	Memória Descritiva (ou revisão da proposta escrita na fase anterior)	5%	Texto desorganizado com muitos erros ortográficos e não utiliza terminologia adequada.	Apresenta erros ortográficos e de pontuação. Reduzida utilização de terminologia específica.	O texto demonstra articulação e uma seleção adequada da informação mas ainda com alguns erros ortográficos e de pontuação; Utiliza terminologia específica.	O texto demonstra articulação e uma seleção adequada da informação sem erros ortográficos e de pontuação; Discurso escrito muito claro e coerente com as intenções do projeto. Utiliza sempre terminologia específica.
	Apresentação do Dossier	5%	Apresentação descuidada; suporte do dossier pobre; fraca linguagem de comunicação visual.	Apresentação razoável; algum cuidado na aparência do dossier; linguagem de comunicação visual razoável. Limitou-se ao mínimo indispensável.	O dossier demonstra bastante cuidado e preocupação na sua aparência; linguagem de comunicação visual coerente e criativa. Apresenta elementos inovadores.	O dossier demonstra uma apresentação cuidada muito boa; linguagem de comunicação visual muito coerente e criativa, proporcionando fácil leitura. Detalhes que valorizam a comunicação. Apresenta elementos inovadores.
Avaliação Contínua	Empenho e interesse na execução das tarefas ao longo do período	10%	Pouco ou nenhum empenho na execução das tarefas não se importando com os resultados.	Empenho e interesse regular pela execução das tarefas e no efeito sobre resultados.	Empenho e interesse na execução das tarefas e preocupação pelos resultados.	Muito empenho e iniciativa na execução das tarefas e nos bons resultados.

Anexo 5: Critérios de Avaliação Quantitativa

Avaliação dos Desenhos Técnicos (escala 0-20 valores) - 3ª Fase.

Tipo de Avaliação	Descritores de avaliação Critérios de Avaliação	Ponderação	Não atingiu	Atingiu		
			Insuficiente (1-9 valores)	Suficiente (10-13 valores)	Bom (14-16 valores)	Muito Bom (17-20 valores)
Avaliação Sumativa	Desenho Técnico em Perspetiva linear	30%	O desenho não obedece aos critérios de representação do sistema adotado	O desenho obedece aos critérios de representação do sistema adotado, mas apresenta pouco rigor e pouca acuidade no traçado. Revela pouco domínio na determinação dos elementos geométricos.	Domina o “método direto” e desenvolve o seu próprio raciocínio para a resolução de problemas. Comete erros ocasionais. Bom rigor e acuidade no traçado. Boa apresentação do desenho.	Domina com exatidão o “método direto” e desenvolve outros métodos para a resolução de determinados problemas. Excelente rigor e acuidade no traçado. Boa apresentação do desenho.
	Detalhes do desenho	30%	Não introduz detalhes. Limita-se a representar os contornos do espaço interior/exterior.	Introduz alguns detalhes. Grau de dificuldade: razoável.	Introduz detalhes, mas comete alguns erros. Grau de dificuldade: médio.	Introduz bastantes detalhes no espaço e com rigor obedecendo ao método de representação adotado. Grau de dificuldade elevado.
Avaliação Contínua	Pesquisa, Criatividade e Originalidade ao longo do trabalho	20%	Revela pouca criatividade, recorre a imagens comuns e estereótipos.	Revela alguma criatividade. Revela uma pesquisa razoável sobre o tema. Elementos pouco originais no tratamento do tema.	Revela pesquisa sobre o tema. Revela imaginação e criatividade e aplica elementos pouco comuns no tratamento do tema.	Revela bastante pesquisa sobre o tema. Revela muita imaginação e criatividade, aplica elementos pouco comuns e articula tudo numa solução inovadora.
	Empenho e interesse na execução da tarefa ao longo do período	20%	Pouco empenho na execução das tarefas não se importando com os resultados.	Empenho regular pela execução das tarefas e no efeito sobre resultados.	Empenho na execução das tarefas e preocupação pelos resultados.	Muito empenho e iniciativa na execução das tarefas e nos bons resultados.

Anexo 6: Critérios de Avaliação Qualitativa Global dos Trabalhos

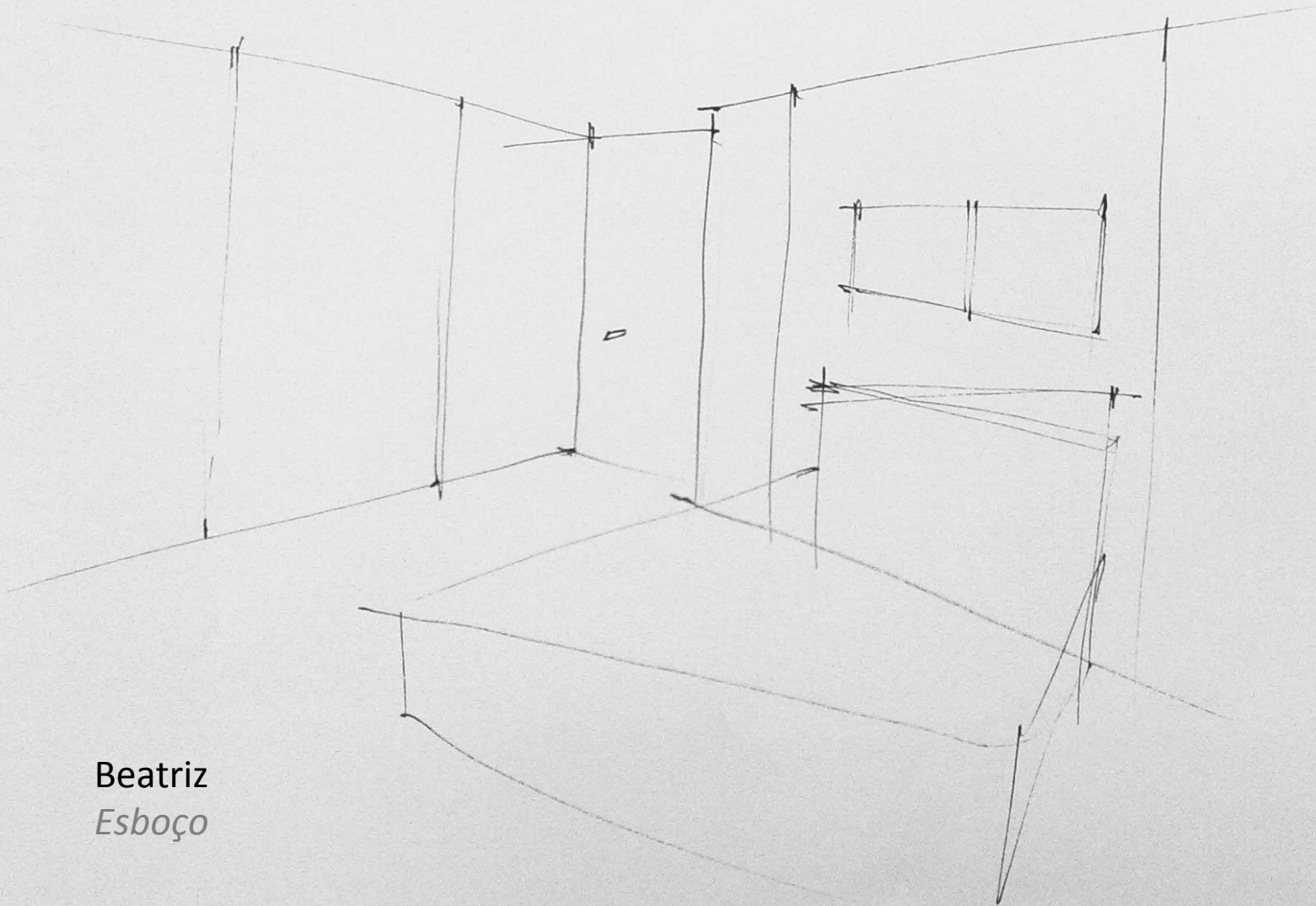
Critérios da Avaliação Qualitativa Global da proposta de trabalho e sua aplicação.

Indicadores de avaliação Critérios de Avaliação	Insuficiente	Suficiente	Bom	Muito Bom
Desenvolvimento do raciocínio espacial	Não atingiu os objetivos propostos	Revela ainda alguma dificuldade na capacidade de ver, organizar e representar o espaço.	Revela capacidade de ver, organizar, realizar “rotações mentais” e representar o espaço.	Desenvolveu o raciocínio mental ao longo do trabalho, dominando a capacidade de ver, organizar, realizar “rotações mentais” e representar o espaço.
Capacidade de realizar registos espontâneos que representem uma ideia tridimensional real ou imaginada	Não consegue traduzir uma ideia tridimensional para o registo gráfico.	Traduz uma ideia tridimensional para o registo gráfico mas comete ainda alguns erros. Demonstra alguma dificuldade em realizar diversos pontos de vista	Revela capacidade de realizar registos que representam uma ideia tridimensional. Realiza registos de diversos pontos de vista mas comete erros ocasionais.	Desenvolveu a capacidade de realizar registos que representam uma ideia tridimensional com sucesso. Domina a capacidade de realização de registos que representam diversos pontos de vista de um mesmo espaço/objeto sem dificuldade.
Relação escala/proporção	Não consegue estabelecer uma relação coerente entre escala e proporção	Revela pouco domínio na relação escala/proporção, cometendo alguns erros.	Revela capacidade de relacionar a escala com a proporção, mas comete erros ocasionais.	Domina sem dificuldade a relação escala/proporção realizando registos coerentes e harmoniosos.
Rigor e espírito crítico	Não procura o rigor no seu processo de trabalho e não revela ter espírito crítico	Revela algum rigor e espírito crítico mas ainda com bastante dificuldade e insegurança	Revela rigor e espírito crítico, mas comete ainda alguns erros ocasionais	Revela rigor e espírito crítico bastante apurados, apresentando novas soluções por iniciativa própria e sendo muito exigente com os seus resultados
Autonomia	Não consegue realizar os exercícios sem acompanhamento.	Revela ainda alguma dificuldade na resolução de problemas.	Revela autonomia e procurou superar os objetivos. Consegue criar soluções para a resolução de problemas.	Revela bastante autonomia na resolução dos exercícios e do trabalho em geral, tendo trazido elementos inovadores ao seu projeto. Consegue criar soluções, com sucesso, para a resolução de problemas.
Motivação	O projeto não gerou qualquer tipo de motivação.	O projeto gerou motivação mas precisa de incentivos ao longo do trabalho.	Revela motivação ao longo de algumas etapas/atividades.	Revela bastante motivação na realização do projeto ao longo de todas as fases.
Enquadramento da Geometria Descritiva nas Artes Visuais	Não compreende a utilidade da disciplina.	Compreende a utilidade da disciplina mas não tem interesse em praticá-la futuramente.	Compreende a utilidade da disciplina. O projeto esclareceu algumas dúvidas.	Compreende plenamente a utilidade da disciplina nas Artes Visuais e pretende utilizar os seus conceitos no futuro. O projeto esclareceu algumas dúvidas e permitiu abrir novos horizontes para a escolha do percurso profissional.

Trabalhos dos Alunos

ESPAÇO INTERIOR

Sala

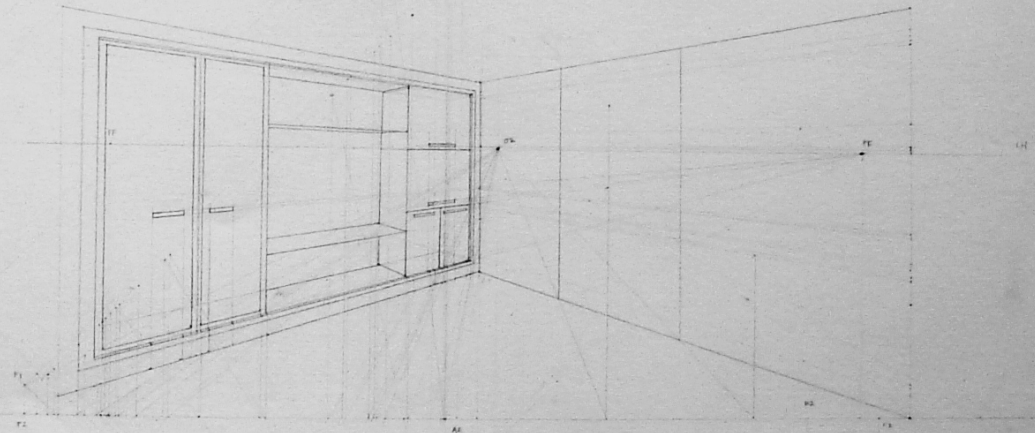


Beatriz
Esboço

Beatriz Bryant-Jones

ESPAÇO INTERIOR

Sala



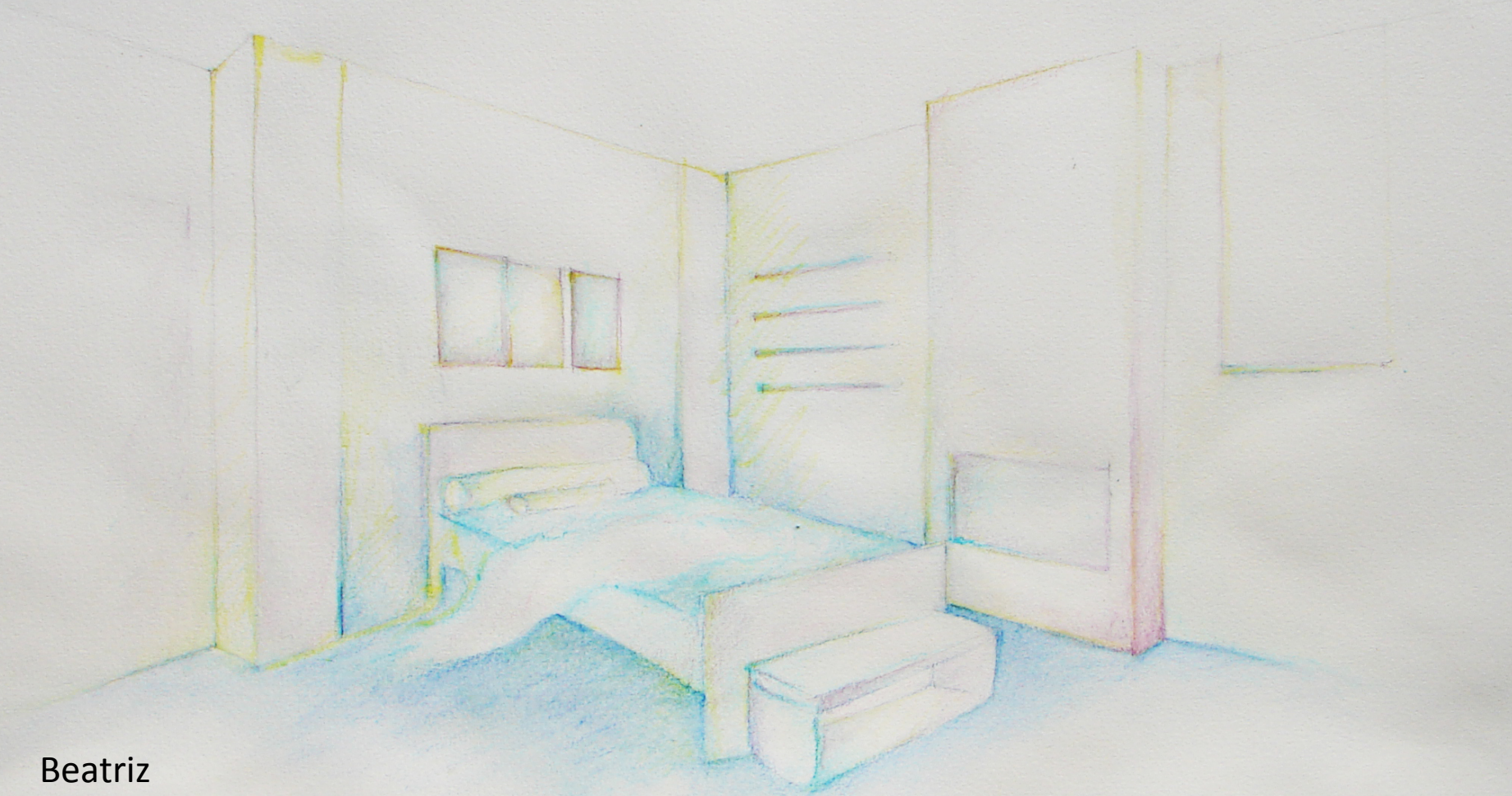
Beatriz

Desenho Técnico e Rigoroso

Beatriz Bryant - Jorge nº2
Perspectiva linear
Alteração de um quarto

ESPAÇO INTERIOR

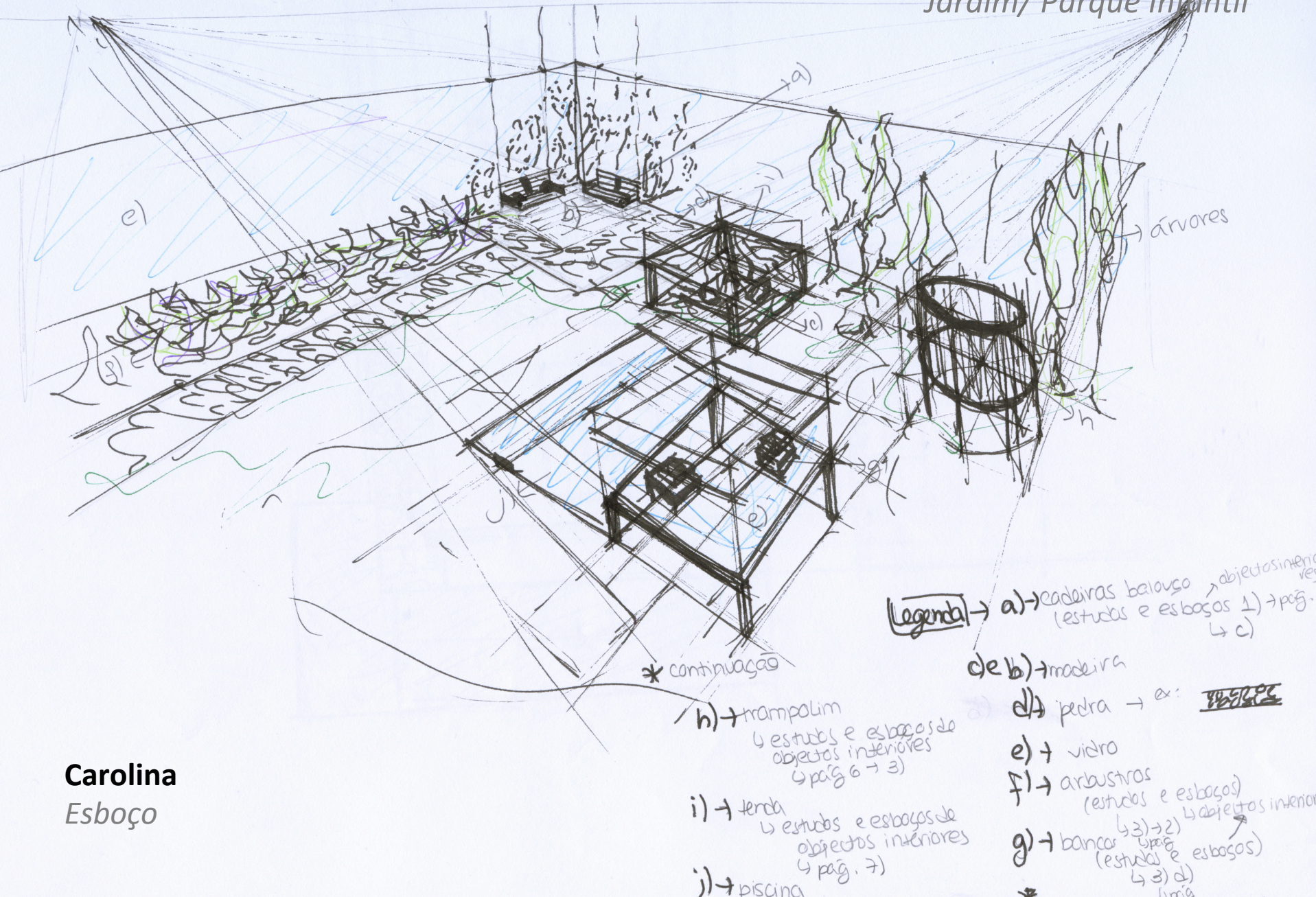
Sala



Beatriz

Desenho Expressivo

ESPAÇO EXTERIOR Jardim/Parque Infantil



Carolina
Esboço

Legenda → a) → madeira balauço
(estudos e esboços 1) → pag. 1
↳ c) objetos interiores
↳ 2

de b) → madeira

d) → pedra → ex: ~~pedra~~

e) → vidro

f) → arbustivas
(estudos e esboços)
↳ 3) → 2) ↳ objetos interiores

g) → bancar
(estudos e esboços)
↳ 3) d) ↳ 1) →

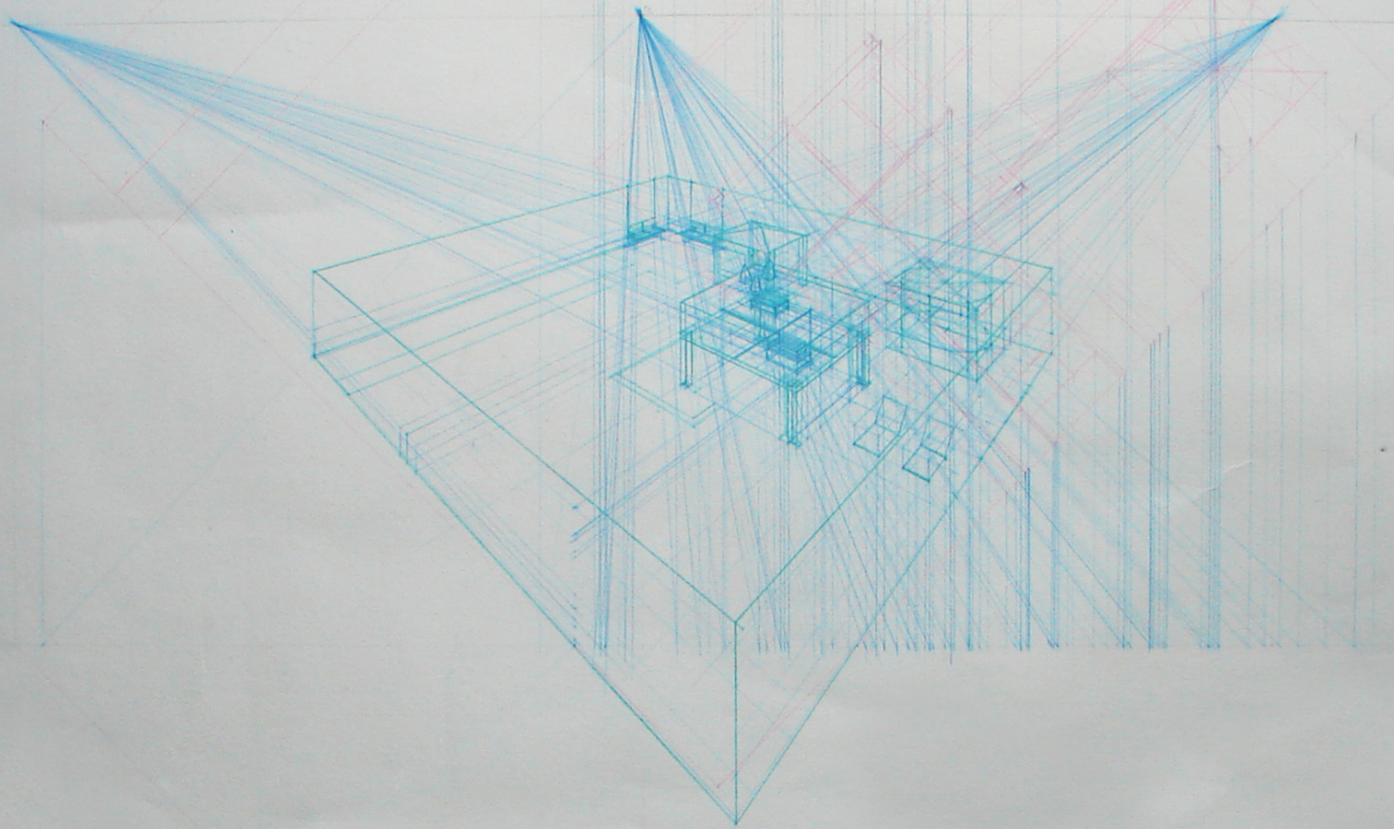
* continuagão

h) → trampolim
↳ estudos e esboços de
objetos interiores
↳ pag. 6 → 3)

i) → tenda
↳ estudos e esboços de
objetos interiores
↳ pag. 7)

