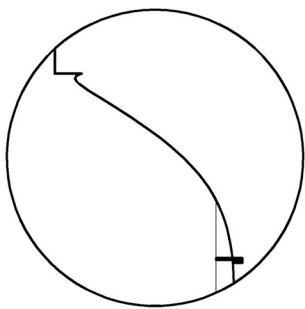




FACULDADE DE ARQUITECTURA
DA UNIVERSIDADE DO PORTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DESENHO DIGITAL:

INSTRUMENTO E MEIO DE COMUNICAÇÃO DO ARQUITECTO

FAUP 2008/2009

CARLOS DUARTE SANTOS PAIS

O DESENHO DIGITAL: INSTRUMENTO E MEIO DE COMUNICAÇÃO DO ARQUITECTO

Esta dissertação foi orientada por:

Prof. Dr. Pedro Leão Ramos Ferreira Neto

RESUMO

A Arquitectura, enquanto disciplina que estuda e procura soluções espaciais que sirvam as necessidades do Homem, tem adquirido ao longo da sua História maior importância junto da sociedade. Este factor criou a necessidade de comunicar com mais e heterogéneas áreas de saber. Assim, o processo de representação e comunicação ganhou mais relevância para a disciplina e os seus processos.

Desde o Renascimento que o arquitecto usa o desenho como instrumento de trabalho, não só na procura de soluções de projecto mas também, para comunicar aos vários agentes intervenientes as soluções encontradas, transformando o desenho num *parceiro* fundamental em todas as fases de projecto. Com a evolução da sociedade, a arquitectura foi-se desenvolvendo para responder às novas necessidades. O desenho, por seu lado, apresentava algumas limitações ao acompanhamento dessa evolução. Há cerca de 2 décadas atrás, através do uso das tecnologias digitais, abriu-se uma nova porta para a evolução do desenho de arquitectura. Inicialmente, com o objectivo de melhorar a produtividade, e depois, de forma gradual, para responder às necessidades das várias fases de projecto, o desenho digital foi responsável por uma alteração da forma dos seus processos de trabalho, alargando o leque de soluções.

A questão que se pretende estudar neste trabalho é a de perceber de que forma o universo digital veio alterar a utilização do desenho em arquitectura. Interessa, assim, concluir se as alterações produzidas pelo desenho digital permitem manter as características do desenho analógico, que fazem deste um instrumento fundamental para o arquitecto. É importante, também, estudar algumas das novas potencialidades e soluções que o universo digital disponibiliza, como a utilização de motores de videojogos para a visualização de arquitectura, que são objecto de exploração no caso de estudo.

Enquanto instrumento de trabalho, o desenho digital influencia as linguagens arquitectónicas porque, permite explorar campos disciplinares que o analógico por si só não consegue. O processo de trabalho é diferente e como tal o resultado final é sempre influenciado. É importante referir que tudo isto não tem como resultado uma perda da autonomia do arquitecto como alegam alguns autores, mas antes pelo contrário um acréscimo de instrumentos e soluções para o exercício dessa liberdade.

O desenho/modelação digital é um instrumento que, talvez por ser relativamente novo, é visto ainda com algumas reservas por parte de vários sectores desta disciplina. Este trabalho tenta explicar o enorme potencial deste instrumento para melhorar todo o processo de projecto e transformação de espaço, o que faz dele um elemento importante para que a arquitectura continue, como até aqui, a responder eficazmente às necessidades que a sociedade lhe apresenta.

ABSTRACT

Architecture, as a discipline that studies and seeks space solutions to serve the needs of Man, has acquired in its history a greater importance for society. This factor created a need to communicate with more and heterogeneous areas of knowledge. As a result, the process of representation and communication gained more relevance to the discipline and its processes.

Since the Renaissance, the architect uses design as an instrument of work, to create solutions, and also to communicate the found solutions to the various agents involved, making it a key partner in all phases of project. With the evolution of society, architecture has developed itself to meet the new needs. The design, in turn, had some limitations to follow such developments. About 2 decades ago, through the use of digital technologies, a new door was opened for the development of design in architecture. Initially, in order to improve productivity and then, gradually, to respond to the needs of various stages of architecture process, digital design was responsible for a change in the architecture work processes and, for increasing its range of solutions.

The question to be studied in this work is to understand how the digital world changed the use of design in architecture. Thus, the interest is to realize if the changes produced by digital design allow the maintenance of the analog design's characteristics that make it an essential tool for the architect. Also important is, the study of some of the new capabilities and solutions that digital offers, such as the use of videogame engines to visualize architecture, which are explored in the case study.

As a working tool, the digital design, influences the architectural language because it allows to explore disciplinary fields that the analog by itself can't. The work process, itself, is different so the final result is always influenced. It is important to note that this does not result in a loss of autonomy of the architect, as some authors argue, but in an increase of available solutions to the exercise of that freedom instead.

The digital design /modeling is an instrument that, maybe because it's relatively recent, is still seen with some reluctance in many parts of the discipline. This work attempts to explain the enormous potential of digital design, as an instrument to improve the whole process of design and transformation of space, making it an important element in order for architecture to continue, as always, to respond effectively to the demands of society.

Resumo / Abstract

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. COMUNICAÇÃO	10
a.Comunicação em arquitectura.....	10
i.Métodos de Comunicação e Representação Tradicionais em Arquitectura	13
ii.Novos métodos de representação e comunicação	18
3. DESENHO	21
a.Desenho em Arquitectura.....	24
4. DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR	29
a.Modelações Complexas – Novas Linguagens.....	32
b.Relação entre metodologias científicas e tecnológicas e metodologias artísticas em projecto de arquitectura	35
i.Arte digital.....	38
c.Realidade Virtual (modelação digital)	41
i.Perigos/riscos da realidade virtual.....	44
d.Dois arquitectos: duas abordagens ao uso das tecnologias digitais.....	46
Frank O. GERHY	46
DUNCAN BROWN	49
e.Conclusões	52
5. CASO DE ESTUDO (uso dos motores de videojogo como instrumento arquitectónico).....	54
6. CONCLUSÃO	67
7. ANEXO	72
8. ÍNDICE DE IMAGENS.....	78
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

1. INTRODUÇÃO

O ser humano é o resultado de um constante processo evolutivo desde a sua origem. Parte dessa evolução deve-se à procura de novos meios, novos métodos, novas ferramentas e instrumentos que melhorem a sua interacção com o mundo. Assim, nesta fase evolutiva que é a da era das tecnologias digitais, o Homem procura, na generalidade das suas actividades, otimizar e melhorar o seu desempenho através delas. A arquitectura não é excepção e tem vindo, gradualmente, a adoptar estas tecnologias como ferramenta e instrumento capaz de melhorar o seu processo.

A actividade de projectar, em arquitectura, fundamenta-se na capacidade que possamos ter para criar e manipular modelos de espaço, de certa forma, de representar e expressar as nossas ideias. Esta capacidade expressiva é adquirida pelos arquitectos, nos primeiros anos de estudo, pela aprendizagem de desenho rigoroso, desenho à mão levantada, de geometria descritiva e de análises de formas arquitectónicas. Este aspecto está bem vincado na aprendizagem adquirida na Faup, onde nos primeiros anos as disciplinas de Desenho e de Projecto têm uma forte inter-relação.

Por ser uma disciplina que trata da concretização de espaços, onde o Homem realiza as suas actividades, os diversos sectores da sociedade demonstram cada vez mais interesse em entender e intervir nos processos desta disciplina. Desta forma, a comunicação tem vindo a transformar-se num aspecto fundamental da disciplina. Os próprios processos de planeamento e criação, em que participam agentes de diversas áreas de conhecimento, são já encarados como um processo comunicativo e não apenas como um produto final controlado por técnicas e normativas instituídas por instituições e empresas.¹

As tecnologias digitais que, de alguma forma, surgem no panorama da arquitectura a complementar os processos e instrumentos já existentes, desenvolvidos analogicamente há séculos, têm vindo progressivamente a produzir alterações na comunicação de arquitectura e por consequência todos os seus processos. A sua utilização na arquitectura é entendida, por muitos arquitectos, como algo que representa um ponto de ruptura positivo com o passado, que permite avanços técnicos impensáveis até há 15 ou 20 anos atrás, ao nível da criação, da comunicação e,

¹ NETO, Pedro Leão; Urban design representation and communication: computer visualization and public perception in contemporary Portugal; Manchester: School of Planning and Landscape; 2002;

da concretização do projecto. Ao mesmo tempo cresce a ideia de que o uso das tecnologias digitais na arquitectura, a que se associam esses avanços técnicos, está a destruir a relação da disciplina com o Homem e a sua identidade criativa e artística, estando a arquitectura a mudar-se do campo artístico para o campo científico. Será isto verdade? Será necessário efectuar esta separação? Ou, por outro lado, poderemos entender a arquitectura como uma disciplina na fronteira desses campos que de alguma forma se relaciona com os dois? Penso que este último será o pensamento mais razoável e verdadeiro.

O desenho é uma disciplina, um universo de possibilidades, que tem sido utilizado como um instrumento para a disciplina de arquitectura. Enquanto forma de representação abstractizante tem, desde há vários séculos, um papel predominante e fundamental em todo o processo de arquitectura, sendo o processo mais natural e directo de se estabelecer relações entre simbologia e a realidade.²

Assim, o processo comunicativo em arquitectura é, desde há muito tempo, realizado principalmente através desta forma de representação. Dotado de algumas limitações, o desenho faz-se acompanhar, na arquitectura, de representações complementares que de alguma forma lhe atribuem uma maior eficácia comunicativa, como sejam gráficos, anotações, memória descritivas ou modelos tridimensionais – maquetas.

Com as tecnologias digitais, e a possibilidade de usar o desenho no plano digital, este tem vindo a transformar-se enquanto instrumento no processo de arquitectura. No digital o desenho ganha nova margem de progressão enquanto parceiro do arquitecto. É, agora, uma ferramenta com um novo potencial, com novas capacidades, novas soluções, mas também novas limitações. Desde logo, é muito mais preciso e rigoroso, trabalha com coordenadas exactas ao contrário do desenho manual que depende da precisão visual do seu autor. Tem uma maior capacidade de edição e transformação, desde a cópia, à substituição ou eliminação, que são tarefas automáticas e facilmente realizadas. Associa ainda uma grande capacidade de interacção e relação entre diferentes tipos de informação ao mesmo tempo que, em arquitectura, permite uma constante visualização global do objecto desenhado.

² VIEIRA, Joaquim; O desenho e o Projecto São o Mesmo?; FAUP Publicações; Porto; 1995

O desenho digital pela sua capacidade de representação rigorosa, a facilidade de transição para disciplinas como a engenharia ou a construção e, a capacidade de modelação complexa de forma rápida e rigorosa permite e, de certa forma, incentiva a que se produzam novas linguagens arquitectónicas. Linguagens que apesar de poderem atingir um elevado grau de complexidade têm, no desenho digital, um parceiro com capacidade de as comunicar. Representações com um nível de realismo muito maior do que no passado, ambientes interactivos e de realidade virtual, são algumas das simulações que o digital nos permite realizar de forma a que, todo o tipo de propostas de transformação do espaço possam ser compreendidas eficazmente não apenas pelos os grupos especialistas nestas matérias mas, por uma audiência muito mais alargada.

OBJECTIVOS

O objectivo desta dissertação é estudar, através da análise teórica dos escritos de diversos autores, do exame de variados casos de estudo já realizados sobre estas temáticas e do desenvolvimento de um caso de estudo prático, em que medida as tecnologias digitais, mais especificamente os programas de modelação tridimensional e de projecto assistido por computador, vieram alterar a utilização do desenho em arquitectura e a compreensão, por pessoas não especialistas, da arquitectura que é comunicada. Isto porque, os métodos de representação e comunicação tradicionais em arquitectura, pelo seu grau de abstracção, são de difícil compreensão e não permitem comunicar de forma eficaz com o leigo, o projecto representado.

Este objectivo geral pressupõe ainda:

- Reflectir sobre a importância da comunicação entre todos os actores do processo de projecto de arquitectura e urbano;
- Meditar sobre as novas formas de comunicar arquitectura, que vão para além do desenho tradicional, como por exemplo as visitas virtuais;
- Inferir sobre a relação do grau de realismo no desenho e a eficácia na comunicação para o cidadão comum e para as equipas de projectistas, assim como a manipulação desse realismo, que por vezes cria uma ideia ilusória de perfeição, usada para “vender” a ideia;

- Perceber como é que as questões objectivas, a que o projecto de arquitectura e projecto urbano têm que responder, podem integrar de forma positiva aspectos de cultura e de arte, mais subjectivos por natureza, mas nem por isso menos importantes;

- Entender como é que todos estes aspectos – objectivos, quantificáveis e tecnológicos vs subjectivos, históricos e artísticos – podem ser comunicados através das novas formas de representação e modelação digitais;

- Compreender como é que cada suporte e técnica de representação ou simulação do espaço pode comunicar de forma mais ou menos eficaz determinados aspectos da realidade;

- Depreender qual a relação que pode existir entre metodologias científicas e tecnológicas e, metodologias artísticas em projecto de arquitectura e, perceber como é que cada uma delas pode condicionar a criatividade na procura de novas soluções arquitectónicas.

METODOLOGIA

Com o propósito de concretizar os objectivos enunciados foi adoptada uma metodologia de trabalho em que foi:

- Realizada uma revisão literária que contemplou: a evolução do desenho enquanto instrumento de arquitectura; as diferentes estratégias e características da comunicação em projecto de arquitectura e urbano; métodos tradicionais de representação vs métodos de modelação e representação digitais; impacto das tecnologias digitais na representação e comunicação de arquitectura entre os elementos da equipa projectista e o cliente ou o cidadão comum não relacionado com a arquitectura;

- Efectuada uma abordagem a diversos casos concretos, onde se faz uso das actuais tecnologias digitais para conceber e comunicar projecto de arquitectura e urbano, com o objectivo de perceber as vantagens que daí se retiram, quer a nível da comunicação, quer a nível da qualidade do projecto final;

- Realizado um caso de estudo prático, indicado pelo Professor Doutor Pedro Leão Neto, onde foi aplicada uma determinada estratégia de representação do espaço e analisada a sua eficácia em termos de clareza comunicativa do espaço arquitectónico construído. O caso de estudo consistiu em desenvolver um modelo virtual de um espaço já construído, com um software

de videojogo – *Call of Duty 4 Modern Warfare* – sobre o qual se puderam comparar diversos métodos de representação e comunicação (suporte e técnicas de representação digitais e de métodos e suportes de representação tradicionais) de forma a melhor reflectir sobre os aspectos positivos e negativos das possibilidades que hoje se assistem na comunicação e simulação de projecto de arquitectura e urbano. Este caso de estudo contemplou, também, a análise de um questionário entregue a alunos, arquitectos e pessoas pouco familiarizadas com a arquitectura, de forma a obter *feedback* de diferentes sectores sociais.

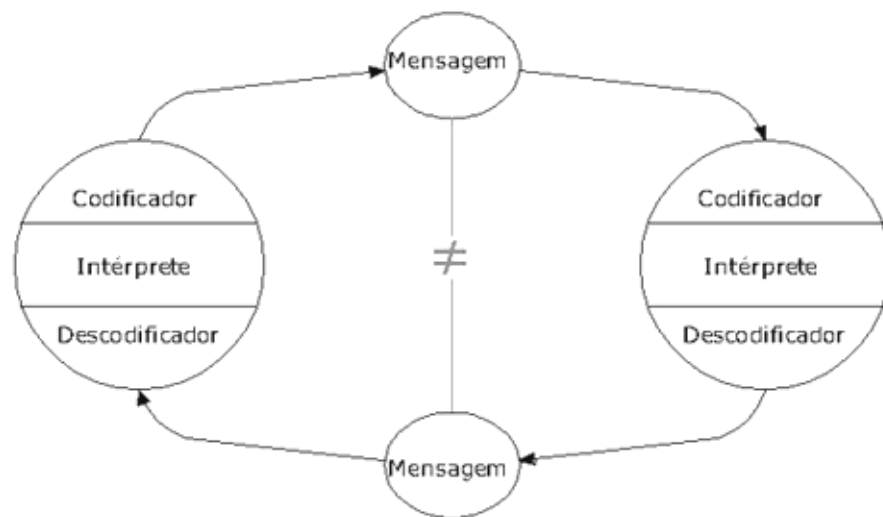


Figura 1
Modelo circular de comunicação de Schramm e Osgood de 1954
Adaptado por mim

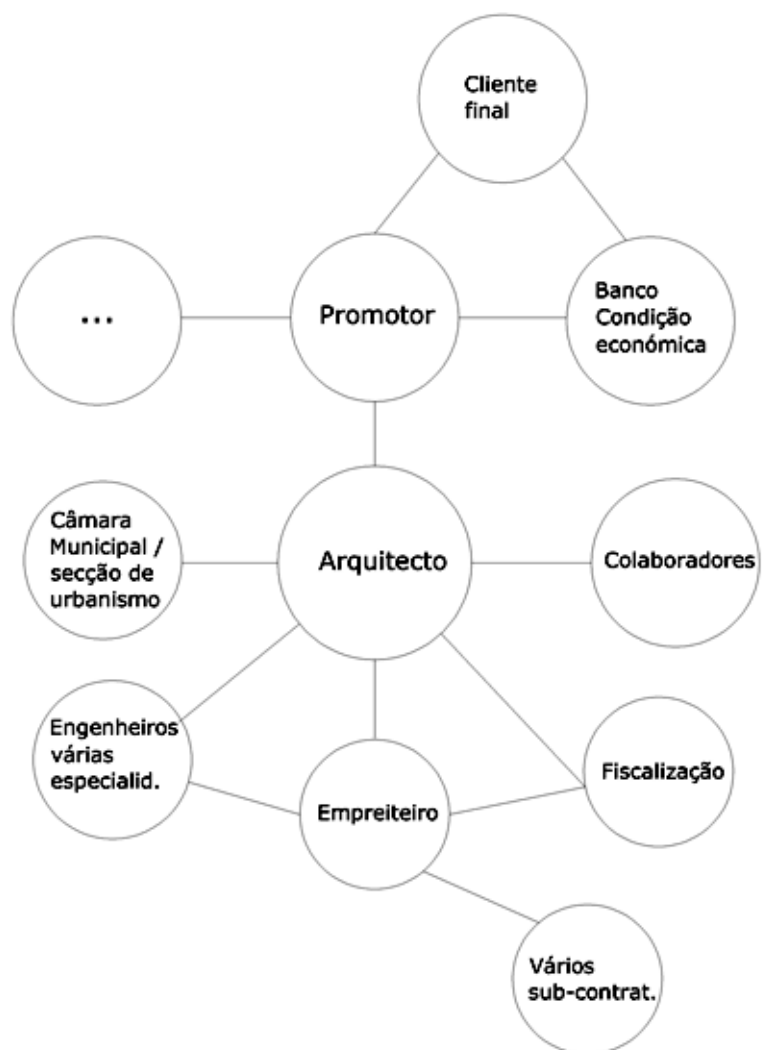


Figura 2
Intervenientes no processo de arquitectura

2. COMUNICAÇÃO

“s. f. Acto, efeito ou meio de comunicar. Transmissão: comunicação de um telegrama. Convivência, trato. Lugar por onde se passa de um ponto para outro.” Comunicar: “Fazer comum. Tornar conhecido, fazer saber, participar (...). Ligar; pôr em contacto. Transmitir. Conviver com. Estar ligado; ter contacto. Ter correspondência. Ter passagem comum”.³

“Communication is a process whose purpose is to transfer information from a sender to a receiver through some intermediary medium of transmission.”⁴ A informação antes de ser transferida deve ser codificada para se adaptar ao meio de comunicação usado, em palavras se o meio de comunicação usado é o discurso directo, em desenhos ou discurso escrito se o meio usado é o papel, etc. Em todos os casos, é fundamental que o receptor da mensagem entenda e seja capaz de decodificar a mensagem codificada pelo emissor para que não exista um desvio entre a mensagem enviada e a mensagem recebida. Depois de decodificar a mensagem, o receptor transforma-se em emissor e o processo retoma o seu início, como facilmente se poderá perceber pelo modelo circular de comunicação de Schramm e Osgood de 1954. *Figura 1*

a. Comunicação em arquitectura

O projecto de arquitectura é o resultado da interacção entre vários agentes durante todo o percurso necessário à sua elaboração, desde a compreensão do problema inicial até à representação e execução da solução final. *Figura 2* Tal como em todas as áreas na generalidade, em arquitectura a comunicação que o arquitecto realiza consigo próprio na procura de uma solução, num processo designado por E. Kalay de *intra-process*, revela-se fundamental para manter o controlo sobre o projecto. Da mesma forma, o *extra-process*, a comunicação entre os vários intervenientes (Arquitecto, Engenheiros, Construtores, Clientes, etc.) revela-se fundamental nesse domínio, como forma de manter a coerência do projecto.

O processo de arquitectura ao ter diferentes intervenientes com formações desiguais (Arquitecto, Engenheiros, Construtores, Clientes, etc.) necessita que a comunicação se efectue entre eles de forma limpa e clara. Necessita de uma comunicação cuidada que não permita

³ DE FIGUEIREDO, Cândido; Dicionário da Língua Portuguesa 24ª edição; Bertrand Editora; 1991

⁴ KALAY, Yehuda E; *Architecture's new media : principles, theories, and methods of computer-aided design*; Cambridge, Mass; The Mit Press; 2004; pág. 87

diferentes interpretações e os equívocos que daí possam resultar. Uma má comunicação, aquela que não é clara, acaba por provocar mal-estar e insatisfação para com o trabalho realizado e os resultados dele obtidos.

*“Each one of these disciplines has, over the years, developed its own Professional language, means of representation, belief systems, even worldviews, which may be different from those of other disciplines involved in the design process. Each discipline might use a language that, while clear to its own members, can be misunderstood or misinterpreted by members of other disciplines. (...) Hence, beyond sharing information, communication across disciplinary boundaries also involves engendering shared understanding of the project’s goals and constraints – an attempt to disseminate the values, beliefs, and priorities of each participating profession to the others”.*⁵

Assim, devem ser usados diferentes tipos de representação e níveis de abstracção com os diversos intervenientes conforme as necessidades que estes apresentem para decodificar o conteúdo da mensagem. Ao contrário do que é hábito na arquitectura, o emissor não deve confiar demasiado nas capacidades do receptor para decodificar a sua mensagem, para que não se corram riscos interpretativos desnecessários.

A forma mais comum de comunicar arquitectura é através de painéis de apresentação, onde se conjugam os vários elementos necessários à compreensão do projecto. Tal como em todas as formas de comunicação, não existem regras rígidas e fixas na composição e representação destes painéis. Há espaço para que a criatividade e liberdade expressiva possam tornar a comunicação mais ou menos eficaz.

