



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

FACULTAD DE BELLAS ARTES DE SAN CARLOS
DEPARTAMENTO DE PINTURA

Programa Doctorado: ARTES VISUALES E INTERMEDIA

Tesis doctoral:

**Estudio teórico-práctico de la Camera Obscura y de la
Camera Lucida. Una nueva propuesta de máquina de dibujo
digital**

Presentada por: JOÃO DOS SANTOS

Dirigida por: Dr. FRANCISCO JAVIER SANMARTÍN PIQUER

MAYO 2012

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que me permitiram desenvolver este projecto de investigação e experimentação, especialmente ao meu Director de tese, Dr. Francisco Javier Sanmartín Piquer pela sua orientação, dedicação e apoio incondicional.

Agradeço à Universidade Politécnica de Valência e ao Instituto Politécnico de Leiria a possibilidade de desenvolver esta tese.

Agradeço ao Dr. Jochen Dietrich que originou o meu interesse pela Camera Obscura, tendo-me apoiado na sua experimentação. Agradeço ao Dr. Philip Cabau a sua amizade, apoio e conselhos no sentido da clareza. Agradeço à Dra. Isabel Baraona a sua amizade, conselhos e apoio. Agradeço também a Fernando Silva, Eunice Sandra Gomes da Silva e a Sérgio Valentim os seus conselhos.

Agradeço a todos os amigos e colegas que me apoiaram em todo este processo.

Aos meus pais que sempre apoiaram as minhas decisões e à Sofia e ao Rafael, com os quais sinto que fiz esta tese.

Índice

<u>Agradecimentos.....</u>	<u>2</u>
<u>RESUMO EM PORTUGUÊS.....</u>	<u>7</u>
<u>RESUMEN EN CASTELLANO.....</u>	<u>8</u>
<u>RESUM EN VALENCIÀ.....</u>	<u>9</u>
<u>SUMMARY IN ENGLISH.....</u>	<u>10</u>
<u>INTRODUÇÃO</u>	<u>12</u>
<u>Introdução.....</u>	<u>13</u>
Motivação e Contextualização.....	14
Hipótese.....	22
Metodologia.....	25
Notas finais	30
<u>CAPÍTULO 1.....</u>	<u>31</u>
<u>Camera Obscura e Camera Lúcida.....</u>	<u>32</u>
Estudo do seu desenvolvimento e utilização desde o século XV até ao séc. XX.....	33
Parte 1 - A Camera Obscura – século XVI e início de XVII.....	35
Parte 2 - A Camera Obscura – séculos XVII e XVIII.....	54
Parte 3 – A Camera Obscura e a Camera Lúcida – passagem do séc. XVIII para o séc. XIX.	103
Parte 4 - Outros referentes para a máquina digital de desenhar	145
<u>CAPÍTULO 2.....</u>	<u>199</u>
<u>Perceber a imagem que se desenha, relações entre a máquina digital de desenhar e a inteligência visual.....</u>	<u>200</u>
Relações entre a máquina digital de desenho e a “inteligência visual”	201

<u>Busca Visual e Atenção.....</u>	<u>247</u>
<u>A percepção subjectiva do tempo – as durações.....</u>	<u>251</u>
<u>A percepção subjectiva do tempo do desenhador ao utilizar a máquina digital de desenho.....</u>	<u>256</u>
<u>Uma nota final acerca de desenho e percepção visual (ou expectativa).....</u>	<u>260</u>
<u>CAPÍTULO 3.....</u>	<u>263</u>
<u>Desenhar com a máquina digital de desenhar, ligar partes...264</u>	
<u>Desenhar – ligar partes.....</u>	<u>265</u>
<u>CAPÍTULO 4.....</u>	<u>289</u>
<u>O desenho de calque - o desenho com a máquina é uma cópia</u>	
<u>.....</u>	<u>290</u>
<u>O desenho com a máquina é uma cópia.....</u>	<u>291</u>
<u>Nota acerca do tipo de imagem produzido pela máquina digital de desenhar.....</u>	<u>311</u>
<u>CAPÍTULO 5.....</u>	<u>314</u>
<u>Descrição da máquina digital de desenhar.....</u>	<u>315</u>
<u>Versão 1 da máquina digital de desenhar.....</u>	<u>329</u>
<u>Versão 2 da máquina digital de desenhar.....</u>	<u>349</u>
<u>Versão 3 e versão 4 da máquina digital de desenhar.....</u>	<u>362</u>
<u>Versão 5 da máquina digital de desenhar.....</u>	<u>363</u>
<u>Versão 6 da máquina digital de desenhar.....</u>	<u>375</u>
<u>Versão 7 da máquina digital de desenhar.....</u>	<u>382</u>
<u>Próximas versões – uma ideia.....</u>	<u>393</u>
<u>CAPÍTULO 6.....</u>	<u>395</u>
<u>Utilização da primeira versão da máquina digital de desenhar</u>	
<u>.....</u>	<u>396</u>