j) → piscina

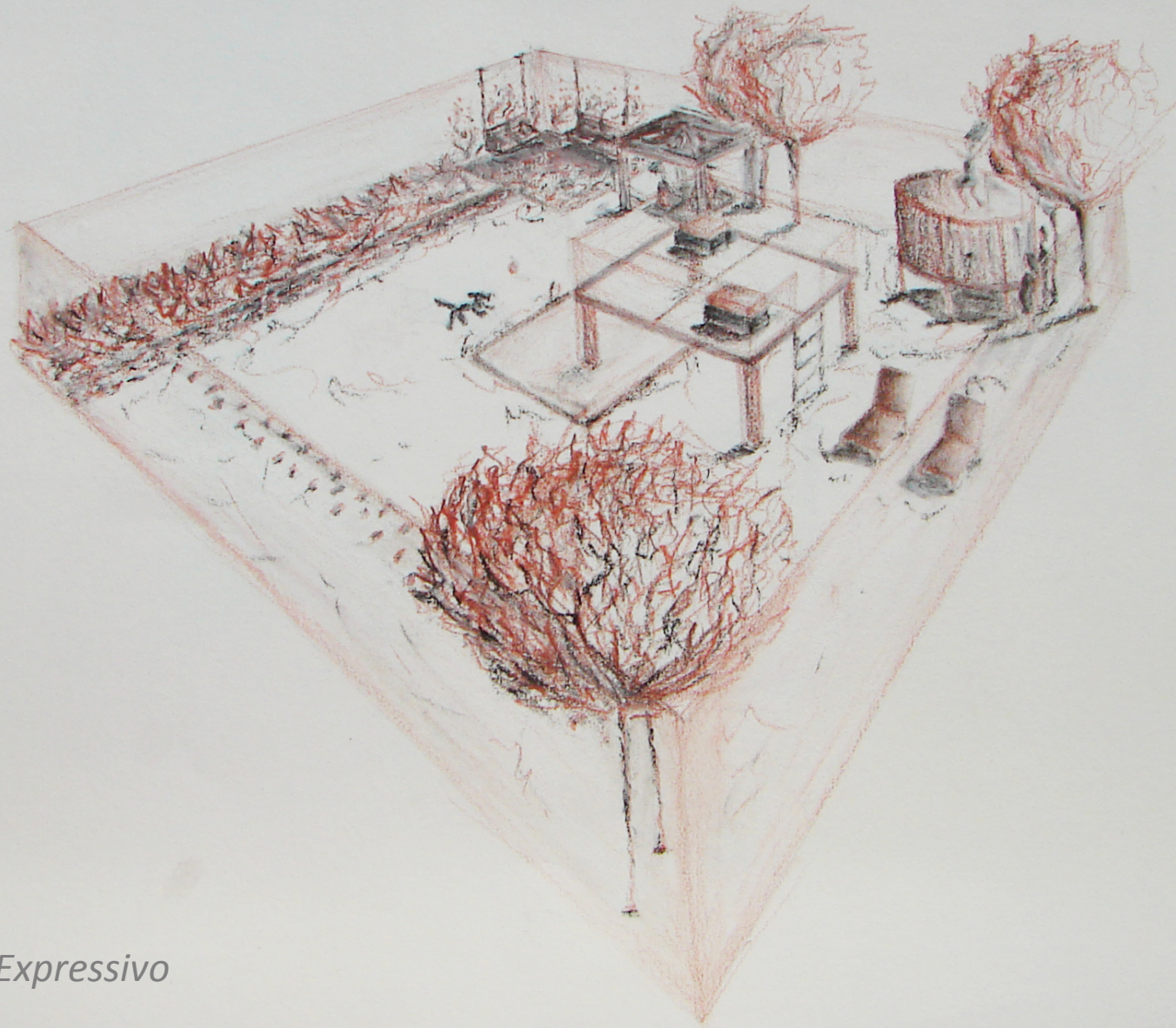
ESPAÇO EXTERIOR
Jardim/ Parque Infantil



Carolina

Desenho Técnico e Rigoroso

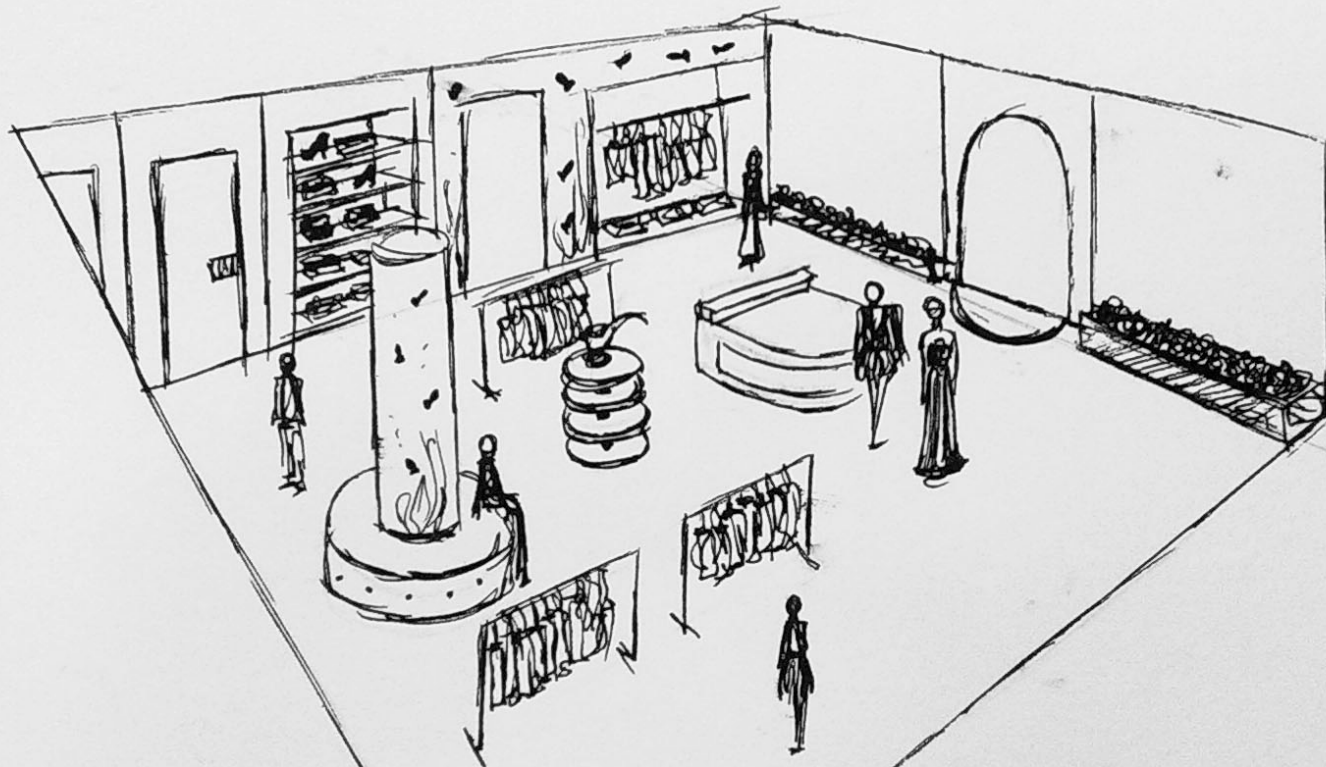
ESPAÇO EXTERIOR
Jardim/Parque Infantil



Carolina
Desenho Expressivo

Carolina
02/05/2012

ESPAÇO INTERIOR
Loja de Moda e Música

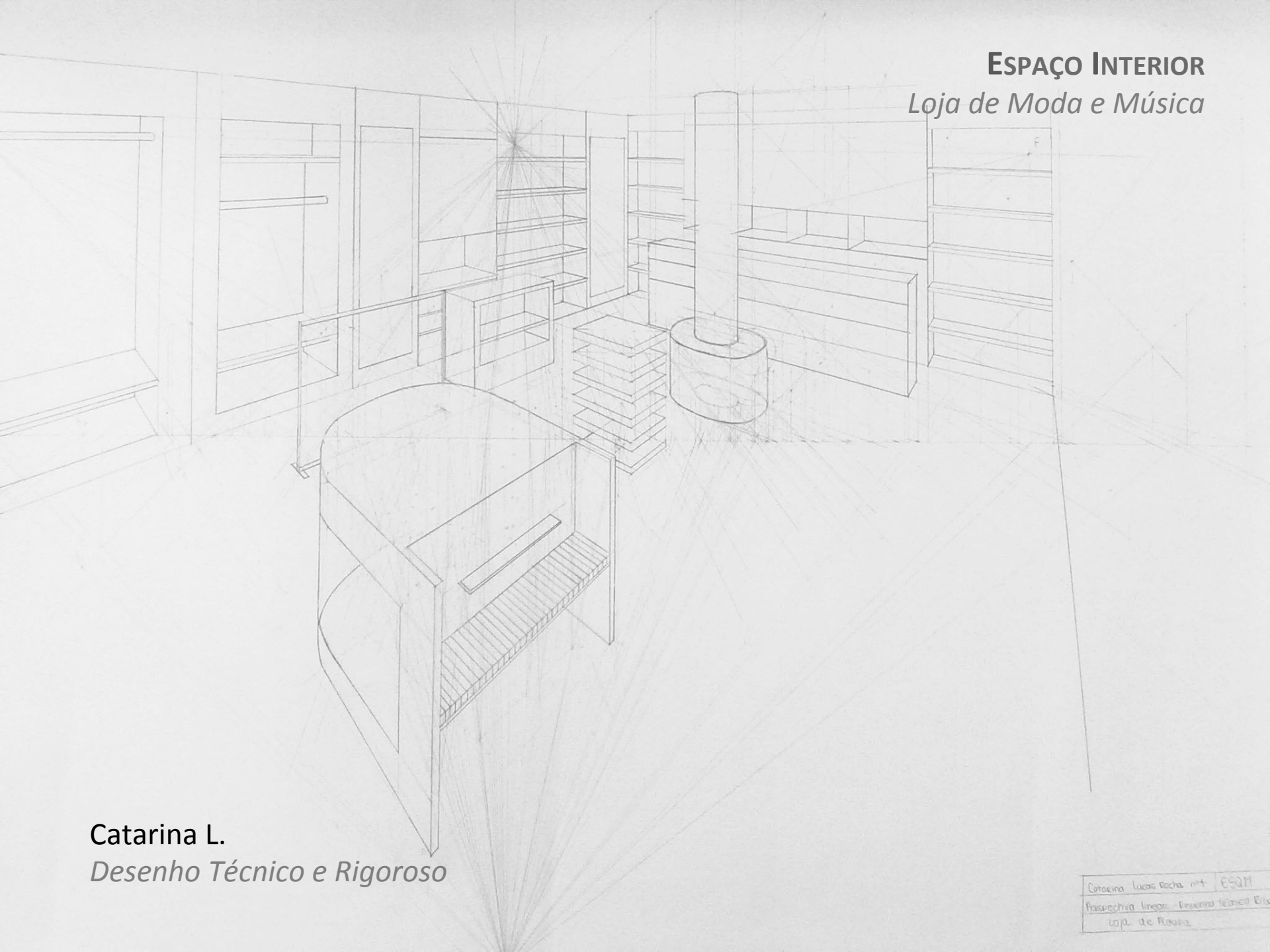


Catarina
2012. 4.29

Catarina L.
Esboço

ESPAÇO INTERIOR

Loja de Moda e Música



Catarina L.


Desenho Técnico e Rigoroso

Catrina Lucas Rocha - nº 15011
Perspectiva linear - Desenho Técnico III
10/11 de Novembro

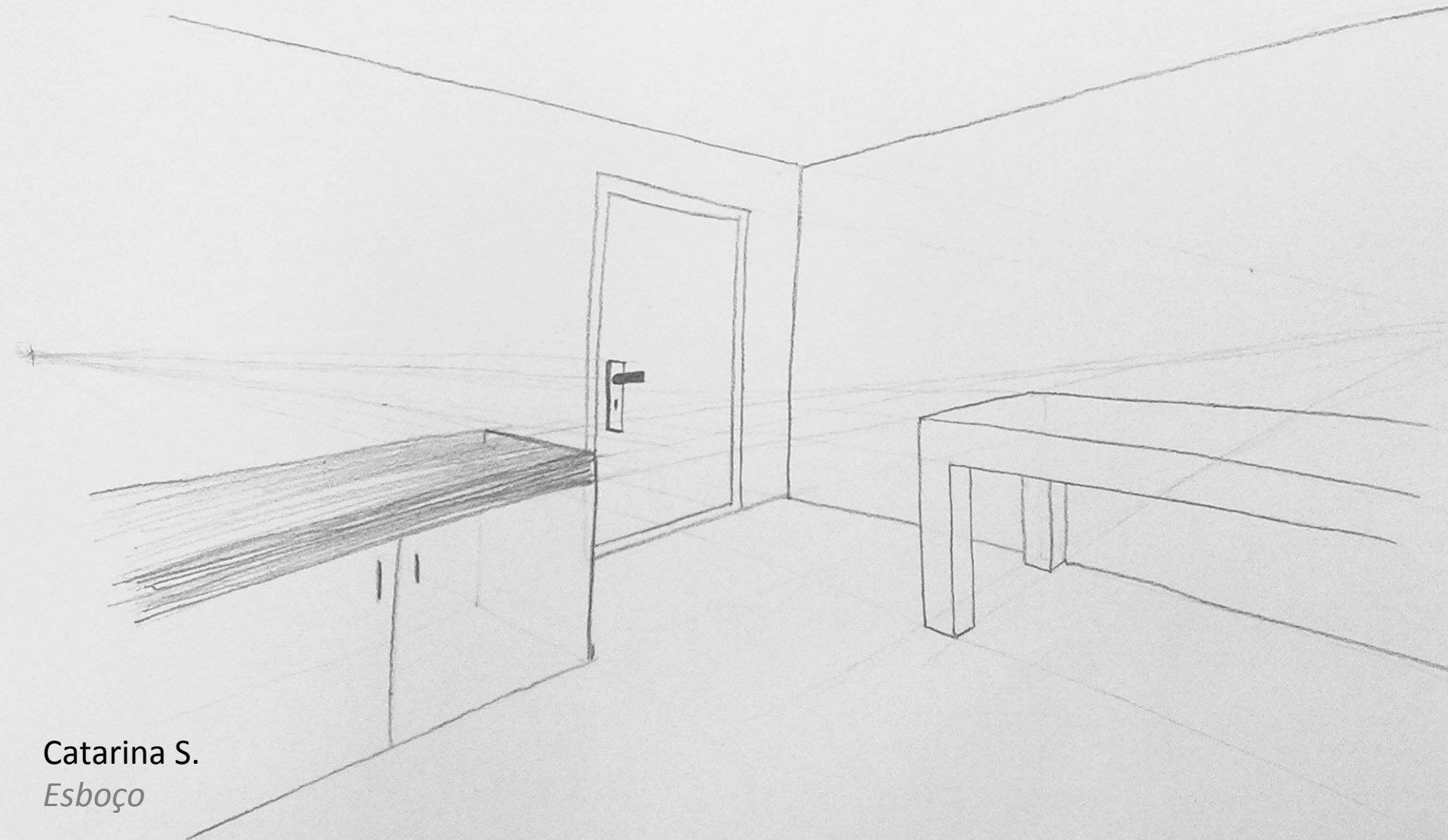
ESPAÇO INTERIOR
Loja de Moda e Música



Catarina L.
Desenho Expressivo


2012.4.29

ESPAÇO INTERIOR
Cozinha



Catarina S.
Esboço

ESPAÇO INTERIOR
Cozinha



Catarina S.
Desenho Técnico e Rigoroso

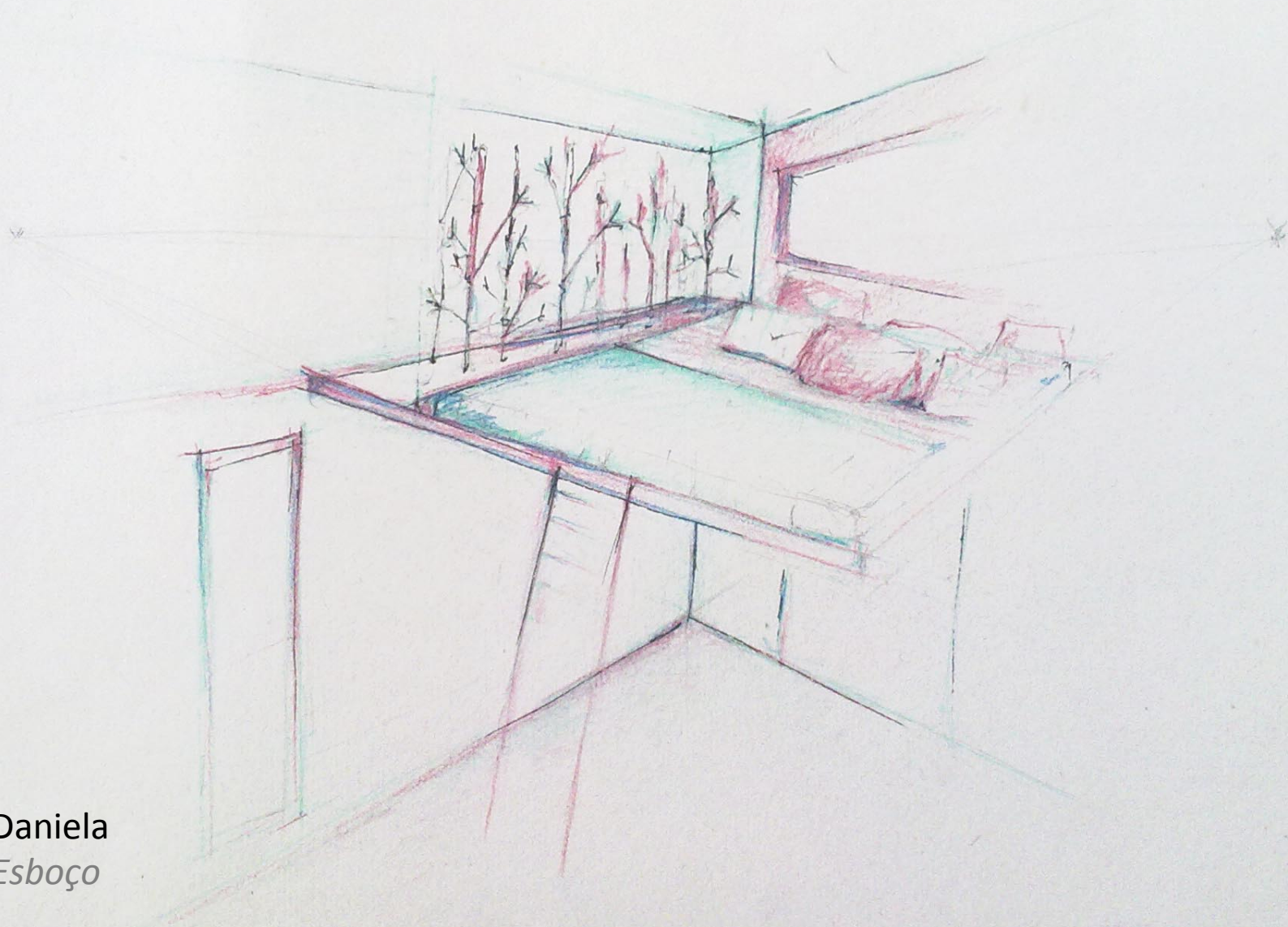
Catarina S. Pinto	ESQ	1
Perspectiva linear - Desenho Técnico Rigoroso		
Amodelação de Cozinha		

ESPAÇO INTERIOR
Cozinha



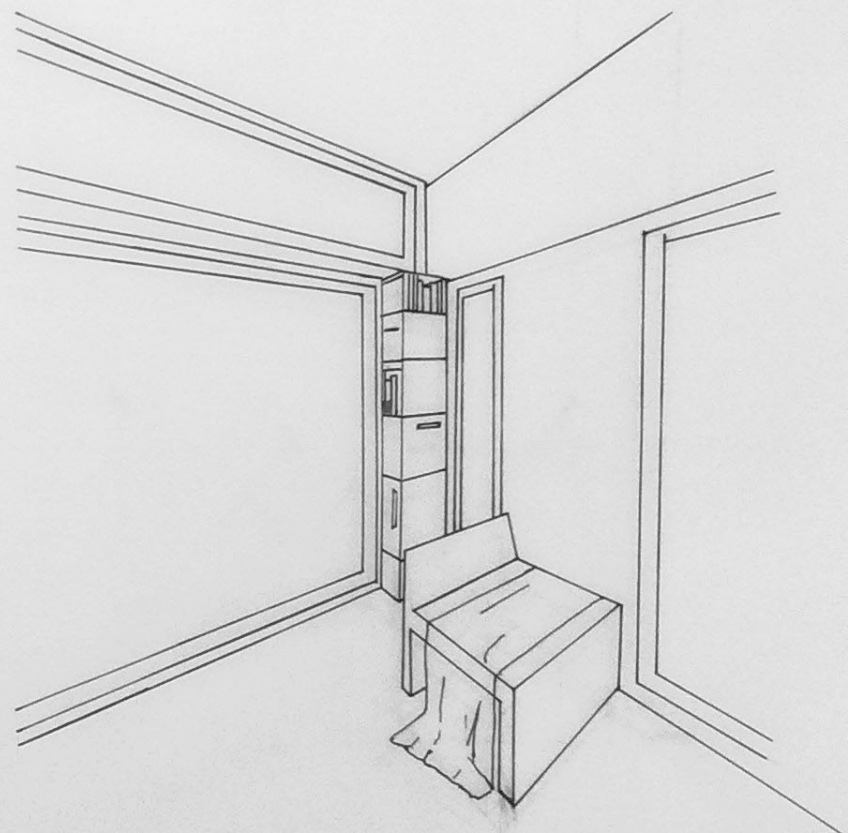
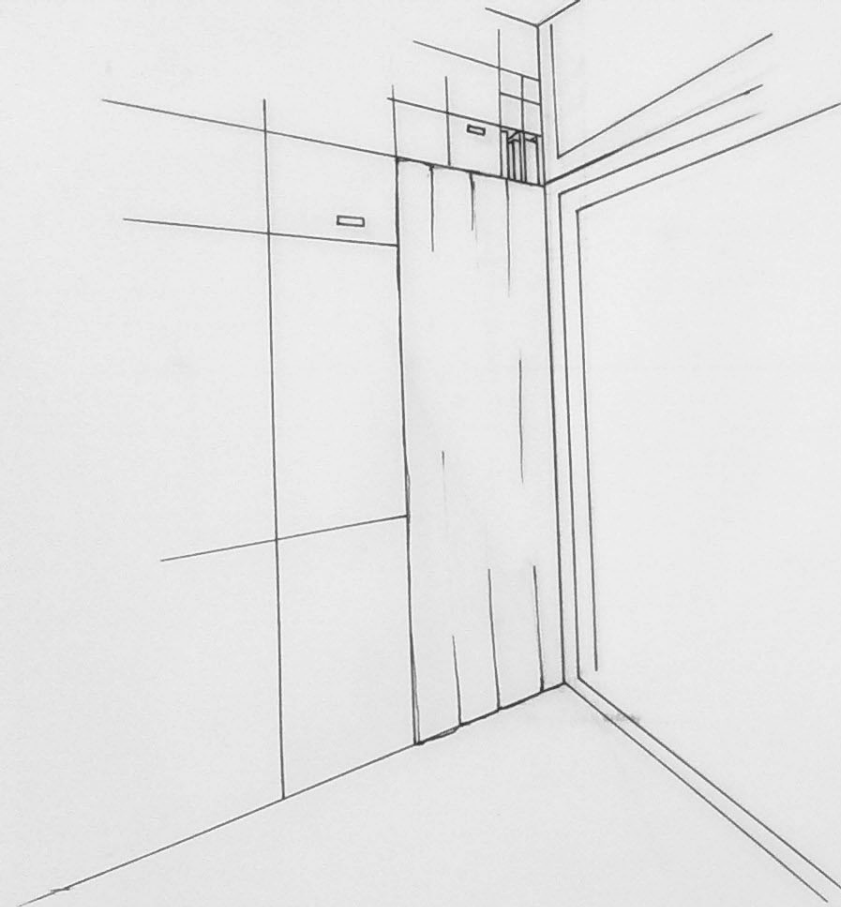
Catarina S.
Desenho Expressivo

ESPAÇO INTERIOR
Contentor transformado em T0



Daniela
Esboço

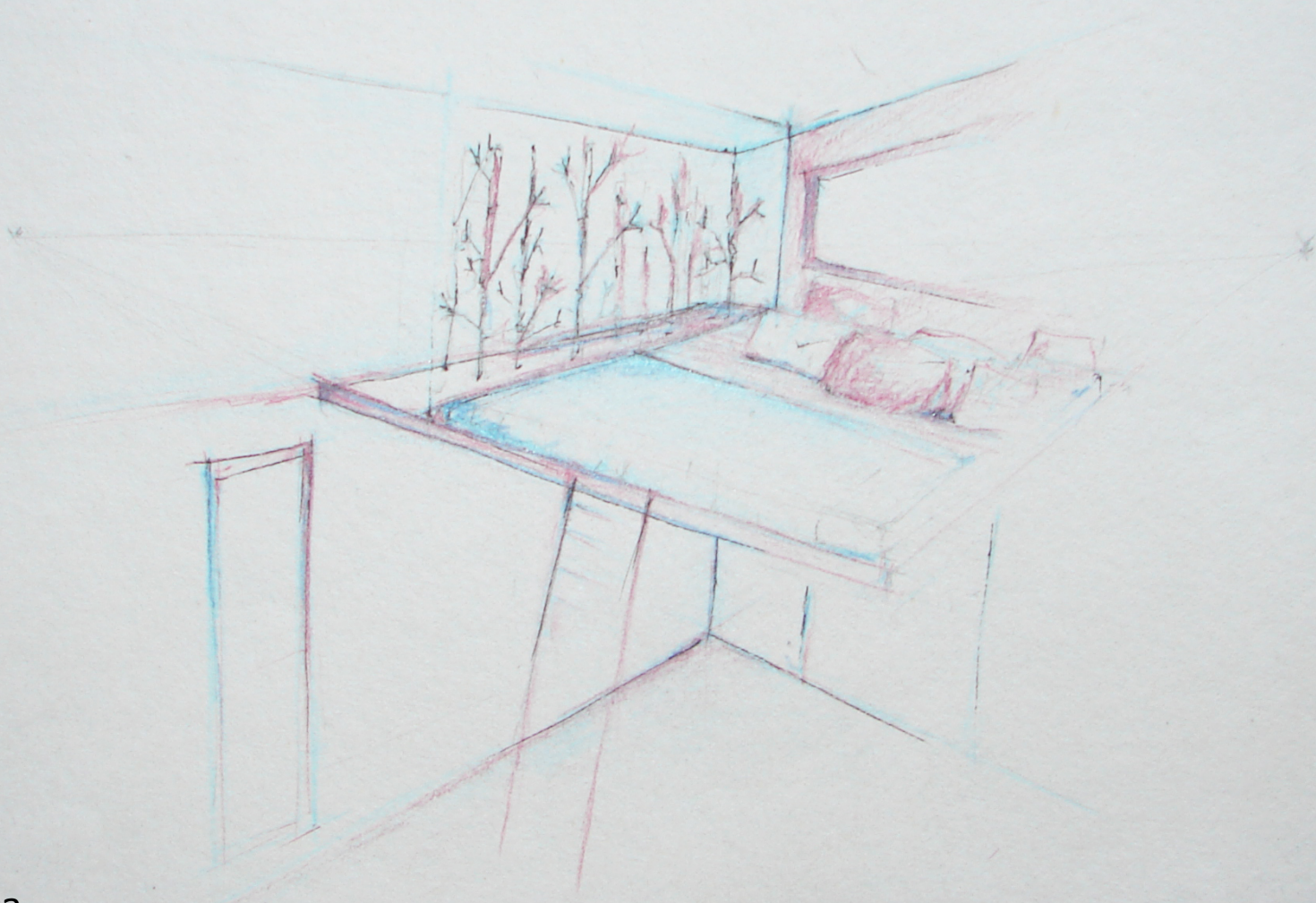
ESPAÇO INTERIOR
Contentor transformado em T0



Daniela

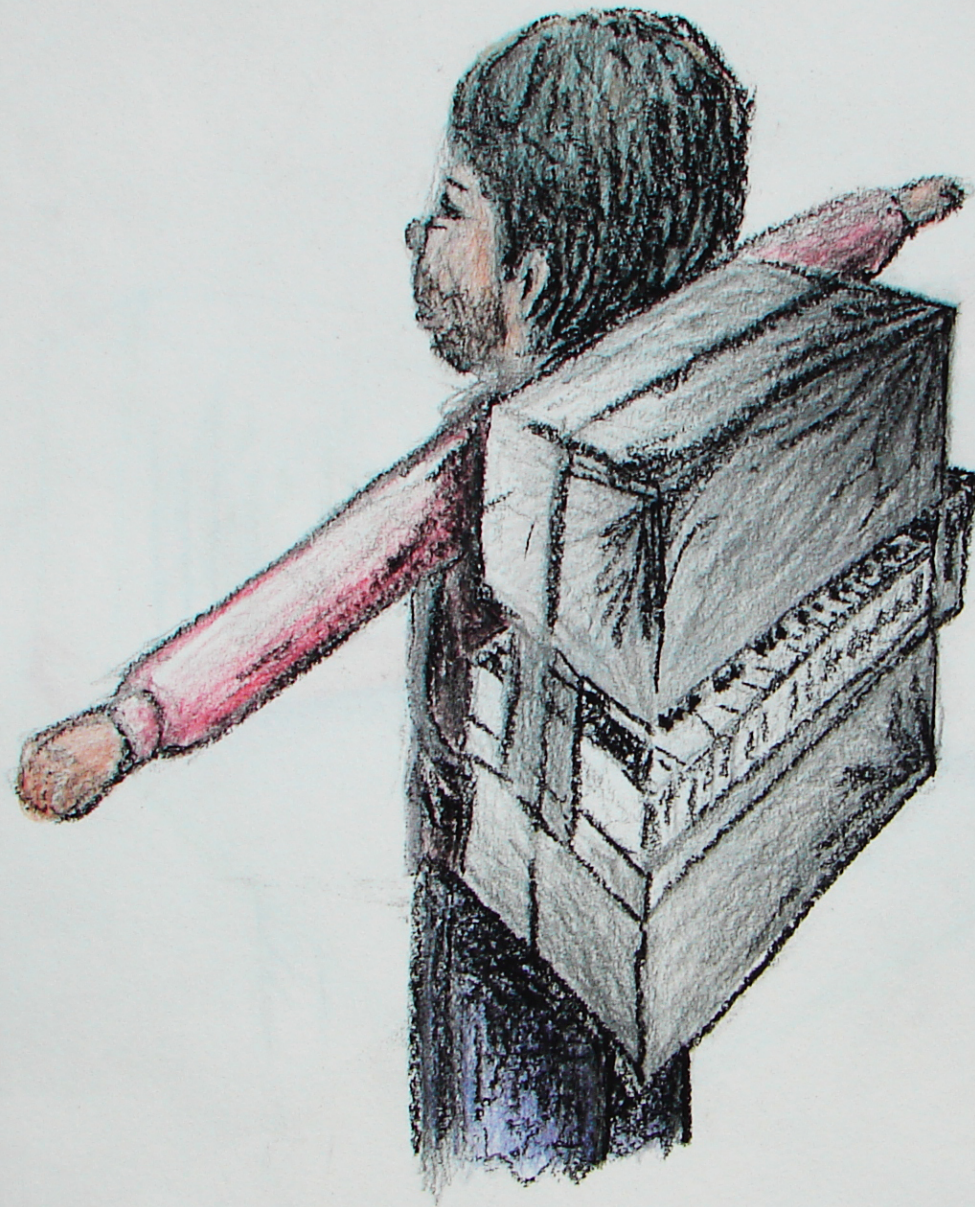
*Desenho Técnico sobre papel de arquitecto
(duas vistas)*