Apesar da grande diversidade, criada pela individualidade artística de cada pessoa, há alguns aspectos que, na generalidade, parecem transmitir maior eficácia à comunicação num painel de arquitectura. Estes aspectos vão sendo assimilados pela experiência própria de criar, ou ver um destes painéis e, são de carácter subjectivo. Assim, sempre tendo em conta a subjectividade da análise de cada um, no painel de apresentação/comunicação de soluções arquitectónicas deve-se:

⁵ KALAY, Yehuda E; *Architecture’s new media : principles, theories, and methods of computer-aided design*; Cambridge, Mass; The Mit Press; 2004; pág. 99

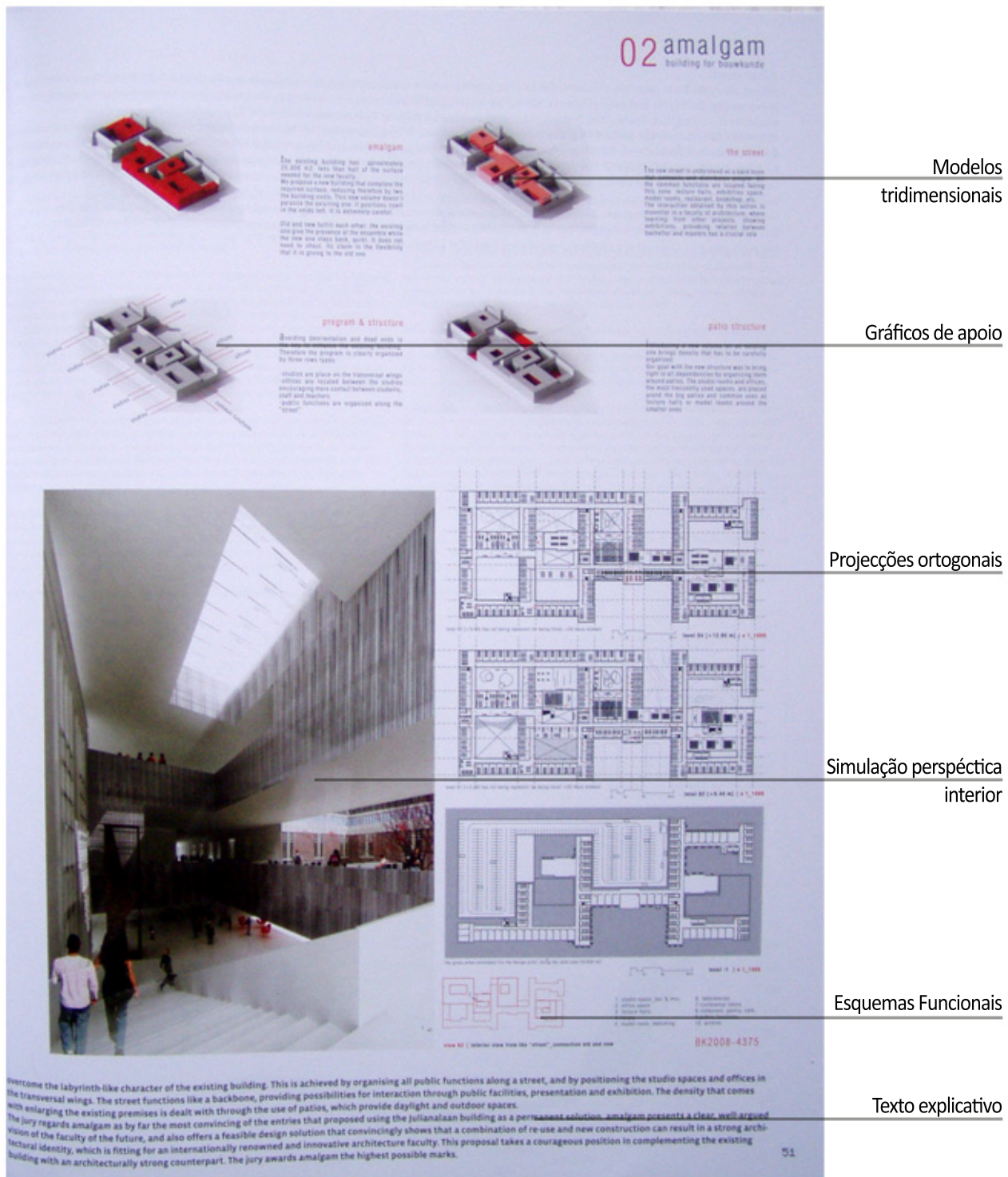


Figura 3
Utilização de diferentes tipos de representação em
complemento

- a) Usar uma linguagem compreensível para o receptor a que se destina, de forma a evitar equívocos durante o processo;
- b) Procurar, na representação de espaços e objectos complexos, usar métodos e processos auxiliares de forma a explicitar bem o conteúdo pretendido. Esses métodos auxiliares, na arquitectura podem passar pelo acompanhamento de modelos tridimensionais, ou mesmo a sua introdução no painel, através de fotografia de modelos físicos ou imagens de modelos digitais. São ainda muitas vezes úteis, gráficos ou anotações escritas; *Figura 3*
- c) Evitar demasiado “ruído” na leitura da mensagem, organizando e, se possível, alinhando os vários elementos de forma a facilitar a compreensão. Quando a intenção é, precisamente, a de dar uma relativa aleatoriedade aos vários elementos, é necessário ponderar bem as hierarquias de cada um deles, para que o grau de importância de cada um no projecto não seja afectado na comunicação:
- d) Usar espaços vazios à volta da mensagem, isto ajuda a leitura da mesma, permite uma pausa após a mensagem para a fixar. Passar o olhar de uma mensagem directamente a outra torna difícil o processo de a memorizar;
- e) A cor mais forte deve ser usada no canto inferior direito. A forma ocidental de ler as mensagens, é da esquerda para direita e de cima para baixo. Assim, as cores mais fortes devem estar no final da mensagem de forma a não ofuscar o restante conteúdo da mensagem, ao mesmo tempo que a torna mais harmoniosa pelo facto de acentuar gradualmente a cor à medida que esta se aproxima do fim;
- f) Evitar efeitos desnecessários que não acrescentem nada à apresentação, como determinados tipos de fundos ou imagens sem utilidade que possam servir unicamente para retirar importância ao conteúdo essencial da comunicação;
- g) Usar a escrita de forma moderada e sem muitas variações de tipo e tamanho de letra. Evitar o uso de maiúsculas, a menos que se queira realçar determinado conteúdo, de outra forma esta variação serve apenas para distrair e confundir a comunicação. Uma boa apresentação de arquitectura não necessita de muito texto, os desenhos e imagens devem ser claros e falar por si, o texto deve surgir como complemento e não como elemento essencial à compreensão.

A comunicação em arquitectura é, portanto, tão subjectiva quanto a sua idealização. A forma de comunicar reflecte a individualidade e criatividade do arquitecto emissor e revela-se quase tão importante quanto a concepção. Um bom projecto mal comunicado transforma-se num mau projecto. Nesse sentido, os métodos de representação a utilizar na comunicação de projecto, ganham especial importância na concretização do processo de arquitectura.

i. Métodos de Comunicação e Representação Tradicionais em Arquitectura

Com a importância que a comunicação adquiriu no processo de arquitectura e, o crescente número de pessoas a intervir nesse processo, não é de estranhar a variedade de métodos e modelos, de representar e comunicar arquitectura, criados e desenvolvidos ao longo dos anos. Os desenhos à escala, os gráficos, texto escrito, esboços, fotografias, *renderings*, maquetas à escala, protótipos, são tudo diferentes técnicas e suportes utilizados na representação de arquitectura. A dificuldade estará em eleger o método (ou a combinação de métodos) que seja o mais apropriado para a comunicação que se pretende realizar. De facto, não existe um método melhor do que outro, por isso muitas vezes a opção passa por combinar diferentes tipos de representação como forma de enriquecer o processo comunicativo. A escolha varia com as necessidades da comunicação, com os agentes com quem se comunica e com o nível e quantidade de informação que se pretende transmitir.⁶

Uma das formas de seleccionar e sintetizar a informação que se pretende comunicar é pela abstracção. A abstracção é conseguida por códigos arbitrários que fazem parte de uma linguagem.

*“The advantage of arbitrary codes is their brevity, which focuses attention on content rather than on form. They allow communication of much more information in less time and space and with less effort than the more verbose forms of communication, often with great accuracy.”*⁷

No entanto, este tipo de comunicação só funciona se o receptor conhecer as convenções usadas na codificação da mensagem.

⁶ NETO, Pedro Leão; Urban design representation and communication: computer visualization and public perception in contemporary Portugal; Manchester: School of Planning and Landscape; 2002;

⁷ KALAY, Yehuda E; Architecture's new media: principles, theories, and methods of computer-aided design; Cambridge, Mass; The Mit Press; 2004; pág. 118

Tradicionalmente, em arquitectura utilizam-se os desenhos à escala, os esboços, esquiços e maquetas, como métodos de representação e comunicação. Os desenhos realizados a uma determinada escala (*plantas, cortes, alçados*), podem ser muito eficazes para comunicar entre pessoas familiarizadas com a arquitectura, porque têm um grande grau de abstracção e focam o essencial da informação, que é o espaço e a sua organização. No entanto, este tipo de desenho contem convenções gráficas, desenvolvidas ao longo de mais de 500 anos, que regulam o seu conteúdo, como sendo a representação de portas, janelas, diferenças de pé-direito, paredes estruturantes, paredes divisórias (etc.), que já não são de fácil percepção para o cliente comum, que poderá não ter qualquer tipo de formação a este nível e, portanto, não as conhece. Este tipo de cliente não tem a capacidade de descodificar rapidamente o desenho fazendo uma visualização mental do espaço representado.

A capacidade de descodificar este tipo de desenhos surge apenas através da formação em arquitectura ou nas áreas com ela relacionadas, como a engenharia ou a construção. Mas, esta formação não garante uma correcta interpretação e descodificação destes desenhos, uma vez que cada uma das áreas envolvidas no processo de construção tem as suas próprias convenções desenvolvidas ao longo de anos para se adaptarem às suas próprias necessidades.

Todos os desenhos, das várias disciplinas envolvidas, representam o mesmo objecto, com um grau de abstracção diferente e focando informações diferentes para responderem às necessidades de cada disciplina. Cada vez que se aumenta o grau de abstracção para focar um determinado tipo de informação, seja pela omissão de elementos ou pela sua representação através de códigos muito específicos difíceis de interpretar, pode ocorrer uma significativa perda de outro tipo de informação que pode ser útil e necessária, transformando o desenho em algo complexo de ler, especialmente para uma pessoa de uma disciplina diferente. Este fenómeno acontece muitas vezes entre arquitectos, engenheiros e construtores. Por esse motivo, este tipo de desenho normalmente é acompanhado de outro tipo de anotações (como gráficos, pequenos símbolos, tabelas, esboços ou mesmo textos descritivos), que permitem uma maior correcção na descodificação do conteúdo do desenho. Para esse efeito tem-se procurado criar convenções comuns a todas as áreas, dando um carácter mais aberto ao “exterior” a cada disciplina, da mesma forma que se procura, ao nível da formação, que os vários intervenientes *aprendam* a interagir entre si. Para além dos agentes com quem se comunica, também *“the type of*

information that is intended to communicate can and should explain the use of different types of representation methods.”⁸

Outro tipo de desenho usado em arquitectura é o *esboço* ou o *esquiço*, em perspectiva, que permite em conjunto com os desenhos à escala, uma maior facilidade de compreensão e visualização do objecto. Uma das vantagens dos esboços, é que o seu nível de abstracção pode variar muito, adaptando-se às necessidades da comunicação pretendida. Podem suportar uma grande quantidade de informação, como estrutura, forma e acabamento num só desenho. Quando realizados em perspectiva, têm a vantagem de poder ser facilmente compreendido por pessoas sem formação ou conhecimentos em ler desenhos de arquitectura. É portanto um meio que permite que se perca pouca informação na transmissão da mensagem, e necessita de um esforço mínimo para a sua compreensão. Estes aspectos fazem com que o esboço seja bom, não só para comunicar mas também, para o processo de criação e resolução de problemas.

Este tipo de informação tem, no entanto, uma grande *desvantagem*, que se prende com a grande imprecisão na informação prestada, designadamente ao nível de dimensões e distâncias entre objectos. Outra das suas características é o facto de incidir apenas sobre um ponto de vista, negando ao receptor o conhecimento de outras perspectivas. Assim, quem produz o desenho, tem um grande controlo sobre o quer transmitir. Está a mostrar o seu ponto de vista do objecto, podendo dar-se o caso de manipular a sua visualização, revelando um ponto de vista favorável, escondendo aspectos menos positivos, e afinal, criando ilusões. Esta situação acontece variadas vezes com o intuito de “vender” uma ideia/solução, onde se apresenta os pontos fortes e positivos e se omite os menos bons e negativos.

Um outro instrumento, tradicionalmente usado para representar e comunicar arquitectura é a *maqueta* ou modelo tridimensional à escala (físico). Estes modelos permitem compreender, de forma rápida e eficaz, a tridimensionalidade de um objecto e, assim, evitar o processo de combinação de plantas, secções e alçados numa imagem mental que, se mostra mais complexo, menos expedito e aumenta a possibilidade da ocorrência de erros de interpretação. Para além disso, revela-se de dificuldade extrema para pessoas sem formação nesta área de conhecimento.

⁸ NETO, Pedro Leão; Urban design representation and communication: computer visualization and public perception in contemporary Portugal; Manchester : School of Planning and Landscape; 2002; pág. 84

A maquete é um método de visualização e compreensão de espaços, objectos e formas, usado por arquitectos para comunicar as suas ideias, com outros agentes ou simplesmente consigo próprios. *“Trata-se de algo que utilizam nos seus jogos, tanto as crianças como os arquitectos e engenheiros. Como extensão do pensamento racional ou da experimentação irracional (...). As maquetas são um modo primário de comunicação; sem ser linguagem, constituem um jogo de formas, símbolos e materiais comunicativos que esculpem o espaço e transmitem ideias e emoções”*⁹ estabelecendo um paralelismo com o mundo físico seduzindo e comovendo o Homem.

Ao contrário dos desenhos bidimensionais de projecção ortogonal (plantas, corte e alçados), a maquete é algo que qualquer pessoa consegue interpretar. Desde cedo, aprendemos a fantasiar, interpretar e associar à realidade, estes modelos representados nas casas de árvores ou casas de bonecas usando histórias para unir o mundo real ao da fantasia. A maquete representa este pensamento tão elementar da criança: uma fantasia, uma ideia, um pensamento que queremos tornar real nem que seja na nossa cabeça. É, portanto, uma forma mais intuitiva de interpretar um objecto, já que é algo que “aprendemos” desde pequenos.

Este método permite maior e mais rápida compreensão volumétrica, assim como uma infinidade de pontos de vista, sem se estar dependente do controlo de quem produz a maquete. Quem “lê” este tipo de representação, tem mais liberdade para escolher o tipo de informação a reter, dentro das possibilidades que este modelo lhe permita. Tal como nos desenhos bidimensionais, também estes modelos podem ser dotados de maior ou menor grau de abstracção, que variam também segundo a escala usada. Quanto maior a escala, mais capacidade tem, o modelo, de concentrar informação, podendo ter tanta informação que se pode ver materiais e texturas ou ser tão simplificado que se vêem apenas formas e espaços, permitindo uma maior liberdade imaginativa e interpretativa a quem os vê.

Para além do factor comunicativo, o facto de este ser um modelo físico, permite já testar outras situações mais próximas da realidade como o efeito da luz solar ou de iluminação artificial. Estes instrumentos de comunicação possuem já um custo elevado em comparação com os instrumentos anteriores, e requerem mais tempo no seu processo de produção, no entanto, são quase indispensáveis ao longo de todo o processo arquitectural, devido às vantagens já referidas.

⁹ DOLLENS, Dennis; De lo digital a lo analógico; GG; Barcelona; 2002; pág. 23

No entanto, o que por um lado é uma das suas grandes vantagens, por outro é uma das suas maiores limitações. O facto de ser um modelo físico tridimensional, dificulta o seu transporte, que tem que ser físico, ao contrário dos desenhos bidimensionais que podem ser enviados, por exemplo, por fax. A sua reprodução é difícil e implica gerar um novo modelo desde o zero. Estas dificuldades de transporte e reprodução vão condicionar o número de intervenientes que lhe terão acesso.

Os métodos de representação tradicionais analógicos, que serviram a arquitectura durante séculos, evoluíram muito desde a sua utilização no Renascimento. No entanto, apresentam algumas limitações no que diz respeito às novas necessidades que esta disciplina apresenta. Essas limitações prendem-se sobretudo com uma capacidade reduzida destes métodos se adaptarem a transformações. Ou seja, uma alteração de parte do desenho implica o refazer de tudo para que este se apresente impecável. Mesmo quando há a necessidade de introduzir ou retirar informação, este revela-se muito limitador e, na maioria dos casos, obriga a um novo desenho, reflectindo uma capacidade de edição muito reduzida. Pense-se, por exemplo, numa planta ou um alçado de apresentação, se surge a necessidade de modificar algo, e em arquitectura surge sempre algo, é necessário refazer o desenho (no caso da vertente manual, enquanto que na vertente digital o refazer limita-se à alteração produzida).

Esta falta de capacidade de adaptação do desenho manual, durante todo o processo arquitectural, tem como consequência um acumular de trabalho de repetição, que vai ocorrendo com a evolução do projecto e a necessidade de novos desenhos. Por se tratar de um desenho manual e físico dificulta, por exemplo, a criação de um conjunto de representações interligadas e coerentes entre si, capazes de mudança quando se trata de um projecto de grandes dimensões, dividido por equipas. Este problema alarga-se aos modelos tridimensionais. Uma simples alteração de pé direito pode criar a necessidade de realizar uma nova maquete. Devido ao seu carácter manual são métodos trabalhosos e demorados, que têm dificuldade de seguir o ritmo veloz da sociedade actual.¹⁰

¹⁰ PLÁCIDO, Isabel; Comunicação e informação no projecto de arquitectura: um modelo suportado pelas novas tecnologias; Lisboa; LNEC; 1997



Foto interior- Sala de concertos

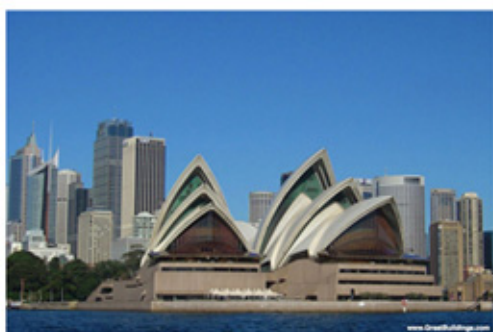
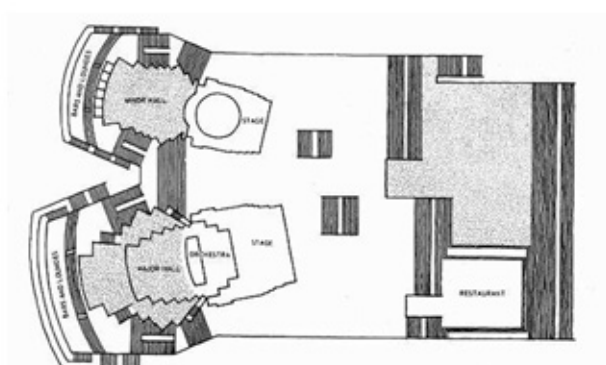


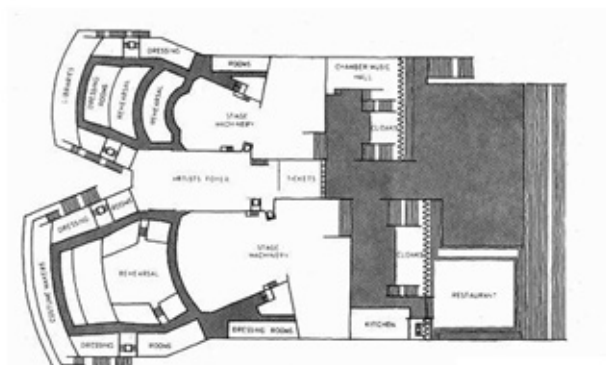
Foto Exterior



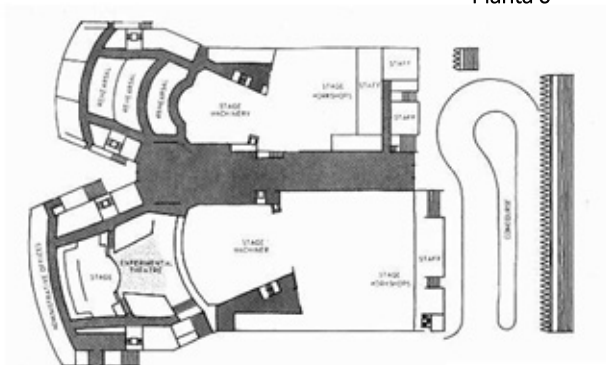
Foto Exterior



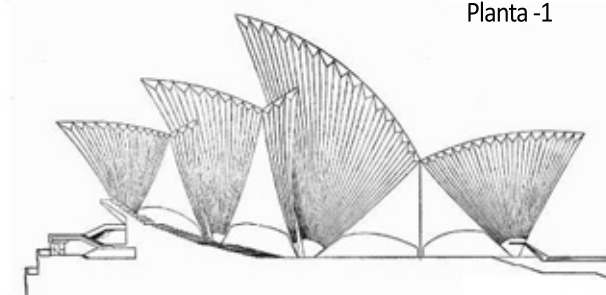
Planta 1



Planta 0



Planta -1



Secção longitudinal

Imagens e desenhos retirados de:
CD The Great Buildings Collection
digital multimedia encyclopedia of architecture

Figura 4 Ópera de Sidney

ii. Novos métodos de representação e comunicação

As limitações físicas que os métodos de representação tradicionais analógicos apresentam, levaram a que se explorassem as potencialidades trazidas pelas novas tecnologias. Existia uma necessidade de procurar e introduzir novos métodos de representação na arquitectura, de forma a melhorar a eficácia durante todo o processo arquitectural, quer a nível de comunicação entre os vários intervenientes, quer a nível do próprio processo de concepção, e as tecnologias digitais vieram a dar uma resposta. Por exemplo, imaginando um projecto como a Ópera de Sidney, pode imaginar-se a dificuldade de comunicar o projecto com o cidadão comum que não tem capacidade de ler desenhos de arquitectura. Mesmo para uma pessoa familiarizada com este tipo de desenhos, a comunicação não é imediata e eficaz. Figura 4

Assim, associados às inovações tecnológicas do século XX, surgem na arquitectura novos métodos de representação como o desenho digital, os *renderings*¹¹, ou os modelos tridimensionais virtuais que podem ajudar a aumentar a eficácia da comunicação em projectos como este. Os suportes digitais vieram, entre outros aspectos, alterar significativamente a forma como as representações tradicionais, referidas anteriormente, são produzidas e comunicadas. Mais à frente, no capítulo *desenho assistido por computador*, serão abordadas essas alterações, assim como os benefícios e prejuízos que introduzem no processo de comunicação arquitectónica.

Uma das formas mais eficazes de comunicar arquitectura, que surge associada às novas tecnologias, é a *modelação tridimensional digital*. A modelação digital possui muitas das características de um modelo físico: mantém a essência da visualização da relação entre planos e um maior grau de proximidade entre a simbologia usada e a realidade. Mas, ao contrário das maquetas físicas, os modelos digitais ou virtuais são facilmente reproduzidos; têm uma grande facilidade de transporte e comunicação entre os vários intervenientes no projecto. O facto de serem tridimensionais, e muitas vezes caracterizados por um grau de abstracção muito reduzido, em conjunto com a possibilidade de o observador tomar qualquer ponto de vista à sua escolha, fazem deste tipo de comunicação um dos mais eficazes, principalmente quando o modelo

¹¹ “The conversion of a high-level object-based description into a graphical image for display. For example, ray-tracing takes a mathematical model of a three-dimensional object or scene and converts it into a bitmap image.”
Free On-Line Dictionary Computing <http://foldoc.org/>

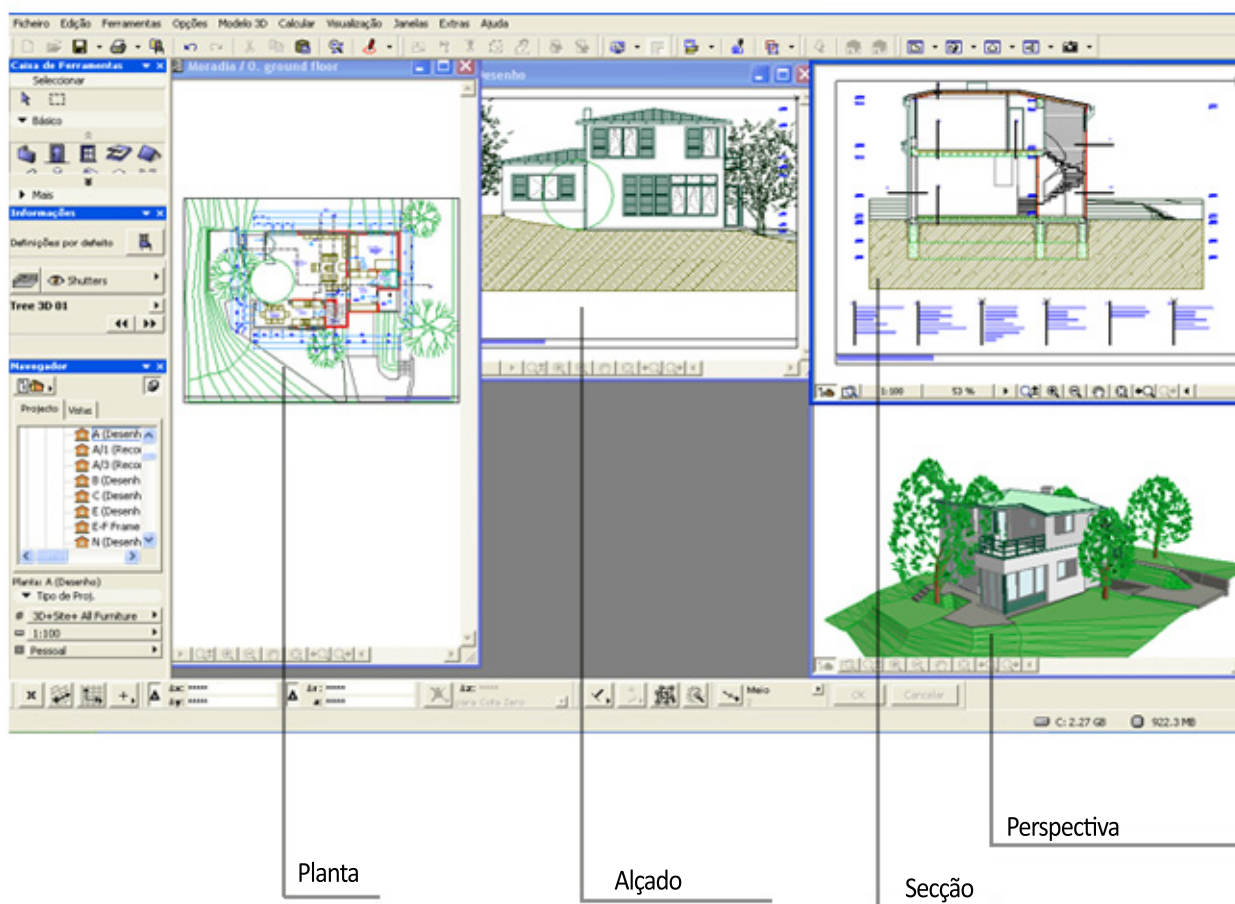


Figura 5
Ambiente ArchiCAD 9_Trabalho em diferentes vistas em simultâneo

representado é de grande complexidade. Apesar dessa eficácia, é uma forma de comunicação mais lenta, é necessário absorver mais informação para decodificar a mesma mensagem, mas com a vantagem de diminuir a margem de erro durante o processo de interpretação.