<u>Testes de utilização da primeira versão da máquina digital de desenhar.....</u>	<u>397</u>
<u>CONCLUSÕES.....</u>	<u>425</u>
<u>Conclusões.....</u>	<u>426</u>
<u>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</u>	<u>437</u>
<u>Livros.....</u>	<u>438</u>
<u>Artigos.....</u>	<u>450</u>
<u>Livros Electrónicos.....</u>	<u>459</u>
<u>DVD e vídeos online</u>	<u>460</u>
<u>Teses.....</u>	<u>461</u>
<u>Referências Online.....</u>	<u>462</u>
<u>Software.....</u>	<u>464</u>
<u>Outras Referências.....</u>	<u>465</u>
<u>ÍNDICE DE IMAGENS.....</u>	<u>466</u>
<u>ANEXO 1.....</u>	<u>467</u>
<u>Parte 1 - esboços para concepção da máquina.....</u>	<u>468</u>
<u>Parte 2 - desenhos realizados com a Camera Lúcida.....</u>	<u>477</u>
.....	<u>478</u>
<u>Parte 3 - desenhos realizados com uma Camera Obscura (delineamentos).....</u>	<u>480</u>
<u>Parte 4 - desenhos realizados com a máquina digital de desenhar (versão 1).....</u>	<u>481</u>
<u>Parte 5 - ficheiros vídeo com a captura do ecrão da parte 4....</u>	<u>482</u>
<u>ANEXO 2.....</u>	<u>483</u>
<u>desenho de calque 1 – à distância.....</u>	<u>484</u>
<u>ANEXO 3.....</u>	<u>490</u>
<u>Desenho de calque 1 – contacto.....</u>	<u>491</u>

<u>ANEXO 4.....</u>	<u>499</u>
<u>A Camera Obscura como máquina de conhecer, o olho de Kepler, o olho de Descartes e tele-epistemologia.....</u>	<u>500</u>
<u>ANEXO 5.....</u>	<u>515</u>
<u>Modularidade (da máquina digital de desenhar).....</u>	<u>516</u>
<u>Parte 1 – A modularidade na ciência e na arte.....</u>	<u>519</u>
<u>Parte 2 – Lev Manovich e a modularidade.....</u>	<u>540</u>
<u>Parte 3 – Pure Data, um sistema modular.....</u>	<u>549</u>
<u>Conclusão – modularidade da máquina digital de desenho.....</u>	<u>559</u>
<u>ANEXO 8.....</u>	<u>569</u>
<u>Fichas de testes da versão 1 da máquina digital de desenhar</u>	<u>570</u>

RESUMO EM PORTUGUÊS

A tese propõe a criação e desenvolvimento de uma nova máquina digital de desenhar em que o acto de desenhar permita ver mais e conhecer melhor, apoiada no estudo da utilização e do funcionamento da Camera Obscura e da Camera Lúcida enquanto máquinas de desenhar e de visualizar.

A primeira parte é uma investigação teórica e prática dessas máquinas, focando-se na análise histórica e conceptual da sua evolução tecnológica e utilização. Esta análise complementa-se com experiências de desenho utilizando as máquinas com o intuito de explorar as suas capacidades enquanto meio de representação e de indagação da realidade. Abordam-se outros referentes, abrangendo áreas da engenharia informática até às artes visuais, do século XX até à actualidade, que se julga poderem contribuir para uma leitura actualizada dos mecanismos e conceitos do desenho utilizados na tese. Os capítulos 2 a 4 completam esta parte através de uma abordagem aos mecanismos da percepção visual envolvidos neste tipo de desenhar, ao desenho como meio de conhecer e ao desenho de calque ou cópia como modo possível de ver mais. Estes capítulos são transversais a toda a tese.