ESPAÇO INTERIOR
Contentor transformado em T0



Daniela
Desenho Expressivo

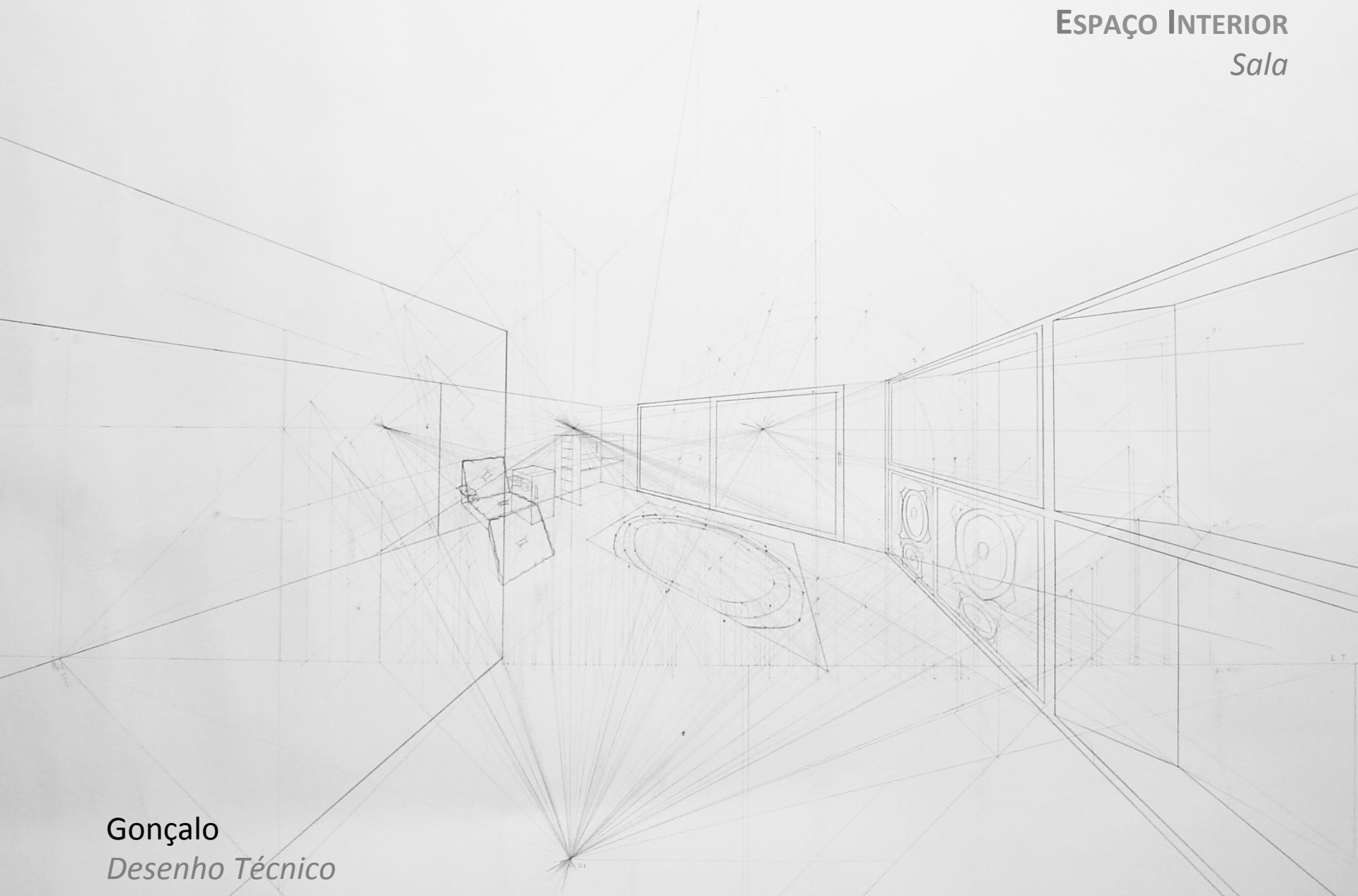
OBJETO
Mala-piano



Débora
Desenho Expressivo

ESPAÇO INTERIOR

Sala



Gonçalo
Desenho Técnico

Gonçalo Pimenta	ESDM 111
Projetos de Arquitetura - Desenho Técnico Regular	
Módulo de Desenho	

ESPAÇO INTERIOR
Sótão /Estúdio



Inês
Desenho

ESPAÇO INTERIOR
Salão de Danças



Joana B.

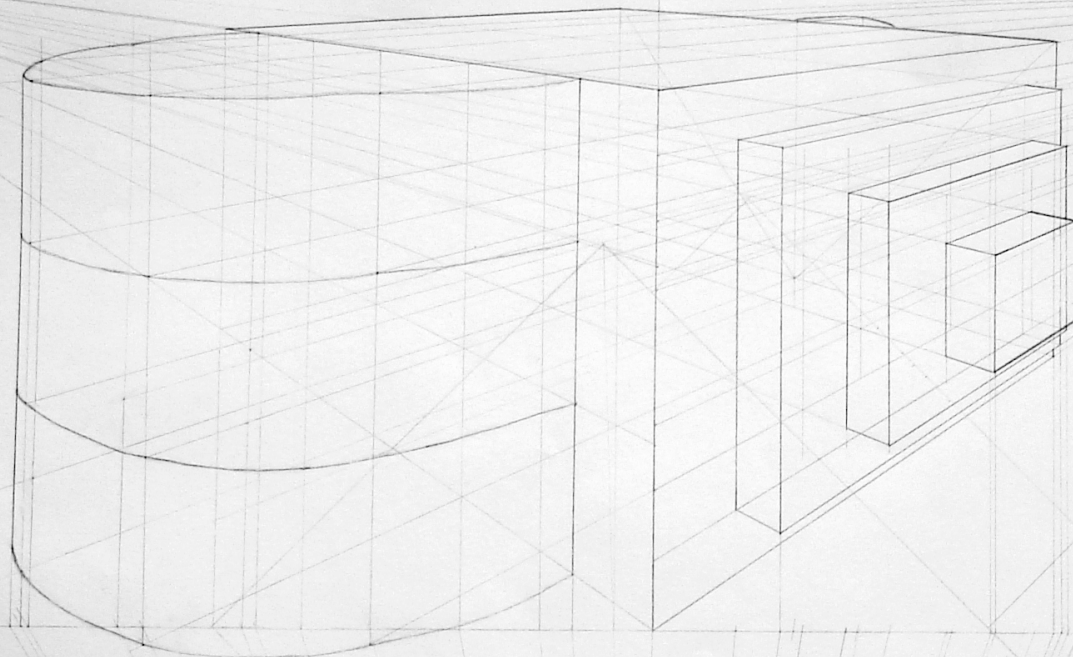
Desenho Técnico e Rigoroso

ESPAÇO INTERIOR
Salão de Danças



Joana B.
Desenho Expressivo

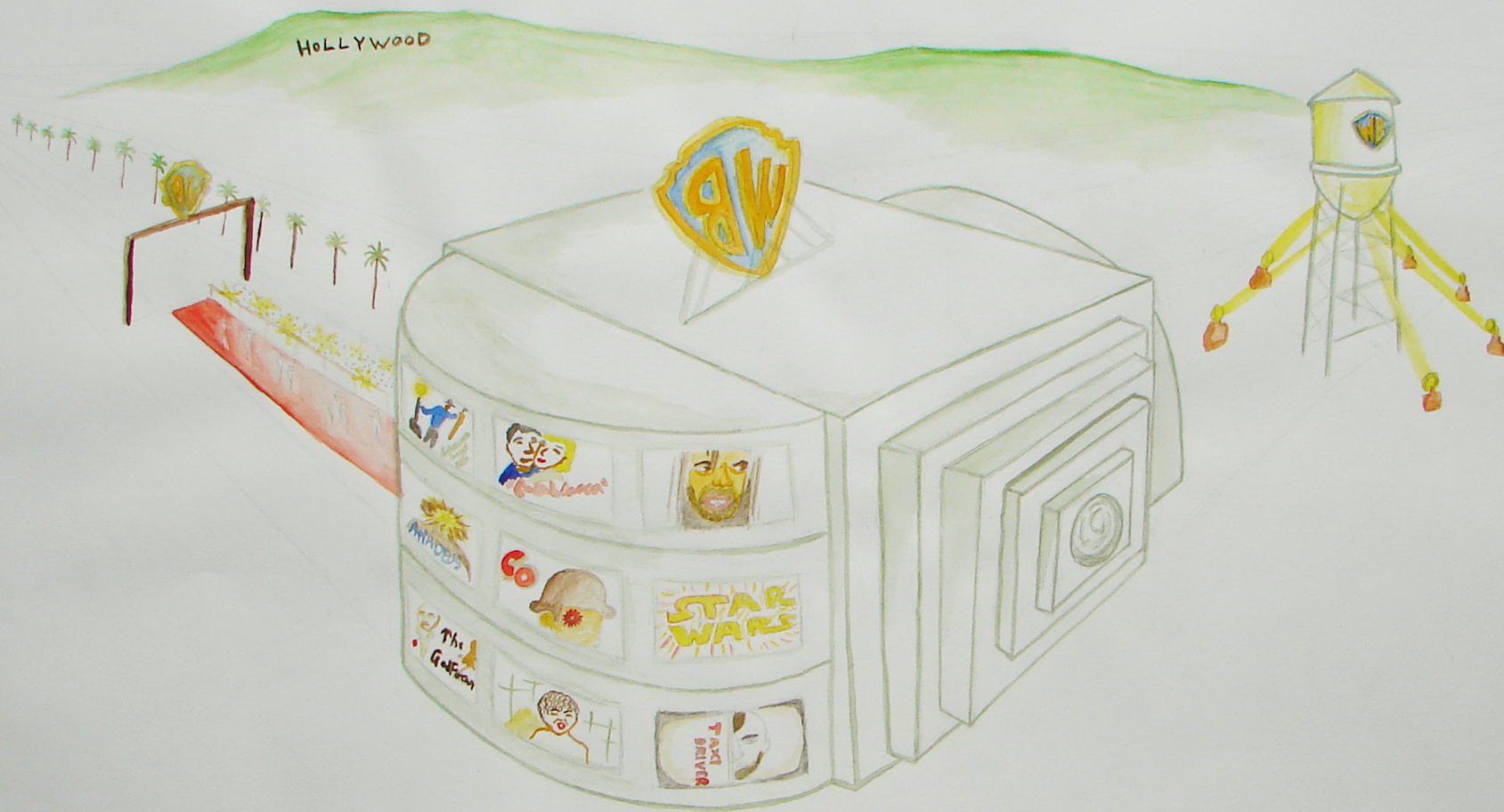
ESPAÇO EXTERIOR
Estúdio de Cinema



João
Desenho Técnico

João Pedro Borges Martins	N:16 1116	30 - 04 - 2012
PERSPECTIVA LINEAR - Desenho técnico rigoroso		
"Estúdio de Cinema"		