Os *renderings* (imagens obtidas quase sempre a partir dos modelos tridimensionais virtuais) não são mais que esboços aperfeiçoados. O seu grau de abstracção pode ser quase nulo e, por isso, mais fácil de relacionar com o ambiente real. Permitem testar ambientes, materiais, luminosidade, quase como se fosse possível tirar uma fotografia ao objecto, mesmo antes de este existir. Por esse facto, é algo de fácil compreensão para qualquer tipo de pessoa, sendo um meio de representação muito útil para comunicar, principalmente com pessoas menos familiarizadas com os métodos tradicionais de representação arquitectónica. No entanto, tal como uma fotografia, este tipo de representação não permite ler a imagem de forma rigorosa, no que diz respeito a dimensões e relações entre objectos, tal como no esboço, tem ainda a particularidade de favorecer um determinado ponto de vista, ocultando todos os outros e por isso ocultando informação.

Para além de resolver muitos dos problemas do desenho manual (já referidos neste capítulo), o desenho digital abre uma nova possibilidade na representação de arquitectura: relacionar informação representada de diferentes formas. Por exemplo, pensando em software como o Archicad, é possível estar a construir uma planta, ao mesmo tempo que a informação fica disponível em alçado ou perspectiva. Ao alterar informação numa dessas vistas, todas as outras são actualizadas, facilitando a representação e a comunicação. *Figura 5*

Estes novos métodos de comunicação associados ao uso do desenho assistido por computador, vieram assim modificar a comunicação e representação em arquitectura, baseando-se em seis pontos que E. Kalay enumera como:

“1. Flexibility – the ability to change levels of abstraction as needed without having to reconstruct the representation from scratch.

2. Interlinking – the ability to link information represented in different ways so that when one representation is modified, the others are too.

3. Information management – the ability to organize and access complex information resources.

4. *Visualization – the ability to produce photo-realistic images of yet nonexistent artifacts and environments.*

5. *Intelligence– the ability to embed design rules, constraints, and goals within the representation itself, making it an active, rather than a passive, partner in the design process.*

6. *Connectivity – the ability to share information rapidly among all the participants in the design process”.*¹²

Assim, estes novos métodos revelam um potencial que vai muito além da melhoria de produtividade em relação aos métodos tradicionais de comunicação. Surgem com potencial de alterar a comunicação e representação em arquitectura. Com uma visualização mais próxima de um ambiente real, adaptam-se mais facilmente às necessidades comunicativas e interpretativas de todos os agentes envolvidos no projecto, principalmente daqueles que não têm formação arquitectónica.

*“The communication of design to non-specialists is being made clearer and easier with the use of computer visualization capacities.”*¹³

Da análise realizada ao processo comunicativo, conclui-se que este é um factor fundamental em todo o processo arquitectural, desde o descrito *extra-process* ao *intra-process*. A sua importância é tanta, que a comunicação em si é capaz de alterar os métodos e procedimentos deste processo. Os métodos de representação tradicionais, pelas limitações referidas, já não são suficientes para, sozinhos, constituírem uma comunicação eficaz de projecto. Desse modo têm sido implementados na arquitectura novos métodos que, de alguma forma, vêm complementar os métodos tradicionais, colmatando as dificuldades e incapacidades que estes apresentam.

Independentemente das técnicas e instrumentos que permitem a sua realização, o desenho é o principal instrumento de representação e comunicação, utilizado em arquitectura. Nesse sentido, muito do que acontece nas várias fases do processo arquitectural depende do desenho e da forma como este é aplicado.

¹² KALAY, Yehuda E; *Architecture's new media: principles, theories, and methods of computer-aided design*; Cambridge, Mass; The MIT Press; 2004; pág. 189

¹³ NETO, Pedro Leão; *Urban design representation and communication: computer visualization and public perception in contemporary Portugal*; Manchester: School of Planning and Landscape; 2002; pág. 115

3. DESENHO

A definição de desenho na língua portuguesa refere-se a: “*s. m. Acto ou efeito de desenhar; representação das coisas e dos seres, ou até mesmo das ideias, por meio de linhas e de manchas, a lápis, a tinta, etc. ; objecto desenhado; traçado; plano; (fig) intento, desígnio.*”¹⁴

Nas palavras de Joaquim Vieira, “*O desenho é a representação bidimensional de imagens, realizada com a mão, da maneira mais elementar, mais simples e complexa possível.*”¹⁵

Pode então entender-se o desenho, no sentido geral do termo, como uma forma de expressão e representação gráfica de toda e qualquer ideia e/ou objecto, susceptível de ser representado num plano bidimensional, independentemente do material ou suporte usado para a sua realização.

Devido a essa ambiguidade do termo, outras línguas usam palavras diferentes a cada situação.

“*A língua inglesa dispõe, pelo menos de três termos diferentes que permitem efectuar gradações entre os diversos significados que, consoante os contextos, o “desenho” pode denotar. Assim, temos desenhar como to draw, desenhar como to draft e desenhar como to design. Isto é, o desenho como exercício de observação e compreensão do natural, associado ao gesto e à subjectividade, o desenho como exercício aturado, rigoroso e convencionado, em que a sensibilidade pessoal dá lugar à objectividade comunicativa e, finalmente, o desenho como exercício da imaginação e da antecipação, como desígnio ou projecto, dirigido para a solução de um determinado problema pictórico, gráfico, escultórico ou espacial.*”¹⁶

Também o castelhano faz a diferenciação do termo mas apenas em duas vertentes: *dibujo* e *diseño*, entendendo-se *diseño* da mesma forma que o *to design* em inglês e o *dibujo* como algo que alberga o *to draft* e *to draw*.

Desde o período pré-histórico que o Homem utiliza o desenho como forma de comunicação, através de pequenas imagens gravadas em rochas e grutas. Esta linguagem gráfica e

¹⁴ COSTA, J. Almeida; Dicionário da Língua Portuguesa, 6ª edição Dicionários Editora; Porto Editora

¹⁵ VIEIRA, Joaquim; O desenho e o Projecto São o Mesmo?; FAUP Publicações; Porto; 1995; pág. 21

¹⁶ LISBOA, Fernando; Desenho de arquitectura assistido por computador; FAUP Publicações; Porto; 1997; pág. 18

universal, que permitiu ao Homem da pré-História, e aos que se lhe seguiram, comunicar as suas ideias e pensamentos entre si, é usada desde esse tempo remoto. Estes desenhos constituem uma forma primitiva de escrita, que está na origem da criação de símbolos usados na escrita actual.

Antes da existência da linguagem escrita (os símbolos que constituem os vários alfabetos), o desenho era a forma de comunicação privilegiada entre pessoas, culturas e gerações. Era o registo utilizado como meio de comunicar de forma directa, quebrando barreiras linguísticas ou, de forma indirecta, quebrando barreiras temporais.

Para além do factor comunicativo directo, estes primeiros registos estarão, também, ligados a factores de ordem religiosa ou supersticiosa. Ainda hoje não se conhece com certeza o real significado e objectivo de pinturas e desenhos rupestres como os de Foz Côa. No entanto, independentemente do desconhecimento do emissor e, do conteúdo da mensagem e destinatário, estes registos gráficos surgem com a necessidade de representar algo e comunicá-lo, seja com pessoas, deuses ou gerações futuras.

É no período do Renascimento que o desenho começa a destacar-se e a ganhar a importância que lhe reconhecemos hoje. Objecto de estudo de artistas reconhecidos, como Leonardo da Vinci ou Michelangelo, o desenho ganha notoriedade enquanto disciplina humanista e, o artista é reconhecido pelo seu talento e génio. Estes estudos conduzem, neste período da história, a uma (re)descoberta da perspectiva, aspecto que aproxima o desenho da visão humana, aumentando a semelhança com a realidade e consequentemente o grau de compreensão e capacidade interpretativa que as pessoas têm sobre ele.¹⁷

O Homem tem necessidade de perceber as coisas e arranjar explicações para elas, ou acaba por as rejeitar. Assim, com o surgimento da perspectiva e a maior facilidade de compreensão do desenho a ela inerente, o Homem sente maior segurança em relação ao desenho e com isso aumenta também a sua utilização e aceitação na sociedade, enquanto instrumento de trabalho e comunicação.

O reconhecimento do desenho, por parte de artistas e sociedade, enquanto arte e disciplina humanista incita, de alguma forma, ao seu uso, o que conjugado com a banalização do

¹⁷ PINTO, Ana Lúcia; História da arte ocidental e portuguesa: das origens ao final do século XX / Ana Lúcia Pinto, Fernanda Meireles, Manuela Cernadas Cambotas; Porto; Porto editora; 2001

papel, que se dá por esta época, ajuda a explicar o aumento do uso do desenho, a sua divulgação e o seu desenvolvimento, para que hoje possamos olhar para o desenho da forma que olhamos.

Tipos de desenho

O desenho, hoje em dia, usa-se com fins variados. Desenvolve-se em várias vertentes e adquire diferentes características, segundo as necessidades que se lhe colocam. Assim podemos dividir o desenho em:

1) Desenho artístico, que é aquele que expressa ideias estéticas, concretas ou abstractas, filosofias, estados de alma, sentimentos (...). Normalmente tem como objectivo transmitir algo ao público na sua generalidade e, o conteúdo da sua mensagem pode ser alvo de várias interpretações.

Este tipo de desenho pode ainda ser encarado de duas formas diferentes: o desenho como um mecanismo de ajuda à criação de uma ideia, como algo que vai mostrando o processo de pensamento; ou o desenho de apresentação que visa representar uma ideia, com fins expressivos e de intenção claramente comunicativa;

2) Desenho Técnico/funcional, que se refere a um tipo de desenho normalizado, mecânico, dotado de convenções que têm como finalidade facilitar quer a construção quer a leitura por parte de quem tem o conhecimento para os ler;

O desenho técnico ao contrário do artístico é objectivo e não tem lugar a interpretações, só pode ser entendido de um modo, o único que convém por ser imposto por normas. Portanto, o seu fim é uma comunicação única sobre o assunto desenhado, tendo uma relação mais próxima com a apresentação de ideias. No entanto, a sua utilização é cada vez mais frequente no decorrer de outros processos, como o criativo. O desenho técnico começa, assim, em alguns casos como a Arquitectura e o Design, a entrar no campo do desenho como mecanismo de ajuda a ideação, introduzindo alterações à forma de executar esse processo.¹⁸

¹⁸ FERNÁNDEZ RUIZ, José; El Renacimiento del Patrimonio a través del Dibujo Digital; congreso “El dibujo del fin del Milenio; Universidade de Granada; Granada; 2000

a. Desenho em Arquitectura

*“Ao abordar o desenho arquitectónico, convém ter presente que estamos a falar de um aspecto bem específico do desenho no modo como ele é utilizado nesta disciplina, isto é, instrumento de representação da linguagem da arquitectura.”*¹⁹ Vários autores, entre os quais Fernando Lisboa e E. Kalay, defendem que o desenho de representação arquitectónica é apenas o desenho do que se imagina, do que se antecipa, portanto de algo inexistente. Eu defendo que o desenho de arquitectura, como nos diz Ana Rodrigues, é o que faz representação da linguagem arquitectónica, seja de antecipação para fazer compreender, seja do existente, do real, para interiorizar e analisar.

Desde cedo se supõe que o desenho foi usado na arquitectura. Apesar de não existirem registos, é impensável que grandes construções, como os zigurates ou as pirâmides egípcias, tenham sido concebidas e realizadas sem o auxílio de um meio de planificação rigoroso como é o desenho. No entanto, o desenho na arquitectura, nos moldes como actualmente o conhecemos, está profundamente ligado à reinvenção que dele é realizada no período do Renascimento.

Os mestres construtores apresentavam, neste período, uma crescente indisponibilidade para marcar uma presença continuada nas obras durante o processo construtivo. O carácter manual da construção fazia com que as obras se prolongassem no tempo, tanto que em alguns casos o próprio mestre morria, antes que a obra estivesse concluída. Para além disso, os mestres tinham responsabilidade na concepção de obras em diferentes sítios ao mesmo tempo, impedindo-os de fazer um acompanhamento contínuo de todas elas. Esta ausência durante o processo construtivo por parte do mestre, causou a necessidade de encontrar uma forma de este poder “orientar” a construção mesmo não estando presente. Neste período era prática corrente os edifícios regerem-se por regras geométricas rigorosas. Deixou de ser possível improvisar em obra e todos os aspectos do edifício têm agora de ser planeados previamente.

O desenho foi assim a forma encontrada para que, ao delegar funções noutra pessoa, e dirigir a obra, o mestre construtor possa deixar as suas ideias e intenções como um plano a cumprir de forma a que os trabalhos não necessitem de parar na sua ausência, e para que se siga o caminho por ele estipulado.

¹⁹ RODRIGUES, Ana Leonor; O desenho: ordem do pensamento arquitectónico; Editorial Estampa; Lisboa; 2000; pág. 121

Um dos primeiros exemplos conhecidos é o de Leon Battista Alberti. Com obras em Mântua, Florença, Rimini, Urbino, tinha necessidade de se deslocar constantemente entre esses locais. Devido a essas deslocações necessitava de alguém que controlasse as construções, cumprindo as suas ideias, na sua ausência. Assim começou a usar o desenho como plano de construção. E é aqui que começa a dar-se a separação entre mestre construtor e aquele que viria a ser arquitecto.²⁰

Neste sentido, há uma evolução da arquitectura para uma disciplina autónoma em relação à construção, separando-se dois mundos, o da concepção e o da construção, e com isso assiste-se a um crescendo na importância do desenho, primeiro enquanto forma de comunicação e representação, mais tarde como forma processual e de ajuda à concepção.

Com esta separação de processos (o de idealização e o construtivo), surge a necessidade de clarificar o processo de transmissão de ideias pelo desenho. No pensamento de Raffaello Sanzio (Raphael), pintor e arquitecto renascentista, esta tarefa de transmissão de ideias de espaço arquitectónico necessita de rigor e precisão. E para responder a essa necessidade, defende o uso das projecções ortogonais, como as plantas, cortes e alçados, que têm a capacidade de sintetizar e realçar informação de forma rigorosa. Para além destas projecções, as axonometrias rigorosas são também importantes, por ajudarem a interpretar as relações tridimensionais. Devido a esta necessidade de rigor, Raphael defende a rejeição do desenho em perspectiva enquanto desenho arquitectónico, uma vez que a perspectiva não permite uma leitura rigorosa e precisa do desenho ao nível de dimensões e relações entre objectos desenhados.

“Because the architect cannot obtain measurements from perspective drawings: it is essential in his art that the measurements be absolutely exact and all the lines parallel, conveying the reality and not the semblance.”²¹

Assim, desde o Renascimento ao Século XX, o desenho na arquitectura sofre muitas evoluções, na procura de melhor responder às necessidades da disciplina. Por desenho arquitectónico entende-se agora todo o tipo de desenho usado no processo arquitectural, desde a

²⁰ TAVARES, Domingos; Leon Baptista Alberti: teoria da Arquitectura; 1ª ed; Porto; Dafne Editora; 2003

²¹ SANZIO, Raphael; Extracto de uma carta ao Papa Leão X. *Apud*, Kalay, Yehuda E; Architecture's new media : principles, theories, and methods of computer-aided design; Cambridge, Mass; The Mit Press; 2004 pág.105

idealização à apresentação, que podem ser desde as projecções ortogonais, desenhos à escala ou não, esboços ou esquiços.

Com a evolução do desenho arquitectónico, este pode agora ser dividido em:

- a) Desenho processual, aquele que ajuda à criação e desenvolvimento de uma ideia. Desenho que não necessita de ser rigoroso ou representado a uma escala nem susceptível de ser entendido por outra pessoa que não quem o realiza. Normalmente este tipo de desenho é muito associado ao esquiço, por ser o elemento tipicamente usado no processo de procura e análise de uma ideia, mas qualquer outro tipo de desenho pode ser englobado aqui;
- b) Desenho de apresentação, aquele que tem como finalidade apresentar e comunicar com pessoas exteriores ao processo de concepção, por isso o seu grau de legibilidade e compreensão deve ser elevado.²²

Esta divisão em dois tipos de desenho não implica optar por um só que responda ao processo arquitectural, em que afinal os dois se revelam necessários e complementares. Com a introdução do desenho digital no processo de arquitectura, esta relação de cumplicidade, entre os diferentes tipos de desenho, mantém-se benéfica e normal para este processo que vive agora, também, da relação entre o digital e o analógico. *“A finalidade das representações híbridas de arquitectura, onde se misturam técnicas manuais e digitais, não é possibilitar directamente as construções, mas permitir a imersão num meio sugestivo que favoreça e propicie a ideação.”*²³ No entanto, apesar de não ser a sua finalidade directa, as representações híbridas, podem ser muito úteis como forma de esclarecer dúvidas em obra, trazendo, também, benefícios para a comunicação durante o processo construtivo.

Nesse sentido o desenho analógico processual revela-se essencial à criação desse ambiente, pela capacidade que tem de se mutar e evoluir ao ritmo das ideias e do pensamento, porque *“desenhar é o meio mais fácil de aceder às imagens que irrompem do nosso inconsciente”*.²⁴ Do outro lado desta relação, o uso do desenho assistido por computador

²² FERNÁNDEZ RUIZ, José

²³ *Idem*; El Renacimiento del Patrimonio a través del Dibujo Digital; congresso “El dibujo del fin del Milenio; Universidade de Granada; Granada; 2000; pág. 247

²⁴ VIEIRA, Joaquim; O desenho e o Projecto São o Mesmo?; FAUP Publicações; Porto; 1995; pág. 51

(desenho digital) veio abrir a possibilidade de trazer mais rigor, rapidez e optimização de processos, ao desenho arquitectónico. Ao mesmo tempo que abre a possibilidade de introduzir mais e complexa informação, e permite a reutilização de desenhos ou apenas parte deles. No fundo, o digital veio ajudar a que o desenho arquitectónico e o seu processo respondessem melhor às necessidades da sociedade do século XX, e evoluísse com as novas necessidades do século XXI.

A importância do desenho, na arquitectura, revela-se pela sua capacidade de interpretar: texturas, cores, luminosidade, formas planas ou tridimensionais, regulares ou orgânicas, espaços naturais ou espaços construídos. Possui várias técnicas que lhe permitem adaptar-se ao factor que mais importa destacar: a mancha ou a linha, a cor ou o monocromático, o esboço, o desenho rigoroso, a perspectiva ou projecções ortogonais, o desenho à mão livre, com ferramentas analógicas ou digitais. Todos estes factores dão ao desenho uma capacidade de representar e comunicar ideias, que não vemos em outros métodos de registo.²⁵

*“ O desenho é uma disciplina artística, uma acção – a de desenhar - ,um objecto material – resultante dessa acção -, um objecto plástico, mas é também um objecto conceptual. Tem sempre implícita uma vontade comunicativa que se manifesta livre e inventivamente, (...).”*²⁶ O desenho de arquitectura enquanto representação de tudo aquilo que se relaciona com a arquitectura, desde o desenho de antecipação ao desenho de compreensão do existente, mantém todas estas características, por isso, independentemente da técnica ou instrumento utilizados, e contrariamente a algumas opiniões, defendo que o desenho em arquitectura é artístico. Mesmo em situações em que se utilizam símbolos e convenções que permitem uma melhor interpretação do desenho, o desenho é o resultado do processo criativo de alguém.

Independentemente da classificação do desenho arquitectónico recair para um ou outro lado, é um facto consolidado o do desenho ser a ordem de pensamento arquitectónico, na medida em que estrutura e torna universal esse pensamento, é uma das principais formas do arquitecto pensar, analisar de conhecer e compreender arquitectura, e de reflectir sobre os aspectos determinantes à sua configuração. É um material intelectualizante de diferentes formas de

²⁵ SAINZ, Jorge; El Dibujo de arquitectura : teoría e historia de un lenguaje gráfico; pról. Juan Antonio Ramírez.; Estudios Universitarios de Arquitectura; Barcelona : Reverté, 2005.

²⁶ RODRIGUES, Ana Leonor; O desenho: ordem do pensamento arquitectónico; Editorial Estampa; Lisboa; 2000; pág. 18

pensar.²⁷ É a melhor forma de dar a conhecer os objectos e espaços idealizados durante esse processo, confirmando o sentido do provérbio: *Uma imagem vale mais que mil palavras*.

Desde a origem da arquitectura, tal como a conhecemos hoje, o desenho tem-se revelado um parceiro fundamental do arquitecto. Instrumento de ideação e comunicação, o desenho é dotado de um elevado número de capacidades e possibilidades de técnicas e métodos de utilização que o fazem assumir um papel de tão grande importância na arquitectura. Esta característica permite-lhe adaptar-se a um grande número de situações, no entanto, a sua capacidade de evolução no plano analógico está a estagnar. Com a sua transposição para o plano digital e todas as suas potencialidades, o desenho ganha nova margem de progressão e adaptação às necessidades actuais que a arquitectura apresenta.

²⁷ RODRIGUES, Ana Leonor; O desenho: ordem do pensamento arquitectónico; Editorial Estampa; Lisboa; 2000; capítulo VI

4. DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

HISTÓRIA-CONTEXTO

O computador pode executar tarefas numa linguagem binária de pequenos impulsos eléctricos a uma velocidade incrível, com a única condição de que estas tarefas sejam previamente programadas nessa linguagem binária. A computação gráfica surge nos anos sessenta, graças à fusão de duas tecnologias: o computador desenvolvido durante a segunda guerra mundial, e a televisão com tubos de raios catódicos. Com ela surge a possibilidade de gerar e manipular diversos tipos de grafismo controlados por computadores e visionados num ecrã.

Esta nova possibilidade e a tese de doutoramento de E.Sutherland, em 1963 no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, *“Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System”* em que *“introduziu um modelo de dados destinado a armazenar, de forma hierárquica, conjuntos de símbolos gráficos ou componentes standard, uma técnica em tudo semelhante à utilização de escantilhões, para desenhar circuitos eléctricos e respectiva simbologia”*²⁸, constituíram o ponto de partida para o estudo e criação do Desenho assistido por Computador (CAD). No campo da arquitectura (CAAD) estudaram-se formas de codificar e automatizar o processo de desenho. Inicialmente a aceitação a este sistema foi reduzida. Era um sistema demasiado caro e pouco fiável, resultante da fase iniciativa de experimentação e desenvolvimento. Apesar disso, ficou o sinal para os arquitectos que um computador podia ser uma ajuda na resolução de qualquer tipo de problema, desde que este seja programado. Para isso era necessário identificar, de entre as tarefas do arquitecto, aquelas que fossem passíveis de ser traduzidas para a linguagem do computador. Era então fundamental racionalizar e tornar explícito o processo de desenho na arquitectura.

Uma tarefa difícil que parece ter resolução em Cristopher Alexander e o seu livro *Notas sobre a síntese da forma* de 1964, que deu lugar a um campo de estudo que se conhece como “metodologia de desenho” e que trata destas problemáticas da racionalização do processo de desenho como um método automatizável.²⁹ Após este estudo C. Alexander, um dos principais expoentes no estudo dos chamados métodos de desenho, concluiu que a ideia de separar o

²⁸ LISBOA, Fernando; Desenho de arquitectura assistido por computador; FAUP Publicações; Porto; 1997; pág. 22

²⁹ ALEXANDER, Cristopher; Notes on the synthesis of form; Cambridge, Mass: Harvard University Press; 1970

estudo do desenho da sua prática é absurda, isto porque não será o estudo de um método que fará alguém desenhar melhor. Portanto, o processo de desenho não pode ser racionalizado, cada pessoa tem o seu próprio método. No entanto, estava dado o passo que faltava tendo em vista a programação do computador para auxiliar o arquitecto no processo de desenho.

Consumado este último passo, surge o nome *desenho assistido por computador*, para denominar o campo onde o computador serve como ajuda ao processo de desenho de vários tipos. O desenho é assim considerado assistido pelos métodos computacionais, uma vez que a principal característica do desenho continua presente, ou seja a participação do criador. Mais tarde surge o termo “desenho de arquitectura assistido por computador” que vem distinguir as aplicações que se destinam ao processo do projecto de arquitectura.³⁰

Nos anos 80, surge o “computador pessoal” e o seu forte desenvolvimento cria um sentimento de aceitação generalizado de uma ferramenta que vem permitir uma melhoria significativa a nível de eficácia e produtividade na manipulação de textos e gráficos. Na década de 90 o aparecimento e desenvolvimento de sistemas sofisticados e, a rápida aparição da rede informática mundial, vem permitir introduzir o computador na categoria de instrumento, de trabalho do arquitecto, capaz de o auxiliar sem suprir a sua vontade e imaginação.

DEFINIÇÃO

“Em arquitectura, as técnicas, ferramentas e recursos computacionais associados ao registo e à comunicação dos conteúdos de projecto, isto é, à representação antecipada de espaços edificados, devem e podem ser designados, em sentido lato, por sistemas de desenho assistido por computador ou, abreviado, sistemas de desenho computacional.”³¹

O desenho assistido por computador é um instrumento que se ocupa essencialmente da produção de imagens gráficas com o auxílio do computador. É um dos muitos recursos da computação gráfica que, em áreas específicas como a arquitectura ou a engenharia, tem como objectivo auxiliar o Homem e não substituí-lo. Para responder às exigências de cada uma dessas áreas específicas, e sob a designação genérica de CAD, encontram-se diferentes tipos de

³⁰ Taller digital: el ordenador como instrumento del proyecto arquitectónico; Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1999

³¹ LISBOA, Fernando; Desenho de arquitectura assistido por computador; FAUP Publicações; Porto; 1997; pág. 30

aplicações: CAAD (Computer aided architectural design); CAE (Computer aided Engineering); CAM (Computer aided Manufacturing); CAD (Computer aided Drafting).