Na segunda parte da tese apresentam-se as experiências realizadas que suportam a metodologia utilizada e que originaram as várias versões da máquina apresentadas. O módulo computacional é programado em Pure Data. Toda a máquina se organiza por módulos, admitindo uma grande elasticidade ao seu desenvolvimento.

A utilização da máquina permite perceber o acto de desenhar e indica novas possibilidades ao seu desenvolvimento futuro.

RESUMEN EN CASTELLANO

La tesis propone la creación y el desarrollo de una nueva máquina de dibujo digital en la que el acto de dibujar permita ver más y conocer mejor. Con base en los estudios teóricos-prácticos de la cámara oscura y la cámara lúcida, como dispositivos para dibujo de imagen.

En la primera parte se presenta la investigación teórica- práctica de estos dispositivos, con especial énfasis en el análisis histórico y conceptual de la evolución tecnológica que se complementa con la utilización de las máquinas como un medio para representar y cuestionar la realidad. Este análisis se complementa con la presentación de otras referencias que van desde la ingeniería informática a las artes visuales, durante el siglo 20 hasta la actualidad, como contribución a un conocimiento actualizado de los conceptos subyacentes del dibujo y los mecanismos que aquí se presentan. En los Capítulos 2 a 4 se realiza un estudio de los mecanismos de percepción visual que participan en este tipo de dibujo (cap.2), el dibujo como un medio para la comprensión (cap.3), y la localización como una posible intención de ver más (cap. 4). Estos tres capítulos son transversales en toda la tesis.

En la segunda parte, los experimentos que apoyan la metodología utilizada y que están en el origen de las diferentes versiones de la máquina son presentados. El módulo computacional está programado en Pure Data, y toda la máquina se compone como un sistema modular, con una gran elasticidad y posibilidades de desarrollo.

El uso de la máquina permite la percepción del acto de dibujar, y al mismo tiempo indica nuevas posibilidades para futuros desarrollos.

RESUM EN VALENCIÀ

La tesi proposa la creació i el desenvolupament d'una nova màquina digital en la que l'acte de dibuixar permeta veure més i conèixer millor. Amb base en els estudis teòrics-pràctics de la cambra fosca i la cambra lúcida, com a dispositius per a dibuix d'imatge. En la primera part es presenta la investigació teòrica-pràctica d'estos dispositius, amb especial èmfasi en l'anàlisi històrica i conceptual de l'evolució tecnològica que es complementa amb la utilització de les màquines com un mitjà per a representar i qüestionar la realitat. Esta anàlisi es complementa amb la presentació d'altres referències que van des de l'enginyeria informàtica a les arts visuals, durant el segle 20 fins a l'actualitat, com a contribució a un coneixement actualitzat dels conceptes subjacents del dibuix i els mecanismes que ací es presenten. En els Capítols 2 a 4 es realitza un estudi dels mecanismes de percepció visual que participa "en este tipus de dibuix (cap.2), el dibuix com un mitjà per a la comprensió (cap.3), i la localització com una possible intenció de veure més (cap. 4) . Estos tres capítols són transversals en tota la tesi. En la segona part, els experiments que recolzen la metodologia utilitzada i que estan en l'origen de les diferents versions de la màquina són presentats. El mòdul computacional està programat en Pure Data, i tota la màquina es compon com un sistema modular, amb una gran elasticitat i possibilitats de desenvolupament. L'ús de la màquina permet la percepció de l'acte de dibuixar, i al mateix temps indica noves possibilitats per a futurs desenvolupaments.

SUMMARY IN ENGLISH

The thesis proposes the creation and development of a new digital machine for drawing in which the act of drawing allows one to see more and to know better. Based on the theoretical and practical studies of the Camera Obscura and Camera Lucida as drawing and imaging devices.

The first part deals with the practical and theoretical investigation of these machines, with a special focus on the historical and conceptual analysis of its technological evolution and use, complemented with drawing experiences using the machines as a media for representing and questioning reality. This analysis is complemented with the presentation of other references ranging from computer engineering to the visual arts, from the 20th century until now, as a contribution to an updated understanding of the underlying drawing concepts and mechanisms that are presented here. Chapters 2 to 4 complete this part of the thesis through the study of the visual perception mechanisms involved in this type of drawing (ch.2), drawing as a mean to understanding (ch.3), and tracing as a possible mean to see more (ch.4). These three chapters are transversal to the whole thesis. On the second part, the experiments that support the used methodology and that are at the origin of the different versions of the machine are presented. The computational module is programmed in Pure Data, and the entire machine is composed as a modular system, with great elasticity and development possibilities.