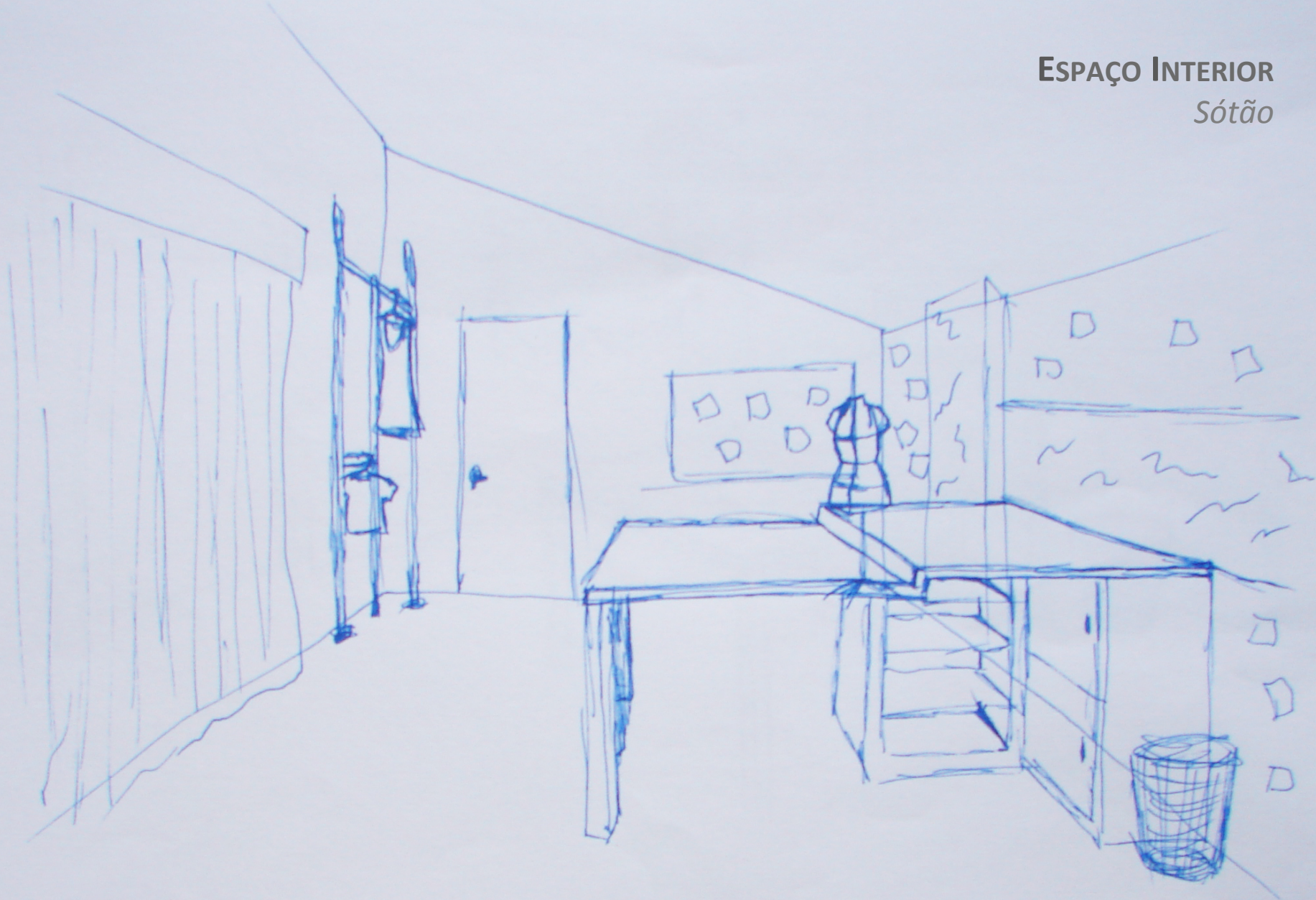
ESPAÇO EXTERIOR
Estúdio de Cinema



João
Desenho Expressivo

BARRIGA

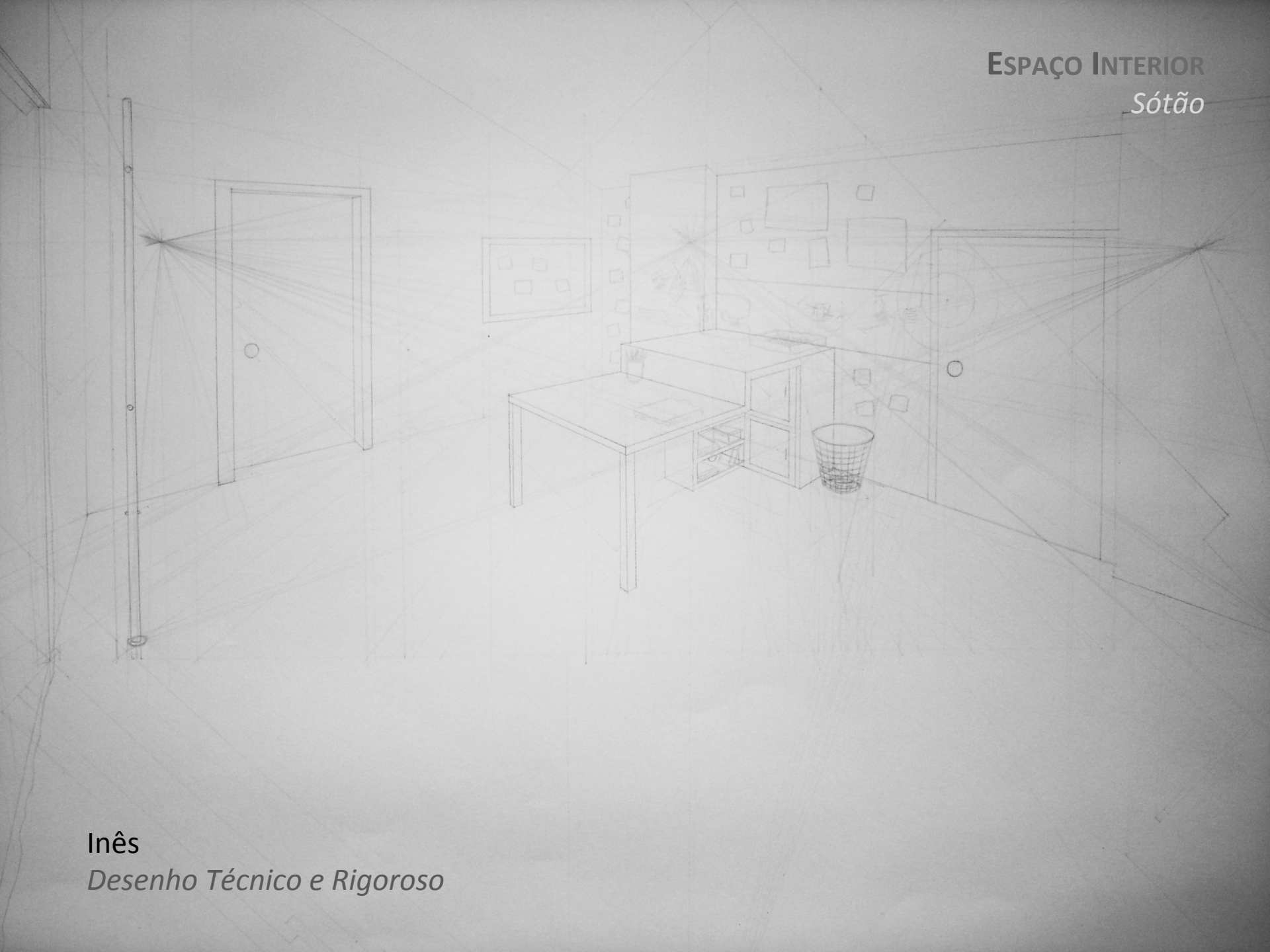
ESPAÇO INTERIOR
Sótão



Inês
Esboço

ESPAÇO INTERIOR

Sótão



Inês

Desenho Técnico e Rigoroso

ESPAÇO INTERIOR
Sótão

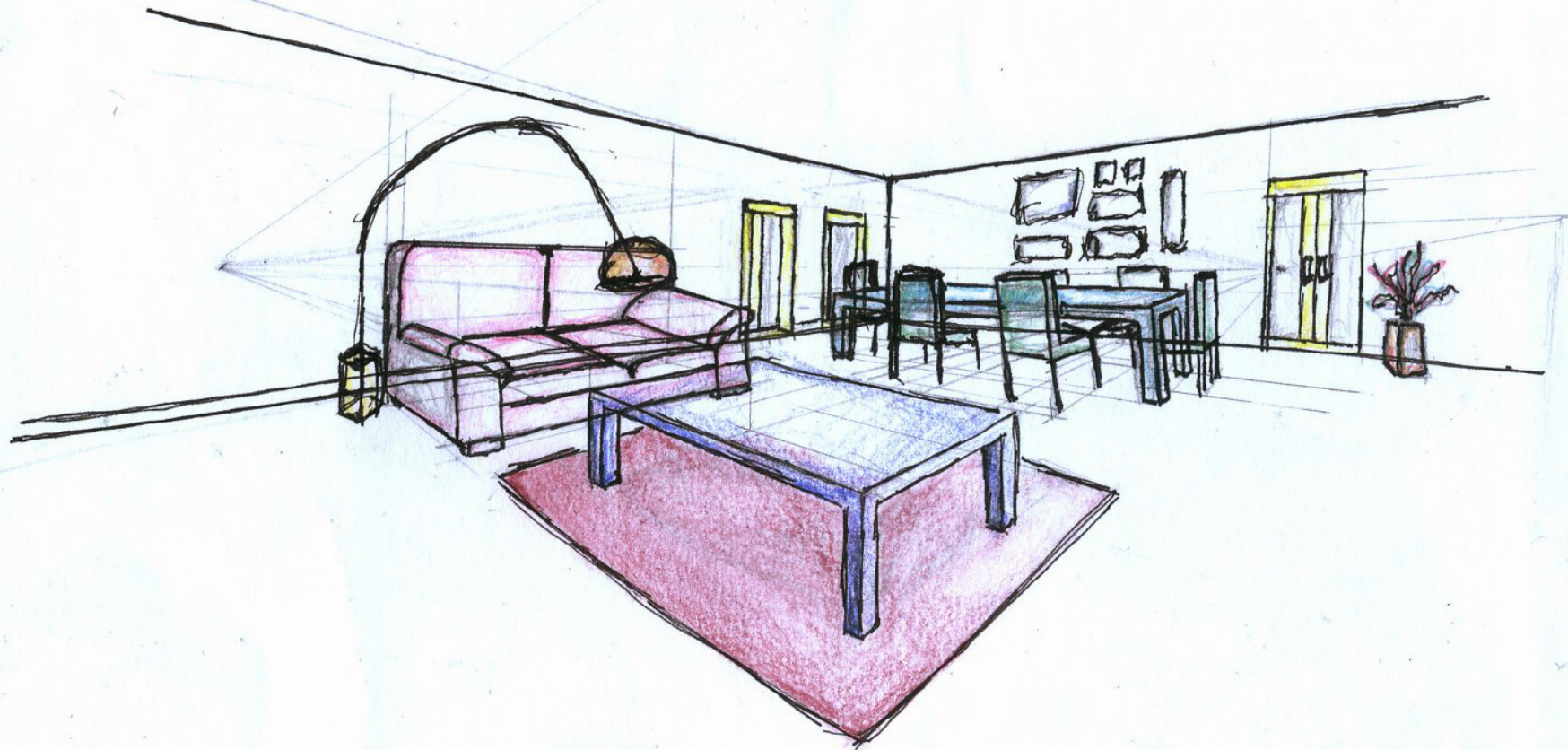


Inês
Desenho Expressivo

Inês

ESPAÇO INTERIOR

Sala de estar / Sala de jantar

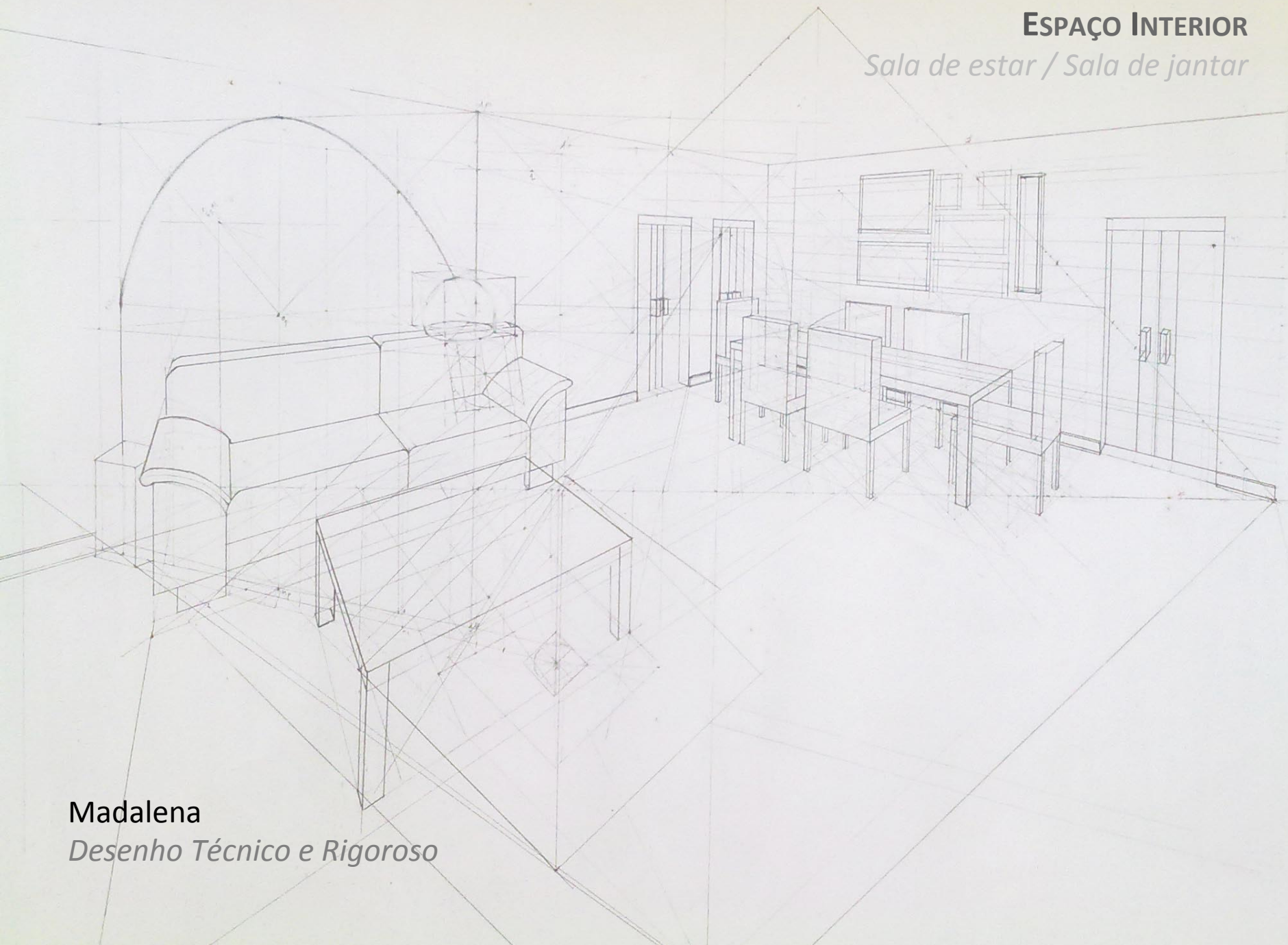


Madalena
Esboço

Esboço – Projecto de geometria
Nome: Madalena nascimento 11ºF Nº17

ESPAÇO INTERIOR

Sala de estar / Sala de jantar

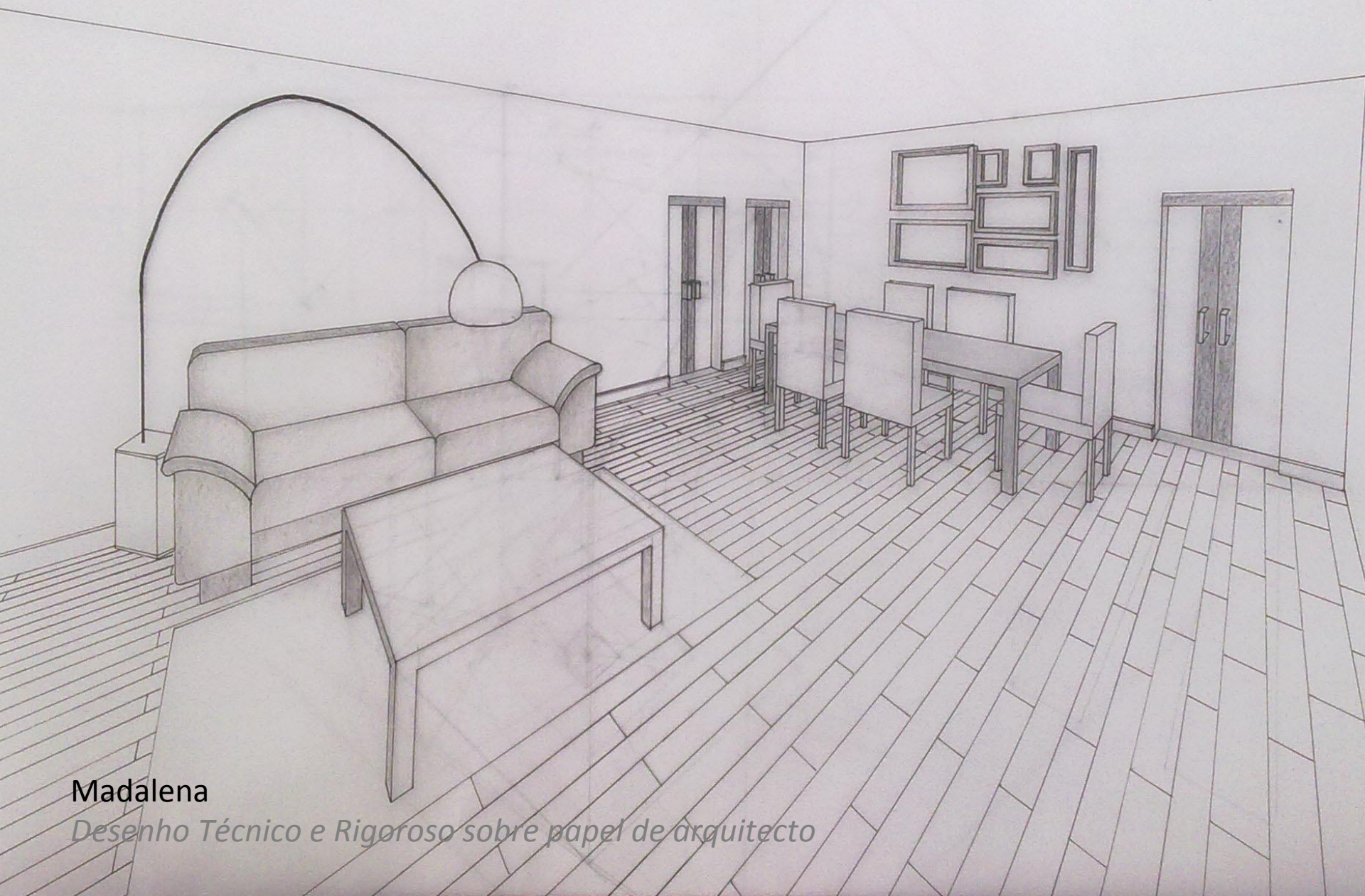


Madalena

Desenho Técnico e Rigoroso

ESPAÇO INTERIOR

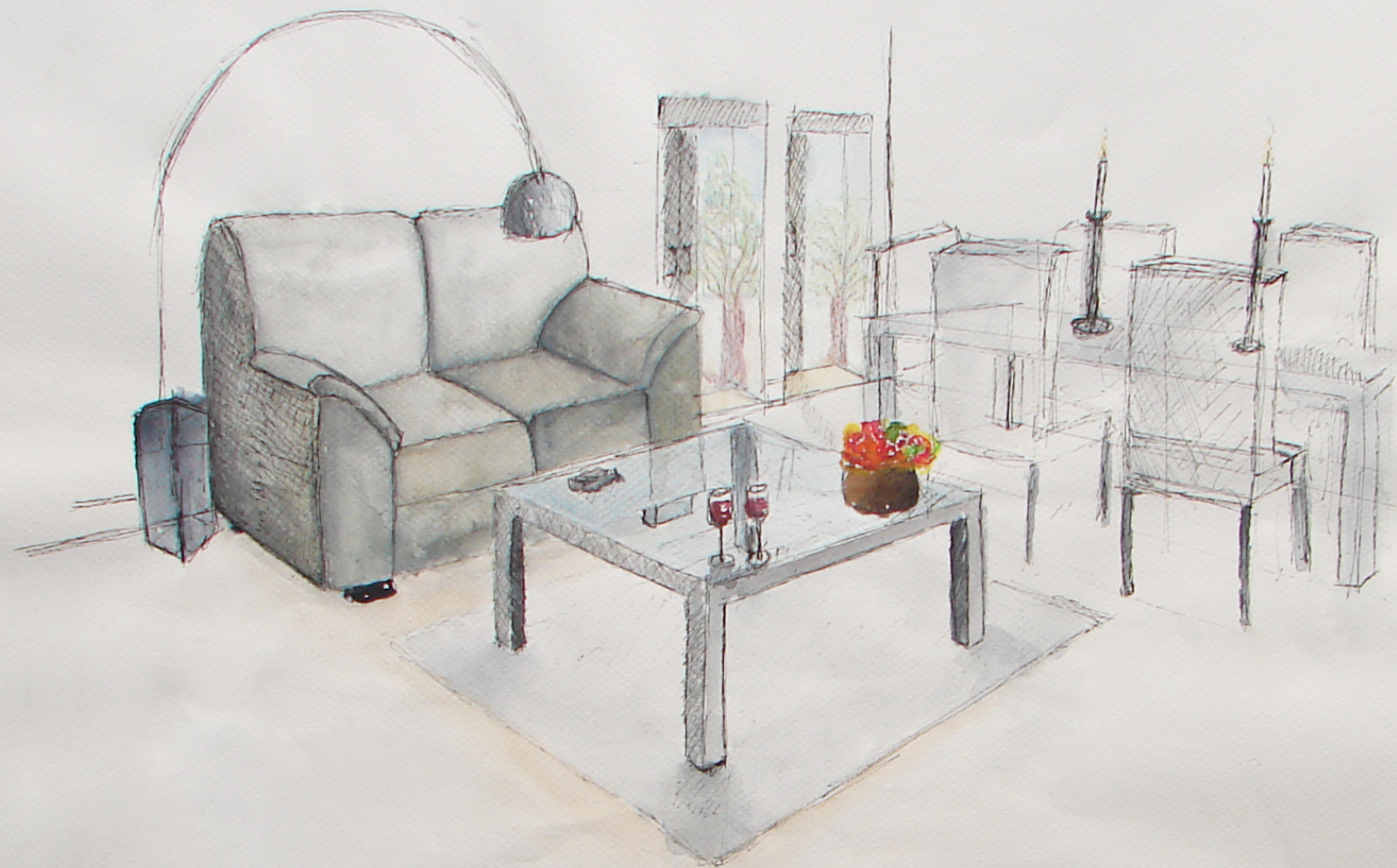
Sala de estar / Sala de jantar



Madalena

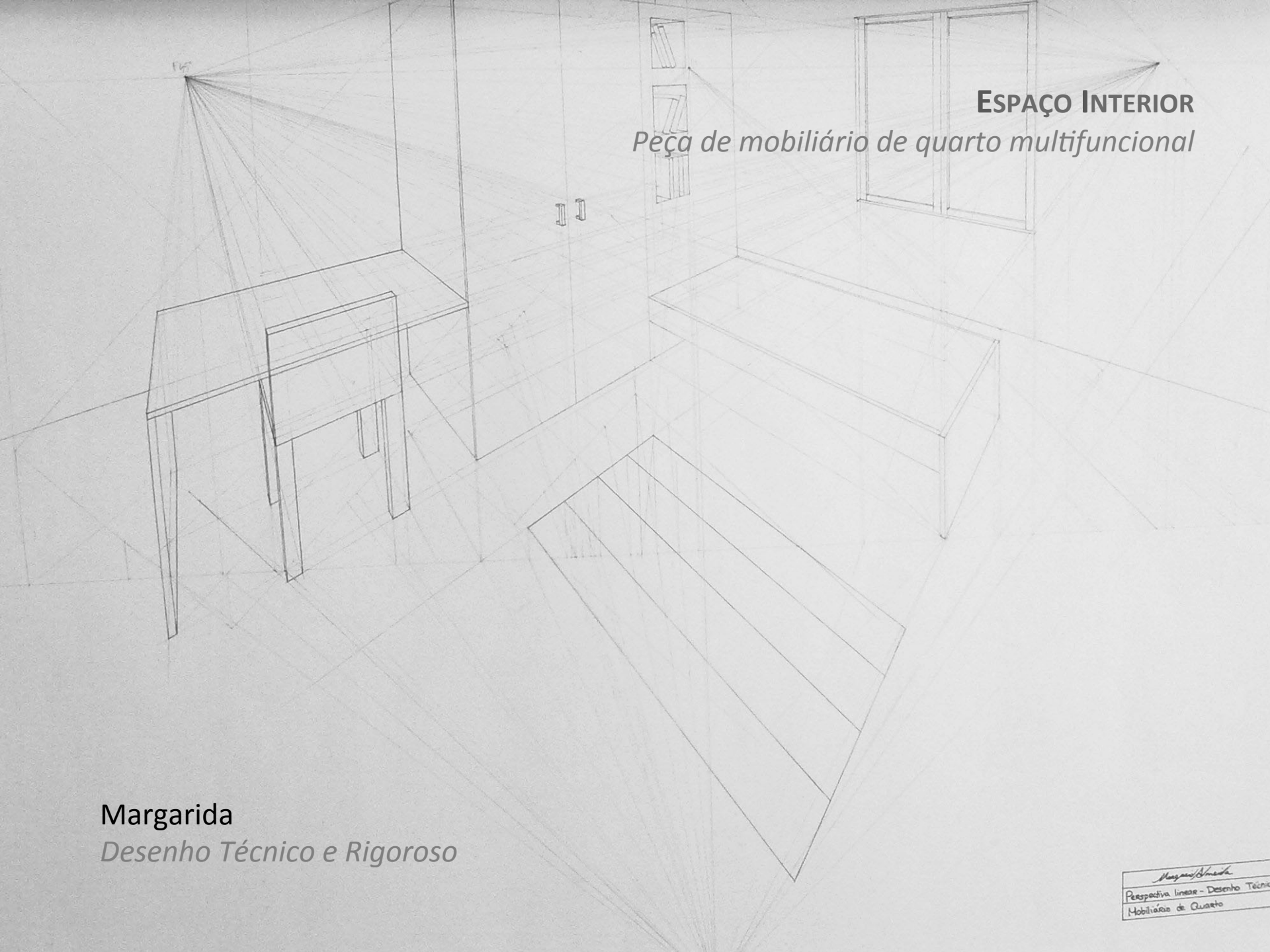
Desenho Técnico e Rigoroso sobre papel de arquitecto

ESPAÇO INTERIOR
Sala de estar / Sala de jantar



Madalena
Desenho Expressivo

Madalena



ESPAÇO INTERIOR

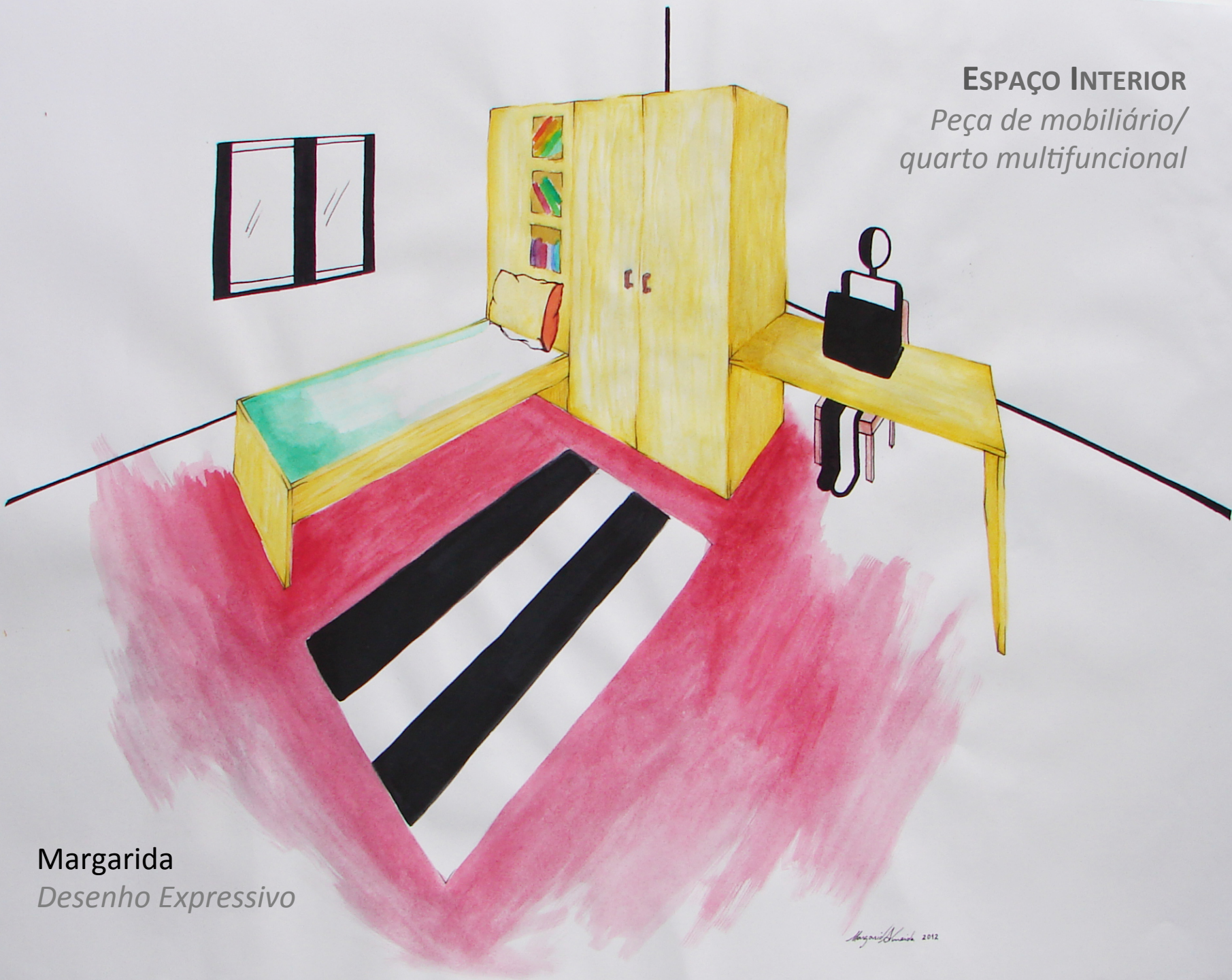
Peça de mobiliário de quarto multifuncional

Margarida

Desenho Técnico e Rigoroso

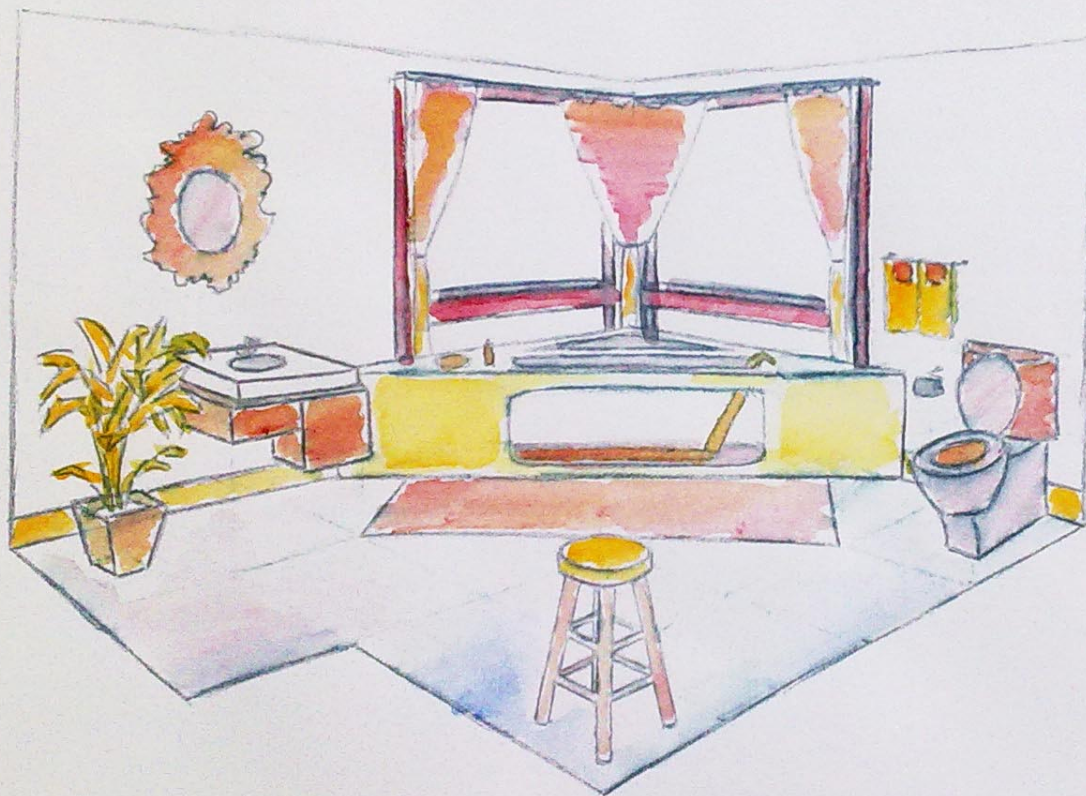
Margarida Almeida
Perspectiva linear - Desenho Técnico
Mobiliário de Quarto

ESPAÇO INTERIOR
*Peça de mobiliário/
quarto multifuncional*



Margarida
Desenho Expressivo

ESPAÇO INTERIOR
Casa-de-banho

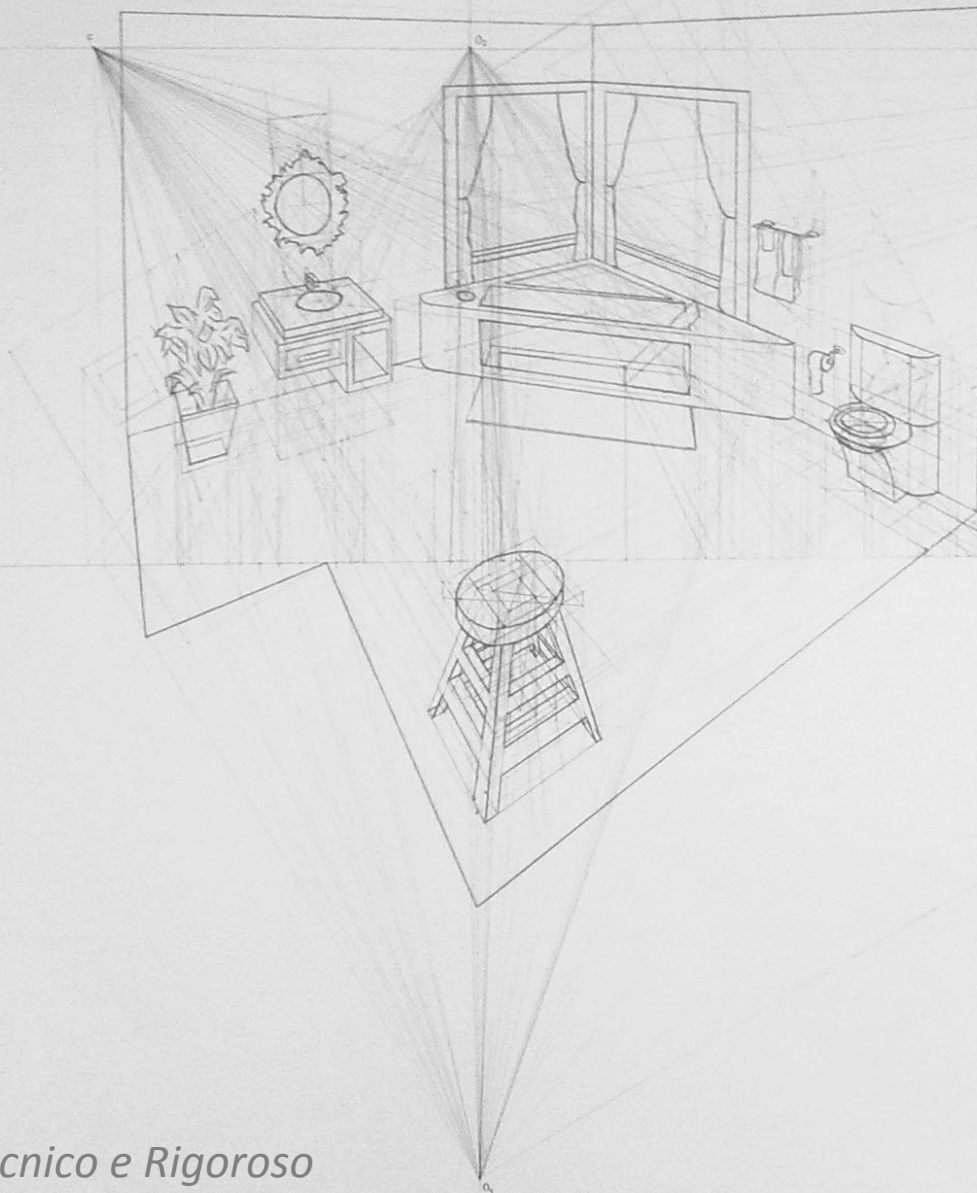


Marta G.
Esboço

Estudo de cor da perspectiva da proposta 3

ESPAÇO INTERIOR

Casa-de-banho



Marta G.
Desenho Técnico e Rigoroso

Karla Daniela Coelho	15/04/11
Perspectiva Linear - desenho técnico rigoroso	
Casa de banho	

ESPAÇO INTERIOR
Casa-de-banho

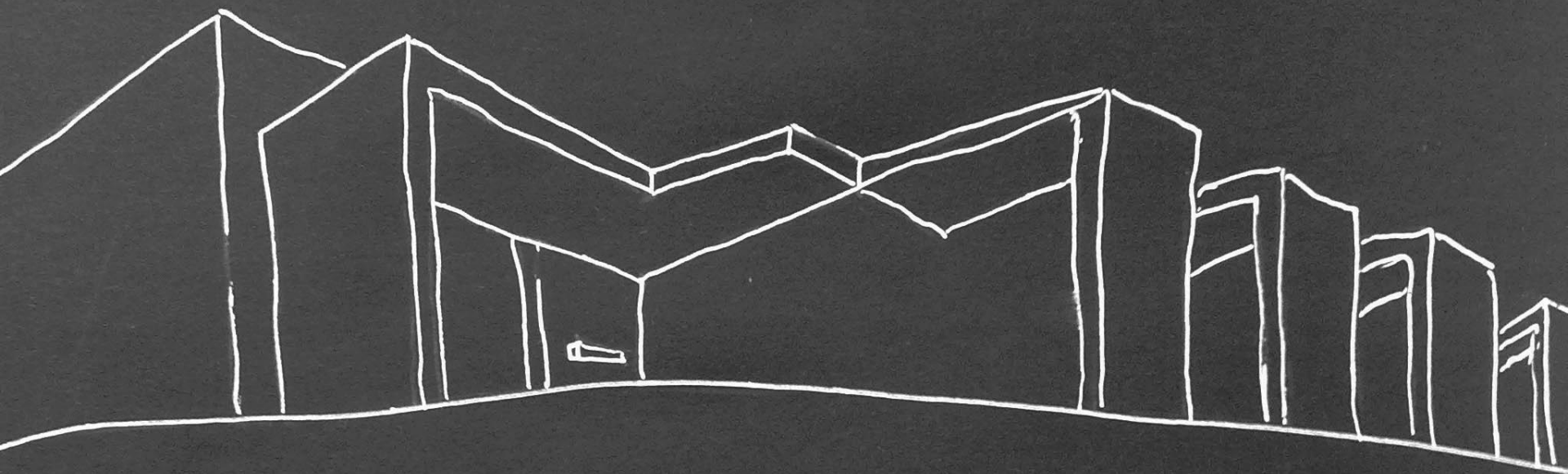


Marta G.
Desenho Expressivo

Marta G.