O CAD (Computer aided design) e as suas aplicações *“imitam tarefas convencionais e, porque as imitam, substituem-se aos processos convencionais de efectuar essas tarefas”*.³² A diferença na realização das tarefas está portanto no processo. Assim, em arquitectura, e em relação ao desenho manual, o desenho digital distingue-se por:

- Automatizar a construção de geometrias (complexas ou simples) que possam ser descritas por conjuntos de vectores, ou seja sólidos, linhas ou superfícies, uma vez que em Cad o desenho se constrói num sistema tridimensional de vectores;
- Ser um desenho mais sistematizado, as suas características permite-lhe criar métodos de construção mais rápidos e expeditos que eliminam o trabalho repetitivo;
- Ter maior flexibilidade à alteração, uma vez que é passível de sofrer evoluções em qualquer momento da sua construção, sem que isso implique o recomeçar como, muitas vezes, acontece no desenho manual. Esta flexibilidade reflecte-se também na capacidade de mutação que lhe permite variações de escala e do grau de informação apresentado que, no desenho manual, implica a construção de desenhos diferentes. Para além disso, é também passível de ser reutilizado total ou parcialmente, por exemplo em complexos modulares e repetitivos, ou dentro do próprio desenho em pequenas parcelas onde também elas se repetem;
- Apresentar maior continuidade e interactividade entre as várias fases de projecto, pela facilidade de mutação, assim como entre os vários intervenientes;
- Ter um maior vocabulário de formas, pela capacidade que tem de produzir composições mais complexas e rigorosas, que ajudam a melhorar o discurso arquitectónico do mesmo modo que um maior vocabulário de palavras ajuda a enriquecer um discurso escrito;
- Aumentar os níveis de consistência informativa do desenho e do projecto, na medida em que, não são afectados pela imprecisão humana que muitas vezes suscita a dúvida, ao mesmo

³² LISBOA, Fernando; Desenho de arquitectura assistido por computador; FAUP Publicações; Porto; 1997; pág. 34

tempo que reduz o carácter redundante do trabalho manual e, de certa forma, mecânico de repetir várias vezes um elemento ao longo de um desenho.

Desde imagens realistas a abstractas, vistas ortogonais ou em perspectiva, o desenho assistido por computador permite realizar diferentes tipos de imagens digitais para a narração de um projecto. Tal como no desenho manual, essa narração pode ser feita através de representações de maior ou menor qualidade. Como com todos os instrumentos, para usar o CAD é necessário o conhecimento e o domínio das suas *técnicas*. Sem esse conhecimento, o desenho assistido é muitas vezes *mal utilizado*, gerando representações infelizes a nível comunicativo, que estão na génese da desaprovação do CAD enquanto um bom instrumento para a prática de arquitectura.

Esta situação faz recordar o início da utilização dos sistemas de CAD, no 3º ano do curso de arquitectura da Faup, quando na ânsia de resolver todos os problemas sentidos com o desenho analógico *mergulhávamos de cabeça* para o computador, desenhando e explorando em campos desconhecidos. Dessa exploração, resultavam quase sempre enormes desilusões com o resultado, quase sempre desastroso a nível expressivo e comunicativo, ao qual era habitual, entre colegas, fazer e ouvir o comentário: *fazia melhor à mão*. No entanto, este tipo de situações foi benéfico para o conhecimento do novo instrumento, para perceber que o resultado obtido depende muito de quem o utiliza e da forma como o faz, não apenas do suporte e instrumento utilizados.

a. Modelações Complexas – Novas Linguagens

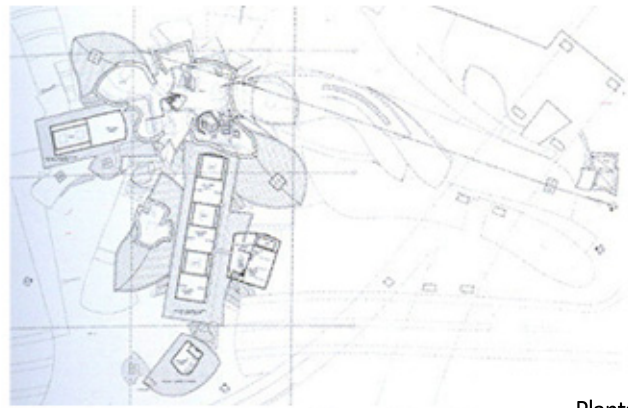
Ao contrário do desenho rigoroso analógico, em que são criadas condições preferenciais ao uso da recta, quer pelos instrumentos usados, quer pela dificuldade de controlar o desenho de superfícies curvas e geometrias complexas com rigor, o desenho assistido por computador facilita e potencia novas linguagens, pela simplicidade e facilidade de meios em criar e desenvolver formas geometricamente complexas com o mesmo rigor com que se desenhavam formas simples e regulares. Esta simplicidade de meios faz com que formas complexas sejam associadas ao uso do computador, reflectindo os instrumentos usados.

“ Se é certo que um desenho executado manualmente, seja um desenho gestual, seja um desenho à escala ou um desenho executado com rigor geométrico, seja um desenho do natural ou um desenho do imaginário, permite compreender e representar determinada realidade do projecto, ele não preenche o segundo requisito da definição estrita de modelo, isto é, não permite

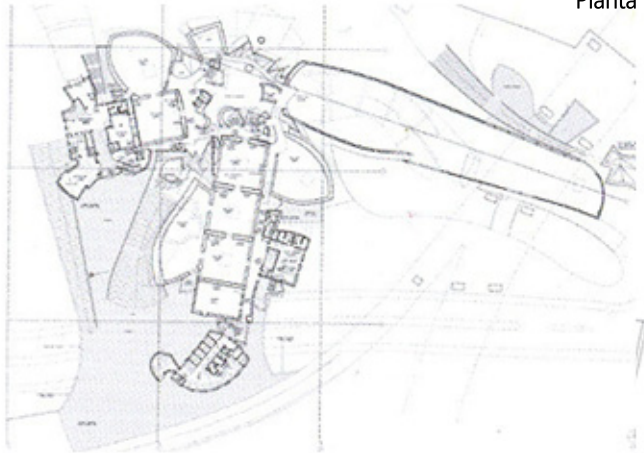


Imagem Interactiva

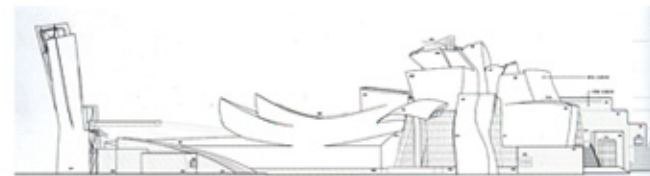
http://www.guggenheim-bilbao.es/visita_virtual/visita_virtual.php?idioma=es



Planta 1



Planta 0



Alçado ribeirinho

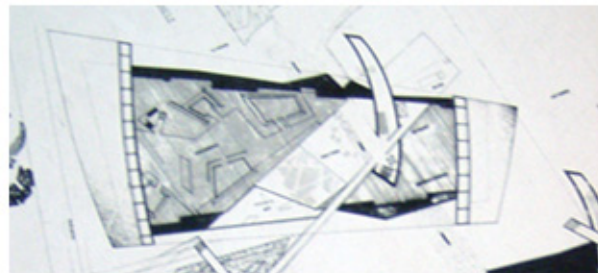
Desenhos retirados de:
Busquets, Joan; Cities : 10 lines, a new lens for the urbanistic project=ciudades : 10 formas, una nueva mirada hacia el proyecto urbanístico ; collab. with Felipe Correa. - [S.L.] : Harvard University, 2007

Figura 6 Museu Guggenheim, Bilbao, Frank O. Gehry



Imagem virtual

<http://www.wnyc.org/slideshows2/libeskind>



Planta piso 0



Secção longitudinal

Desenhos retirados da revista:
El croquis, nº91: Worlds Two, Madrid 1998,
página 156

Figura 7 Imperial War Museum , Manchester, Daniel Libeskind

experimental e prever novos estados do mesmo desenho consoante se elimine e acrescente novos dados ou se modifique dados existentes.”³³

O desenho manual, com as suas várias vertentes, apresenta-se bastante eficaz para compreender e conhecer determinada realidade/objecto. No entanto, qualquer uma dessas vertentes não permite novos estados de desenho nem experimentações. Ao contrário deste, o desenho digital tem sempre a possibilidade de evoluir para novos estados, e apresenta-se como um meio rápido e eficaz para experimentações. Como exemplo disso temos o uso de programas como o Archicad, Architectural Autocad, 3D Studio, entre outros, que permitem a construção e visualização de desenhos em vários estados, desde vistas ortogonais a vistas axonométricas ou em perspectiva, imagens com diferentes graus de abstracção, tudo através de um único desenho que pode ser manipulado e visto em vários estados. Manipulação que, no desenho manual, se torna impossível devido à sua condição física.

Esta possibilidade de manipular o desenho e de o ver de várias formas, permite que as modelações tridimensionais atinjam um elevado grau de complexidade e ainda assim garantam um grau de compreensão satisfatório, impensável apenas com o uso do desenho convencional analógico. Na arquitectura contemporânea existem vários exemplos que podem ilustrar isto mesmo. Um dos exemplos mais enigmáticos é o Museu Guggenheim de Bilbao *Figura 6* de Frank Gehry, mas podemos apontar outros como o Imperial War Museum *Figura 7* de Daniel Libeskind, que não atinge um grau de complexidade formal tão elevado como o primeiro, mas que dificilmente é bem interpretado recorrendo apenas aos meios tradicionais de representação em arquitectura.

Apesar de não ser dotado de toda esta facilidade de manipulação de dados, o uso do analógico, como meio auxiliar do processo digital, apresenta-se como benéfico. É um desenho muito mais expedito quando se trata de formular ideias e eventualmente estudar modulações. O desenho digital, por seu lado, revela-se mais eficaz na concretização e comunicação dessas ideias e modulações devido à sua pluralidade de meios. A eficácia, em relação ao analógico, é tanto maior quanto mais complexa seja a modelação.

³³ LISBOA, Fernando; Desenho de arquitectura assistido por computador; FAUP Publicações; Porto; 1997; pág. 44

O desenho digital está ainda condicionado pela limitação dos softwares e hardwares utilizados. Com a evolução destes componentes vai-se tornando mais expedito e eficaz na comunicação entre o cérebro e o desenho, reduzindo a importância do desenho analógico enquanto meio auxiliar do desenho digital. Mas, com a tecnologia actual, o desenho analógico ainda tem esse importante papel de auxiliar e complemento das tecnologias digitais.

A arquitectura não é uma ciência exacta e, como tal, não há necessidade de fazer uma descrição clara dos seus processos separando o uso do desenho manual do digital. O uso de um, como complemento do outro, é hoje em dia comum como forma de trazer ainda mais vantagens ao acto criativo, explorando as potencialidades de ambos os tipos de desenho num só, que se pode considerar o desenho arquitectónico.

A associação de meios digitais e analógicos propicia novas modelações e novas linguagens arquitectónicas. Para além da facilidade de representação e comunicação de formas, tem a grande vantagem de facilitar a transição do desenho para a construção, um dos obstáculos que a modelação digital permite vencer. Isto acontece porque o maior rigor do digital ajuda a reduzir a margem de erro e possibilita a transposição para a indústria que, com os devidos equipamentos, abre a possibilidade de criar e modelar o desenho em fábrica, ajudando a reduzir erros de obra. Por exemplo, se temos uma curva com um raio de 2000,5 milímetros, esse valor é sempre o mesmo no digital, enquanto que com o desenho analógico, pode ser interpretado como 2000 ou 2001. Esse tipo de arredondamento que não parece grave, efectuado várias vezes em projectos de grandes dimensões, pode gerar falhas de metros e como consequência minar a viabilidade construtiva.

Desta forma, podemos perceber alguns aspectos que fazem com que a tecnologia digital seja, muitas vezes, associada à complexidade formal de projectos. É um instrumento que facilita a modelação complexa com rigor, tal como a sua comunicação de forma eficaz, ao mesmo tempo que viabiliza a sua transposição para a construção, que é no fundo o objectivo do desenho arquitectónico. No entanto, esta característica confere ao projecto de arquitectura, à vista desarmada do cidadão comum, um carácter mais industrial e produtivo que, de alguma forma, pode ser entendido como uma metodologia científica em detrimento da artística que até aqui parecia clara com o desenho analógico.

b. Relação entre metodologias científicas e tecnológicas e metodologias artísticas em projecto de arquitectura

*“A importância da representação gráfica centra-se no desenvolvimento do pensamento arquitectónico e na formação da investigação construtiva. (...) Estes dois aspectos transcendem as simples finalidades instrumentais ou expressivas do desenho arquitectónico para chegar ao nível da evolução artística e técnica disciplinar.”*³⁴

A linguagem arquitectónica é influenciada pelos instrumentos, usados em todo o processo arquitectural, desde a concepção à construção. Assim, com todas as características diferenciadoras do desenho manual (descritas anteriormente), pode dizer-se que o desenho assistido por computador inspira a arquitectura com uma nova forma de idealizar e realizar o desenho que, em muitos casos, se irá reflectir, também, no objecto arquitectónico resultante.

Esse reflexo no resultado final, leva a que o desenho assistido por computador seja rejeitado por alguns agentes da arquitectura, que associam esta influência a uma perda de liberdade artística e conceptual. Nestes casos, o desenho assistido por computador é evitado durante o processo de concepção e idealização, surge como uma ferramenta que reproduz e optimiza o processo de desenho manual para uma melhor e mais eficaz comunicação. Mas o acto de projectar não é também uma comunicação contínua, que o criativo realiza consigo próprio? Não é a análise da representação das suas ideias? Não estaremos a entrar em contradição?

Por outro lado esta posição não é completamente despropositada, e surge porque a liberdade providenciada pelo desenho convencional (manual) é claramente afectada. Há uma menor fluidez entre a mão e o desenho, uma vez que o desenho assistido não é tão fluido e *espontâneo*, é algo mais racional e pensado que não responde tão rapidamente às ideias que vão surgindo na cabeça, quanto o desenho manual. Quererá então dizer que estamos perante uma perda de relação do homem com o desenho? Que há diminuição do acto artístico? Na minha opinião: não. O acto artístico não tem que ser obrigatoriamente espontâneo e normalmente não o é, se repararmos em outras artes como a escultura, pode até ser bastante planeado e pensado. *“A criatividade, porque implica uma destreza do olhar e do representar, não é necessariamente*

³⁴ SAINZ, Jorge; El Dibujo de arquitectura : teoría e historia de un lenguaje gráfico; pról. Juan Antonio Ramírez.; Estudios Universitarios de Arquitectura; Barcelona; Reverté; 2005; pág. 18



Fotografias retiradas de:
http://es.wikiarquitectura.com/index.php?title=Pez_Dorado

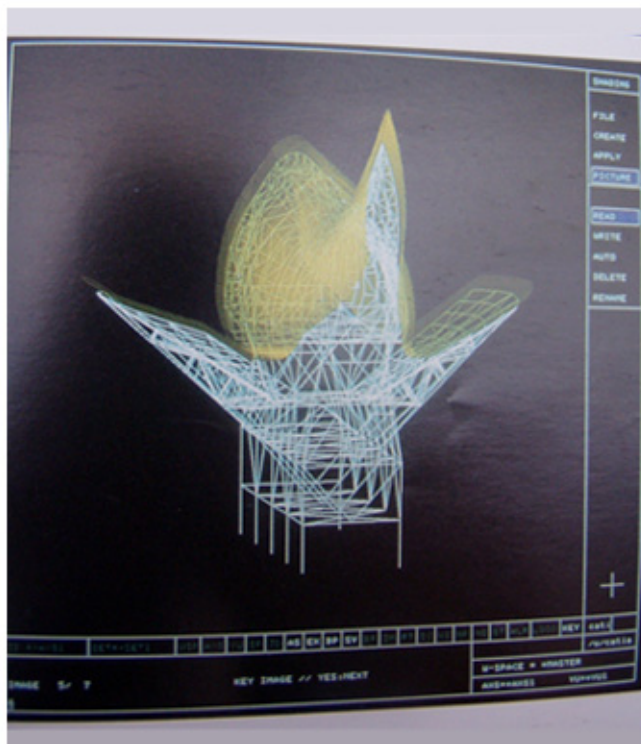


Imagem da modelação digital
 Dal Co, Francesco; Frank O. Gehry : tutte le opere; 2ª ed. -
 Milão: Electa, 1998

Figura 8
 Pez Dorado, Barcelona, Frank Gehry, 1992



Imagem de conjunto



Planta e esquemas em secção



Perspectiva do "interior" do espaço

Informação retirada da revista:
 Enric Miralles : 1983-2000 / ed. Fernando Márquez
 Cecilia y Richard Levene. - Madrid : El Croquis, 2002

Figura 9
 Passeig Icària, Barcelona, Enric Miralles

espontaneidade".³⁵ Em todo o caso, existem hoje, softwares que tentam aproximar-se da espontaneidade analógica.

A criatividade é uma característica do homem que existe em todas as suas actividades, independentemente dos instrumentos e dos suportes utilizados, que pode ser afectada e limitada pela ausência de domínio e familiaridade com os instrumentos utilizados, no entanto, a responsabilidade é sempre do homem. Em última análise poderemos falar de diferentes formas de aplicar a criatividade, uma vez que tem de existir sempre uma adaptação do criador ao instrumento utilizado. Mas, não se pode considerar o domínio sobre os instrumentos utilizados e a necessidade de pensar mais o desenho antes de o realizar, como uma diminuição da relação do homem com o desenho e com a sua obra.

Se a forma de pensar o projecto através de diferentes formas de desenhar se reflecte no resultado final, então, poder-se-á dizer que o uso exclusivo de tecnologias digitais é identificado na linguagem? Este define um estilo?

Como foi referido no capítulo anterior, o uso destes meios proporciona outras linguagens e em alguns casos, quando a mente se abre para as novas potencialidades proporcionadas, isso acaba por se reflectir e identificar no resultado final. Como exemplos disso mesmo podemos identificar o *PeixeDourado* Figura 8, no porto de Barcelona, de F. Gehry (talvez o arquitecto mais vezes associado ao uso do computador na arquitectura), ou o *Passeig Icària* Figura 9, também em Barcelona, de Enric Miralles entre muitas outras obras e autores.

Com a crescente evolução do desenho assistido por computador, das suas técnicas e meios, surge na sociedade a ideia que o arquitecto está a perder o poder sobre o desenho e que este é agora muito mais científico e tecnológico e cada vez menos artístico. Isto porque, o computador "pensa" pelo homem usando métodos científicos. O homem estará a perder a sua relação de proximidade com o desenho, perde-se a ideia de que cada desenho é único, original e irrepetível, corrompendo-se assim uma das propriedades mais importantes da arte, para fazer nascer outras que se podem considerar perto do industrial (como a possibilidade de reprodução).³⁶

³⁵ LISBOA, Fernando; Desenho de arquitectura assistido por computador; FAUP Publicações; Porto; 1997; pág. 43

³⁶ AICHER, Otl; Analógico y digital; trad. Yves Zimmermann; prol. Wilhelm Vossenkuhl; Barcelona; GG; 2001

No entanto, na minha opinião, não é o uso de métodos científicos e tecnológicos que pode retirar a arquitectura do campo da arte. Se era considerada como arte, antes da introdução destes métodos, agora continua a sê-lo. A essência da actividade arquitectónica mantém-se, como o acto de criar espaços e ambientes para as necessidades físicas, espirituais e estéticas do Homem. Necessidades que são únicas em cada situação, devido às variadíssimas condicionantes que cada projecto implica, desde vontade do cliente, à localização, ao orçamento.

A tecnologia pode ser definida, de forma geral, como uma extensão do Homem, como *“uma parte, uma prolongação do seu corpo”*³⁷ que aumenta as suas capacidades inatas.

O Homem sempre usou novos meios (tecnologias) como extensão instrumental do seu corpo, como forma de aperfeiçoar e aumentar as suas capacidades físicas e mentais. Neste sentido podemos considerar o lápis, a régua, escantilhões, compassos, os vários suportes como papel (...), como novas tecnologias para o momento da História em que surgem. Também eles permitiram novas linguagens e novas formas de representar e comunicar que não seriam possíveis usando apenas o corpo e as suas capacidades naturais.

Neste sentido, o computador pode entender-se como uma extensão instrumental das capacidades humanas. Tal como o lápis e os escantilhões, o computador ajuda em tarefas que sem ele se converteriam em algo de muito difícil ou mesmo impossível para o ser humano. Mas este auxílio do computador e do digital acontece por ordem e vontade do homem e portanto é sempre ele quem controla o resultado, mesmo quando o resultado é a arbitrariedade criada por um determinado software, foi o homem quem decidiu ver e pedir o arbitrário, é ele quem decide a sua utilização ou não, da mesma forma que um artista projecta tinta sobre uma tela de forma arbitrária e sem muito critério e toma a opção de a expor ou não.

*“ ‘Quando eu dou uma ordem a uma máquina’ diz Wiener ‘a situação não é essencialmente diversa do que quando eu dou uma ordem a uma pessoa’.”*³⁸ Ou seja, que diferença faz delegar uma função a uma pessoa ou a uma máquina, se a pessoa tem de executar exactamente o que se lhe pede?

³⁷ AICHER, Otl; Analógico y digital; trad. Yves Zimmermann; prol. Wilhelm Vossenkuhl; Barcelona; GG; 2001; pág. 41

³⁸ ARANTES, Priscilla; Arte e Mídia: perspectivas da estética digital; São Paulo; Senac; 2005; pág. 67

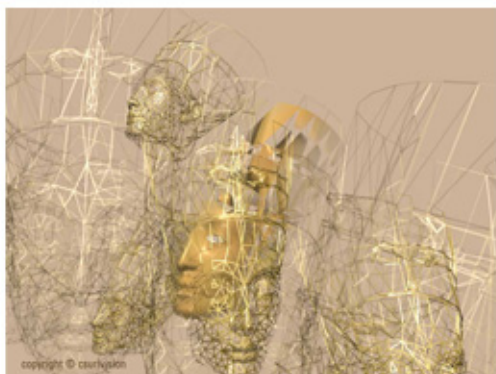
Uma das características mais frequentemente relacionada com a rejeição do desenho digital (arquitectónico) como forma de arte, é o facto de este poder ser reproduzido vezes sem conta, mantendo sempre todas as características do original, contrariando o conceito de obra de arte. Estará o desenho arquitectónico, de facto, a sair do campo da arte? Ou por outro lado, estará a encaminhar-se para uma nova vertente, a arte digital?

A arquitectura não é caso único no campo das artes a usar o computador e o digital como meio auxiliar para criar as suas obras. Também a pintura, a fotografia e mesmo a escultura utilizam estas ferramentas e suportes para criar obras que são designadas como arte. A arte digital pode ser considerada como uma disciplina dentro das artes que abrange obras nas quais se usam elementos digitais, quer durante o processo de concepção quer depois na sua exibição. Nesta vertente da arte, os suportes são digitais, como o computador, que efectua cálculos para criar imagens combinando parâmetros programados. Tal como na arte em geral, as técnicas utilizadas são muito variadas, dentro dessa variedade de técnicas encontra-se o desenho e a modelação tridimensional muito usados em arquitectura.

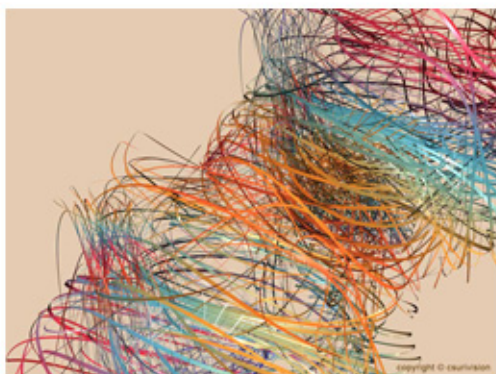
i. Arte digital

A arte digital não é tão recente quanto é comum pensar-se. A primeira exposição, de imagens geradas através de meios digitais, aconteceu já no ano de 1953 no Iowa (EUA). A partir desse ano, enquanto ainda se vivia uma época de expressionismo no panorama artístico ocidental, a criação de imagens por meios digitais começou a multiplicar-se rapidamente, tornando-se bem sucedida e com algum êxito, em finais dos anos sessenta com a extensão desta prática a um grande número de países. O aparecimento de novas tecnologias, nomeadamente a inovação de hardware e software, foi propício ao aparecimento da arte digital que explora todas as novas potencialidades destes meios.

O advento da arte digital está muito associado a artistas como Charles Csuri, Robert Mallary, David Em, Herbet W. Franke, Lawrence Gartel, John Landsown, Manfred Mahr e Friede Nake. Charles Csuri é considerado o impulsionador da arte digital e da animação por computador pelo Museu de Arte Moderno. Foi ele que, em 1964, criou o primeiro “computador de arte” com a exposição “*Mais além das fronteiras*” que é uma mostra dos seus trabalhos mais inovadores de arte digital. Foi o primeiro pintor a ganhar o concurso da revista *Computer and Automations* com um auto-retrato tratado mediante um programa de computador.