The use of the machine allows the perceiving of the act of drawing, and at the same time indicates new possibilities for future developments.

INTRODUÇÃO

Introdução

Para a apresentação da máquina digital de desenhar que proponho nesta tese começarei por descrever as motivações, relacionadas com a minha prática enquanto desenhador, e a sua contextualização para a formação da hipótese que proponho.

Motivação e Contextualização

A Camera Obscura enquanto máquina de desenhar tem sido por mim utilizada como um instrumento no processo de desenho, mediando o meu desenho e a percepção da realidade.

Para desenhar utilizo uma Camera do tipo *reflex*, composta por uma lente que aumenta a definição da imagem e por um espelho que a endireita e reflecte num plano horizontal onde possa ser traçada. O trabalho que conduz este processo de desenho é de extracção e de selecção das marcas de uma imagem projectada sobre um papel - eu selecciono os traços que irão figurar como contornos da cena enquadrada pela máquina, sendo esta a única decisão que tomo ao utilizar a Camera Obscura para desenhar.

Para que uma imagem se produza no interior de uma Camera Obscura basta que haja luz no exterior - premissa que está na origem dos meus desenhos, sendo esta a razão pela qual a única decisão que tomo ao desenhar é relativa aos contornos a incluir no desenho.

O desenho que resulta deste processo é um contorno das partes que copiei por cima da imagem projectada.

Ao longo do tempo tenho notado que cada vez mais os desenhos que produzo desta maneira são desenhos que se afastam do objecto desenhado, que as marcas que escolho traçar alteram a percepção da continuidade da forma dando origem a várias hipóteses de figura, quase sempre irreconhecível. Este processo de selecção errada deriva do conhecimento que tenho acerca da impossibilidade de fazer um desenho inequívoco da imagem do objecto projectado na máquina. A equivalência objectiva entre o modelo do desenho e o seu desenho só existe para cada desenhador.

O que a Camera Obscura produz no observador, potencial desenhador, é um efeito da possibilidade da realidade ser como se vê

projectada, mais real que o real, por ser mais agradável e mais atraente. Esta possibilidade provoca a ilusão de só ser possível um desenho para cada imagem, ou seja, qualquer pessoa que copie as marcas dos contornos do modelo irá realizar um desenho igual ao modelo e como a máquina e o modelo são os mesmos, todas as pessoas farão um desenho igual – o único desenho para uma dada imagem é uma característica da *perspectiva artificialis* renascentista, destronada como representação objectiva da realidade pela imagem produzida no interior da Camera Obscura. O que notei foi o contrário, para cada imagem há tantos desenhos diferentes quantos os que eu faça, mesmo que o meu esforço seja no sentido de me manter focado nos contornos, não indagando de quê ou o que distinguem.

O desenho assim produzido é um desenho em que todas as partes se equivalem, pois o traço que percorre os contornos não varia consoante as partes sejam mais ou menos importantes para a construção da percepção da imagem e o efeito de perspectiva que se nota na imagem é anulado pelo desenho. O desenho com a Camera Obscura será, assim, um desenho de cópia sem expressividade e esta falta de expressividade é comum a todos os desenhos feitos tendo a mesma imagem como modelo. Desta forma os desenhos tornam-se num único desenho, por serem graficamente desinteressantes¹, não se distinguindo uns dos outros.

Cada desenhador irá produzir um desenho diferente e o interesse gráfico de cada desenho irá dever-se à capacidade de cada um para transladar da imagem para o papel as marcas necessárias (e/ou suficientes) à representação. Esta capacidade para incluir umas

1 Desinteresse que não se nota no caso de ser um desenho camuflado, se a intenção for de nivelamento. O interesse referido não tem qualquer relação com o prazer que se sente ao contemplar uma imitação, característico, por exemplo, do trompe l'oeil ou da imagem produzida numa Camera Obscura.

marcas e excluir outras é onde reside a possibilidade de o desenho ser expressivo, interessante ou não nivelado, e esta capacidade relaciona-se com o olhar do desenhador, que se treina pela prática do desenho. Assim, penso que a Camera Obscura é uma máquina de ver pelo desenho, ou melhor, pode ser uma máquina de ver mais pelo desenho.