ESPAÇO EXTERIOR

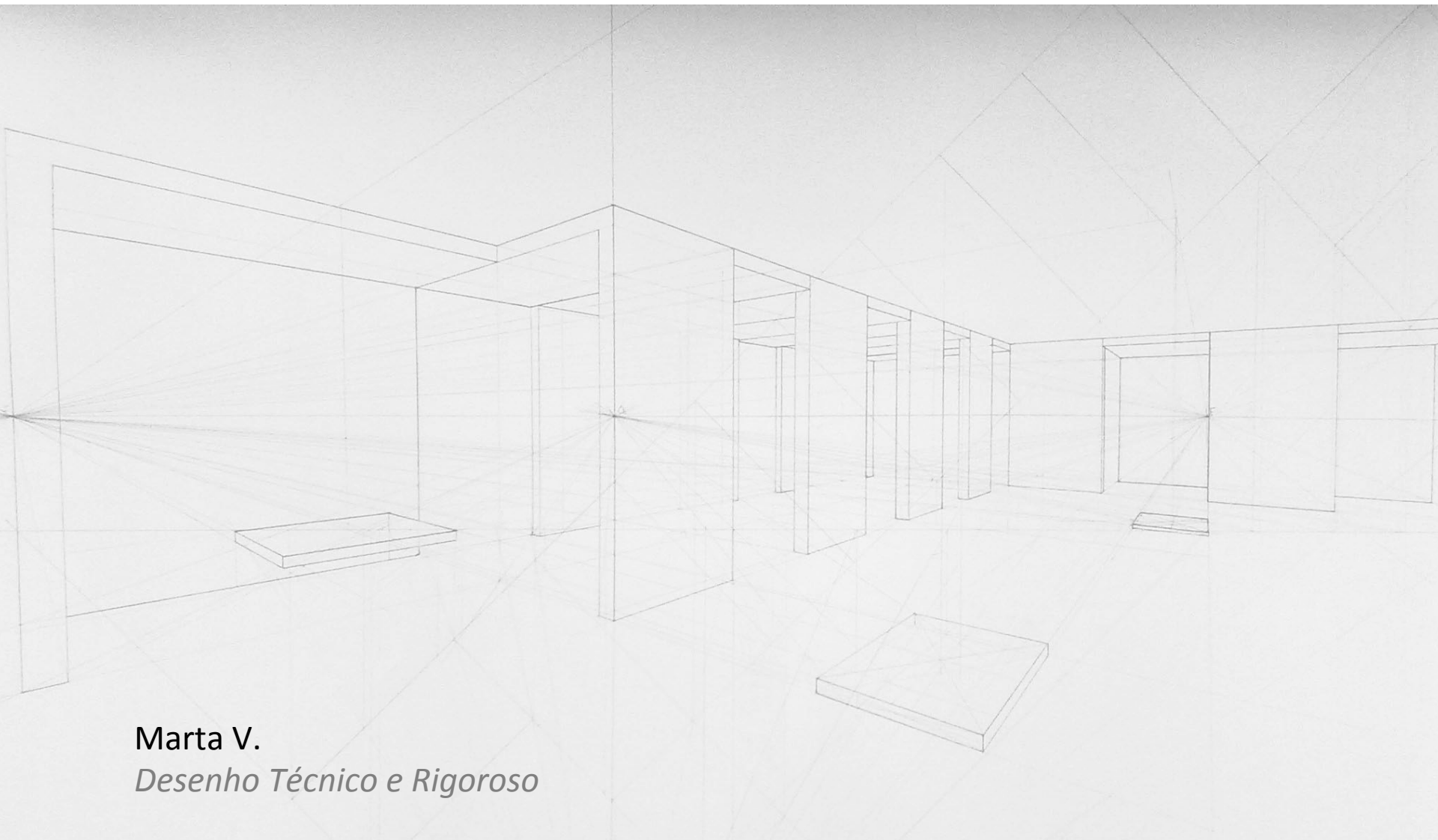
Plataforma de Transportes Públicos



Marta V.
Esboço

Marta Vaz

ESPAÇO EXTERIOR
Plataforma de Transportes Públicos



Marta V.
Desenho Técnico e Rigoroso

ESPAÇO EXTERIOR

Plataforma de Transportes Públicos

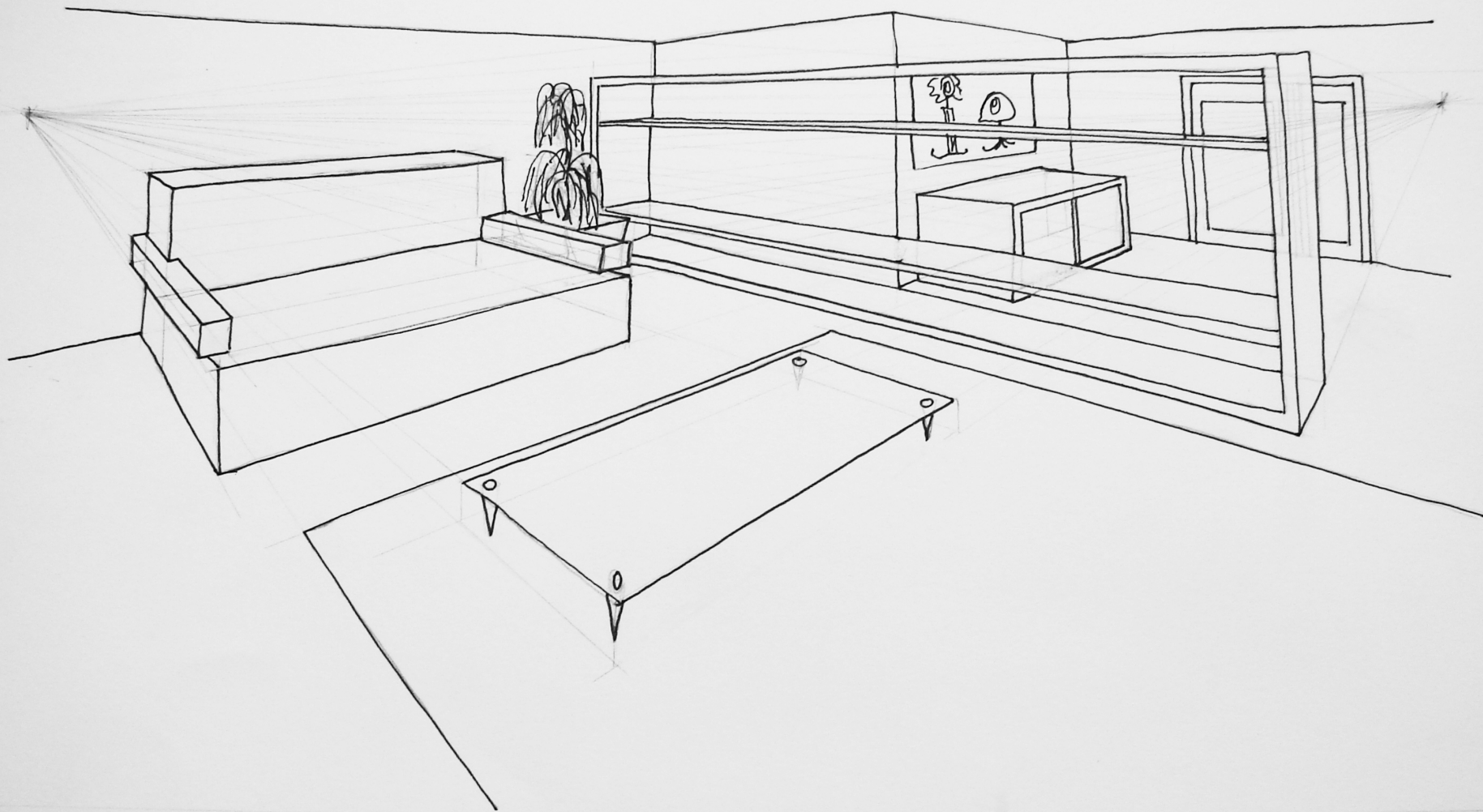


Marta V.
Desenho Expressivo

Marta Yoz

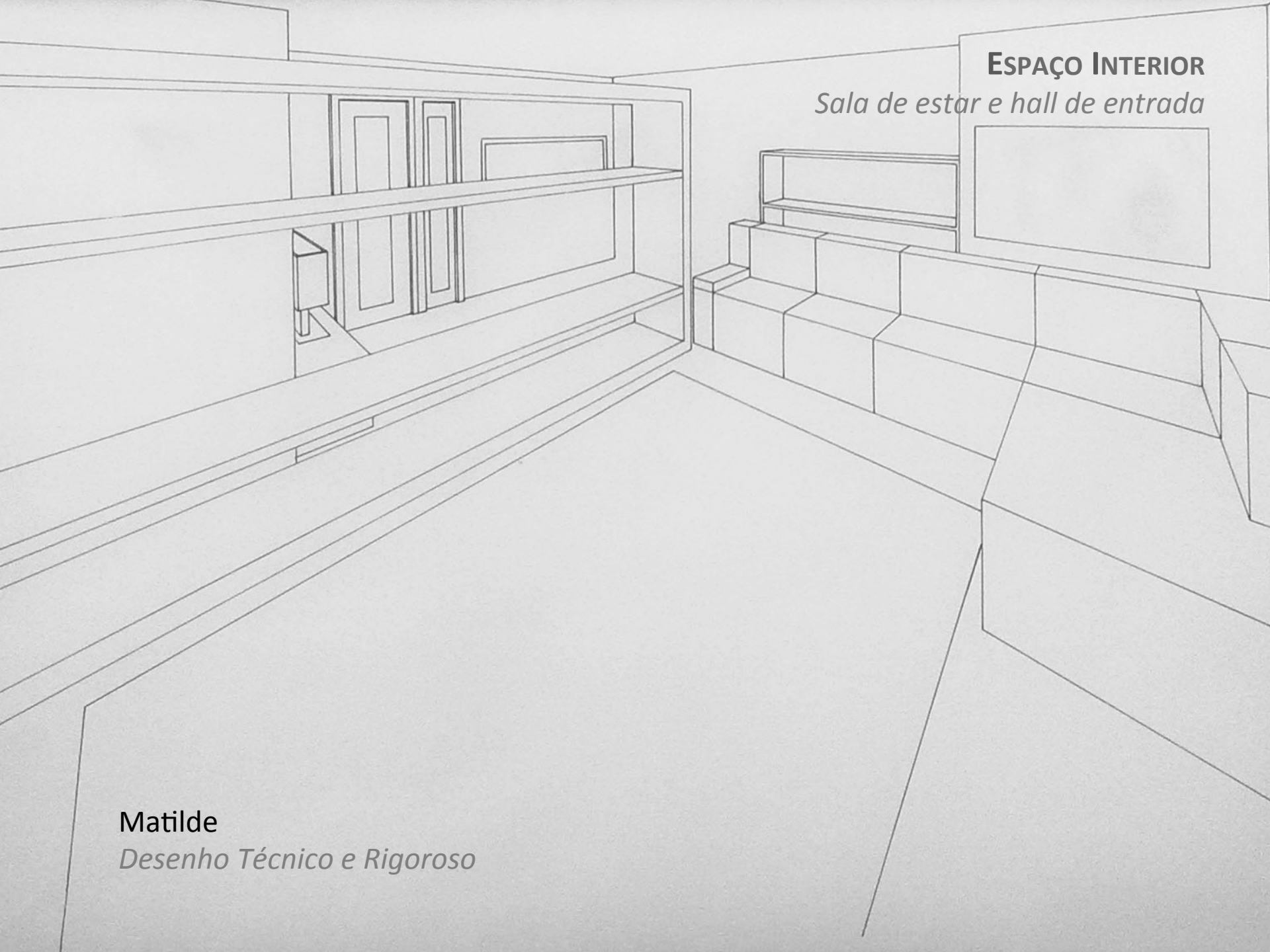
ESPAÇO INTERIOR

Sala de estar e hall de entrada



Matilde

Esboço



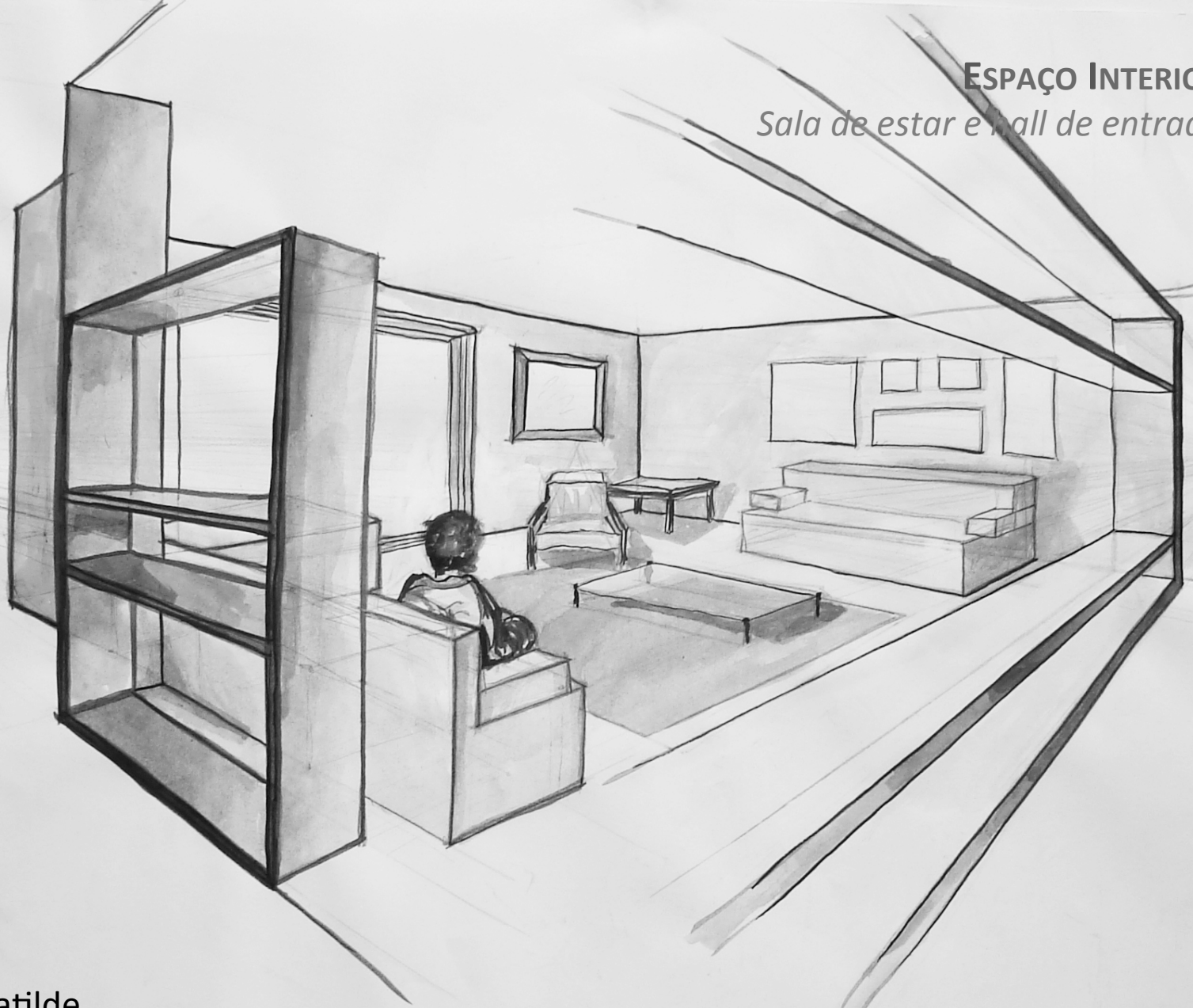
ESPAÇO INTERIOR

Sala de estar e hall de entrada

Matilde

Desenho Técnico e Rigoroso

ESPAÇO INTERIOR
Sala de estar e hall de entrada

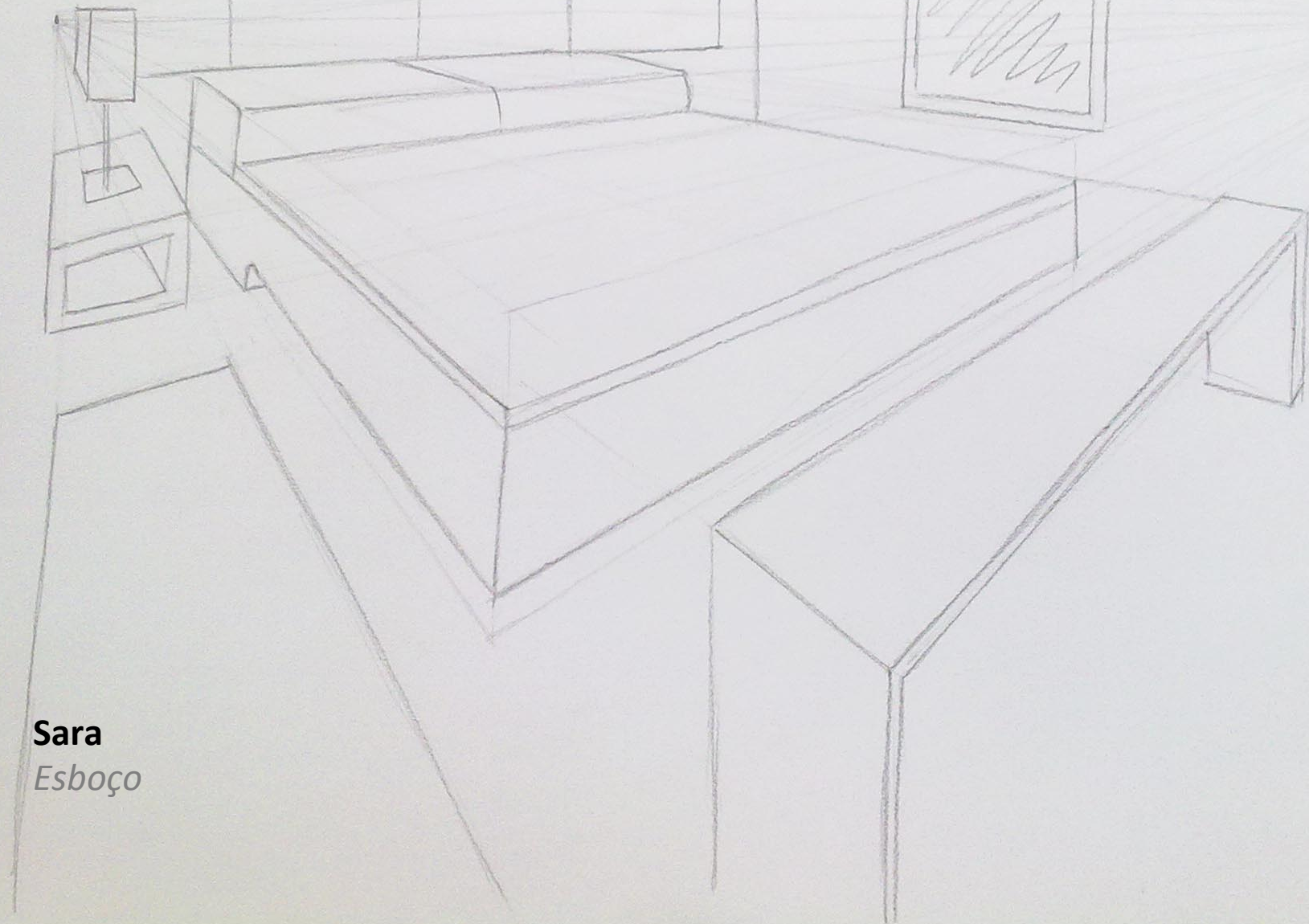


Matilde
Desenho Expressivo

Matilde Branco

ESPAÇO INTERIOR

Quarto de Casal

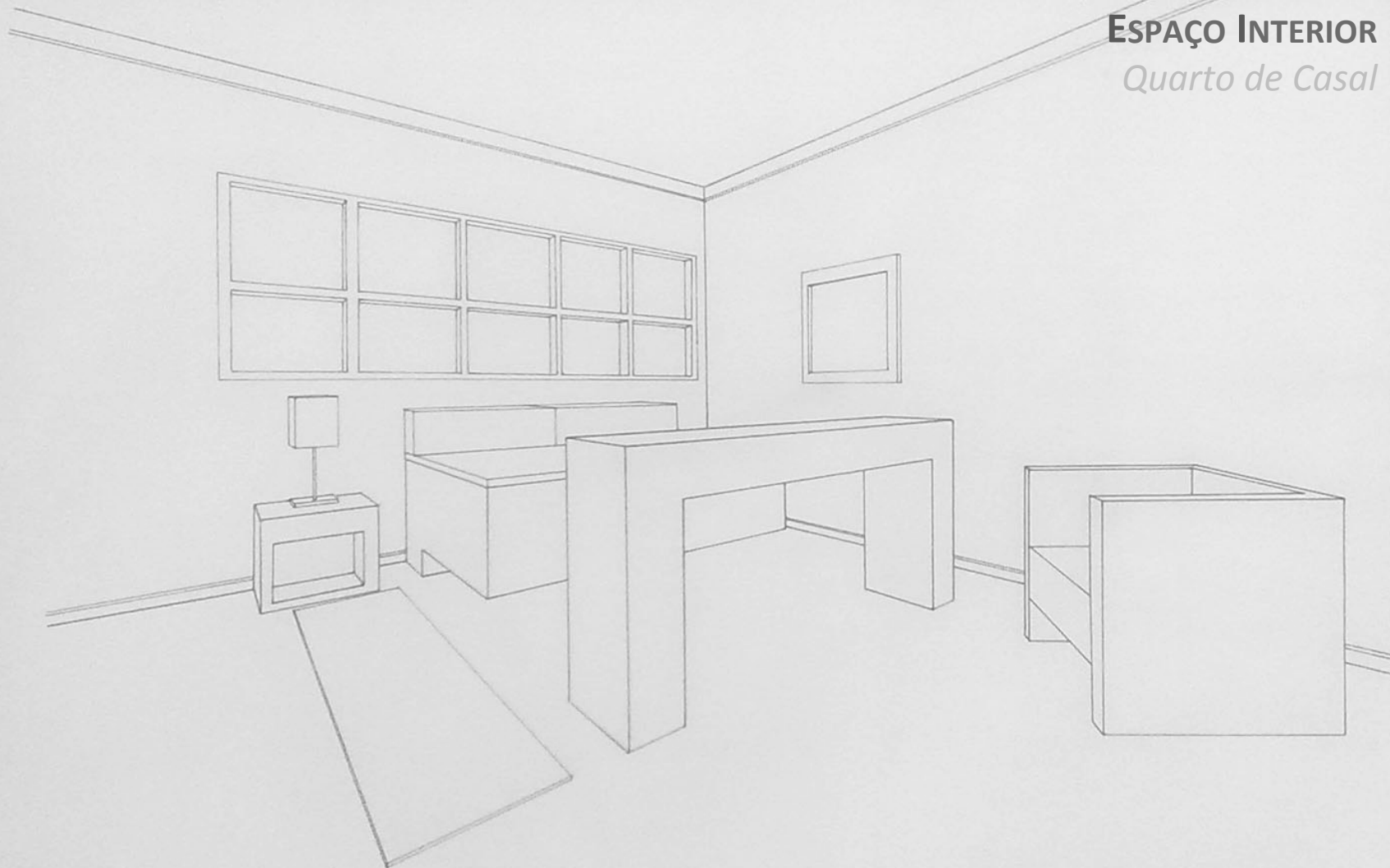


Sara

Esboço

ESPAÇO INTERIOR

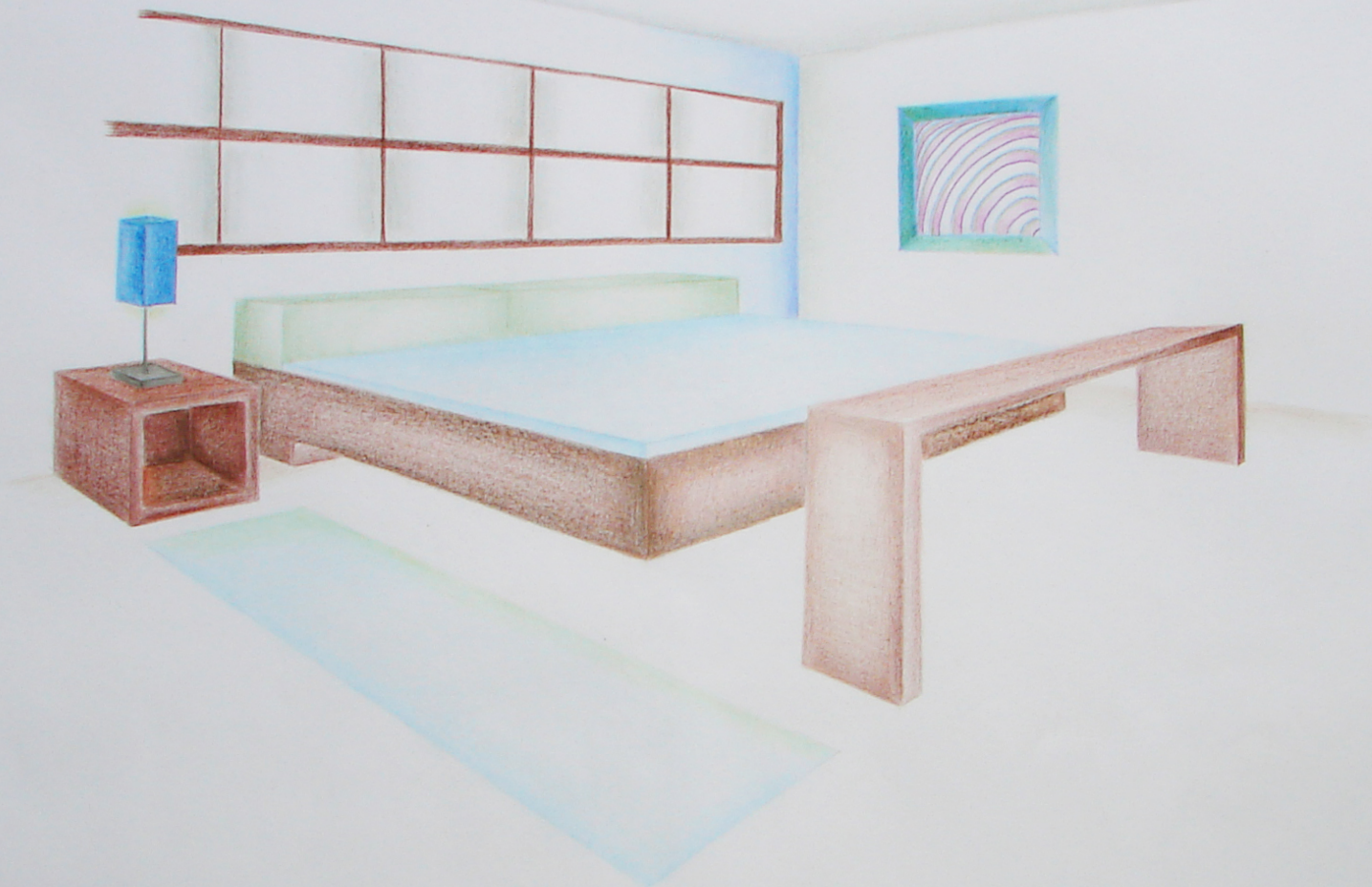
Quarto de Casal



Sara

Desenho Técnico e Rigoroso

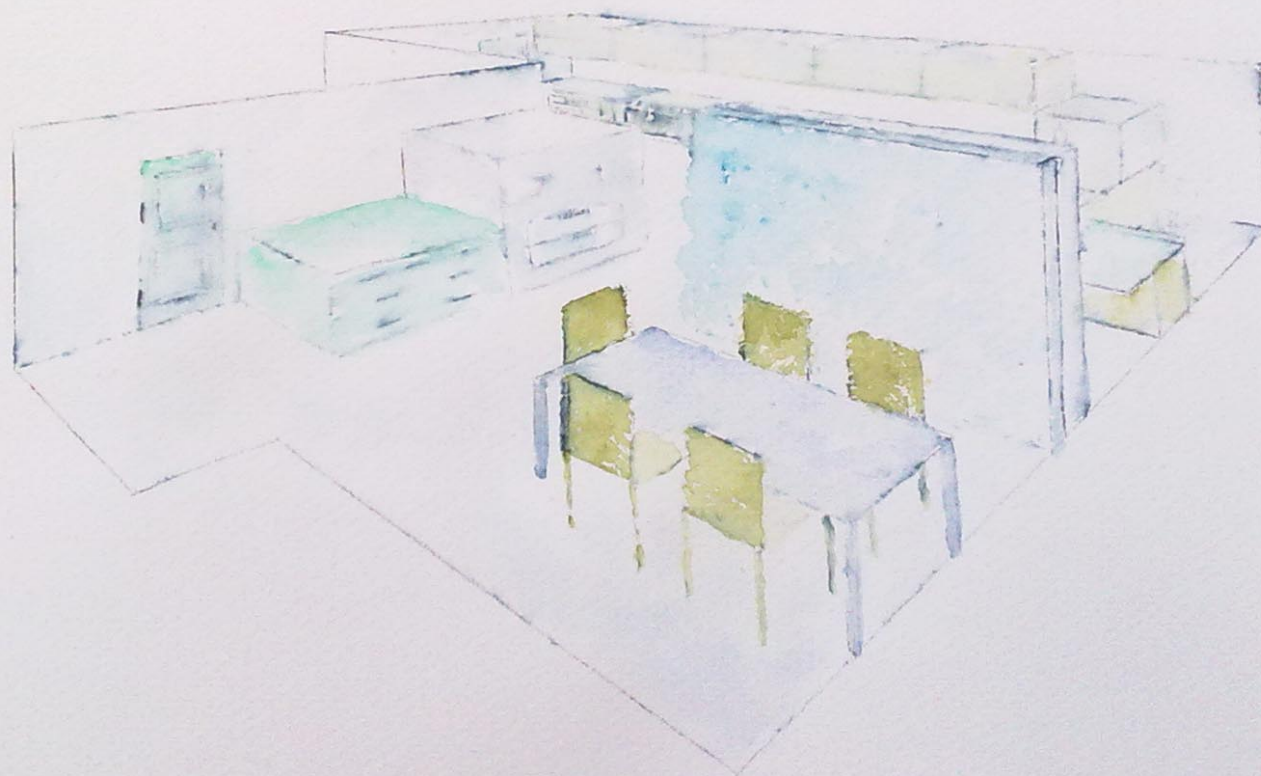
ESPAÇO INTERIOR
Quarto de Casal



Sara

Desenho Expressivo

ESPAÇO INTERIOR
Cozinha e Sala de estar

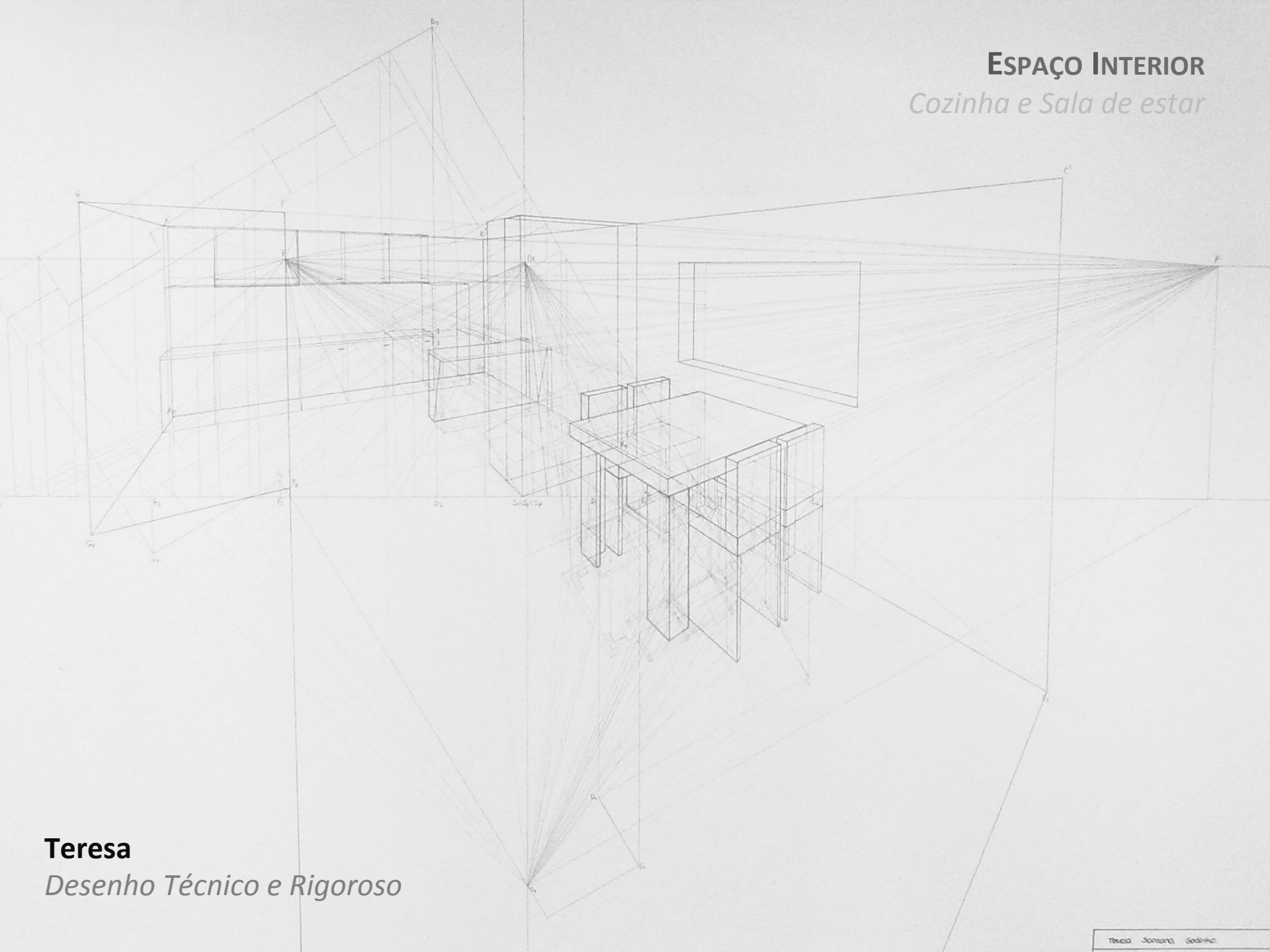


Teresa
Esboço

Teresa Godinho

ESPAÇO INTERIOR

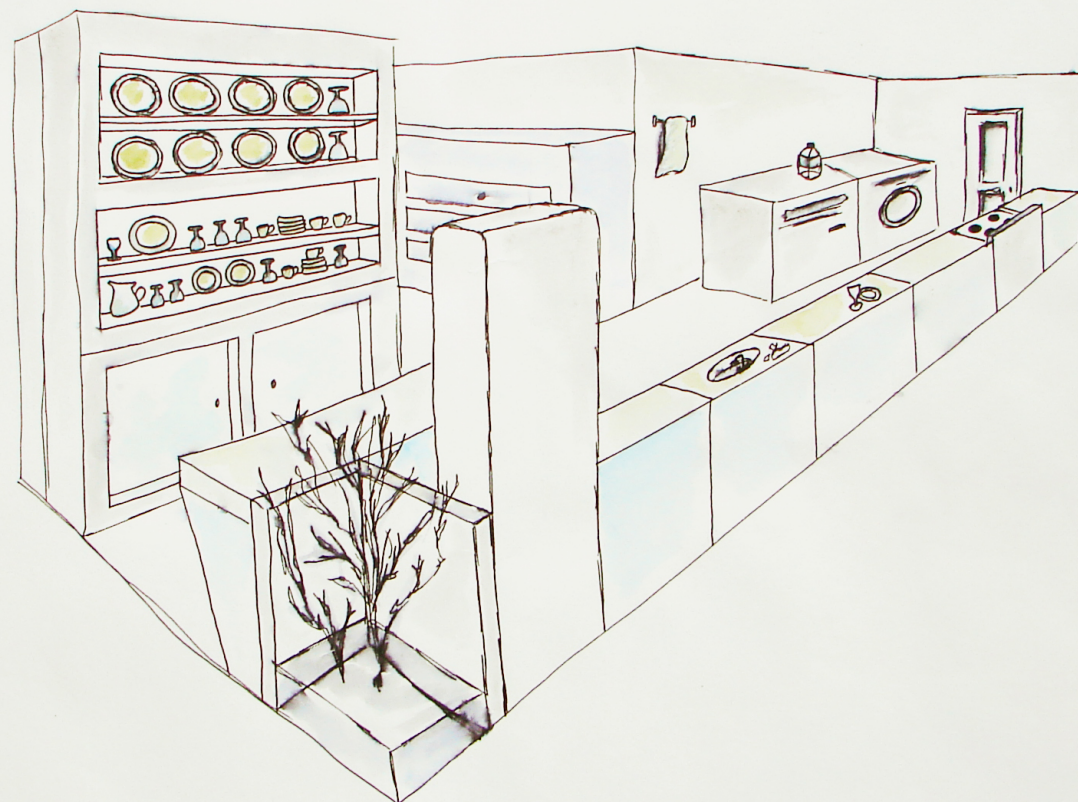
Cozinha e Sala de estar