Lines in Space (1997) Charles Csuri



Scolor 11 Charles Csuri
<http://www.csuri.com>



Cavern (1995) David Em



transjovian_pipeline (1979) David Em
<http://www.davidem.com>



QUAD- II (68) Robert Mallery
<http://www.robertmallery.com>

Outro dos impulsionadores da arte digital, foi o escultor norte-americano Robert Mallery que em 1968 realizou os seus primeiros estudos em computador. Para além disso, desenvolveu um software com o propósito de realizar uma escultura, conseguindo o seu objectivo fazendo certas transformações numa forma tridimensional, demonstrando que mesmo uma arte tão física, como a escultura, pode usufruir das potencialidades do digital. *Figura 10*

Neste contexto descrito, podemos considerar que uma das formas de arte no digital é a imagem. Em arquitectura as imagens geradas são essencialmente de dois tipos: as vistas ortogonais (plantas, secções e alçados); a imagem síntese, a imagem *“gerada pelo computador a partir de geometrias digitais, que procuram simular os efeitos visuais da interacção da luz com as superfícies e sólidos”*³⁹ através de uma produção tipo *raster image* (contém a descrição de cada pixel em oposição aos gráficos vectoriais usados no primeiro caso).

Esta produção de imagens, apesar de gerada por computador, depende de muitos parâmetros que não têm importância igual para todas as pessoas. Para além das diferentes formas de criar a base geométrica, existem também variadas formas de produzir a imagem síntese (ainda que se utilize o mesmo software) estando assim a imagem associada ao indivíduo que a realiza. Pode dizer-se que o processo de criação da imagem é científico e digital, no entanto, o resultado depende do seu criador, da sua imaginação, dos seus objectivos, da dedicação que emprega ao projecto. *“O computador, enquanto instrumento, ferramenta, utensílio, não problematiza o mundo, na medida em que não fornece perguntas. Organiza respostas. Armazena e processa dados.”*⁴⁰ Os dados que lhe fornecemos. Tudo isto são factores que associamos à criação de uma obra de arte, por isso, não vejo motivo para não considerarmos, este tipo de produção, arte apenas porque usa um suporte digital. É verdade que pode ser recriada vezes sem conta mantendo todas as suas características mas, atendendo ao ambiente digital, eu encaro essa possibilidade como o transporte da obra de suporte em suporte, tal como a obra física o pode ser de exposição em exposição, com a diferença de a obra digital poder ser visualizada em vários locais, em vários monitores ao mesmo tempo.

³⁹ LISBOA, Fernando; Desenho de arquitectura assistido por computador; FAUP Publicações; Porto; 1997; pág. 55

⁴⁰ *Ibid*; pág. 32

Ainda assim, é constantemente repetido que o resultado de uma produção digital é sempre influenciado pelo software usado, resultando na perda da individualidade artística, devido à dependência do suporte. A relação entre o homem e o desenho deixa de ser directa e passa a existir uma espécie de triângulo entre arquitecto (criador), computador e desenho (imagem). Isto implica uma necessidade de novos conhecimentos, custos e adaptações de tecnologias, para que o homem tenha um maior controlo sobre o suporte reduzindo a sua influência no resultado final.

Uma das características da arte é o domínio sobre os materiais e os suportes utilizados. Desde sempre a arte esteve dependente dos meios usados para a concretização de ideias. Sempre que algo de novo é usado na arte, implica novos conhecimentos e adaptações como forma de adquirir o controlo sobre o que se faz. Desde o sílex ao lápis, tudo necessita de conhecimento para se poder utilizar de forma correcta. O computador e o digital são apenas mais um instrumento e um suporte que surgem no panorama da arte.

Mesmo tendo tudo isto em consideração, é frequente ouvirmos o desabafo: “mas isto não é real”. Esta forma de pensar torna-se paradoxal quando o nosso dia a dia se desenrola à volta de publicidade e religião, entre outras coisas, que vivem apenas do virtual, da imaginação e da fantasia de um filme, um carro novo, uma viagem, uma casa, a vida depois da morte. Desde pequenos que aprendemos a viver nestes mundos virtuais, fantasiando enquanto construímos uma cabana, uma casa na árvore ou simplesmente usamos brinquedos e objectos para contar uma história. Torna-se então um paradoxo que, com a introdução do computador na arquitectura e de todas as possibilidades que este permite explorar e fantasiar, continue a existir a sua rejeição pelo facto de “isto não é real”. No campo exclusivo da arquitectura, isto torna-se ainda mais evidente, uma vez que o arquitecto, tal como outros artistas, tem como início do seu processo de criação, uma visão de uma obra ou objecto com potencialidade de existir, seja representada na sua imaginação, ou num pedaço de papel. Assim, todas as obras nascem de uma determinada fantasia, um pensamento, uma visão que o arquitecto tem sobre determinado espaço e/ou objecto. Nesse sentido, todas as obras surgem primeiro no plano virtual da mente, não fazendo sentido que sejam os meios de produção e visualização destes nossos pensamentos a criarem a separação entre a realidade e o imaginário. Se uma ideia visualizada no papel tem característica de real e artística, por ser algo de material e físico, então a visualização de um monitor não pode perder essa característica. Um ecrã é físico e real da mesma forma que o papel o é. A diferença aqui reside na forma de interagir com a informação, o que não está visível fica disponível num

instante, podendo os diferentes tipos de informação de um projecto, de uma ideia, de uma fantasia, circular rapidamente pelo espaço reduzido do ecrã, enquanto que com o papel isso implica aumentar a superfície usada e alternar suportes.⁴¹

Como já foi aqui demonstrado, o uso do computador na arquitectura, introduz alterações nos processos e resultados do desenho em relação ao uso analógico. As opiniões sobre essas alterações não são unânimes e para uns são positivas e ajudam à evolução da arquitectura, para outros são negativas e só trazem aspectos negativos. Eu situo-me entre as duas, ao reconhecer-lhe aspectos positivos e também alguns negativos, embora me pareça que no geral acaba por ser positivo o uso do computador na arquitectura. Independentemente de nos situarmos mais próximos de uma posição ou outra, excluir a arquitectura e o desenho da arquitectura do campo da arte, pelo facto de usar o computador como meio de produção, parece-me excessivo e desajustado à realidade conforme tentei demonstrar.

c. Realidade Virtual (modelação digital)

Uma das possibilidades que se abre com a modelação digital é a de criar uma realidade virtual, ou realidade digital. O termo realidade é, na verdade, bastante ambíguo e difícil de definir. No seu termo mais geral, realidade pode ser entendida como tudo o que existe. Nesse sentido um pensamento, uma memória existem da mesma forma que uma cadeira ou uma árvore, será portanto tão real como eles. Pode também entender-se a realidade como algo apenas palpável, como o mundo físico, numa definição mais corrente, *algo de perceptível, acessível ou entendido pela ciência*. Ora esta ambiguidade do termo pode, no extremo, levar-nos a dizer que um ambiente virtual é algo de real porque existe, é entendido e acessível. Assim com realidade virtual, refiro-me a um ambiente digital/virtual que tenta criar ou recriar um mundo físico, reproduzindo sensações semelhantes às vividas nesse mundo. Ou seja, a um modelo vectorial tridimensional, que se aproxima da realidade física quer ao nível imagético como interactivo, capaz de criar um ambiente imersivo para o utilizador.

Um ambiente real físico é dotado de uma grande riqueza de informação, como sendo as texturas, variações luminosas, variações de cor, sombras, reflexos, transparências, uma

⁴¹ DOLLENS, Dennis

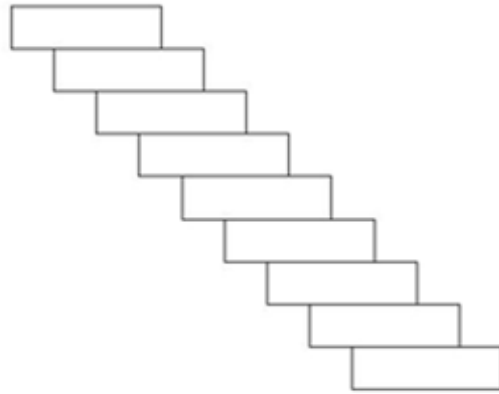


Figura 11
Escadas de Schroder

enormidade de características que, no dia a dia, nem nos damos conta que existem mas que, na simulação de um qualquer ambiente sentimos falta, para o ver como próximo do real.

A simulação da realidade é cada vez mais usada na arquitectura, como forma de prever como é que os objectos arquitectónicos se integrarão no mundo físico. Um ambiente real (virtual), no uso da arquitectura, tanto pode ser conseguido a duas dimensões pelos *renderings* (*“técnicas standard e métodos de aproximação ao realismo computadorizado. (...) Os fundamentos do rendering baseiam-se na modelação matemática das características da luz.”*⁴²), como a três dimensões, pelas maquetas virtuais ou digitais, que podem servir para visitas directas ou para a criação de animações simulando uma visita pelo projecto. Os *renderings*, no entanto, dependem quase exclusivamente dos modelos tridimensionais e pressupõem, por isso, a sua construção total ou parcial.

Enquanto que a imagem a duas dimensões, retrata apenas um momento, um ponto de vista, o modelo tridimensional permite visitar de forma mais livre adoptando os pontos de vista desejados, um pouco à semelhança do que acontece com os modelos tridimensionais físicos, mas com a particularidade de o digital poder adquirir características mais próximas da realidade como a escala podendo o ponto de vista surgir numa relação de 1:1, que nos modelos físicos é difícil de concretizar.

Estes ambientes permitem, entre outras coisas, eliminar dúvidas que os desenhos abstractos não são capazes. Um exemplo frequentemente usado para explicar isto, é o que Fernando Lisboa dá no seu Livro “Desenho Assistido por Computador”: o da escada de Shroder  Figura 11. Aqui repara-se a dificuldade para perceber se a escada está vista de cima ou de baixo, pela frente ou por trás, ou no extremo em perceber se é uma escada ou uma simples grelha vertical ou horizontal. Isto acontece devido ao elevado grau de abstracção do desenho, pelo uso apenas dos contornos, que para uma vista treinada e dentro de um contexto pode ser facilmente interpretada, mas que pode também suscitar dúvidas que seriam dissipadas se adicionássemos algumas características de um ambiente real, como a sombra por exemplo.

Isto acontece porque o ambiente real aumenta a capacidade natural e humana de se perceber as profundidades e campos visuais, que são eliminadas nos desenhos abstractos e

⁴² LISBOA, Fernando; Desenho de arquitectura assistido por computador; FAUP Publicações; Porto; 1997; pág. 58

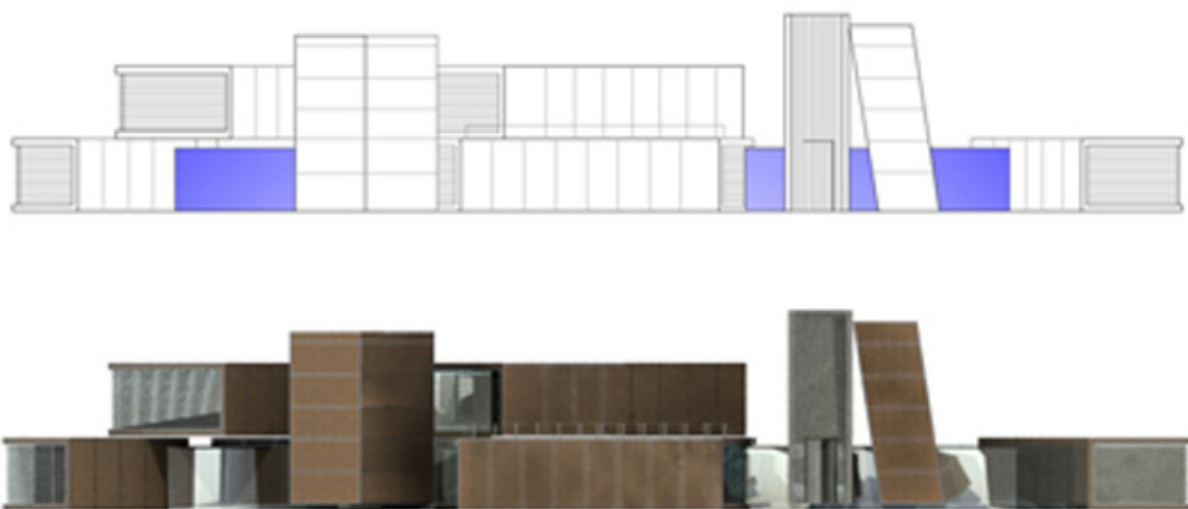


Figura 12
Representação tradicional / Renderização
Arquivo Pessoal

sintetizados como é o desenho de arquitectura. Assim este acréscimo da capacidade de ler e perceber imagens de arquitectura é benéfico para eliminar barreiras de comunicação entre os vários intervenientes do projecto e o público em geral. Por exemplo um alçado representado da forma tradicional, abstractamente, pode ser de difícil leitura para o público em geral, mas se esse mesmo alçado for representado por uma imagem síntese com características do real, então já será de mais fácil percepção e a margem de erro na comunicação e interpretação diminui. Devido a isto, cada vez mais vemos as apresentações de projectos enriquecidas com fotomontagens e elementos *renderizados*.⁴³ *Figura 12*

A realidade virtual e a criação de objectos e mundos virtuais, podem abrir várias possibilidades à sociedade em geral e não só a arquitectos, como é o caso da modelação à escala 1:1. A modelação do mundo à escala real abre a possibilidade, para além das visitas, de por exemplo reconstruir monumentos e recriar cidades inteiras desaparecidas, sem o risco, que existe no mundo físico, de danificar a existência com uma recriação errada. Pode permitir preservar imagens, visitar espaços arquitectónicos deteriorados que não têm possibilidade de uma manutenção eficaz, seja por motivos físicos, técnicos, económicos ou sociais. Abre-se a possibilidade de visitar e conhecer espaços restritos ao público por motivos variados. Em património valioso e antigo as reconstruções verificam-se difíceis, quer pela incerteza, quer pela dificuldade de reproduzir técnicas ou mesmo materiais. Estas dificuldades podem ser solucionadas ou remediadas através dos mundos virtuais.

Este tipo de ambientes permite, também, uma demonstração de ambientes e arquitecturas não construídas. Desde impossibilidades de ordem técnica e construtiva a factores económicos, todas estas condicionantes são eliminadas neste contexto, permitindo explorações mais livres. No entanto, estes ambientes e representações apresentam algumas limitações importantes, como os custos envolvidos e as dificuldades das aplicações, assim como pelo facto de quem paga pelas simulações ser influenciado por estes factores.⁴⁴

⁴³ DUARTE, Fábio; *Arquitectura e tecnologias de informação: da revolução industrial à revolução digital*; São Paulo; Fapesp; 1999

⁴⁴ NETO, Pedro Leão; *Urban design representation and communication : computer visualization and public perception in contemporary Portugal*; Manchester : School of Planning and Landscape; 2002; pág. 117

Assim, a realidade virtual que começou por ser um objectivo dos videojogos, pode ser encarada como um meio e um instrumento de ver, criar e reconstituir arquitectura. E a possibilidade que se nos apresenta de presenciarmos arquitecturas (ainda ou já) não existentes, não deve ser rejeitada ou posta de lado apenas por não termos muita afinidade com as novas tecnologias.

Apesar de tudo isto, é necessário entender que vivenciar este tipo de modelos e ambientes, por muito detalhada que seja a informação, por muito próximo da realidade que ela esteja, não substitui o mundo real e físico, que tal como referi no início deste capítulo, é dotado de uma enormidade de informação e sensações que muito dificilmente se conseguirá reproduzir com exactidão. Nesse sentido, apesar de um modelo virtual nos permitir, por exemplo, visualizar um monumento situado a milhares de quilómetros, a sensação nunca será a mesma de o visitar fisicamente, por tudo o que isso implica, desde o ambiente social à forma como se chega até ao espaço, ao sentir o cansaço de o percorrer e do caminho que leva até ele.

i. Perigos/riscos da realidade virtual

A não compreensão, distanciação e diferenciação, entre a realidade descrita como virtual e a realidade física, está na origem, entre muitas coisas, da criação de ilusões e utopias que têm como base imagens ou ambientes virtuais dotados de uma perfeição impraticável na realidade física, para além de informação incorrecta ou mesmo oculta. A deturpação de elementos à partida sem grande importância, como a luminosidade, a textura, as sombras e a conjugação de várias deturpações, podem modificar completamente a percepção do que se vê e do que se concebeu, dando origem a interpretações erróneas que têm um acréscimo no grau de falsidade quando as deturpações são mais graves, como a ocultação ou deficiente representação de elementos que de alguma forma condicionariam a imagem.

Estas ilusões acontecem, muitas vezes, de forma involuntária, seja por descuido, por obra do acaso ou simplesmente por desconhecimento e falta de domínio sobre as ferramentas e instrumentos utilizados na obtenção desses elementos ilusórios. Quando transpostas para a realidade física, a introdução correcta dos vários elementos, causam muitas vezes autênticos desastres formais e estéticos longe da perfeição obtida nos meios digitais. Esta distanciação entre a previsão e o resultado leva, por vezes, a reformulações rápidas já no decorrer do processo



Imagens obtidas a partir de uma modelação incorporada no 3D Studi Max 9

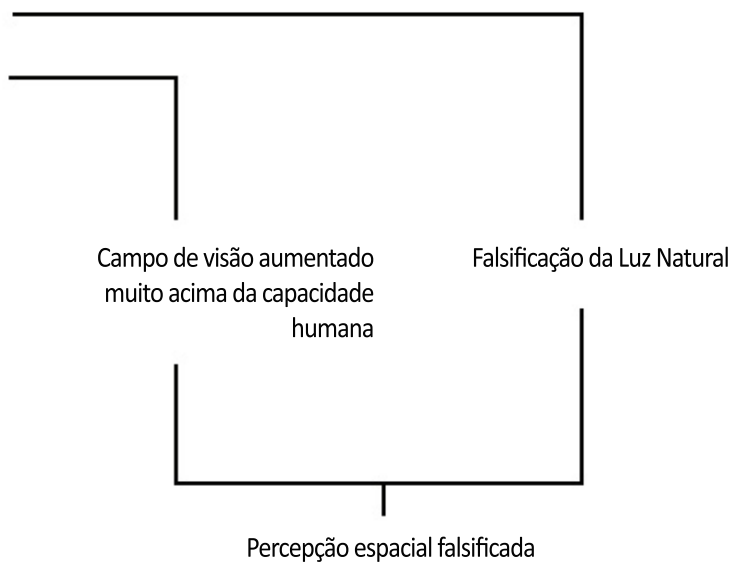


Figura 13
Deturpação da realidade

construtivo originando dificuldades técnicas e construtivas. Este tipo de situações reforça a ideia, da necessidade de se exercer domínio e conhecimentos, sobre os meios utilizados, para chegar aos fins, para que se possa usufruir de todas as potencialidades mas ao mesmo tempo prevenir os aspectos negativos, tendo todos os dados para poder ler e interpretar correctamente os resultados.

A criação destas falsas aparências, nem sempre ocorre de forma accidental ou negligente. O conhecimento mais aprofundado deste tipo de recurso de representação e comunicação dá origem, muitas vezes, à criação de elementos ilusórios como um meio auxiliar, para arquitectos e promotores, venderem uma ideia ou produto, através de uma imagem que aperfeiçoa a realidade como forma de a transformar mais atractiva. Exemplo disto é o exagero da dimensão dos espaços através da manipulação da amplitude do campo de visão, a modificação da luminosidade natural, ou a simplicidade de planos pela ocultação de elementos. No extremo, este tipo de manipulações podem, por exemplo, fazer com que um espaço de 10 metros quadrados e escuro pareça uma sala grande com bastante iluminação. *Figura 13*

Esta manipulação excessiva dos elementos de comunicação com o intuito de levar a crer algo que afinal não corresponde exactamente à verdade, começa a gerar desconfiança no cidadão comum perante um destes elementos que simule a realidade física, dado origem ao comentário constantemente ouvido: "... mas isto depois não fica bem assim...". Neste aspecto é semelhante ao que acontece com a fotografia de arquitectura, em que se privilegiam ângulos favoráveis, escondendo o menos positivo. Faz-se uso da variação da profundidade de campo e aberturas de lente, bastante diferentes da visão humana, como forma de dar a entender espaços mais amplos do que aquilo que na realidade são. O uso constante, muitas vezes, com intenções claras de enganar, está na origem da desconfiança sobre o que se vê e lê nos elementos comunicativos em arquitectura.

Manipular a informação que comunicamos é, também, um meio auxiliar para realçar e focar a atenção num determinado aspecto importante à comunicação, é uma forma de testar e experimentar diferentes resultados, tirando, também, benefícios para o processo criativo. O facto

de existir a possibilidade de ser usada com objectivos prejudiciais perante a sociedade não pode apagar e reduzir toda a sua utilidade e benefício que lhe traz, patente em inúmeros exemplos.⁴⁵

d. Dois arquitectos: duas abordagens ao uso das tecnologias digitais

As novas tecnologias oferecem-nos uma enorme variedade de possibilidades de utilização e apropriação. A forma de as introduzir no processo de arquitectura não é linear e depende muito do utilizador e dos seus objectivos. De facto, era possível escrever um livro apenas sobre diferentes formas de apropriação das novas tecnologias em arquitectura. A título de exemplo refiro duas formas: uma onde as tecnologias tem como papel principal a viabilização do processo de idealização analógico, que se vê em arquitectos como Santiago Calatrava, Enric Miralles, Woddy Vasulka ou Frank Gehry; outra em que as tecnologias digitais participam mais do processo de ideação como nos casos de Greg Lynn, Duncan Brown ou Marcos Novak. De seguida usarei os casos de F. Gehry e Duncan Brown, por serem muito claros, para exemplificar uma e outra forma de apropriação destes novos instrumentos na arquitectura.

Frank O. GERHY

Apesar da aversão que Frank O. Gehry apresenta em relação ao computador, foi dos primeiros a perceber a *“potencialidade que possui o processo digital de transformar imagens em edifícios”*⁴⁶ e assim um dos primeiros a usar este processo na criação e visualização arquitectónica. Assim, faz sentido usá-lo, e ao seu método de trabalho, aqui como exemplo das vantagens trazidas pelo digital ao processo arquitectural.

F. Gehry começou a fazer uso das tecnologias digitais da mesma forma que, no início da sua carreira, usa materiais de construção correntes e baratos, aproveitando as suas potencialidades e demonstrando que todos os materiais se podem usar na arquitectura. Assim o

⁴⁵ IHDE, Don; Los cuerpos en la tecnología : nuevas tecnologías: nuevas ideas acerca de nuestro cuerpo / Don Ihde ; [traducción de Cristian P. Hormazábal]; Universidad Oberta de Catalunya; Barcelona; 2004

⁴⁶ DOLLENS, Dennis; De lo digital a lo analógico; GG; Barcelona; 2002; pág. 23

uso do digital, surge também com o propósito de usufruir das novas potencialidades que este traz e transmiti-las para a arquitectura.

É do reconhecimento do próprio Gehry que os seus projectos mais recentes não poderiam ser concretizados e mesmo compreendidos e manipulados totalmente sem o uso das tecnologias digitais, e que a própria fabricação exigia o uso do computador. Gehry começa a usar o computador como um agente de desenho que através do software CATIA, tinha a possibilidade de digitalizar as suas maquetas e, através de cálculos tridimensionais, transformá-las em desenhos rigorosos. Aliás este método de trabalho inovador vem potenciar novas linguagens. Quantos de nós não vimos já uma forma orgânica, ou artificial, como pode ser, por exemplo, uma maqueta de papel, que sugere uma bela forma arquitectónica, mas que se revela de difícil transposição para um desenho rigoroso?

Olhando as reflexões de Gehry, vemos que as suas ideias de superfícies ondulantes, com uma “capa de escamas”, imagem comum nas suas obras depois de descobrir as potencialidades do digital, andavam já a navegar pela sua cabeça, faltava apenas o meio de as concretizar que surge com este tipo de tecnologia. De facto, com o software CATIA, Gehry consegue digitalizar este tipo de formas idealizadas com desenhos e modelos analógicos, transportando-as do mundo analógico para o digital, conferindo-lhe rigor de leitura, viabilizando a sua concretização.

Se fosse necessário assinalar um ponto de viragem na obra de F. Gehry esse teria que ser sem dúvida o momento em que pensa construir um *peixe arquitectónico* para o porto da cidade olímpica de Barcelona, a partir de esse momento e quando juntamente com Glymph termina o seu primeiro projecto com o CATIA, materializa pela primeira vez, de uma forma madura e consistente, as suas idealizações de curvas e superfícies complexas através de um desenho digital pronto a ser entregue ao cliente.⁴⁷

Com a capacidade de digitalizar objectos tridimensionais, ampliar, extrair e fundir formas digitalmente, F. Gehry libertou-se das limitações das maquetas tradicionais físicas, usando formas expressionistas realizadas com técnicas de collage. Assim o digital foi-se “*entranhando*” neste arquitecto, que agora já o vê não como uma ferramenta de produção, este converteu-se como

⁴⁷ DOLLENS, Dennis; De lo digital a lo analógico; GG; Barcelona; 2002;

parte importante de visualização arquitectónica. A imagem digital deixou de ser um fim passou a ser um meio, um instrumento de trabalho.

A imagem e meios digitais parecem ter sido absorvidos por Gehry *“da mesma forma que a mecânica e a geometria foi absorvida pelos construtores de catedrais; como aqueles homens medievais, desconhecidos, obcecados com os contrafortes que voavam e as gárgulas das catedrais, a armada de Gehry, formada por software, CPU e artistas digitais, permanece calada, como um fantasma à sombra do arquitecto e as suas estruturas.”*⁴⁸

Os elementos digitais não são referências directas nas obras de Gehry, no entanto quando olhamos para uma delas sabemos da impossibilidade de existirem sem o uso destes meios e por isso os relacionámos de imediato. Com isto não o podemos considerar um arquitecto digital, como alguém que aprofunda o espaço digital na busca de inspiração e ideias produtivas em ambientes totalmente digitais, como são por exemplo os arquitectos que se dedicam à criação de ambientes para videojogos, ou aqueles que projectam directamente em ambientes digitais. Gehry continua a projectar e idealizar através de processos analógicos, como o desenho ou a maquete, usa a imagem e os meios digitais como um instrumento que, em fases mais avançadas do processo de arquitectura, permite desenvolver e concretizar as suas ideias e transmiti-las a outros que sem estes meios não as conseguiriam visualizar. Para ele *“esta tecnologia informática é um milagre para todos nós, porque nos devolve a nossa posição de controlo diante o contratante, para que construa o que nós queremos.”*⁴⁹

Do exemplo de Frank Gehry, gostaria de reter o entendimento que ele tem sobre o processo digital. Encara-o como um instrumento do processo arquitectural, como um meio de trabalho que lhe permite, projecto após projecto, evoluir enquanto arquitecto, explorando as potencialidades do meio e colocando-as ao serviço da arquitectura nos diferentes actos de comunicação (*intra* e o *extra-process* referido por Kalay). É este entendimento das tecnologias digitais como um instrumento que, na minha opinião, faltará na arquitectura para que nos libertemos do juízo pré-estabelecido de que o processo digital é mau e tem vantagens apenas como forma de ilustração de projectos.

⁴⁸ DOLLENS, Dennis; De lo digital a lo analógico; GG; Barcelona; 2002; pág. 29

⁴⁹ O. GEHRY, Frank. *Apud*, FILLER, Martin; Ghosts in the house; The New York Review of Books; 1999; pág.15

DUNCAN BROWN

A relação preço / *performance* dos processadores e computadores começou na década de 90 a atingir patamares que fazem do preço uma insignificância tendo em conta as capacidades atingidas pelos processadores. Este facto ajudou a que o uso computador crescesse a nível profissional e pessoal até se transformar, nos dias de hoje, num instrumento praticamente indispensável.

Em arquitectura também se evidencia este crescendo de importância, de tal forma que é introduzida na formação a nível académico a utilização de softwares avançados de modelação. Este novo tipo de formação, para além do falado auxílio na prática da arquitectura, abre novas possibilidades e campos de exploração ao arquitecto, como são os videojogos, dando origem a algo que se poderia chamar de *arquitectura de jogo*, a criação de espaços de jogo.

No campo dos videojogos e espaços virtuais, com a crescente importância das tecnologias digitais na sociedade, é cada vez mais exigido um nível de detalhe e complexidade maior, ao nível do grafismo do espaço de jogo e envolvente. O jogo aproxima-se cada vez mais de uma espécie de filme que o jogador percorre. O arquitecto como pessoa capaz de estudar e modelar o espaço, de tratar a sua imagem, tem assim um novo campo para explorar e aplicar o seu conhecimento, podendo usá-lo como plataforma de experimentação para a criação de estruturas físicas. É, no entanto, importante referir que os jogos são software/hardware específicos, e que por isso conseguem apresentar este movimento. Mas, uma das consequências do movimento é a diminuição da resolução de imagem em relação por exemplo as imagens criadas em software dedicado à arquitectura.

É neste contexto que Duncan Brown ganha importância como utilizador das tecnologias digitais, como um dos primeiros arquitectos a explorar as relações da informática, do digital, do arbitrário e desenho de jogos com a arquitectura. Esta sua relação com o digital é, assim, muito diferente da de Frank Gehry, mas acaba por ter a mesma origem e intenção, que é a de explorar novos campos tendo em vista a melhoria da arquitectura física.

Esta *exploração* terá começado no período entre 1986 e 1996 quando, entregando-se à sorte, escolheu aleatoriamente um quadro do Museu de Arte Moderna, o “*Desayuno*” de Juan Gris de 1914, com a finalidade de iniciar uma série de experiências para desenvolver espaço

tridimensional partindo desta base bidimensional, aventurando-se na aleatoriedade que ele iria gerar, procurando libertar-se do significado fixo dos caracteres e pictogramas criados.

Para a sua tarefa, analisou este quadro do cubismo desenhando-o e reconfigurando-o, primeiro com ferramentas tradicionais (analógicas) e depois com programas de CAD (Microstation e 3D Studio Max) extraindo-lhe formas aleatórias. Estas análises e desenhos *aleatórios* viriam a servir, mais tarde, para fazer uma apresentação, em sequências de vinhetas ao estilo de banda desenhada, com desenhos e *renders* que narram uma espécie de viagem a que o levou a análise do quadro. O “Duneray” (nome da apresentação publicada) representa assim as sequências espaciais retiradas do quadro. Quando a análise se revelava demasiado abstracta, Brown procurava manter a relação com a arquitectura usando-a como um gerador de formas.

“Mesmo assim tratava de vincular o espaço desenhado com o espaço real com painéis nas paredes e propostas de instalação. Agora, depois de ter trabalhado para estabelecer uma ligação forte entre o que está sobre o ecrã e o construído, também comecei a ver a esfera digital como algo mais que a mera representação, como um lugar com potencial da funcionalidade real.”⁵⁰

Era, portanto, uma tentativa de estabelecer relações directas do espaço desenhado, obtido a partir do quadro, e o espaço real. Este trabalho e este esforço de estabelecer uma ligação entre o digital e o físico, serviu para Brown encarar o ambiente digital como algo que vai além de suporte e meio de representação. O digital tem uma maior capacidade de resolver o problema de traduzir o real desde a representação, que é um problema de todo o tipo de representações, suportes e técnicas utilizadas para propor novos espaços. O digital tem a potencialidade de poder simular algo físico e estudar as suas características.

A publicação do “Duneray” não encerrou estes estudos, estes serviram ainda para continuar a explorar espaços digitais e usá-los com o objectivo de desenvolver plantas e alçados para os concursos do Centro Escocês de Desenho e a Sede da Fundação Mies van der Rohe em Barcelona. Com estes projectos, Brown pretende demonstrar que os seus estudos no campo digital estão ligados, também, ao estudo de estruturas físicas que podem nascer e evoluir desde o projecto e visualização virtuais. Pretende demonstrar que as formas desenvolvidas e reconfiguradas no ambiente digital podem servir como parte da criação no projecto

⁵⁰ BROWN, Duncan; correio electrónico enviado a Dennis Dollens, 16 de Novembro de 2000, *Apud* DOLLENS, Dennis; De lo digital a lo analógico; GG; Barcelona; 2002; pág. 82

arquitectónico. Para demonstrar estas ideias escreveu e publicou o livro *“Zenlux: Arquitectura e electrónica”* onde faz precisamente referência a esse tipo de relações entre o que se vê no ecrã e o real, fazendo uma espécie de marcação do início da *arquitectura digital*.

O tipo de ambientes criados nos jogos como Quake, em que Brown participou enquanto modelador, *“são autênticos espaços de arquitectura digital, são concebidos, programados e existem num espaço electrónico ainda que, ao mesmo tempo iluminam preocupações e técnicas de projecto enraizadas no espaço analógico.”*⁵¹ A incursão da arquitectura por estes campos, mostra-nos o que pode ser movermo-nos num espaço digital arquitectónico através de um motor de jogo, de forma muito mais rápida e suave do que através de espaços VMRL (Virtual Reality Modeling Language) abrindo possibilidades que não estão presentes em outros formatos, como o povoamento de espaços e a simulação da sua utilização.

Trata-se da apropriação da tecnologia na busca de novas e complementares formas de ver arquitectura. Conceptualmente, este tipo de visualização está próxima da visualização de uma maquete física, com a particularidade de a podermos ver por dentro, por fora, ou de nos movermos através dela. Este é um ambiente que facilita a exploração de um projecto, com capacidade para calcular alterações e experiências na forma e no espaço, automatiza deformações e proporciona com um clique escalas alternativas, visualização de materiais e lugares. Por tudo isto, as tecnologias digitais ganham uma grande importância na arquitectura, o arquitecto ganha um novo parceiro para o seu trabalho, sem que isto implique perda de individualidade como se ouve e lê constantemente em livros e artigos de opinião. Os pontos de partida são tão diferentes e possíveis quanto a imaginação do arquitecto o permita.

Diz Toyo Ito: *“A nova tecnologia não é antagónica à Natureza; pelo contrário, pode dizer-se que se está a criar uma nova espécie de natureza. Se a Natureza, tal como a conhecemos, tivesse de ser definida como real, então provavelmente esta natureza artificial deveria ser chamada virtual. E nós, contemporâneos, estamos equipados de dois tipos de corpo para corresponder a esses tipos de natureza. O corpo real que está unido ao mundo real por meio de fluidos que correm no seu interior e o corpo virtual unido ao mundo mediante o fluxo de electrões”.*⁵²

⁵¹ DOLLENS, Dennis; De lo digital a lo analógico; GG; Barcelona; 2002; pág. 85

⁵² *Ibid*; pág. 90

e. Conclusões

A evolução do desenho, do universo analógico para o digital, através dos sistemas de desenho assistido por computador, fez com que este visse aumentada a sua capacidade de resposta, aos problemas de projecto, envolta num enorme potencial de alterar os processos de arquitectura.

O potencial que o desenho assistido oferece, não tem como principal propósito substituir as formas de representação e comunicação tradicionais, mas o de as complementar oferecendo um maior número de possibilidades de resposta aos problemas.

Os métodos de produção são diferentes, como consequência evidente os resultados também o são. Tal como referem E. Kalay e Fernando Lisboa, as principais diferenças entre desenho assistido por computador e o analógico, com reflexo directo na forma de produzir e comunicar desenho de projecto, são o aumento do rigor e precisão; a sistematização de processos; a automatização de geometrias; a maior continuidade e interactividade entre as várias fases; a maior flexibilidade à transformação; um maior vocabulário de formas. Apesar destas grandes diferenças, o objectivo do desenho é, no digital, semelhante ao analógico. É uma produção gráfica que tem como objectivo auxiliar o Homem nos seus processos de comunicação. Desta forma, apesar de o propósito ser o mesmo, a forma como ele é conseguido é claramente diferente, portanto, os processos de comunicação são alterados e como consequência o próprio processo de arquitectura. No processo comunicativo a principal vantagem é o entendimento do criador com os leigos em arquitectura, que é, com as técnicas de visualização computacionais, muito mais claro e eficaz e representa uma grande evolução em relação ao desenho analógico.

No entanto, também o processo de comunicação entre os diferentes agentes é agora mais claro, incluindo para o criador que ao clarificar o processo de comunicação consigo próprio está a transformar o acto de concepção.

Como ficou claro no estudo sobre *modelações complexas*, a capacidade de edição e precisão de qualquer tipo de geometria é uma transformação, relativamente ao desenho analógico, que se veio a revelar importante na criação de novas linguagens arquitectónicas. O aumento do rigor permite aumentar significativamente a complexidade formal das criações sem que, com isso, sejam criadas dificuldades a nível representativo e, com elas, dificuldades de transposição para a construção.

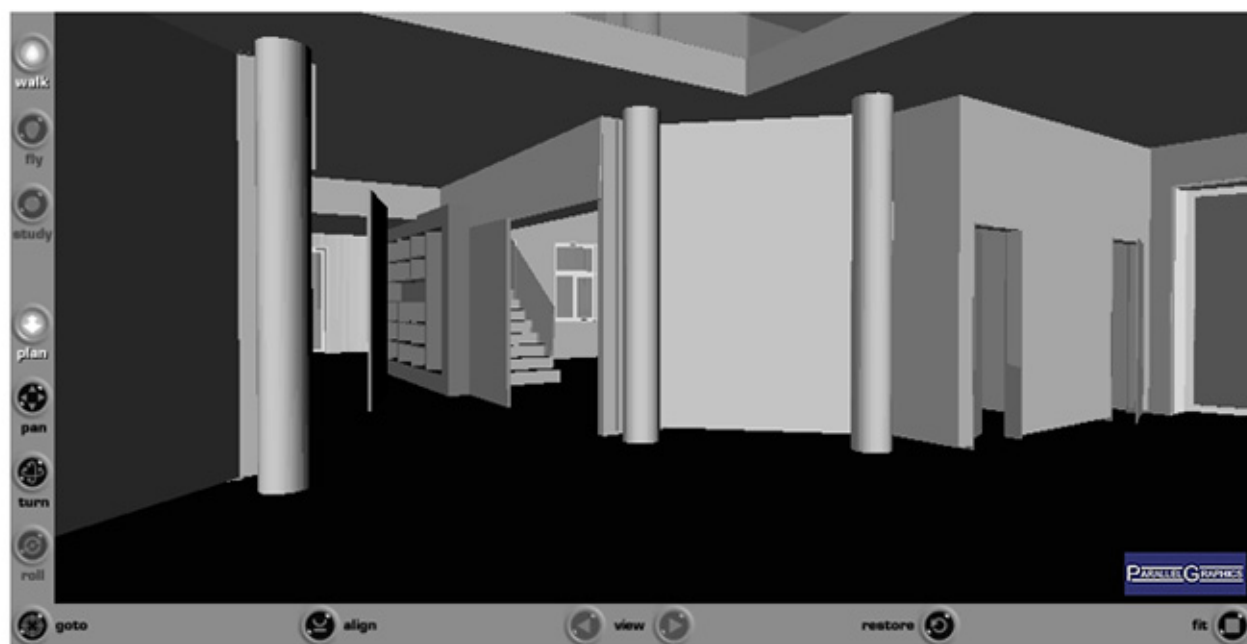
Este é um método, muito mais próximo do científico e tecnológico que o desenho manual, porque requer uma certa planificação antes de ser iniciado. Esta planificação exige uma disciplina que é extremamente valiosa para o desenho de projecto, obrigando a ter uma maior consciência sobre o trabalho que se vai realizar.

O desenho em arquitectura, ao ser assistido por computador, tal como concluí do estudo da *relação entre metodologias científica e artística*, aproxima-se de uma definição de arte digital. Assim, a maior presença da componente científica altera a forma como o desenho assistido se relaciona com as metodologias artísticas, mas sem com isso as eliminar ou diminuir. Dentro do campo geral da arte, o desenho de arquitectura assistido por computador faz parte de um sistema gráfico entendido como um conjunto de signos observáveis e relacionáveis entre si.⁵³

Outra das potencialidades que este desenho nos oferece é a criação de ambientes de *realidade virtual*, que permitem não só facilitar a comunicação com leigos, devido à sua capacidade de aproximação visual e interactiva com a realidade física, como a recriação de arquitecturas extintas ou ainda não existentes. Permitem ainda ao arquitecto, em fases avançadas do processo criativo, testar alguns aspectos da realidade física com mais detalhe e segurança que qualquer outro tipo de representação. No entanto, ficou também claro que, este tipo de representação, se mal utilizado, intencionalmente ou não, poderá trazer prejuízos quer para o seu criador quer para as pessoas com quem comunica, nomeadamente a nível de erros interpretativos causados por algum tipo de ilusão, que Don Ihde trata no seu livro *Bodies in technology*.

Ficou, então, aqui demonstrado que o desenho assistido por computador oferece um grande número de possibilidades ao arquitecto e aos processos em que se envolve, fazendo do computador um parceiro activo em todo o processo de arquitectura. A forma de apropriação e utilização destes métodos não é linear. Com os exemplos de Gehry e Brown tentei demonstrar como podem ser bastante diferentes de indivíduo para indivíduo. No capítulo seguinte, procurarei explorar uma diferente forma de aplicação do desenho assistido por computador, e das novas tecnologias, na comunicação e representação de arquitectura, com o propósito de estudar novas formas de complementar os actuais métodos de comunicação.

⁵³ SAINZ, Jorge; *El Dibujo de arquitectura : teoría e historia de un lenguaje gráfico*; pról. Juan Antonio Ramírez.; Estudios Universitarios de Arquitectura; Barcelona : Reverté, 2005.



Caso não consiga visualizar o modelo tridimensional, por favor [clique aqui](#) para efectuar o download do plugin.

instruções de navegação:

navegação com o teclado:



- ir em frente;
- ir para trás;

navegação com o rato:



o movimento do rato sobre o modelo, enquanto se pressiona o botão esquerdo

Figura 14
Ambiente VRML do E-learning café

http://elearningcafe.up.pt/vrml_trabalho.html

5. CASO DE ESTUDO (uso dos motores de videojogo como instrumento arquitectónico)

*The advent of computers and computer-based telecommunication has opened up a new opportunity for architects that did not exist in the past – the opportunity to inhabit a different kind of space, the information space.*⁵⁴

A aplicação das novas tecnologias ao campo da arquitectura, enquanto ferramenta e instrumento de trabalho, é cada vez mais comum. Neste contexto o computador tem adquirido especial importância, a sua evolução enquanto máquina e instrumento permitiu já a criação de diferentes formas de pensar e comunicar projecto urbano e de arquitectura, como a criação de modelos VRML ou a produção de imagens estáticas que simulam e antecipam a realidade, que hoje em dia, são comuns e habituais no processo de arquitectura, como complemento de outros métodos e representações. *Figura 14* Apesar de essas simulações serem por vezes extremamente realistas, não são ainda suficientes para comunicar e informar correctamente, os vários agentes envolvidos nas diferentes fases de projecto de arquitectura, uma vez que daí resultam ainda equívocos e deturpações durante o processo de descodificação da mensagem (um espaço urbano ou arquitectónico) que impedem a sua leitura de forma correcta e global.

A evolução dos computadores e dos seus componentes permite que, actualmente, os videojogos sejam dotados de um elevado realismo quer ao nível imagético (representação) como de interacção entre o utilizador e o modelo de jogo, ou seja, da movimentação dentro desse modelo e das imagens que ele produz, que é cada vez mais próxima da forma do homem interagir com modelos físicos. Este tipo de situação cria uma grande empatia com o público em geral que facilmente relaciona o espaço digital do que vê no ecrã com a realidade física em que vive de forma intuitiva.

*“Os videojogos demonstram a utilidade da simulação e mostram algumas das técnicas necessárias para interagir em um ambiente simulado, habituando os jogadores às transições entre o físico e o digital e estabelecem os níveis estéticos”.*⁵⁵

⁵⁴ KALAY, Yehuda E; *Architecture's new media : principles, theories, and methods of computer-aided design*; Cambridge, Mass; The Mit Press; 2004; pág. 455

⁵⁵ DOLLENS, Dennis; *De lo digital a lo analógico*; GG; Barcelona; 2002; pág. 69

Esta relação de interacção e compreensão intuitiva poderá ter benefícios, se transposta para a comunicação de arquitectura, como forma de colmatar as dificuldades comunicativas e interpretativas existentes nesta área. Há já algum tempo que os motores de jogo fazem parte de outras áreas que não as do lazer. Exemplo disso, é o seu desenvolvimento para fins militares pelo exército americano. Um simulador de voo, por exemplo, tem as mesmas características de um videojogo (embora mais desenvolvido e apurado para uma função muito específica). Este tipo de simulação não é usado apenas para treinos de técnicas de batalha, mas também como treino de interacção social, que se aplica à resolução de novos conflitos.

*“The fact is that our soldiers have to learn how to work in a disciplined process and have some empathy and have some understanding of the cultures and of the people and of the context that they're in”.*⁵⁶

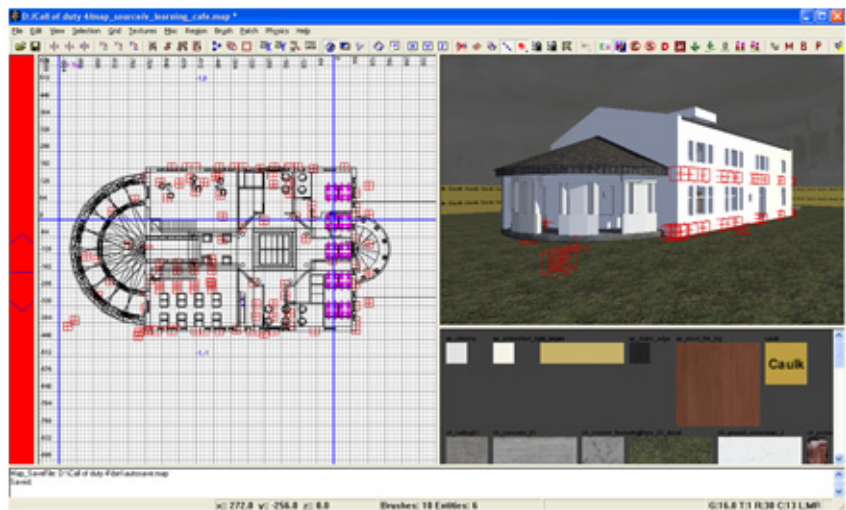
Estas simulações de ambientes reais, baseadas no entretenimento, com o seu enorme potencial de criar ambientes totalmente imersivos onde se pode ver e ouvir e, talvez no futuro, tocar e interagir com agentes digitais, estão a abrir uma brecha nas barreiras entre o espaço real e o virtual. Com a diminuição das desigualdades entre estes espaços distintos, cada vez mais o espaço virtual se pode entender como um *tubo de ensaio* da realidade física, onde se podem testar variadíssimos aspectos.

Tal como a indústria militar, a arquitectura pode tirar partido do uso destes motores de jogo abrindo a possibilidade à interacção entre agentes e o projecto mesmo antes da concretização física deste ou, por exemplo, introduzindo a simulação da ocupação de um espaço. Na própria indústria dos videojogos não é descartada esta opção e há já empresas que disponibilizam serviços para arquitectos para a construção de mundos e maquetas digitais, como é o caso da britânica Unrealty.

⁵⁶ HERZ, J.C.; At Play, it takes the armt to save a village; visto em <http://www.nytimes.com/2000/02/03/technology/game-theory-at-play-it-takes-the-army-to-save-a-village.html?n=Top/News/Technology/Columns/Game%20Theory>



Ambiente de jogo



Editor do ambiente de jogo

Figura 15
Software de Jogo
Call of duty 4 Modern Warfare

MODELO INTERACTIVO (SOFTWARE DE JOGO)

Neste capítulo, será realizado um pequeno estudo sobre a possibilidade de usar os motores de renderização de videojogos como instrumento de representação e comunicação de projecto de arquitectura. Este estudo tem como objectivo: estudar e reflectir sobre as potencialidades acrescidas que estes motores podem oferecer aquando da comunicação e representação de projecto e espaços de arquitectura, nomeadamente em relação aos métodos tradicionais de representação e às próprias tecnologias digitais dedicadas à arquitectura; avaliar a pertinência do uso desta tecnologia como instrumento de trabalho para o arquitecto; perceber se a relação custo/benefício é significativa em relação aos instrumentos já utilizados.

Pretendo, portanto, perceber até que ponto a investigação e evolução deste meio, no campo da arquitectura, pode ser útil e inovadora, em relação aos meios digitais já utilizados. Meios esses que, apesar de fazerem parte da prática da arquitectura há já alguns anos, continuam a ser definidos como novas tecnologias, um pouco devido à *aversão* profissional e, principalmente, académica de que têm sido alvo.

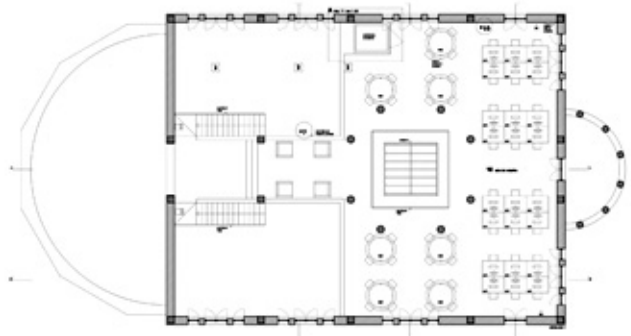
Não existindo software deste género dedicado à arquitectura, escolhi o videojogo *Call of Duty 4 Modern Warfare* como plataforma de trabalho. Sendo um jogo *in your face* (simula a interacção do homem com o espaço onde se encontra) dos mais populares do mercado, aposta num elevado grau de realismo visual e interactivo, oferecendo boas condições para o estudo pretendido. Figura 15

Como objecto de trabalho, selecionei um edifício existente (E-learning Café) de forma a poder confrontar e, de certa forma, relacionar a visualização e interacção computacional com a experiência física do local. A escolha deste edifício tem, também, como objectivo dar sequência a uma série de estudos relacionados com a comunicação e representação arquitectónica, realizados por pessoas ligadas à Faup, na plataforma CCRE (Centro de Comunicação e Representação Espacial) que tem precisamente este edifício como base.

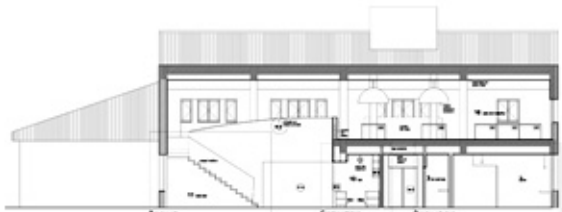
Como forma de aferir pessoalmente a eficácia de representação e comunicação deste software, propus-me modelar o edifício neste suporte sem o visitar, deixando a visita para depois da conclusão do modelo, de forma a experienciar na primeira pessoa a eficácia da representação deste modelo quando confrontada com a vivência física.