Teresa

Desenho Técnico e Rigoroso

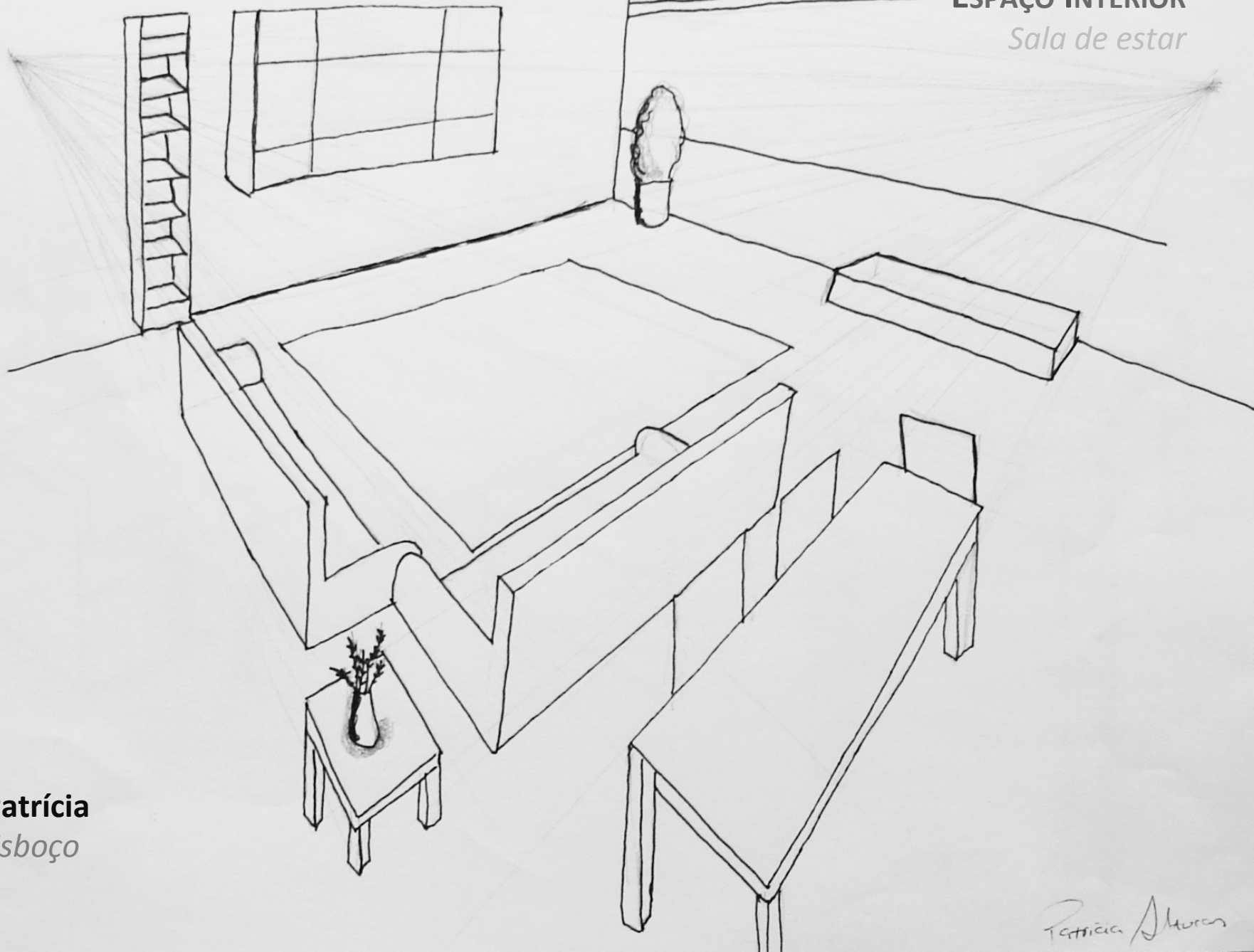
ESPAÇO INTERIOR
Cozinha e Sala de estar



Teresa
Desenho Expressivo

ESPAÇO INTERIOR

Sala de estar



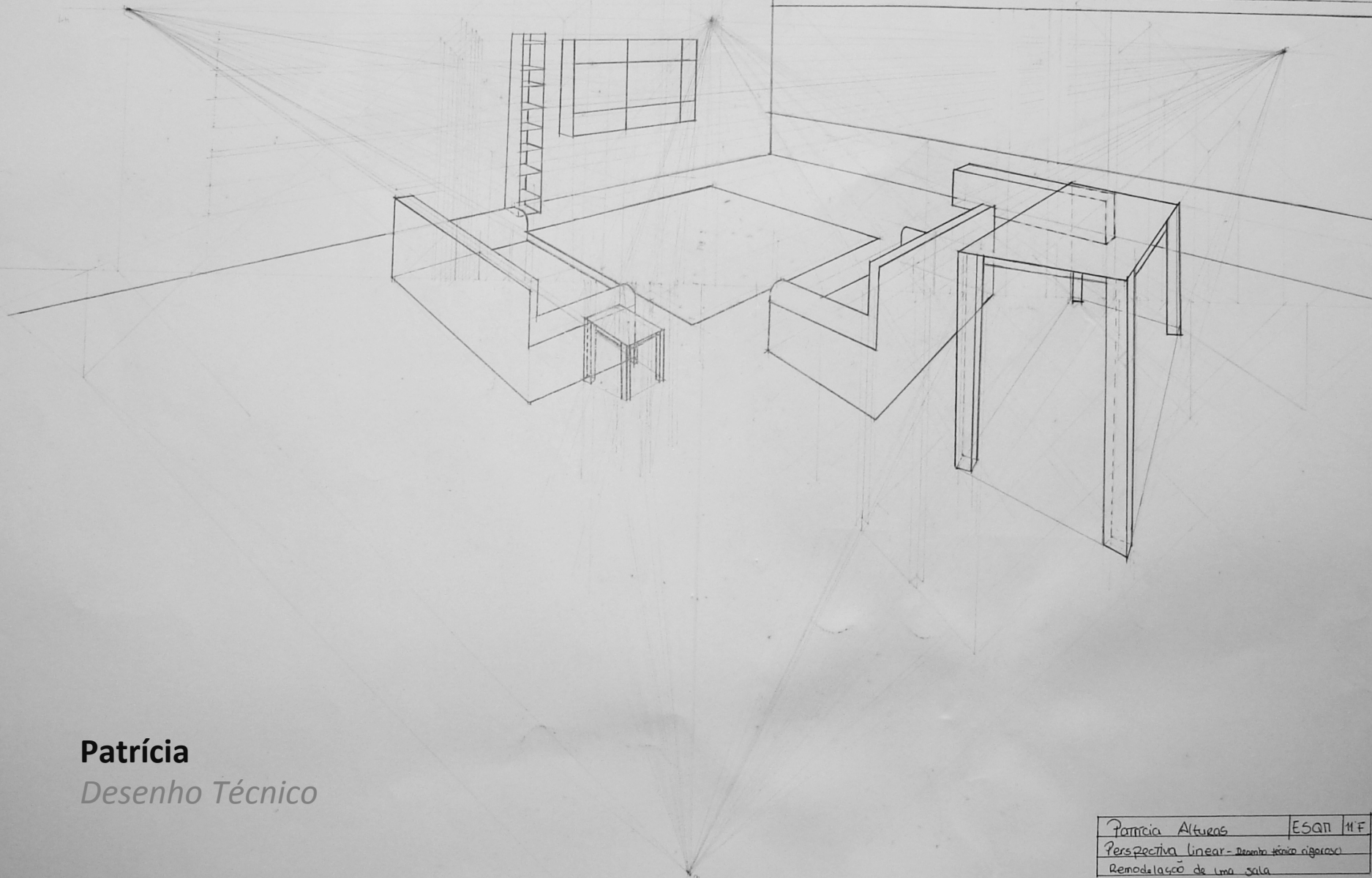
Patrícia

Esboço

Patrícia Moura

ESPAÇO INTERIOR

Sala de estar



Patrícia

Desenho Técnico

Patrícia Alves	ESAT 11F
Perspectiva linear - desenho técnico rigoroso	
Remodelação de uma sala	

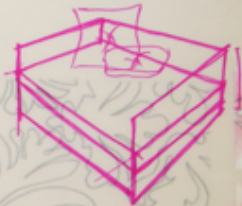
Dossiers de Projeto

Testes Testes de mobiliário

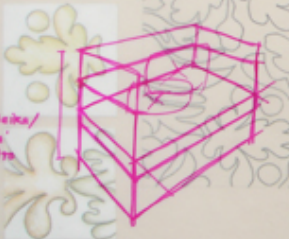
para o espaço de circulação (comunidade)



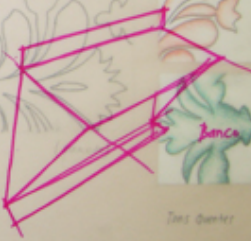
cadeira/banqueta



cadeira/sofá pequeno



cadeira/sofá alto

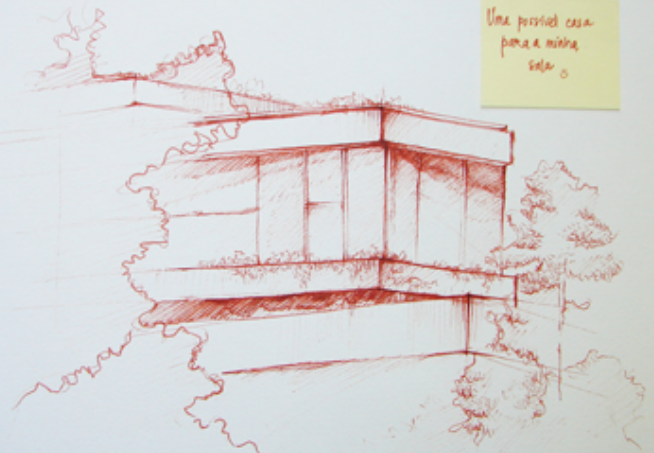


banca

Teste 1/1/11

Teste 2/1/11

Uma possível casa para a minha sala



BRUNO ZEVI

opções para a estante

proprietários: sala de leitura



- Armário gradado
- Estante simples

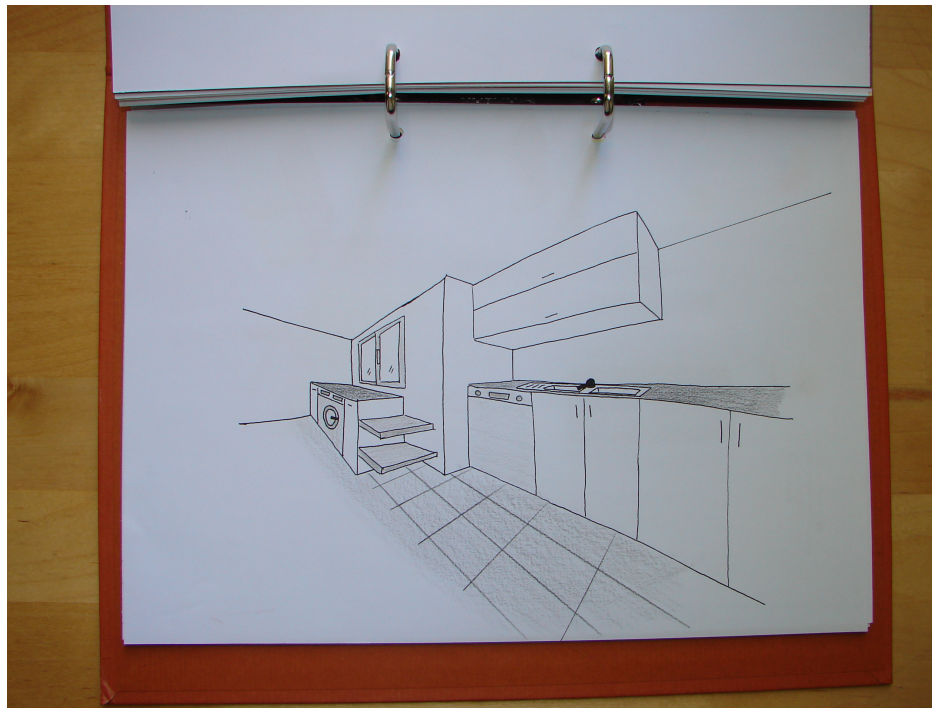
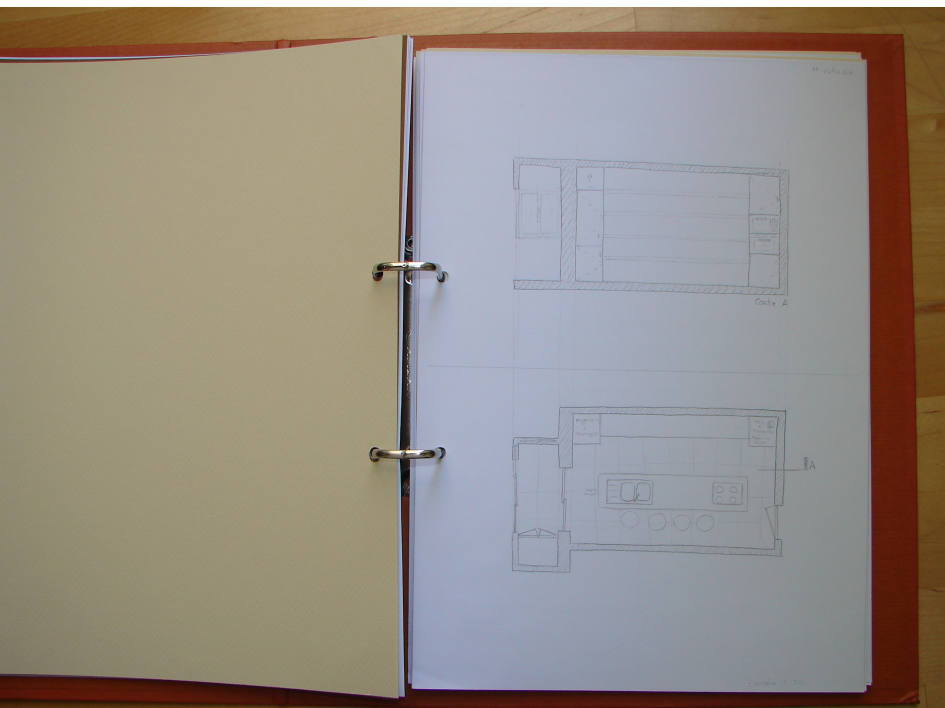
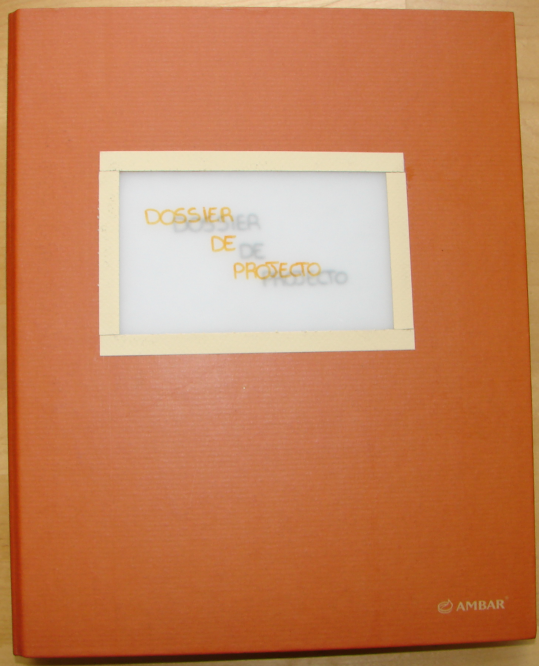
A estante

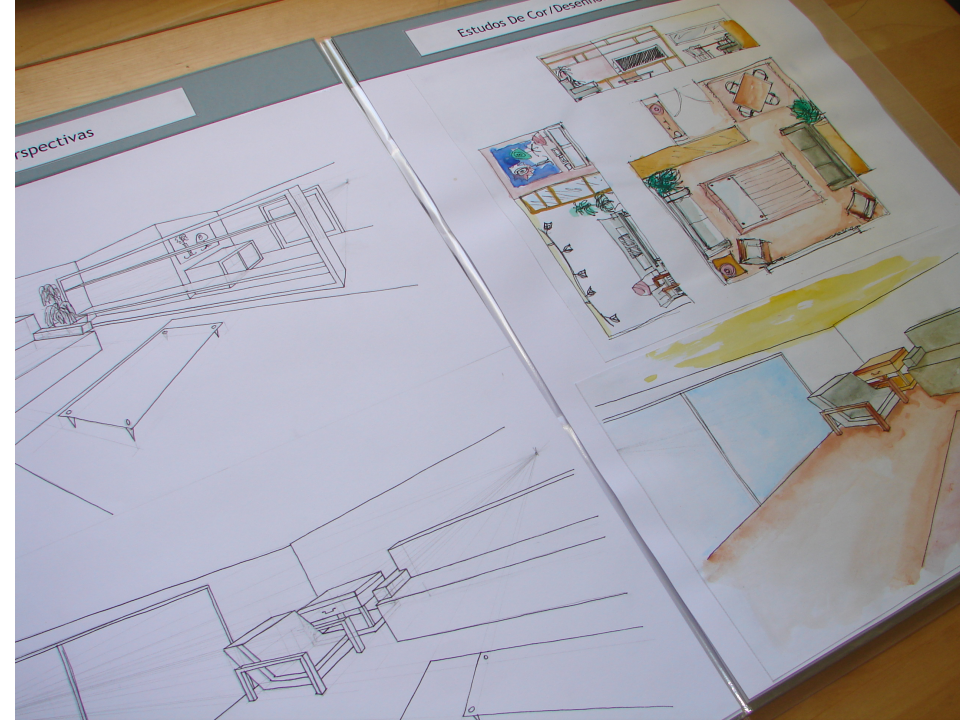
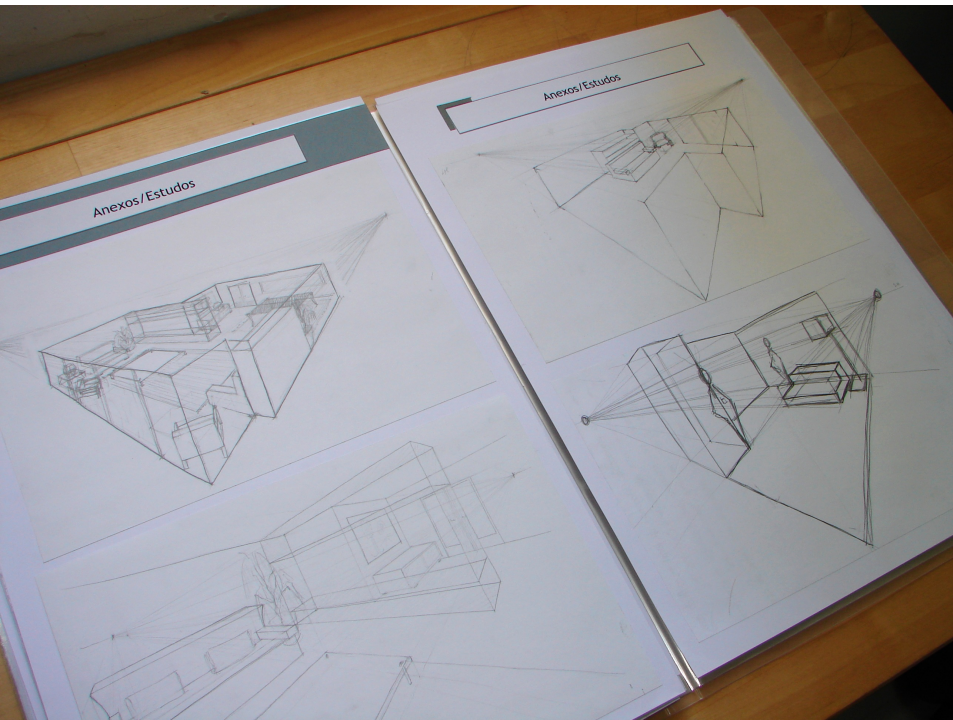
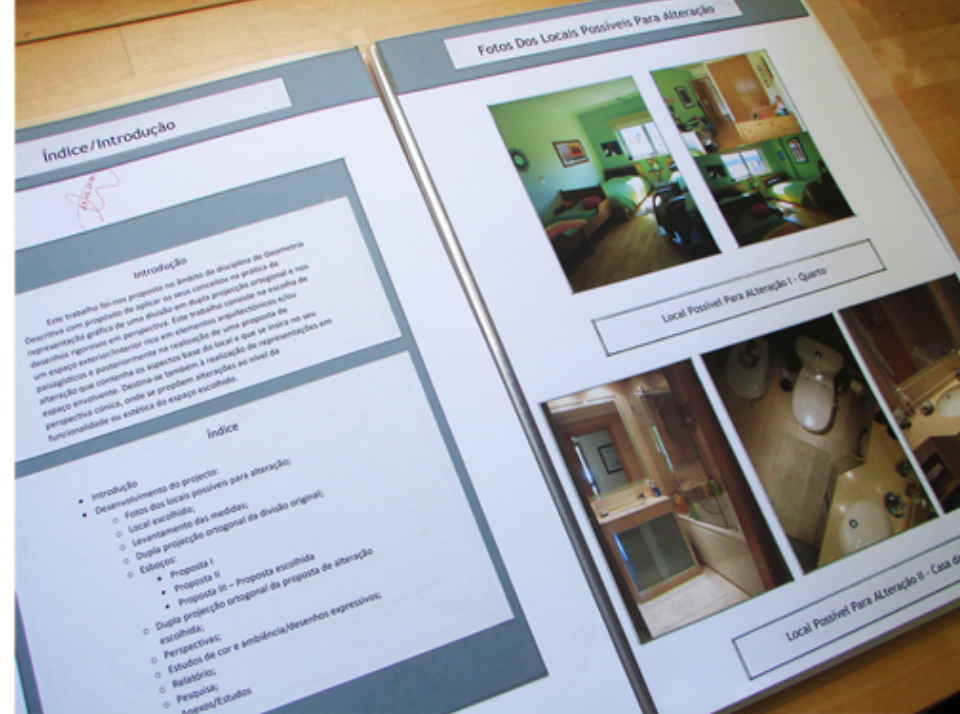
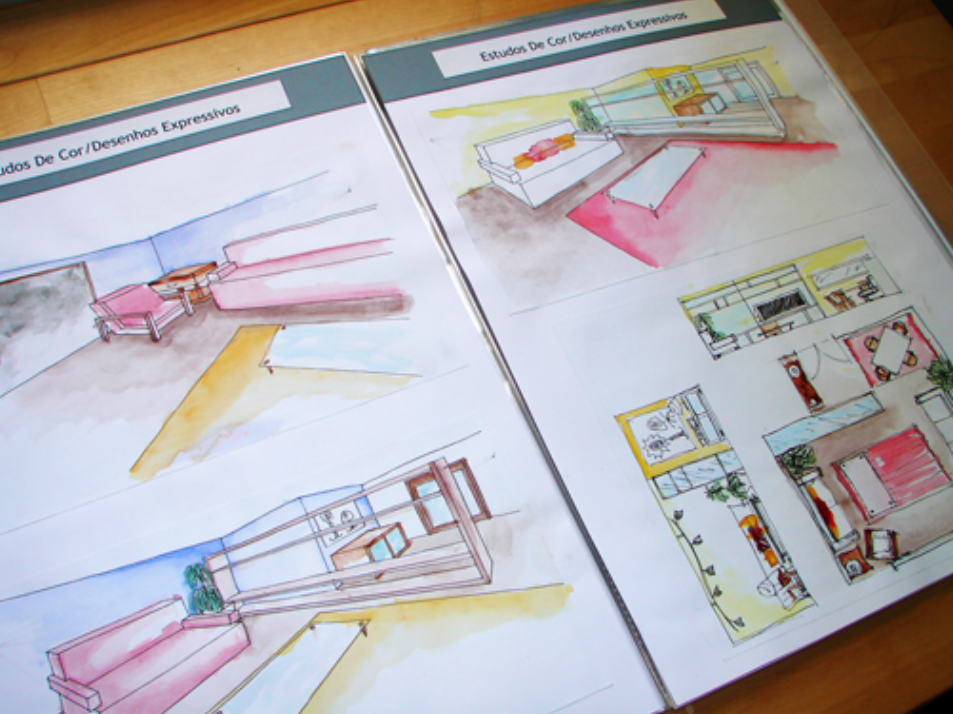