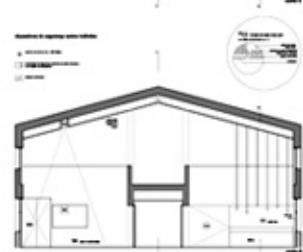
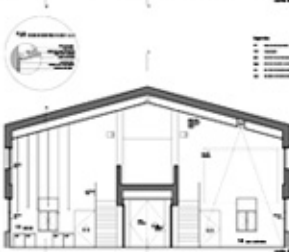
Planta 0



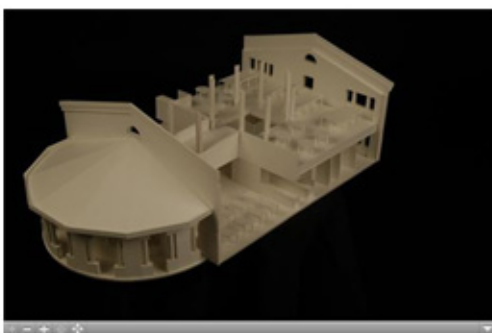
Planta 1



Secções Longitudinais



Secções transversais



Visualização virtual da Maqueta
<http://elearningcafe.up.pt/maquete.html>

Desenhos facultados pelo Prof. Arq. Pedro Leão Neto

Figura 16
 Métodos de representação em confronto com o software de jogo

Com o objectivo de recolher diferentes opiniões sobre diferentes métodos de representar e comunicar arquitectura, foi realizado um questionário, a pessoas com diferentes relações com a disciplina de arquitectura, de forma a servir de suporte a esta reflexão sobre a importância das tecnologias de informação e comunicação para esta disciplina e ajudar a perceber as potencialidades acrescidas que estas hoje oferecem aquando da comunicação e representação de projecto e espaços de arquitectura. ANEXO

Antes de mais, interessava aferir se este tipo de representação era útil e acrescentava algo em relação aos métodos de comunicação e representação tradicionais. *Figura 16* Neste aspecto, realmente, verifica-se uma regularidade em classificar a compreensão do espaço de forma mais positiva em relação aos métodos tradicionais, principalmente no que diz respeito à compreensão do espaço dinâmico e à percepção da relação do Homem com o espaço. Se esta situação era de esperar em relação aos leigos em arquitectura pela dificuldade que possuem em ler representações tradicionais, surpreendeu-me um pouco que mesmo pessoas pertencentes à área de arquitectura (estudantes e profissionais) valorizem a compreensão e percepção adquirida pelos modelos interactivos, apresentados no software de jogo, em detrimento dos métodos que usam no seu dia-a-dia.

Então, se de facto a utilização do motor de jogo, na representação e comunicação de arquitectura, produz uma alteração positiva no capítulo da compreensão e percepção espacial, interessa aferir quais os factores que geram essa valorização.

A capacidade de reproduzir e simular a visualização de formas e espaços de uma maneira mais realista é sem dúvida um dos factores que podem influenciar positivamente o grau de compreensão espacial. No entanto, este factor por si só não deverá fazer esquecer todos os outros. Já há algum tempo que é prática corrente na disciplina de arquitectura o uso de imagens realistas ou até mesmo *hiper-realistas* como forma de representação e comunicação de projecto. No entanto, essas imagens, como foi falado nos capítulos anteriores, não são suficientes e estão sempre condicionadas pela perspectiva e interesse do seu autor e, muito dificilmente conseguem comunicar um projecto de forma completa porque lhes falta a dimensão do movimento.

Este software, Call of Duty 4, permite introduzir a dimensão do movimento de forma bastante eficaz nos modelos que são criados. A interactividade na visualização de projectos de arquitectura não é novidade. Existem já diferentes formas de o conseguir como, por exemplo,

através dos modelos VRML. No entanto, com o Call of Duty 4 a interactividade com o modelo é bastante mais eficaz, porque a interacção e simulação do movimento do utilizador no espaço, representado no modelo, permite uma percepção mais próxima daquela que se obtém ao percorrer o mesmo espaço fisicamente, uma vez que reproduz de uma forma mais fiel essa experiência física. Essa aproximação à experiência física acontece, por exemplo, ao nível do campo de visão ou da forma como o utilizador se desloca pelo modelo, sendo possível por exemplo caminhar, correr, deitar ou ajoelhar, tal como ouvir o som que essas acções provocam que varia com o material utilizado. Este potencial permite um outro tipo de compreensão do espaço projectado porque consegue dar ao utilizador uma percepção dinâmica sobre esse espaço.

A capacidade que o software introduz de navegar e percorrer os diferentes espaços, simulando a sua sequência física (passar por portas, virar em corredores, etc...) permite de uma forma muito intuitiva e eficaz a compreensão do modelo no seu todo. Ou seja, por vezes mais do que vermos uma imagem de uma sala ou de um corredor, é importante percorre-los para melhor perceber a sua espacialidade e a relação entre os diversos espaços adjacentes. O percorrer um espaço, o tempo que isso demora, a relação que se vai estabelecendo entre os pontos por que se passa, são aspectos importantes para a percepção e compreensão de um projecto. São características que se associam ao Homem e à forma como este se relaciona com o espaço.

Aliás, a opinião sobre a importância da interactividade que estes modelos emprestam à visualização e comunicação de projecto, surpreendentemente, não varia muito, no questionário distribuído, entre profissionais e leigos em arquitectura. Na generalidade, todos sugerem que a interactividade destes modelos é importante porque permite relacionar de uma forma mais eficaz a relação do espaço com o Homem, sendo esse o factor mais influente para a compreensão do espaço como um todo, relativamente a outras formas de representar e comunicar arquitectura, como os métodos tradicionais, a fotomontagem ou até mesmo o vídeo.

Não é só no processo de comunicação final que a interactividade destes modelos se revela importante, a sua utilidade torna-se relevante em outras fases do processo de arquitectura, nomeadamente para o processo de ideação. Para este processo, mais de 80% dos inquiridos (relacionados com a disciplina da arquitectura) afirmaram ver a interactividade do modelo como muito útil. De certa forma, esta acaba por ser uma consequência lógica, se entendermos a fase de ideação como um processo de *intra-comunicação* que o projectista faz consigo mesmo, e assim, ao melhorar a comunicação estamos a melhorar também este processo.



Modelo 1

Elevado grau de abstracção



Modelo 2

Grau de abstracção intermédio



Modelo 3

Grau de abstracção reduzido



Fotografia do Espaço real
Arquivo pessoal

Grau de abstracção nulo

“Na medida em que introduz no projecto a dimensão ‘tempo’, a relação da arquitectura com o movimento do utilizador, e com elementos da sua envolvente física e ambiental (sol, por exemplo) permitirá na fase de projecto colocar diversas questões que os métodos de representação clássicos são incapazes de invocar”.⁵⁷

Ao invocar mais questões, estes modelos, introduzem também mais variáveis em fases mais avançadas do processo criativo, em que se torna útil realizar *testes* sobre os elementos idealizados, que resultam, de certa forma, num maior controlo sobre o projecto. Quanto mais aspectos controlarmos na hora de idealizar, com mais certeza ficamos sobre a qualidade da arquitectura idealizada. Outra questão importante é o facto de clientes normalmente não familiarizados com as representações arquitectónicas clássicas poderem facilmente intervir nesta fase de projecto, podendo ser uma mais valia para o processo, ou então uma grande condicionante, como é opinião de alguns arquitectos, pelo facto de o cliente perturbar o normal desenvolvimento de um projecto.

REALISMO/ABSTRACÇÃO

Depois de perceber a importância que a interactividade exerce no processo comunicativo, é interessante também aferir a relevância de conciliar diferentes níveis de abstracção de forma a aumentar a eficácia comunicativa, ou pelo menos de não a diminuir.

Para isso foram criados 3 modelos, com graus de abstracção diferentes e que serão designados por Modelo 1 (o mais abstracto), Modelo 2 (grau de abstracção intermédio) e Modelo 3 (o menos abstracto) *Figura 17*. O uso de diferentes níveis de abstracção tem como propósito avaliar a importância do nível de abstracção/realismo que caracteriza cada modelo para a compreensão de um projecto de arquitectura.

Tal como seria de esperar, a importância do realismo na compreensão de um projecto aumenta à medida que a relação do utilizador com a disciplina da arquitectura diminui. Esta parece uma questão óbvia devido à maior dificuldade, já aqui referida, deste tipo de utilizador decodificar e interpretar elevados níveis de abstracção. De certa forma, é surpreendente o facto de, neste tipo de utilizadores, uma percentagem significativa afirmar que um elevado grau de

⁵⁷ Excerto retirado de um questionário preenchido por um profissional de arquitectura

realismo, associado a uma grande quantidade de informação, pode até ser prejudicial para o entendimento de um espaço.

“Quando existe um elevado realismo a relação dos espaços com os usos é muito clara. Percebem-se mais as sensações reais do espaço porque permite assimilar o que se vê com esquemas mentais dos espaços vividos anteriormente. Pela negativa perde-se um pouco a ideia do espaço total, porque nos focamos noutra tipo de informação.”⁵⁸

Talvez por este facto, em resposta à pergunta 3, uma percentagem dos inquiridos, leigos em arquitectura, tenha classificado o modelo 2 como mais eficaz na compreensão do espaço. No entanto, quando inquiridos sobre a percepção da escala humana ou da orientação do espaço, os utilizadores que se inclinaram para o modelo 2 como o mais eficaz na compreensão do espaço, mudam de opinião e afirmam o modelo 3 como mais eficaz neste aspecto.

Desta situação concluo que um moderado grau de abstracção é benéfico para a compreensão do espaço e da capacidade de relacionar os diversos compartimentos entre si, no entanto a relação do espaço com o homem sai diminuída. A perda de uma caracterização mais realista retira ao utilizador elementos para estabelecer referências com o real e com o Homem, diminuindo a capacidade intuitiva de estabelecer paralelismo com a realidade e as suas vivências. Quando a abstracção é elevada e os elementos capazes de estabelecer relação com a realidade são escassos, como acontece no modelo 1, então os níveis de compreensão do espaço descem de forma muito acentuada, demonstrando que a relação Homem/espaço é também importante para a compreensão espacial.

Assim, perante um utilizador leigo em arquitectura, para além da variação de métodos de representação, será útil variar, também, os níveis de abstracção dessas representações facilitando-lhe a percepção espacial total, com modelos um pouco mais sintéticos e abstractos. O complemento destes modelos com outros menos abstractos será importante para fazer compreender ambientes e funções, para simular vivências que caracterizam o espaço e a relação com o Homem. Ou seja, usar diferentes níveis de abstracção para perceber o espaço e a sua funcionalidade, tal como demonstra a utilização dos modelos 2 e 3, embora um só funcione plenamente quando o outro também é conhecido.

⁵⁸ Excerto retirado do questionário, pergunta 6

“O modelo 2 é como ver uma casa em construção, vemos o espaço no seu todo sem estarmos preocupados com as cores as portas ou o tamanho do azulejo, permite-nos ver a essência do espaço. O modelo 3 dá-nos já informação extra, e mais facilmente identificamos o uso e a vivência de cada compartimento. Mas ao fazer isso cria um certo ruído que perturba a leitura do espaço em si, ficamos mais centrados na sua utilização, que afinal também é importante para caracterizar o espaço. Por isso, definitivamente acho que os dois são importantes e que se complementam.”⁵⁹

Deste questionário concluo também que, para os utilizadores, que apontam o realismo como factor importante para a compreensão de um projecto, a palavra realismo não corresponde a um hiper-realismo, ou a uma reprodução exacta da realidade, mas à utilização de elementos capazes de estabelecer paralelismo com ela. Esta situação é clara quando a estes utilizadores é pedido que classifiquem a importância de 5 características associadas ao realismo (cor, textura, luz, sombra e reflexos) na definição do ambiente de um espaço. Das 5 características apresentadas, nunca mais de 2 foram classificadas, em simultâneo, como muito importantes, sendo que os reflexos foram habitualmente classificados como pouco importantes. Aqui se percebe o porquê de afirmarem que o realismo é importante à compreensão de um projecto, apesar de estes utilizadores classificarem o modelo 2 como bastante eficaz na compreensão do espaço.

Para os profissionais e estudantes de arquitectura, o parágrafo anterior mantém-se verdade quando nos referimos a uma fase de projecto em que é necessário comunicar com pessoas exteriores à disciplina. No entanto, para estes, a importância dos níveis de abstracção está muito relacionada com a fase do processo de arquitectura em questão e com o destinatário da mensagem a transmitir.

Numa fase de idealização será útil uma maior abstracção que permita incidir apenas em aspectos mais relacionados com a arquitectura como a forma e a luz. Quando o destinatário da mensagem passa a ser alguém exterior ao conhecimento da disciplina arquitectónica, um cliente ou uma plateia, será pertinente diminuir o nível de abstracção de forma a facilitar a comunicação, dando-lhe um carácter mais intuitivo.

⁵⁹ Excerto retirado do questionário, pergunta 7

Assim, os modelos 1 e 2 são considerados como mais importantes para a compreensão de projecto quando esta é realizada durante o processo de concepção espacial. O modelo 3 fica remetido para a condição de apresentação ao cliente ou de modelo teste, para aferir o ambiente criado. E sendo classificado como muito eficaz para estes processos, então a variação existente na classificação da importância deste modelo 3, de intermédia a bastante, está relacionada, na minha opinião, com a importância que este tipo de utilizador atribui ao processo de comunicação com agentes exteriores ao processo de concepção. Assim, é de certa forma surpreendente que uma percentagem significativa dos inquiridos referencie o modelo 3 como ideal para comunicar com clientes e no entanto o refira como apenas satisfatoriamente ou pouco importante para o processo de arquitectura.

Para este tipo de utilizadores qualquer um destes modelos revela-se mais eficaz, quer como meio de comunicação quer como instrumento de trabalho, quando apoiados pelos métodos de representação tradicionais, uma vez que, através destes modelos, questões como a aferição de dimensionamentos não são tão simples e directas como, por exemplo, numa planta à escala.

CONHECIMENTO FÍSICO

Para averiguar a real eficácia interpretativa e comunicativa destes modelos, interessava confrontar a compreensão e percepção que as pessoas tinham destes modelos com a realidade, dando a possibilidade a utilizadores que conhecem fisicamente o espaço de manifestarem a sua opinião. Por vezes, apesar de ficarmos com a sensação de uma compreensão eficaz e total de um projecto, a interpretação que fazemos dos elementos fornecidos acaba por ser distinta da realidade. Assim, desta forma, pretendo verificar se a eficácia comunicativa revelada pelos utilizadores que não conheciam o espaço do E-learning café fisicamente é de facto real, ou apenas aparente.

Como seria de esperar, tendo por base um conhecimento físico do espaço, estes utilizadores revelaram uma maior facilidade em interpretar os modelos mais abstractos. Mesmo para as projecções ortogonais, verificou-se um acréscimo nos diferentes níveis de compreensão e comunicação enunciados no questionário. Esta situação acontece porque, neste caso, há uma inversão no processo. Existe já um conhecimento do espaço que permite criar uma imagem mental do mesmo na qual se vão identificando os elementos visionados nos modelos de representação. O processo de visualização e compreensão já não é tentar perceber o que

representa cada elemento mas identificar a representação dos elementos reais de que se tem conhecimento.

Assim, a questão fundamental, para este grupo de inquiridos, passava por perceber: se a compreensão do projecto através destes modelos corresponde de facto à verdade; que tipo de representação se aproxima mais da definição do espaço; se os diferentes tipos de abstracção usados servem de facto a um acréscimo da compreensão espacial.

Nesse sentido, o modelo 3 por ter mais referências à realidade foi considerado como muito capaz de representar o espaço. Por outro lado os modelos mais abstractos foram na generalidade considerados como apenas satisfatoriamente capazes de simular o espaço e as suas vivências. No entanto, é também feita referência que o uso destes modelos serve para ter uma nova percepção do espaço.

“Com o modelo 1 e o 2, apercebi-me de características que na realidade nunca tinha notado. Quando uso o espaço a ideia com que fico é que ele é mais pequeno do que aquilo que realmente é. Ao ver estas maquetas ficámos com uma noção do espaço totalmente diferente. É como ver uma folha de papel em branco ou cheia de riscos, a que está em branco chama atenção para outros pormenores como a dimensão da folha e os seus contornos.”⁶⁰

Quer isto dizer, que mesmo ao visitar um espaço fisicamente, a generalidade dos utilizadores não tem a capacidade ou pelo menos o objectivo de se abstrair dos elementos, que embora importantes para a definição de um ambiente, são supérfluos e perturbam a compreensão do espaço na sua essência.

EXPERIÊNCIA PESSOAL

Em sentido inverso a minha experiência pessoal foi a de primeiro conhecer o espaço através de diversos métodos de representação, incluindo os modelos criados por mim, e só depois conhecer o espaço fisicamente. Na questão formal não existiam grandes dúvidas, a variedade de meios utilizados tinha sido grande, desde as projecções ortogonais, modelos tridimensionais em software de CAD, modelos VRML, fotos e vídeos, davam-me alguma segurança quanto à correspondência formal. O foco de interesse estava na sensação e percepção espacial.

⁶⁰ Excerto retirado do questionário, pergunta 7

Ao entrar no espaço do E-learning café tive a sensação de o estar a visitar, como se já lá tivesse estado. De certa forma foi como se estivesse a aclarar uma memória que não era extremamente nítida. Estava perante um cenário onde não havia lugar a surpresas, ao virar uma esquina ia encontrar e sentir algo de que estava já à espera. O facto de conhecer o edifício em diferentes níveis de abstracção, foi de certa forma importante para esse factor, ao qual se alia o facto de já ter experienciado espaços com características semelhantes. A sensação, por exemplo, de passar do corredor a uma sala de pé direito duplo, pode ser imaginada, mas se nunca a tivesse vivido fisicamente dificilmente a conseguiria perceber de forma significativa apenas com a vivência do espaço virtual. Esta situação verifica-se, a meu ver, porque quando entramos em contacto com os modelos aqui apresentados, esse contacto resume-se ao ecrã do computador, não é um contacto abrangente a 360 graus como de facto acontece na realidade. No entanto, este contacto é já bastante satisfatório para ter uma ideia muito próxima do espaço real.

Embora reconheça mais semelhanças ao modelo 3, depois de visitar fisicamente o E-learning Café, sinceramente não consigo dizer qual dos modelos realizados permite uma melhor compreensão do espaço. Na realidade, depois de estudar o edifício e de o modelar, através de diverso trabalho realizado com diferentes modelos, eu já os tinha a todos completamente memorizados e, para mim, era como se fossem um só em estados de evolução diferentes e a visita ao edifício foi como visualizar a sua última evolução.

CONCLUSÃO

No processo de arquitectura existem cada vez mais actores que interferem e influenciam nas diferentes fases o resultado do projecto. Fazendo parte de áreas de saber muito heterogéneas, é difícil produzir uma representação eficaz para todos esses intervenientes recorrendo aos métodos habitualmente utilizados. Na ausência de um conhecimento específico de desenho de arquitectura, a utilização de ambientes virtuais interactivos simplifica o processo de comunicação e compreensão do espaço representado através de uma visualização mais intuitiva e interactiva das representações, à qual não é alheia a capacidade de introduzir na comunicação uma quarta dimensão (tempo). Essa quarta dimensão obriga a uma *renderização* em tempo real que tem como consequência uma diminuição, não muito significativa, do nível de realismo que estamos habituados a ver em imagens estáticas de apresentação de projectos. No

entanto, esse realismo extremo não é necessário à compreensão de um espaço e pode servir como interferência ao acto de compreensão como foi aqui referido. Esse tipo de imagens de qualidade fotorrealista serve apenas para criar expectativa ao utilizador, para o cativar, aumentando o seu nível de atracção pelo que vê, o que deve também ser encarado como uma tarefa importante no acto da comunicação.

Este tipo de software, permite criar visualizações em que a relação do utilizador com o projecto é muito forte, através de uma simulação, de ambientes reais, bastante bem conseguida. Estas simulações emprestam ao utilizador um elevado grau de liberdade na visualização e interacção com o modelo que lhe permitem compreender a forma e a organização do projecto, mas acima de tudo permitem-lhe imaginar sensações e vivências do mesmo e dessa forma aumentar, de facto, a compreensão espacial.

Estas são características que não encontramos em outras formas de representação usadas em Arquitectura e que podem servir as diferentes fases de projecto desde a ideação a uma eventual apresentação final. No entanto, deve ser ponderada a relação custo/benefício que a sua utilização poderá trazer para cada uma dessas fases. Esta é uma questão que varia com a forma de pensar e projectar de cada um. No entanto, em fases de idealização iniciais, o custo a nível de trabalho e tempo que um modelo destes acarreta, comparativamente aos benefícios que lhe traz, é demasiado pesado para incentivar a sua utilização. De facto, penso que só em fases mais avançadas onde existe a necessidade de visualizar tridimensionalmente uma ideia já estabilizada – processo habitualmente concretizado com as maquetas – o benefício que a utilização destes modelos traz ao processo é superior ao custo. E em fases de comunicação com pessoas exteriores ao processo de concepção o custo perde bastante significado relativamente ao benefício que lhe traz. Da mesma forma que permite ao utilizador exterior melhorar este processo de compreensão do espaço, também o pode fazer com o arquitecto/projectista como forma de testar as suas ideias, ganhando um carácter duplo de plataforma de apresentação e instrumento de trabalho. No entanto, enquanto instrumento de trabalho, a utilização de projecções ortogonais como complemento revela-se importante, na medida em que estes modelos apresentam uma menor facilidade na verificação e medição de dimensionamentos, aspecto fundamental no acto de projectar.

As limitações que senti na utilização deste software enquanto instrumento de trabalho foram criadas fundamentalmente por este ser um software com fins específicos de lazer, e com

um tema fortemente marcado – a guerra, que não tem como objectivo responder às necessidades que a representação arquitectónica apresenta. Apesar dessas limitações, os resultados foram francamente positivos e levam-me a pensar que, de facto, este pode ser um instrumento muito útil a acrescentar ao catálogo do arquitecto para uma melhoria do seu trabalho, quer como projectista quer como comunicador. Nesse sentido:

*“Se os motores de jogo se integrarem mais completamente como parte da visualização e apresentação arquitectónica – não há razão para pensar que as suas extensões de arquivos não serão incluídas, finalmente, em programas de CAD ou renderização para a sua exportação directa - , será um passo lógico no processo de levar adiante a visualização arquitectónica na era digital rumo aos computadores pessoais de milhões de usuários.”*⁶¹

Quando isto acontecer, e creio que acontecerá a curto-médio prazo, certamente serão eliminadas e melhoradas grande parte das limitações que se possam sentir agora a utilizar um software deste tipo como instrumento arquitectónico. Será um instrumento mais, a enriquecer o campo do desenho assistido por computador e por consequência os seus utilizadores. Não o vejo como capaz de servir sozinho as necessidades da prática da arquitectura, mas poderá ser certamente um complemento importantíssimo para esta prática.

⁶¹ DOLLENS, Dennis; De lo digital a lo analógico; GG; Barcelona; 2002; pág. 75

6. CONCLUSÃO

*“Habitual methods of representation and communication can, and have been, implemented computationally, often yielding faster and more efficient results than their manual counterparts. But computing technology offers much more than improved productivity over existing methods of communication and representation; it has the potential to change communication itself, thereby restructuring the profession of architecture as it has been practiced for the past 500 years.”*⁶²

Esta afirmação de E. Kalay poderia muito bem ser o enunciado do trabalho realizado. Neste estudo, foram abordadas questões relacionadas com a problemática da evolução do processo de arquitectura quer ao nível da criação quer ao nível da comunicação.

Desde a sua origem, o Homem tem evoluído constantemente, adquirindo novos hábitos, novos processos e novas necessidades. A arquitectura é uma disciplina que serve as necessidades do Homem e por isso não pode ser alheia a esta evolução. É reconhecido que os métodos de representação tradicionais em arquitectura, enunciados no capítulo 2, já não são suficientes para uma resposta eficaz às problemáticas que hoje em dia se apresentam perante esta disciplina. Por esse motivo, assistimos a uma apropriação das novas tecnologias como instrumento de trabalho do arquitecto. Numa sociedade que vive cada vez mais da influência digital e das novas tecnologias, esta apropriação é uma consequência quase lógica e inevitável, para que a arquitectura continue a ser parte integrante e importante da vida do Homem.

À medida que aumenta a consciência da importância que a arquitectura tem, na vida do Homem, o interesse nos problemas a que a disciplina procura responder e, principalmente nas soluções que apresenta para os solucionar, é cada vez mais generalizado a todos os sectores da sociedade. Assim, cada vez mais gente se interessa em intervir no processo de definição dos espaços que o Homem vivencia, desde a escala territorial, à urbana e à do próprio edifício.

Nesse aspecto, conclui-se que a comunicação é, cada vez mais, um factor determinante em todo o processo de arquitectura. Sendo uma disciplina de carácter multidisciplinar, o acto de comunicar está sempre presente, seja entre os vários agentes que participam no projecto, seja

⁶² KALAY, Yehuda E; Architecture's new media : principles, theories, and methods of computer-aided design; Cambridge, Mass; The Mit Press; 2004; pág.189

com o cliente, o público, uma plateia ou o arquitecto com ele mesmo. A diferença entre uma comunicação boa e eficaz e uma comunicação má e errónea, do ponto de vista interpretativo, é que esta pode impedir que todos estes agentes, que participam no processo, desenvolvam acções de sucesso, incluindo o próprio projectista, que ao não dominar em absoluto o que idealiza, está a introduzir condicionantes e limitações desnecessárias ao seu trabalho e, a contribuir para uma diminuição da qualidade das soluções apresentadas. Assim, transformações no processo comunicativo reflectem-se, também, no próprio processo de arquitectura.

No campo da representação e da comunicação, os sistemas de desenho assistido por computador, estudados no capítulo 4, vieram de facto melhorar a resposta que o projectista pode dar perante a sociedade, não só ao nível da eficácia comunicativa, como também ao nível da eficácia de produção reduzindo os tempos de espera. No entanto, a evolução deve continuar. Estamos perante tecnologias que se desenvolvem a um ritmo aceleradíssimo, em que um curto espaço de tempo é suficiente para a apresentação de melhorias significativas em relação a processos anteriores. No entanto, como processo evolutivo que é, os novos processos não visam especialmente substituir os anteriores. Os novos processos surgem principalmente como complemento, como apoio a outros já existentes.

Na arquitectura isso é evidente, apesar das novas formas de visualização que as tecnologias lhe vieram trazer, como os modelos digitais tridimensionais, as fotomontagens ou as animações, as projecções ortogonais que surgiram há centenas de anos, continuam a ser instrumentos fundamentais para a prática da arquitectura. Sofreram evoluções ao nível dos códigos de abstracção e da forma de produção, mas a sua utilidade, a sua essência e importância mantêm-se.

Ao logo desta dissertação ficou patente a ideia que a comunicação de arquitectura pode ser realizada através de muitos e diferentes métodos de representação, suportes e técnicas. Cada um desses métodos apresenta vantagens e desvantagens em maior ou menor grau, mas não há um que se possa afirmar como ideal e perfeito para se usar de forma solitária. Ficou claro que a conjugação de meios permite uma acção complementar entre os vários meios utilizados, proporcionando oportunidades de projecto e de comunicação que cada um não seria capaz de produzir individualmente.

Ficou também claro que se devem variar os meios e métodos de representação, consoante o conteúdo da mensagem, e a pessoa a quem esta se destina. Neste sentido, as tecnologias digitais apresentam-se como bastante eficazes, quando existe uma necessidade de diminuir os níveis de abstracção da mensagem aproximando-a de uma visualização real. A aproximação ao real, conseguida pelas novas tecnologias, para além de facilitar a compreensão da mensagem, é muito útil como forma de cativar e suscitar o interesse destas matérias por parte de leigos em arquitectura incapazes de interpretar uma representação tradicional. No entanto, ficou também demonstrado que a conjugação destas representações, mais realistas, com outras um pouco mais abstractas se revelam importantes na compreensão de determinadas características do espaço, como os planos e os volumes.

Neste estudo, apresentei alguns exemplos e casos concretos como o de Frank Gehry e o de Duncan Brown, como formas de apropriação das novas tecnologias na arquitectura e as potencialidades que cada uma acrescenta ao processo de arquitectura. De facto, as potencialidades que estas nos oferecem são muitas, e não existe um manual de utilização que explique como as introduzir no processo de arquitectura. A apropriação destes métodos e instrumentos está relacionada com a individualidade e objectivos de cada um. Individualidade que demonstrei não sair prejudicada pelo facto de se utilizarem as novas tecnologias e as máquinas a elas associadas.

A discussão sobre a perda de individualidade e artisticidade, na disciplina da arquitectura, tem já alguns anos e parece não ter fim. No entanto, após este estudo, concluo que não existe razão para que ela exista apenas porque os agentes intervenientes no processo arquitectural, utilizam uma máquina como suporte e ferramenta de trabalho – o computador. Se é verdade que ficou provado que os diferentes instrumentos produzem diferentes formas de relacionamento, entre o criador e a criação representada, também é verdade ter ficado a demonstração, no capítulo 4, que a arte não tem relação directa com os instrumentos utilizados, mas com a criatividade e capacidade do criador em usar esses instrumentos. O facto de se ter criado um triângulo no processo arquitectural entre arquitecto, desenho e computador, apontado, também, como aspecto importante para esta linha de pensamento, na realidade este sempre existiu desde os primeiros desenhos de arquitectura. É aqui determinante perceber que, o vértice do triângulo ocupado pelo computador deveria ser substituído por suporte e instrumento e que, já antes do computador ele era ocupado por outros suportes, outros instrumentos e ferramentas que

permitiam a execução física do desenho, que não deixa de existir. Um ecrã de visualização digital é tão físico como uma folha de papel. A diferença entre a condição física de um e de outro é que: o digital tem uma grande vantagem de transporte e comunicação em tempo real que, só traz benefícios para o processo arquitectural; no digital há maior interactividade com a informação, e no mesmo espaço, apenas com um clique, podem circular diferentes tipos de representação. Esta vantagem, rapidamente se pode transformar em desvantagem. O facto da informação poder circular de forma rápida e com uma enorme facilidade de transformação de escala pode induzir o utilizador em erro. Da mesma forma, o facto de a visualização estar limitada pela dimensão do ecrã ou projector, impede que por vezes se possa visualizar, na totalidade, um desenho, a uma determinada escala, originando uma diminuição da percepção global do mesmo.

Não querendo diminuir ou eliminar a importância do analógico, as tecnologias digitais oferecem um enorme número de possibilidades que enriquecem o processo de arquitectura. A sua utilização pode de facto alterar o processo de idealização, como ficou visível com o exemplo de Frank Gehry, que serve também como demonstração de que as novas tecnologias não são elemento limitador da actividade criativa mas antes potenciadoras dessa mesma actividade. Potenciadoras ao ponto de tornar viável a idealização de formas de complexidade formal elevadíssima, quer pela sua capacidade de representação rigorosa, quer pela capacidade de estabelecer relação com a indústria e os processos construtivos. Desta forma, podemos relacionar directamente novas linguagens arquitectónicas às novas tecnologias.

Assim, o computador, ao contrário de outros instrumentos no passado, revela-se um parceiro activo fundamental, presente em várias fases do processo de arquitectura uma vez que, grande parte das tarefas do arquitecto, são realizadas e facilitadas através deste instrumento. Devido a esta condição, é exigido ao projectista um maior domínio e conhecimento sobre este instrumento. De facto, os programas de desenho assistido por computador podem contribuir com um enorme potencial para o desenvolvimento e comunicação de projecto se forem utilizados de forma correcta. De outro modo, podem dar origem a autênticos desastres no processo de arquitectura e seus resultados.

As tecnologias de desenho e modelação digital, apesar de ainda apelidadas de *novas tecnologias*, estão já enraizadas na arquitectura alterando o seu processo. É já impensável retroceder e abandonar todas as potencialidades que estas nos oferecem, quer a nível criativo, quer a nível comunicativo. O caso de estudo desenvolvido permitiu-me consolidar a ideia de que,

ao acrescentar a dimensão tempo à visualização de um espaço, a possibilidade de criar uma realidade virtual, na qual o utilizador possa interagir de uma forma muito próxima do que acontece com o mundo físico, constitui uma mais valia não só para o processo de arquitectura, mas também para a sociedade em geral. A possibilidade de mapear o mundo à escala 1:1 permitirá, por exemplo, preservar ou reconstituir património histórico que de alguma forma esteja condenado fisicamente ao desaparecimento ou à condição de ruína.

No entanto, apesar de estes ambientes serem cada vez mais fiéis à realidade física, e a reprodução de sensações se aproximar dessa mesma realidade, é necessário entender que vivenciar este tipo de modelos e ambientes, por muito detalhada que seja a informação, por muito próximo da realidade que ela seja, não substitui o mundo real e físico que é dotado de uma enormidade de informação e sensações que muito dificilmente se conseguirá reproduzir exactamente. A compreensão total de um espaço e as suas vivências está, ainda por isso, confinada à visita física desse mesmo espaço.

*“Making places for human inhabitation is, of course, what architects, landscapes architects, town planners, and interior designers have been doing in physical space for hundreds of years. Yet cyberspace designers have not yet capitalized on the theories, experiences, and practices that have been guiding physical place making.”*⁶³

Não sendo objectivo do arquitecto criar espaços virtuais que substituam a experiência física, a evolução da tecnologia digital e as vantagens que daí podemos retirar, aliadas à atracção social que estes ambientes provocam, faz com que caminhemos para atingir esses fins.

⁶³ KALAY, Yehuda E; Architecture's new media : principles, theories, and methods of computer-aided design; Cambridge, Mass; The Mit Press; 2004; pág. 455

7. ANEXO

Este questionário tem como objectivo recolher a sua opinião sobre diferentes métodos de representar e comunicar arquitectura, de forma a servir de suporte a uma reflexão sobre as novas tecnologias de informação e comunicação para a arquitectura e as potencialidades acrescidas que estas hoje oferecem aquando da comunicação e representação de projecto e espaços de arquitectura.

- 1) Já visitou fisicamente o espaço do E-Learning Café (Pólo de Asprela)? Sim ☐ Não ☐
- 2) Qual a sua relação com a disciplina de Arquitectura ? Estudante ☐ Profissional ☐ Nenhuma ☐

PERCEPÇÃO DO ESPAÇO

As respostas às questões que em seguida são colocadas devem ser dadas através da escala de 5 pontos que se indica:

1 Fraco/Nenhum 2 Mau /Pouco 3 Satisfatório 4 Bom /Bastante 5 Excelente / Muito

- 3) Para cada uma das diferentes representações do espaço, classifique a comunicação de projecto tendo em consideração os seguintes aspectos

	Modelo 1					Modelo 2					Modelo 3					Projecções ortogonais					Maqueta virtual				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Compreensão da organização do espaço																									
Compreensão e percepção da relação entre compartimentos																									
Compreensão e percepção do espaço em movimento																									
Orientação no espaço																									
Percepção da escala (relação Homem/Espaço)																									

MODELO INTERACTIVO (software de Jogo)

- 4) Classifique de que forma a interactividade deste software permite ao utilizador uma melhor compreensão do espaço)? Justifique em poucas palavras a sua resposta.

Justifique

1 2 3 4 5

- 5) Que utilidade poderá ter este tipo de interactividade para o processo de ideação de um projecto de arquitectura?

Justifique

1 2 3 4 5

- | |
|--|
| |
|--|

1	2	3	4	5

- | | Classifique | | | | | Justifique |
|---------------------------|-------------|---|---|---|---|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Modelo 1
+ abstracto | | | | | | |
| Modelo 2
+/- abstracto | | | | | | |
| Modelo 3
- abstracto | | | | | | |

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|---|---|---|---|---|
| Cor | | | | | |
| Textura | | | | | |
| Luz | | | | | |
| Sombra | | | | | |
| Reflexos | | | | | |

- | | Modelo 1 | | | | | Modelo 2 | | | | | Modelo 3 | | | | |
|----------|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Cor | | | | | | | | | | | | | | | |
| Textura | | | | | | | | | | | | | | | |
| Luz | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sombra | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reflexos | | | | | | | | | | | | | | | |

- | Modelo 1 | | | | | Modelo 2 | | | | | Modelo 3 | | | | |
|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | | | | | | | | |

O presente questionário foi apresentado a 50 indivíduos distribuídos por 4 grupos: Estudantes de arquitectura (15), Leigos em arquitectura (15), Profissionais de arquitectura (10) e Pessoas que conheciam o espaço do e-learning café fisicamente (10).

Em seguida serão apresentados os resultados, em percentagem, dos questionários distribuídos ao grupo de Estudantes, onde foram considerados 11 válidos e 4 nulos.

☐ 0 - 20 %
 ☐ 20 - 40 %
 ☐ 40 - 60%
 ☐ 60 - 80%
 ☐ 80 - 100%

- 1) Já visitou fisicamente o espaço do E-Learning Café (Pólo de Asprela)? Sim ☐ Não ☒
- 2) Qual a sua relação com a disciplina de Arquitectura ? Estudante ☒ Profissional ☐ Nenhuma ☐

PERCEÇÃO DO ESPAÇO

As respostas às questões que em seguida são colocadas devem ser dadas através da escala de 5 pontos que se indica:
1 Fraco/Nenhum 2 Mau /Pouco 3 Satisfatório 4 Bom /Bastante 5 Excelente / Muito

- 3) Para cada uma das diferentes representações do espaço, classifique a comunicação de projecto tendo em consideração os seguintes aspectos

	Modelo 1					Modelo 2					Modelo 3					Projecções ortogonais					Maqueta virtual				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Compreensão da organização do espaço: perceber a localização e a relação entre os diversos compartimentos																									
Compreensão e percepção do espaço em movimento																									
Orientação no espaço																									
Percepção da escala (relação Homem/Espaço)																									

MODELO INTERACTIVO (software de Jogo)

- 4) Classifique de que forma a interactividade deste software permite ao utilizador uma melhor compreensão do espaço)? Justifique em poucas palavras a sua resposta.

Justifique

1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☒ ☒

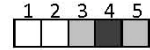
- 5) Que utilidade poderá ter este tipo de interactividade para o processo de ideação de um projecto de arquitectura?

Justifique

1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☒ ☒

6) Que importância atribui ao nível de

- | |
|--|
| |
|--|



	Classifique					Justifique
	1	2	3	4	5	
Modelo 1 + abstracto						
Modelo 2 +/- abstracto						
Modelo 3 - abstracto						

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

	1	2	3	4	5
Cor					
Textura					
Luz					
Sombra					
Reflexos					

- | | | |
|----------|----------|----------|
| Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 |
|----------|----------|----------|

	Modelo 1					Modelo 2					Modelo 3				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Cor															
Textura															
Luz															
Sombra															
Reflexos															

- | | | |
|----------|----------|----------|
| Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 |
|----------|----------|----------|

Modelo 1					Modelo 2					Modelo 3				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Dos 15 questionários distribuídos ao grupo de Leigos em arquitectura, foram considerados 12 válidos e 3 nulos. Das respostas válidas os resultados foram os seguintes:

☐ 0 - 20 % ☐ 20 - 40 % ☐ 40 - 60% ☐ 60 - 80% ☐ 80 - 100%

- 1) Já visitou fisicamente o espaço do E-Learning Café (Pólo de Asprela)? Sim ☐ Não ☒
- 2) Qual a sua relação com a disciplina de Arquitectura ? Estudante ☐ Profissional ☐ Nenhuma ☒

PERCEÇÃO DO ESPAÇO

As respostas às questões que em seguida são colocadas devem ser dadas através da escala de 5 pontos que se indica:
1 Fraco/Nenhum 2 Mau /Pouco 3 Satisfatório 4 Bom /Bastante 5 Excelente / Muito

- 3) Para cada uma das diferentes representações do espaço, classifique a comunicação de projecto tendo em consideração os seguintes aspectos

	Modelo 1					Modelo 2					Modelo 3					Projecções ortogonais					Maqueta virtual				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Compreensão da organização do espaço: perceber a localização e a relação entre os diversos compartimentos																									
Compreensão e percepção do espaço em movimento																									
Orientação no espaço																									
Percepção da escala (relação Homem/Espaço)																									

MODELO INTERACTIVO (software de Jogo)

- 4) Classifique de que forma a interactividade deste software permite ao utilizador uma melhor compreensão do espaço)? Justifique em poucas palavras a sua resposta.

Justifique

1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☒

- 5) Que utilidade poderá ter este tipo de interactividade para o processo de ideação de um projecto de arquitectura?

Justifique

1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☒

Dos 10 questionários distribuídos ao grupo de Profissionais em arquitectura, foram considerados 9 válidos e 1 nulo. Das respostas válidas os resultados foram os seguintes:

☐ 0 - 20 % ☐ 20 - 40 % ☐ 40 - 60% ☐ 60 - 80% ☐ 80 - 100%

- 1) Já visitou fisicamente o espaço do E-Learning Café (Pólo de Asprela)? Sim ☐ Não ☒
- 2) Qual a sua relação com a disciplina de Arquitectura ? Estudante ☐ Profissional ☒ Nenhuma ☐

PERCEPÇÃO DO ESPAÇO

As respostas às questões que em seguida são colocadas devem ser dadas através da escala de 5 pontos que se indica:
1 Fraco/Nenhum 2 Mau/Pouco 3 Satisfatório 4 Bom/Bastante 5 Excelente/Muito

- 3) Para cada uma das diferentes representações do espaço, classifique a comunicação de projecto tendo em consideração os seguintes aspectos

	Modelo 1					Modelo 2					Modelo 3					Projecções ortogonais					Maqueta virtual				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Compreensão da organização do espaço: perceber a localização e a relação entre os diversos compartimentos																									
Compreensão e percepção do espaço em movimento																									
Orientação no espaço																									
Percepção da escala (relação Homem/Espaço)																									

MODELO INTERACTIVO (software de Jogo)

- 4) Classifique de que forma a interactividade deste software permite ao utilizador uma melhor compreensão do espaço)? Justifique em poucas palavras a sua resposta.

Justifique

1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☒ ☐

- 5) Que utilidade poderá ter este tipo de interactividade para o processo de ideação de um projecto de arquitectura?

Justifique

1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☒ ☒

NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO/REALISMO

Dos 10 questionários distribuídos ao grupo de pessoas com conhecimento físico do espaço, foram considerados 8 válidos e 2 nulos. Das respostas válidas os resultados foram os seguintes:

☐ 0 - 20 % ☐ 20 - 40 % ☐ 40 - 60% ☐ 60 - 80% ☐ 80 - 100%

- 1) Já visitou fisicamente o espaço do E-Learning Café (Pólo de Asprela)? Sim ☒ Não ☐
- 2) Qual a sua relação com a disciplina de Arquitectura ? Estudante ☐ Profissional ☐ Nenhuma ☒

PERCEPÇÃO DO ESPAÇO

As respostas às questões que em seguida são colocadas devem ser dadas através da escala de 5 pontos que se indica:

1 Fraco/Nenhum 2 Mau/Pouco 3 Satisfatório 4 Bom /Bastante 5 Excelente / Muito

- 3) Para cada uma das diferentes representações do espaço, classifique a comunicação de projecto tendo em consideração os seguintes aspectos

	Modelo 1					Modelo 2					Modelo 3					Projecções ortogonais					Maqueta virtual				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Compreensão da organização do espaço: perceber a localização e a relação entre os diversos compartimentos																									
Compreensão e percepção do espaço em movimento																									
Orientação no espaço																									
Percepção da escala (relação Homem/Espaço)																									

MODELO INTERACTIVO (software de Jogo)

- 4) Classifique de que forma a interactividade deste software permite ao utilizador uma melhor compreensão do espaço)? Justifique em poucas palavras a sua resposta.

1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☒ ☒

- 5) Que utilidade poderá ter este tipo de interactividade para o processo de ideação de um projecto de arquitectura?

1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☒ ☒

NÍVEIS DE ABSTRACÇÃO/REALISMO

8. ÍNDICE DE IMAGENS

Figura 1	10
Modelo circular de comunicação de Schramm e Osgood de 1954	
Figura 2	10
Esquema de intervenientes no processo de arquitectura	
Figura 3	12
Projecto para o edifício da faculdade de Arquitectura de Delf, Holanda	
Figura 4	18
Ópera de Sidney, Jorn Utzon	
Foto da sala de concertos	
Fotos exteriores desde o rio	
Plantas e secção longitudinal	
Figura 5	19
Ambiente Archicad 9	
Figura 6	33
Museu Guggenheim, Bilbao, Frank Gehry	
Imagem do modelo interactivo do site oficial do museu	
Plantas piso 0 e piso 1	
Alçado Ribeirinho	
Figura 7	33
Museu da Guerra Imperial, Manchester, Daniel Libeskind	
Imagem de modelo virtual	
Plantas piso 0	
Secção Longitudinal	
Figura 8	36
Pez Dorado, Barcelona, Frank Gehry	
Imagem da modelação digital	
Fotografias exteriores	
Figura 9	36
Passeig Icària, Barcelona, Enric Miralles	
Fotografia exteriores	
Planta e esquemas de alçado	

Figura 10.....	39
Arte Digital	
Lines in Space, 1997, Charles Csur	
Scolor 11, (não datado), Charles Csur	
Cavern, 1995, David Em	
Transjovian_pipeline, 1979, David Em	
QUAD- II,1968, Robert Mallary	
Figura 11.....	42
Escadas de Schroder	
Figura 12.....	43
Alçado de um projecto do arquivo pessoal	
Representação tradicional	
Rendering	
Figura 13.....	45
Deturpação da realidade	
Projecto incorporado no 3D Studio Max 9 (parâmetros reais)	
Projecto incorporado no 3D Studio Max 9 (parâmetros reais deturpados)	
Figura 14.....	54
Ambiente VrmI do edifício E-learning Café, pólo da Asprela	
Figura 15.....	56
Call of Duty 4 Modern Warfare	
Ambiente do Jogo	
Software de edição	
Figura 16.....	57
E- learning Café, pólo da Asprela	
Plantas piso 0 e piso 1	
Secções longitudinais	
Secções Transversais	
Foto de visualização virtual da maquete física	
Figura 17.....	59
Modelos desenvolvidos	
Modelo 1	
Modelo 2	
Modelo 3	
Fotografia do espaço real (E-learning Café)	

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AICHER, Otl - Analógico y digital - Barcelona: GG, cop. 2001

ALEXANDER, Christopher; Notes on the synthesis of form; Cambridge, Mass: Harvard University Press; 1970

ALONSO PEREIRA, José Ramón; Introducción a la historia de la arquitectura: de los orígenes al siglo XXI; pról. Pedro Navascués; Barcelona: Reverté; 2005

ARANTES, Priscilla; Arte e Mídia: perspectivas da estética digital; São Paulo; Senac; 2005Costa, J. Almeida;

BAHAMÓN, Alejandr - Sketch: planificar y construir=planejar e construir - Barcelona: Instituto Monsa de ediciones; 2005

COSTA, J. Almeida; Dicionário da Língua Portuguesa, 6ª edição Dicionários Editora; Porto Editora

DE FIGUEIREDO, Cândido; Dicionário da Língua Portuguesa 24ª edição; Bertrand Editora; 1991

DOLLENS, Dennis; De lo digital a lo analógico; GG; Barcelona; 2002

DUARTE, Fábio - Arquitectura e tecnologias de informação: da revolução industrial à revolução digital -São Paulo: FAPESP, 1999

ENGELI, Maia - Bits and spaces: architecture and computing for physical, virtual, hybrid realms: 33 projects by architecture and CAAD - ETH Zurich 2001

FERNÁNDEZ RUIZ, José; El Renacimiento del Patrimonio a través del Dibujo Digital; congreso "El dibujo del fin del Milenio; Universidade de Granada; Granada; 2000

FILLER, Martin; Ghosts in the house; The New York Review of Books; 1999

GAMIZ GORDO, Antonio; Ideas sobre analisis, dibujo y arquitectura; Universidade de Sevilla; 2003

HERZ, J.C.; At Play, it takes the army to save a village visto em:
<http://www.nytimes.com/2000/02/03/technology/game-theory-at-play-it-takes-the-army-to-save-a-village.html?n=Top/News/Technology/Columns/Game%20Theory>

IHDE, Don; Los cuerpos en la tecnología: nuevas tecnologías: nuevas ideas acerca de nuestro cuerpo / Don Ihde ; [traducción de Cristian P. Hormazábal]; Universidad Oberta de Catalunya; Barcelona; 2004

KALAY, Yehuda E; Architecture's new media: principles, theories, and methods of computer-aided design; Cambridge, Mass; The Mit Press; 2004

LISBOA, Fernando; Desenho de arquitectura assistido por computador; FAUP Publicações; Porto; 1997;

MORGAN, Conway Lloyd - Virtual architecture - London: B. T. Batsford, 1995

MONTEIRO, João; Risco digital: desenho e representação; Faup Prova Final pf.507; 2004/2005

NETO, Pedro Leão; Urban design representation an communication: computer visualization and public perception in contemporary Portugal; Manchester: School of Planning and Landscape; 2002

PINTO, Ana Lúcia; História da arte ocidental e portuguesa: das origens ao final do século XX / Ana Lúcia Pinto, Fernanda Meireles, Manuela Cernadas Cambotas; Porto; Porto editora; 2001

PLÁCIDO, Isabel; Comunicação e informação no projecto de arquitectura: um modelo suportado pelas novas tecnologias; Lisboa; LNEC; 1997

RODRIGUES, Ana Leonor; O desenho: ordem do pensamento arquitectónico; Editorial Estampa; Lisboa; 2000

SAINZ, Jorge; El Dibujo de arquitectura : teoría e historia de un lenguaje gráfico; pról. Juan Antonio Ramírez.; Estudios Universitarios de Arquitectura; Barcelona : Reverté, 2005

TAVARES, Domingos; Leon Baptista Alberti: teoria da Arquitectura; 1ª ed; Porto; Dafne Editora; 2003

THOMSEN, Christian W. - Visionary architecture: from Babylon to virtual reality - Munich, Prestel, 1994

VIEIRA, Andrea; Aplicação para representação e comunicação espacial; Faup Prova Final pf.758; 2006/2007

VIEIRA, Joaquim; O desenho e o Projecto São o Mesmo?; FAUP Publicações; Porto; 1995;

Taller digital: el ordenador como instrumento del proyecto arquitectónico; Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1999

<http://elearningcafe.up.pt>

<http://foldoc.org/>

<http://www.artelista.com>

<http://www.csuri.com>

http://www.guggenheim-bilbao.es/visita_virtual/visita_virtual.php?idioma=es

<http://www.robertmallary.com>