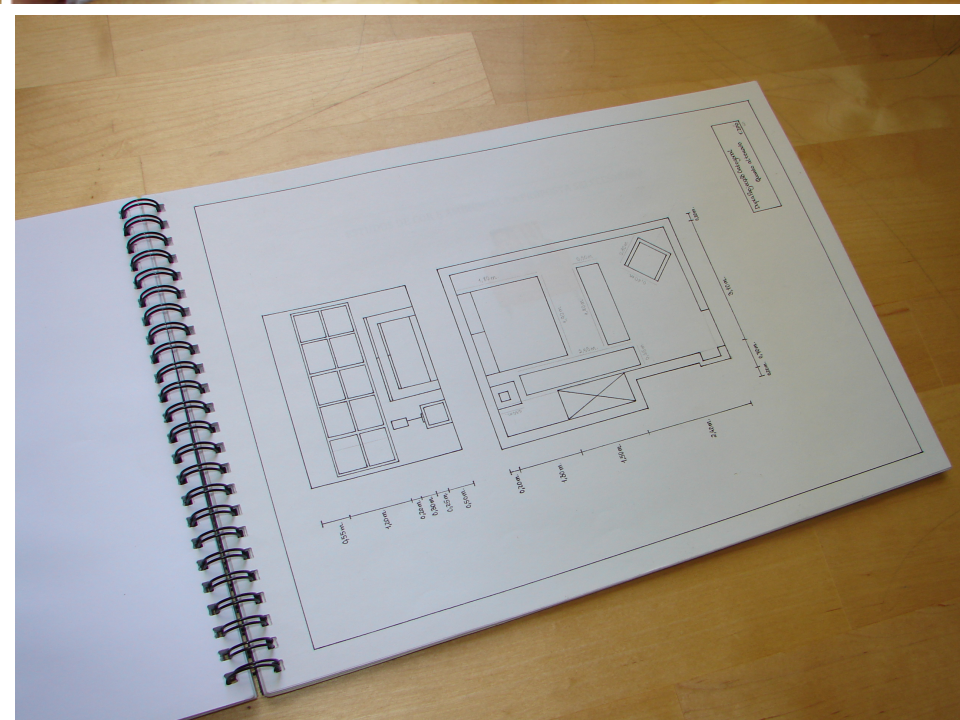
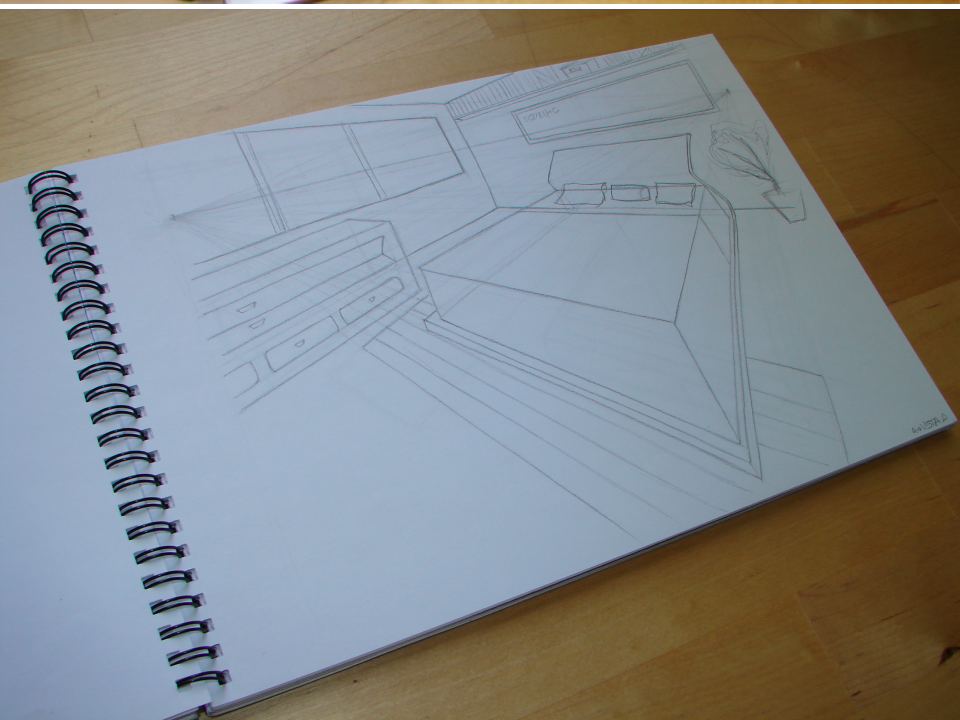
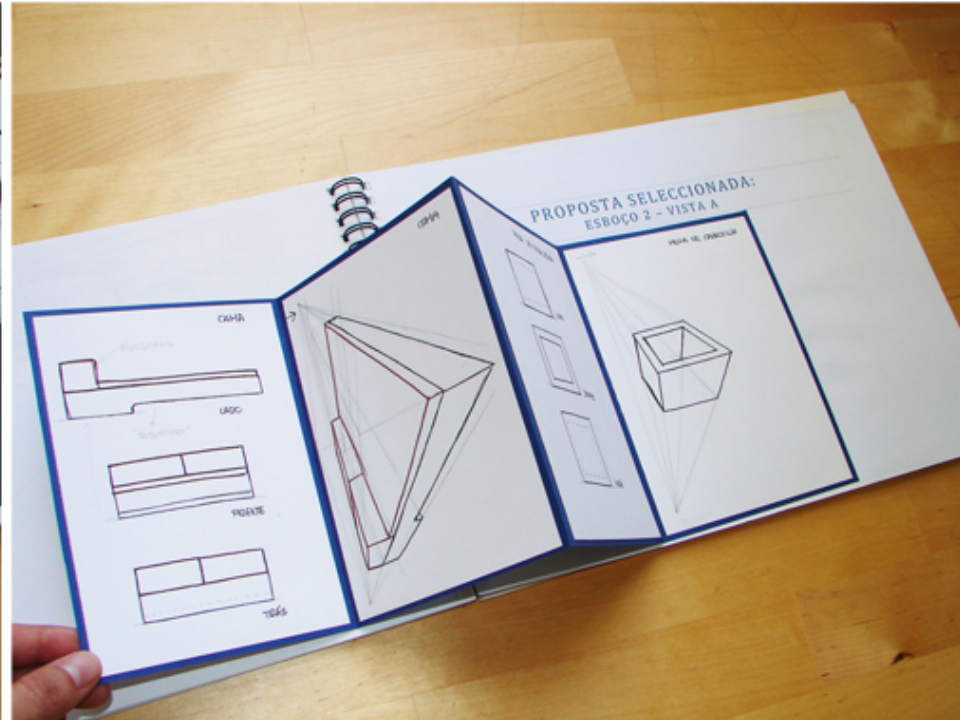
- Armário rectangular
- Estante complexa

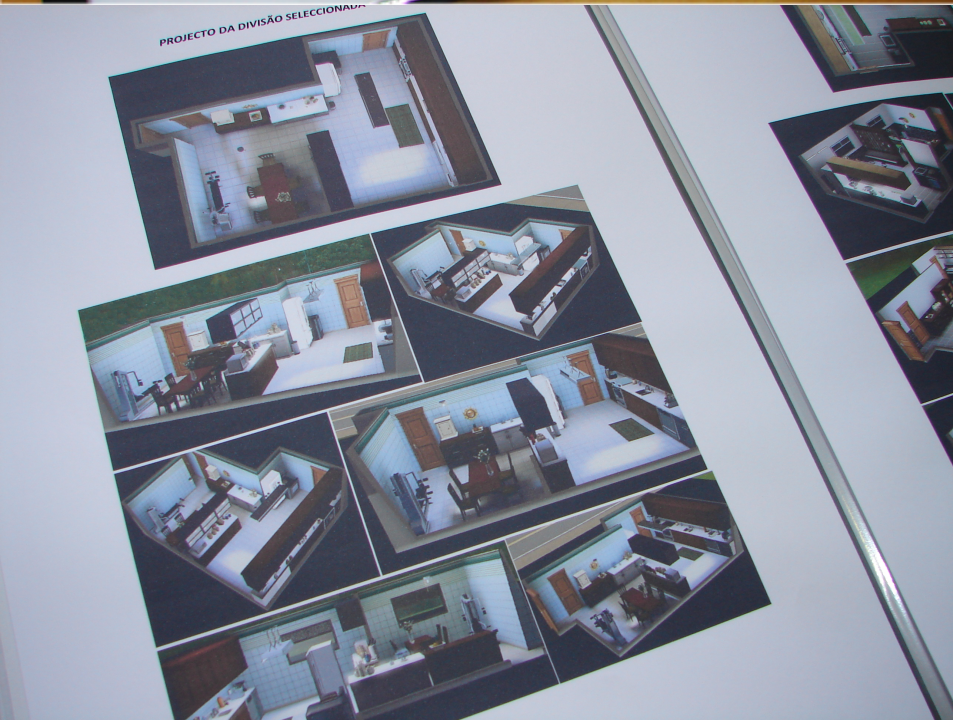
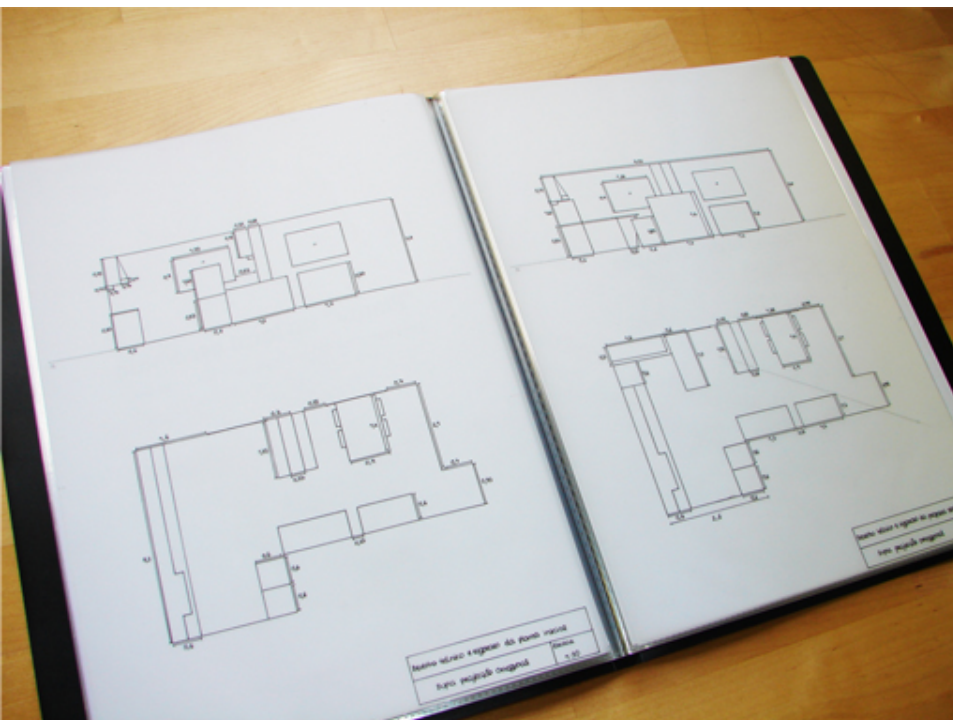
Estados de Vegetação n°1

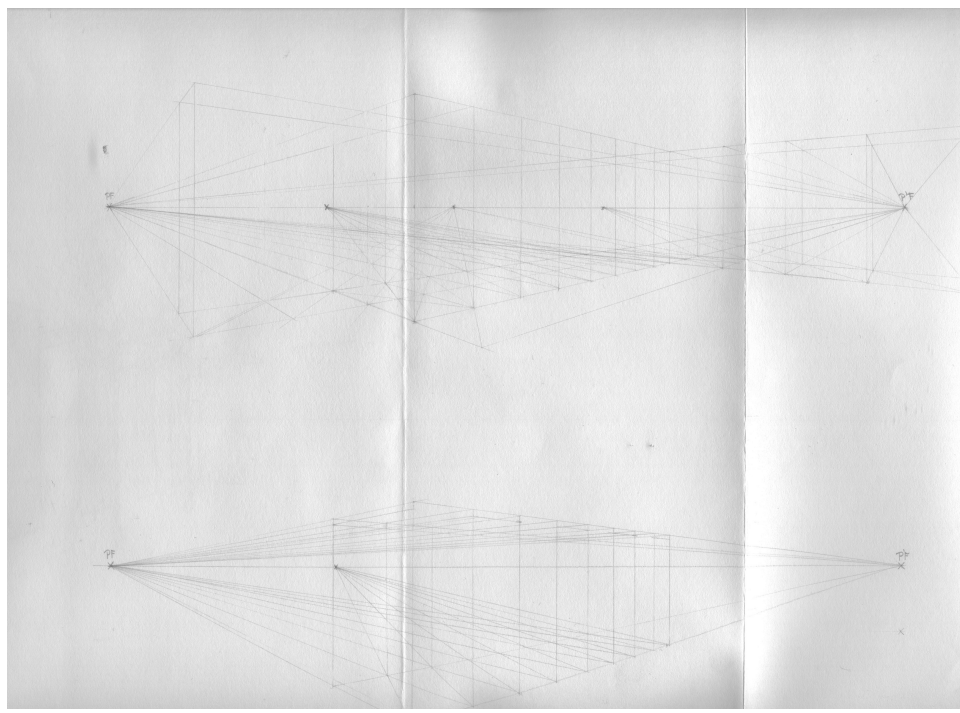
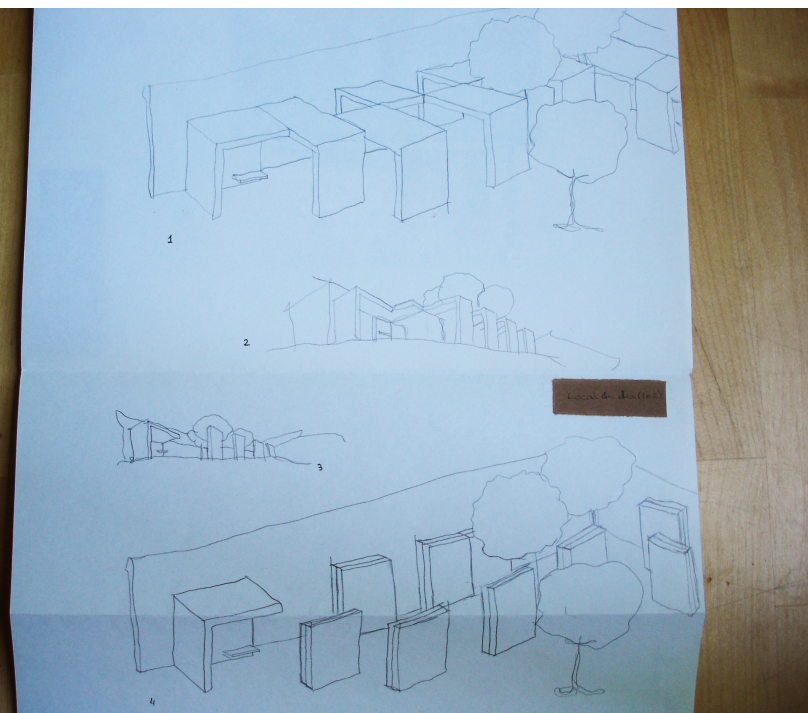
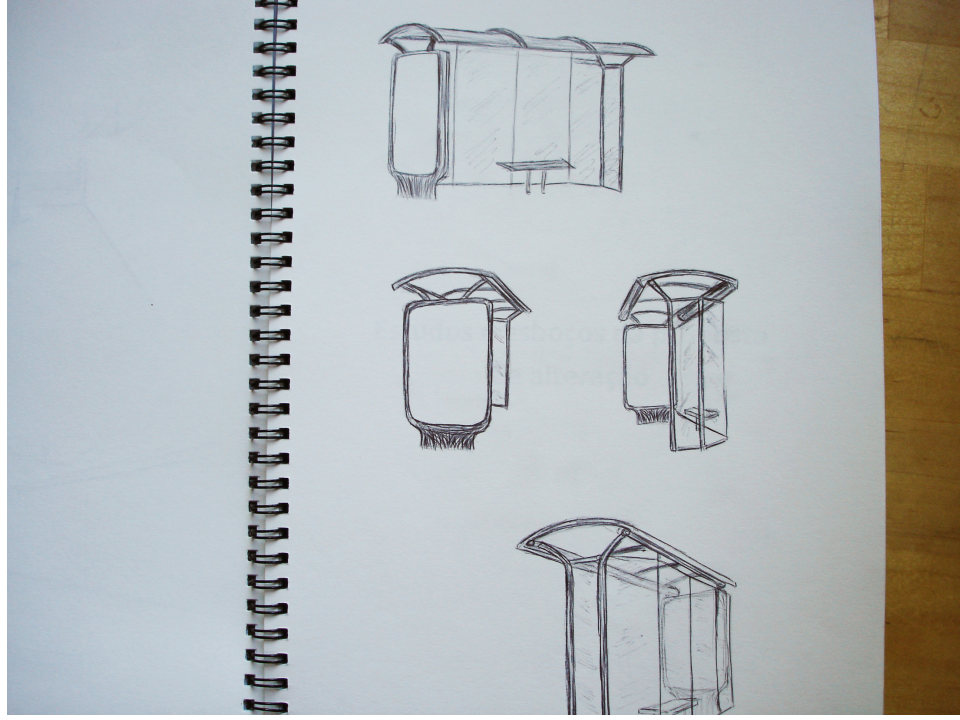
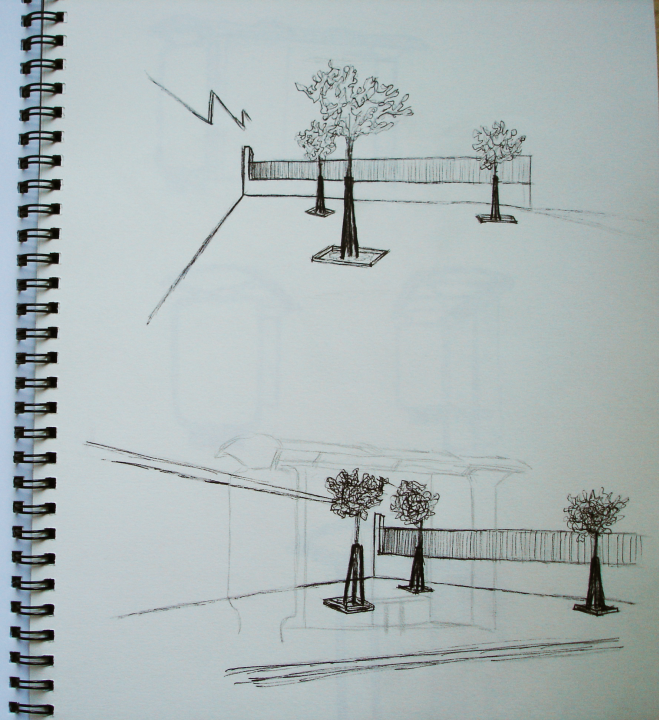


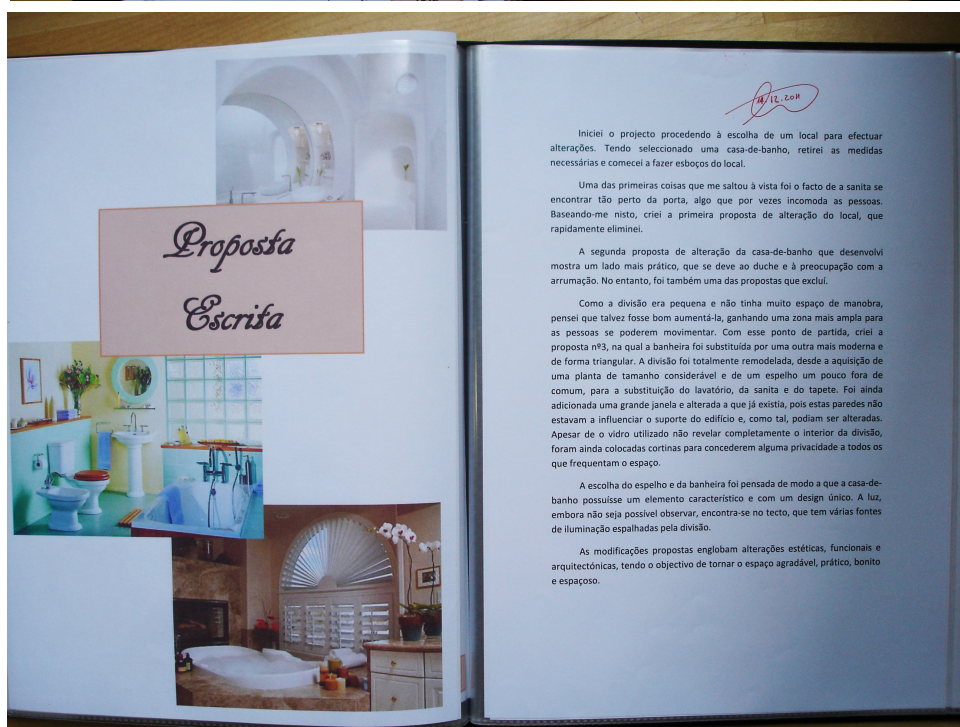
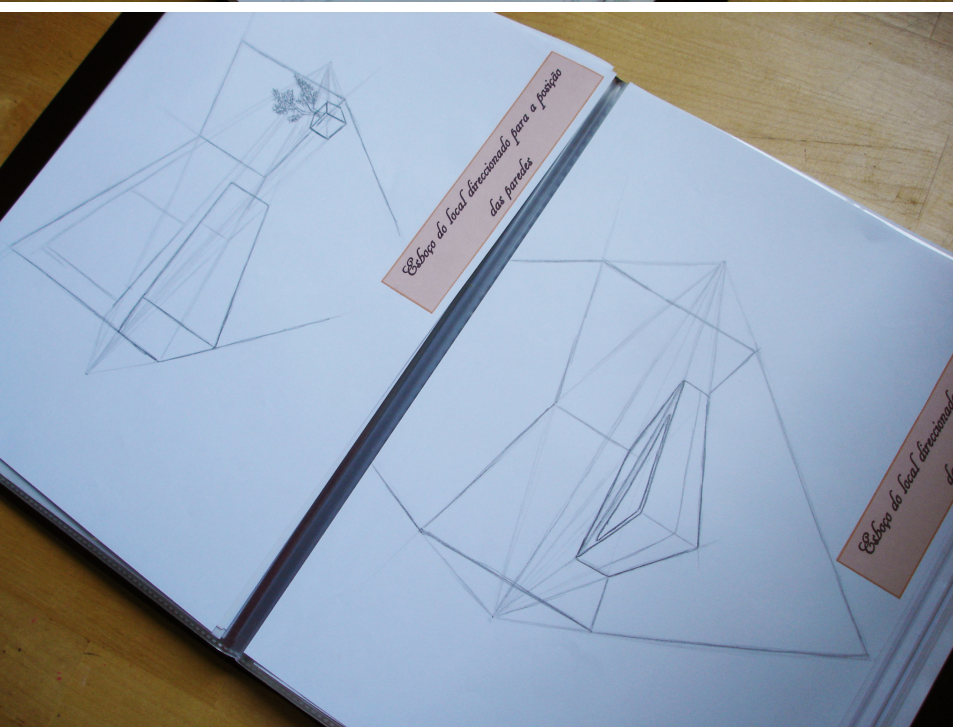
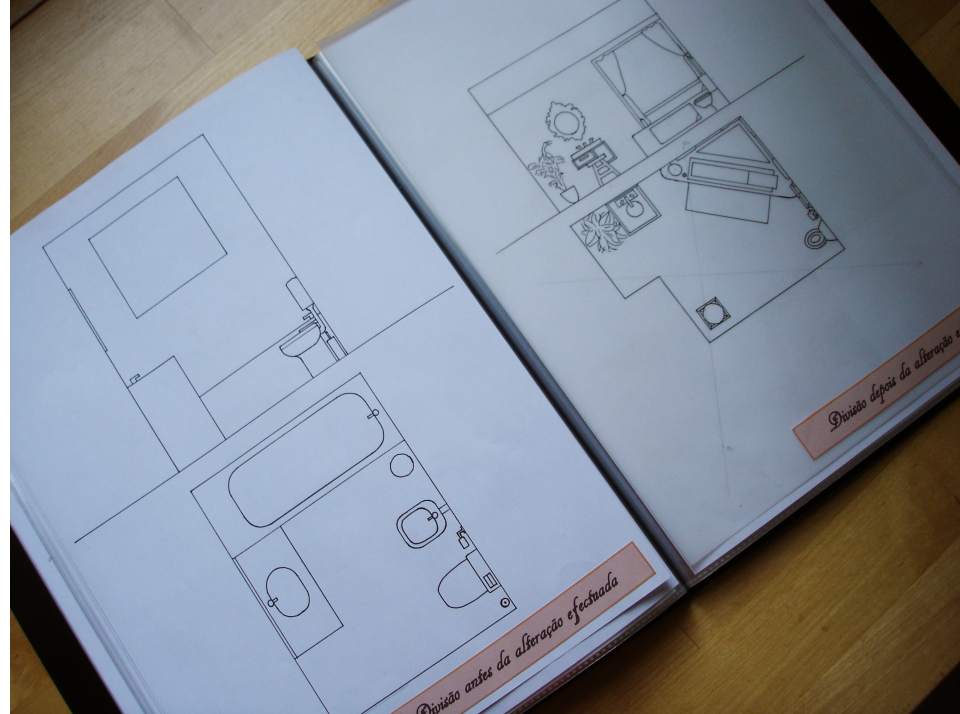
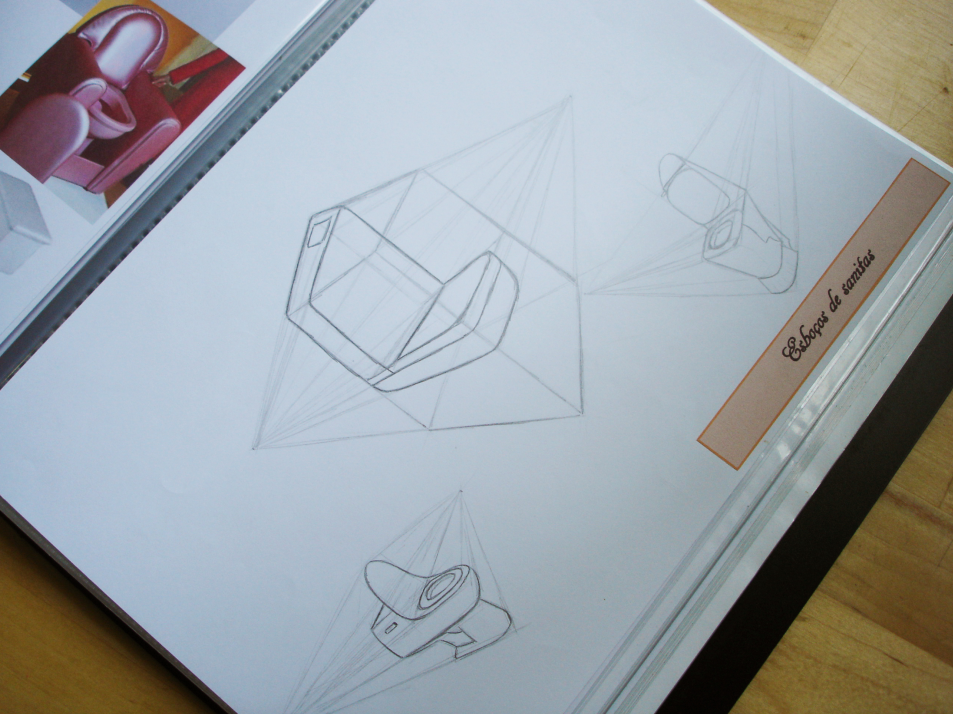






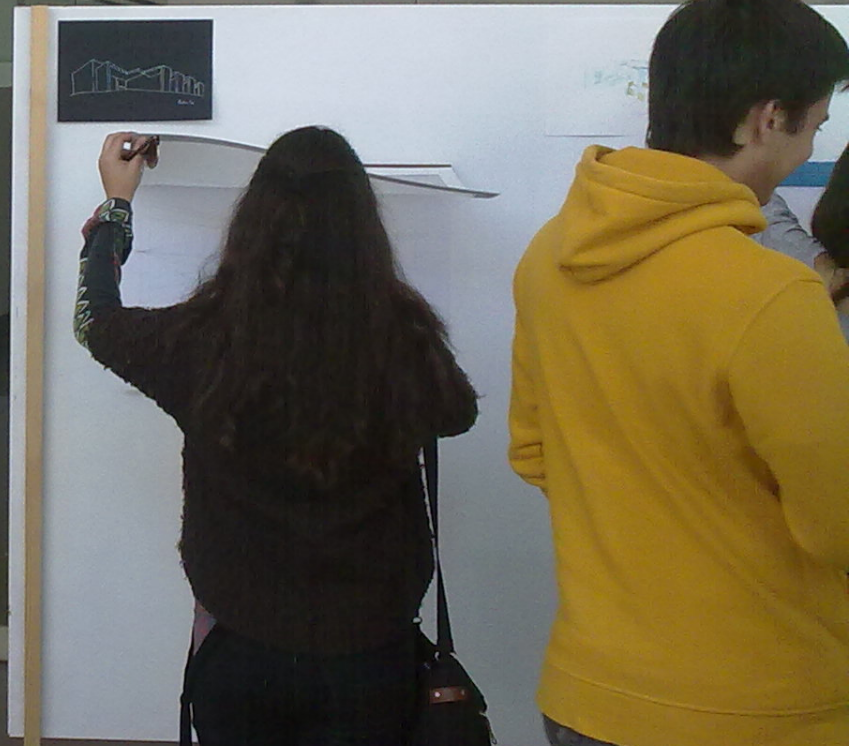






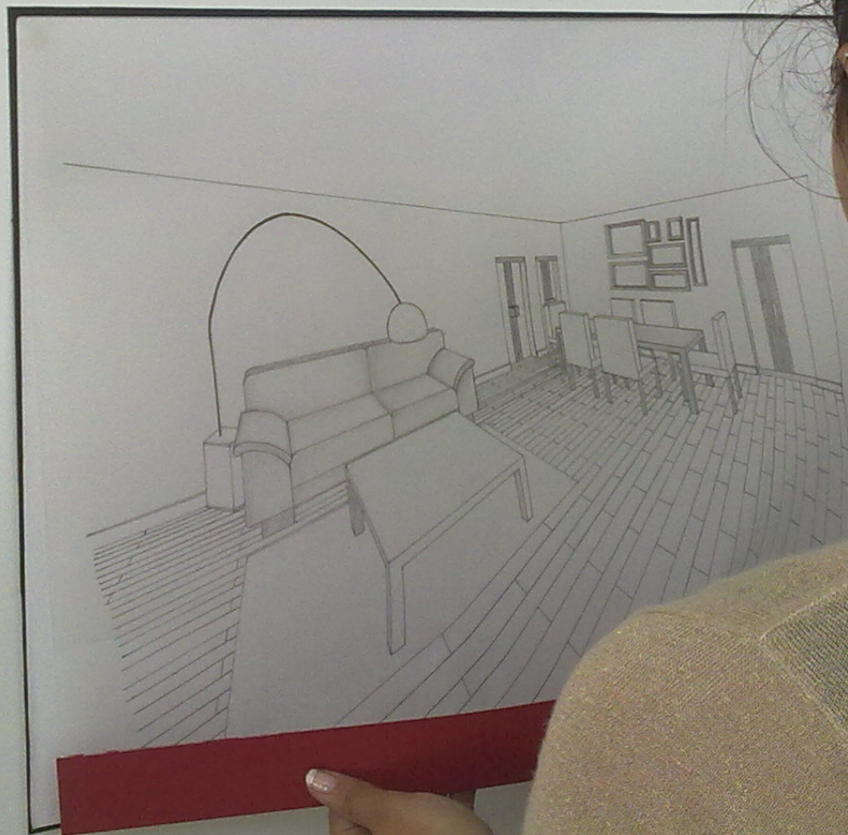
Montagem da Exposição
Átrio da Escola – Pavilhão Principal

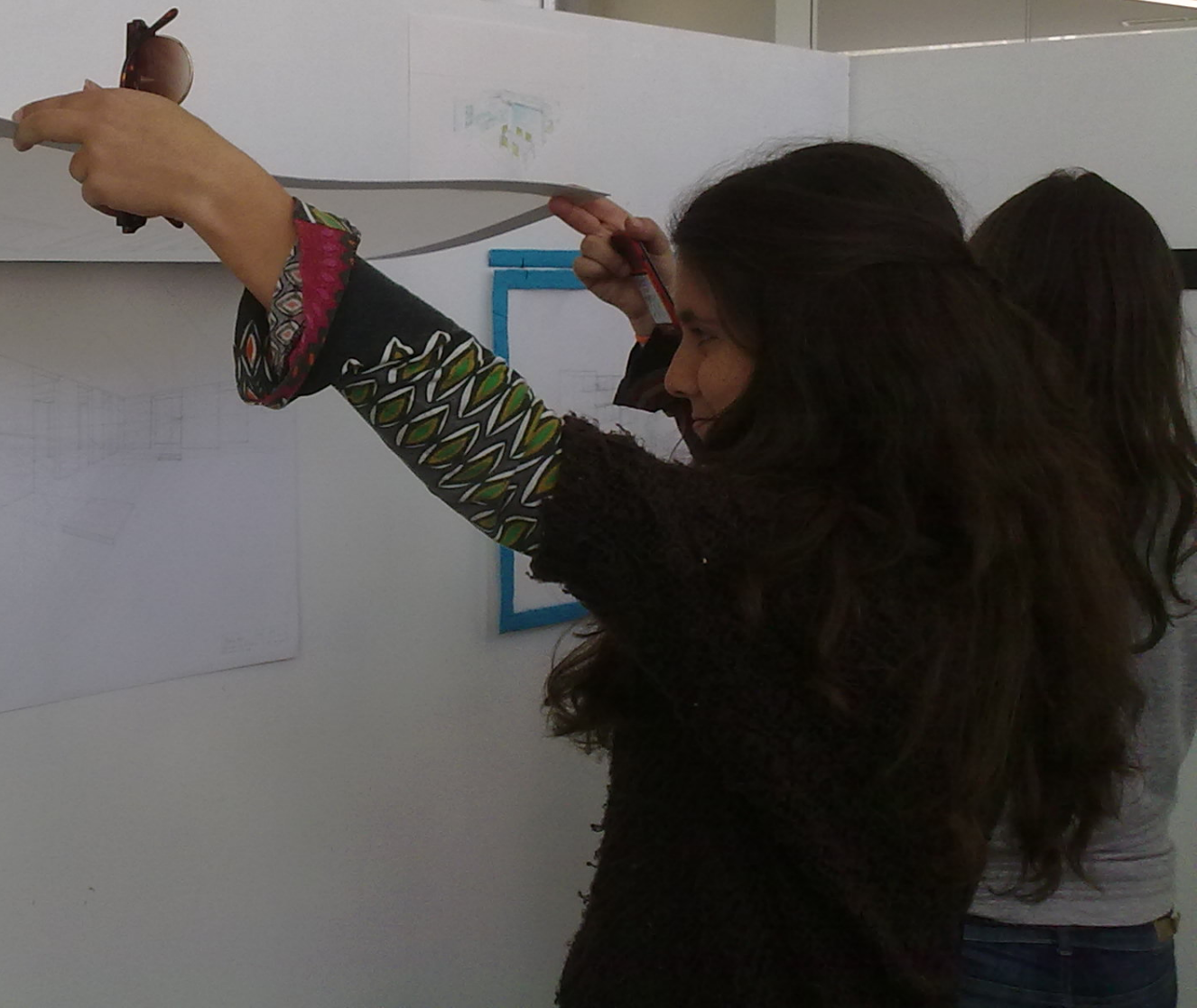
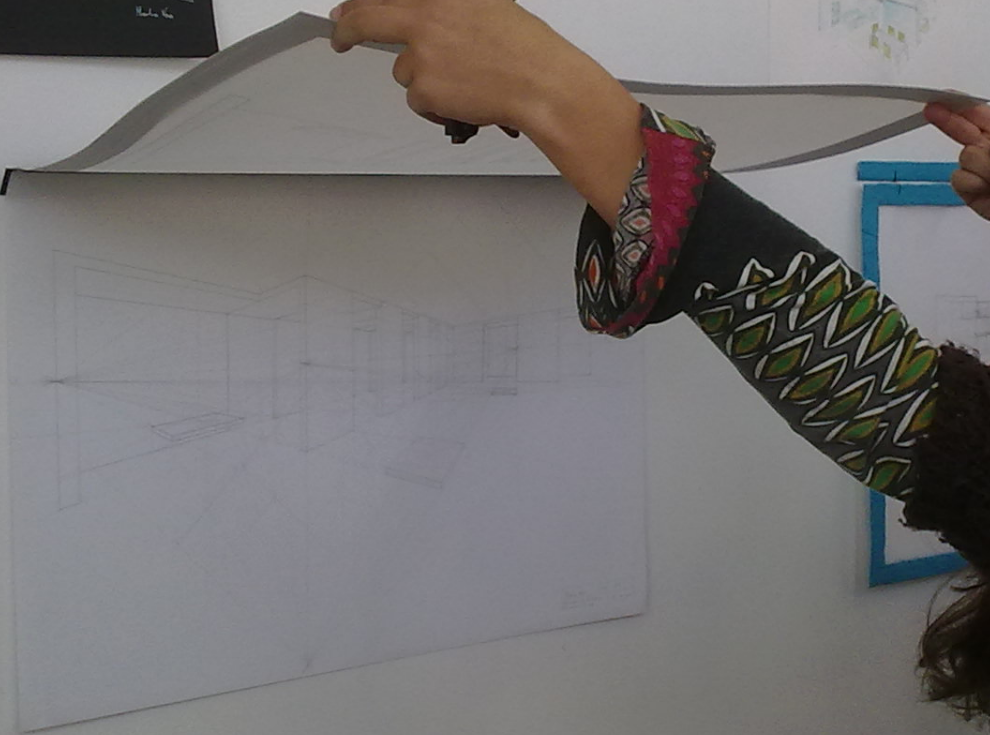
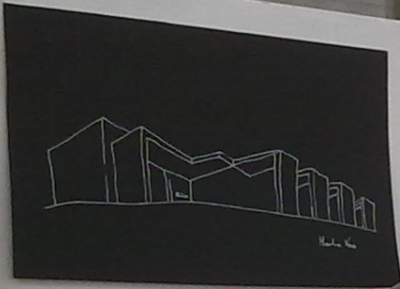


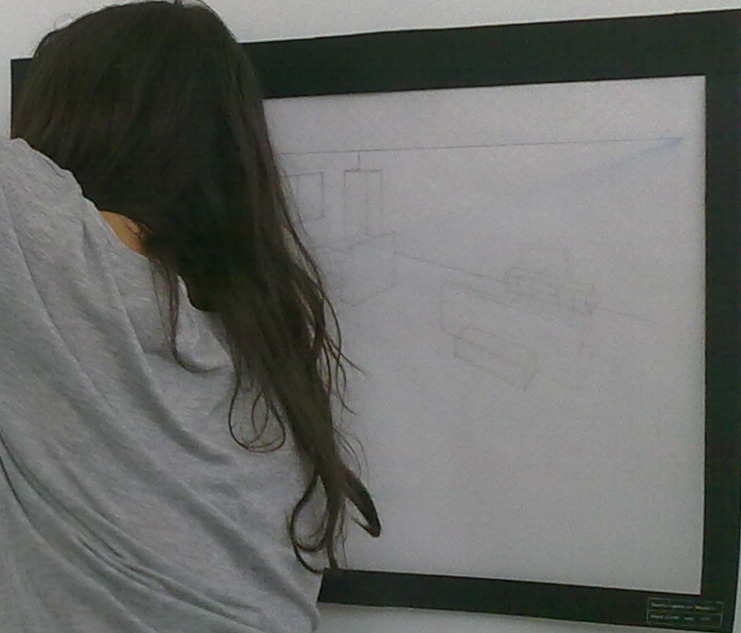
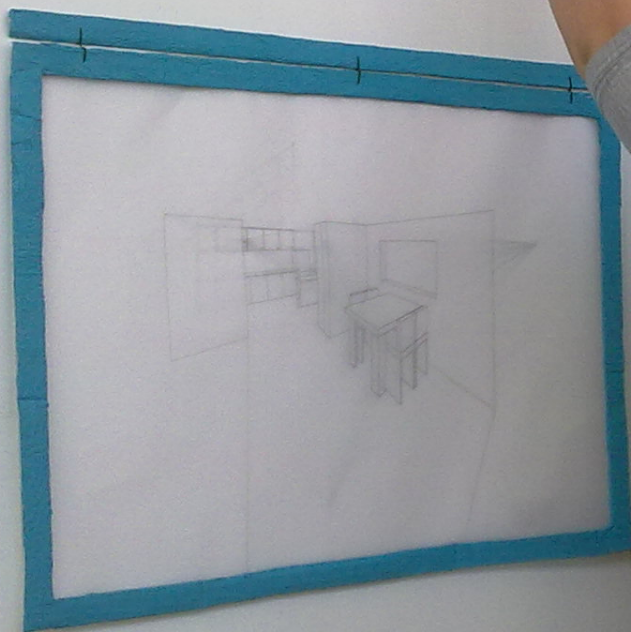
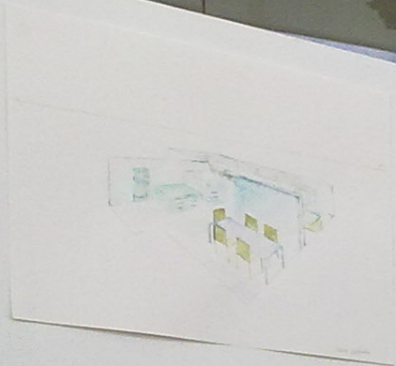


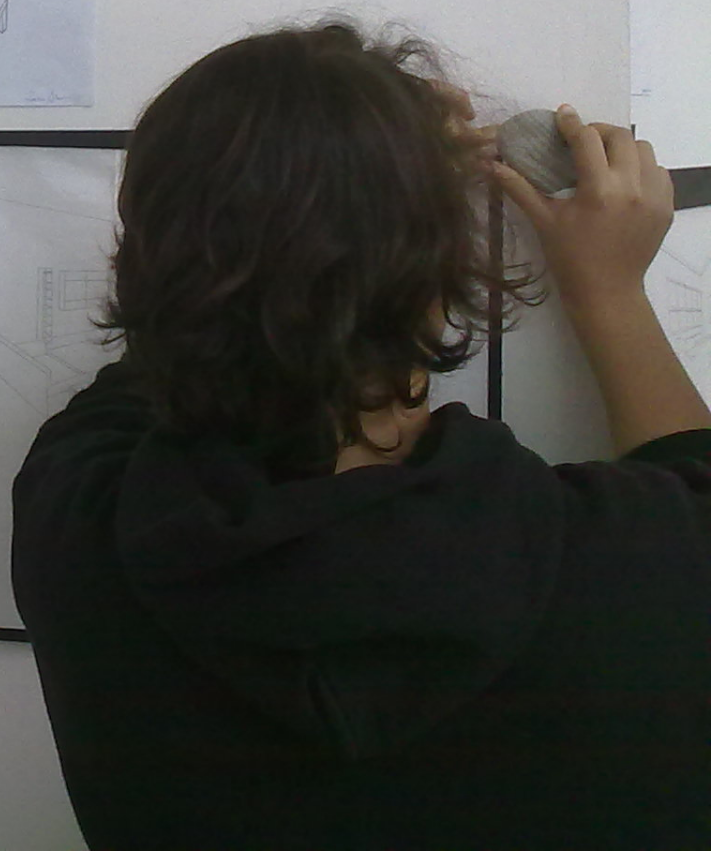
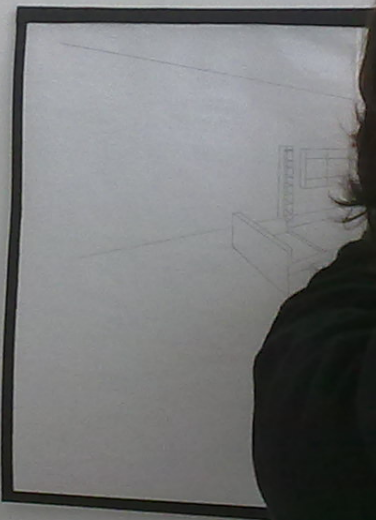
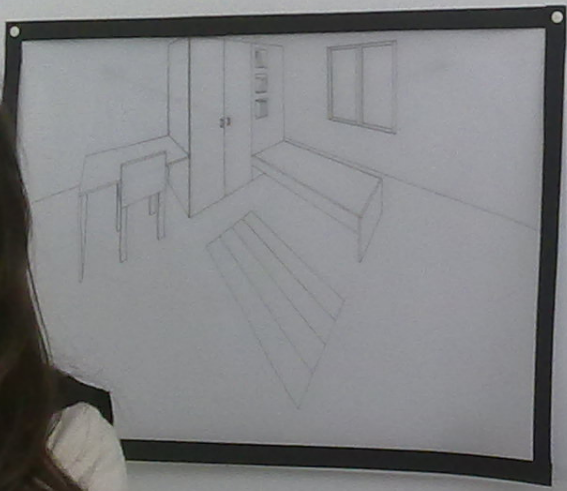
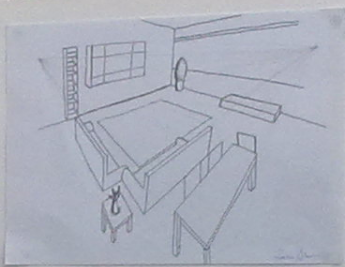
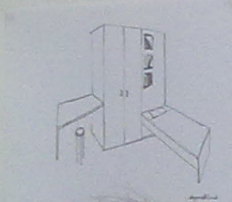


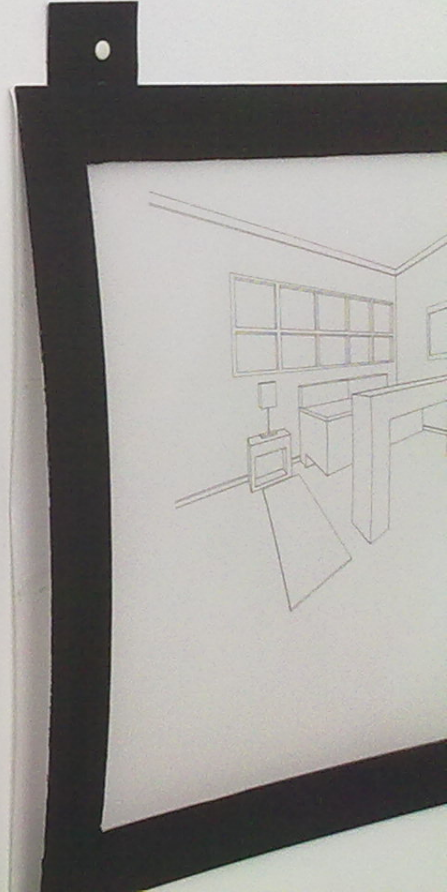
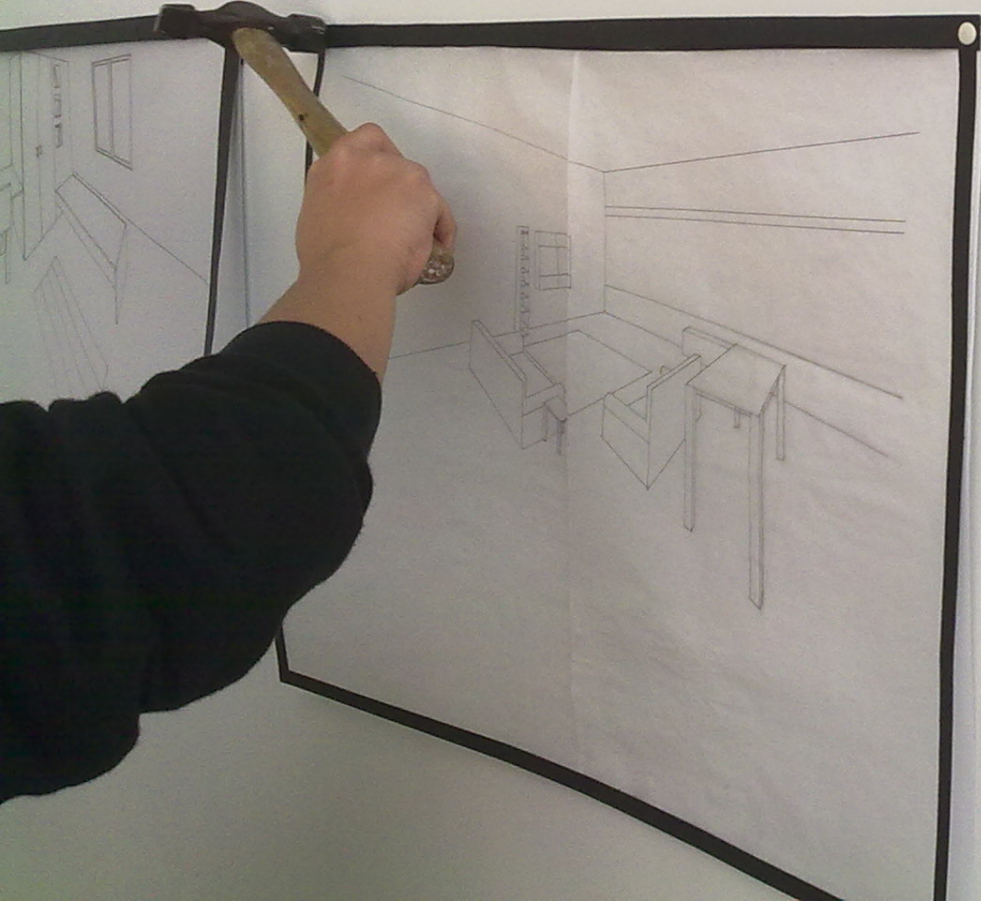
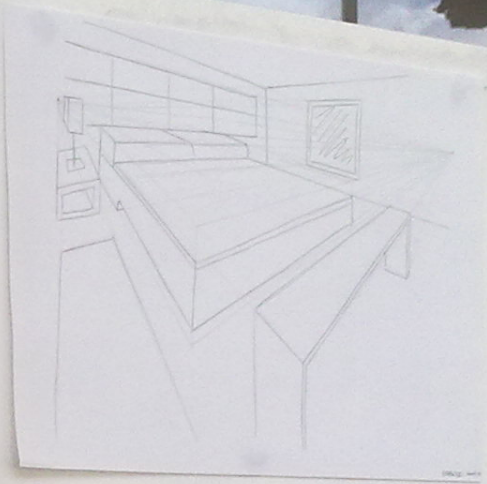
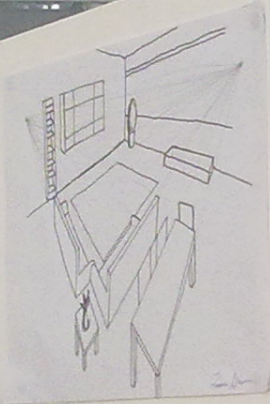
Esboço - Projecto de geometria
Nome: Madalena nascimento 119F Nº17











Relatório

Mestranda Helena Ferreira

A mestranda Helena Ferreira leccionou na Escola Secundária Quinta do Marquês, no ano lectivo 2011/2012, com horário completo, tendo sido atribuída a disciplina de Geometria Descritiva A, em duas turmas de Artes Visuais (10ºF e 11ºF) e uma de Ciências e Tecnologias (11ºC).

Ao longo do ano lectivo a mestranda Helena Ferreira, desenvolveu estratégias pedagógicas nas quais se incluem: a planificação dos conteúdos a leccionar; a elaboração da síntese curricular; a concepção de testes diagnósticos; a consolidação dos conhecimentos dos alunos inculcando hábitos de trabalho no sentido de desenvolver competências de auto-regulação em todas as turmas; a organização, dinamização e participação em visitas de estudo com três turmas ao longo do ano lectivo.

De uma forma geral, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada, não só baseou-se em exercícios de visualização espacial, de raciocínio, de consolidação de modelos tridimensionais, de representação de formas gráficas bi e tridimensionais, como também numa fase inicial em metodologias aplicáveis a cada conteúdo programático, através de fichas nos quais os alunos puderam registar toda a matéria, de forma organizada, com descrições gráficas tridimensionais e respectiva representação em Dupla Projecção Ortogonal, com o objectivo de promover o raciocínio do aluno quer ao nível de representação quer no nível da visualização. Promoveu também a interajuda e cooperação entre alunos.

No que respeita à Unidade Didáctica para a realização do estágio relativo ao Mestrado em Ensino das Artes Visuais, a Helena concebeu um projecto interdisciplinar com a disciplina de Desenho A, em que os alunos tiveram que investigar, esboçar e estruturar um projeto que visava o estudo e representação de espaços interiores ou exteriores, ou mesmos objetos, em perspectiva linear, com recurso à dupla projecção ortogonal. Neste projeto os alunos tiveram a oportunidade de entrar em contacto com diversos modos de projetar, fosse do ponto de vista técnico e formal, como também do ponto de vista espontâneo e expressivo.

Anexo 8: Relatório da Professora Cooperante



Este projecto teve como objectivo primeiro, o de permitir o contacto com um exercício de Geometria Aplicada às Artes Visuais (arquitectura, artes plásticas, cenografia, o design gráfico, o design de equipamento) e a desmistificação da “frieza” da disciplina de Geometria Descritiva. No final do ano letivo, realizou ainda uma exposição intitulada “Perspetivando Lugares”, dos trabalhos desenvolvidos em conjunto com a disciplina de Desenho A (referido no parágrafo anterior).

Por último, dado que a conclusão da disciplina de Geometria Descritiva implica a realização do Exame Nacional, as estratégias didáticas utilizadas ao longo do ano letivo também visaram a preparação dos alunos para o exame, sendo as turmas do 11ºF e 11ºC, num total de 28 alunos, obtiveram uma média de final, CIF (Classificação Interna) de 17 valores, e a média registada no exame, CEF (Classificação Externa) foi de 16,68 Valores, sem qualquer classificação negativa a registar.

Exposto o que acima foi dito, considero que a Helena desenvolveu um excelente trabalho, com dedicação, empenho e assiduidade.

A professora Cooperante

Carla Gil

Oeiras, 28 de Maio de 2013

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Carla Gil".