Para onde a máquina aponta forma-se no seu interior uma imagem que é o objecto do desenho. Esta característica da Camera Obscura está na origem do fascínio que provoca, um fascínio pictórico que tem sido substituído pelas comparações da imagem assim produzida com a fotografia filtrada através do *photoshop*. Esta também é a característica que tornou a Camera Obscura num modelo do olho durante vários séculos – o modo como a imagem projectada no interior de uma Camera Obscura é semelhante ao que se verifica com a projecção de uma imagem do exterior na retina do olho humano. Este facto, aliado ao fascínio provocado pela visão de uma cena do exterior com as suas cores, movimentos e perspectiva, enquadrada no interior de uma sala escura, estão na origem do entendimento de a imagem assim produzida ser uma cópia fiel da realidade.

A Camera Obscura é uma máquina que serve para desenhar, mas acima de tudo é uma máquina de dar a ver que produziu um novo tipo de olhar na Europa até ao século XIX. Um olhar que transformou a realidade em dados observáveis e mensuráveis, objectivando-a através de um enquadramento facilitador do juízo (como diria John Locke). Este enquadramento também produziu um novo tipo de pintura, assente em secções do quotidiano – para onde a Camera aponta há sempre um objecto para uma pintura.

Dos textos que consultei para a realização desta tese ressalta que a Camera Obscura, entendida na tradição das máquinas de perspectiva, utilizada como máquina de desenho serve o fim da pintura, com a vantagem de esta produzir um efeito atmosférico pictórico que com as outras era funcionalmente impossível obter. Também ressalta nos tratados de perspectiva dos séculos XVII e XVIII o facto de produzir uma imagem equivalente “*ponto a ponto*” ao seu objecto. Verificando-se esta correspondência, seria de esperar que um desenho realizado por meio da cópia (decalque) de todas as marcas da imagem resultasse numa cópia fiel do modelo. Esta objectividade não se atinge porque a sugestão de marcar tudo não tem em conta a “*inteligência visual*” do observador, responsável por agrupar partes para extrair sentidos da informação visual que recebe. Se o desenho inclui todas as marcas possíveis o resultado será imperceptível, devido ao excesso de informação visual que o cérebro do observador terá que processar, produtora da incapacidade para distinguir umas partes das outras que, por via da falta de expressividade, se equivalem entre si.

A equivalência “*ponto a ponto*” sugeriu-me uma forma de procurar resolver o problema que coloca ao desenhador e ao observador do desenho – desenvolver uma máquina de desenhar, baseada na Camera Obscura, que obrigue o desenhador a produzir um desenho ponto a ponto. Não como um meio de decalcar uma correspondência da realidade, mas como um método ou processo de organizar a feitura do desenho – um ponto ou área de cada vez. Esta forma surgiu enquanto pensava naquela que está implícita na possibilidade de a Camera Obscura poder ser uma máquina de desenhar por meio da qual se veja mais. Assim, encontro-me com uma questão que

começa a formar um princípio de hipótese: será possível ver mais pelo desenho se o desenho for realizado como um processo ponto a ponto?

Reflectindo sobre o processo de desenhar ponto a ponto surgiu a analogia com o processo de desenho utilizando uma Camera Lúcida, especialmente através da descrição contida numa troca de correspondência entre T. Sheldrake e R. S. Bate publicada no *Journal of natural philosophy, chemistry and the arts*, entre 1809 e 1810. Nesta troca de cartas Bate afirma que se pode mover a cabeça em conjunto com o olho para perscrutar o prisma, alargando assim o campo visual sem prejuízo do desenho, isto é, sem distorções. A minha experiência na utilização da Camera Lúcida aponta no mesmo sentido, há cenas que podem ser maiores que a área central do campo de visão quando se espreita através do prisma de uma Camera Lúcida e este aumento do campo visual é conseguido à custa de um movimento da cabeça, ponto a ponto – consegue-se esta aumentação porque cada área que se acrescenta à inicial é a sua continuação, havendo continuidade da cena até começar a notar-se distorção.

O processo de desenho com a Camera Lúcida difere do da Camera Obscura uma vez que a imagem a ser traçada não está projectada sobre nenhuma superfície que não seja o olho do desenhador, parecendo que o desenho decorre sobre um plano virtual que se situa acima da folha onde se desenha, não se verificando também nenhum corte entre o que se está a desenhar e a realidade, ou seja, não há uma caixa ou sala escura onde a imagem é produzida e enquadrada - a imagem na Camera Lúcida é uma imagem individual e a imagem na Camera Obscura é uma imagem pública ou partilhável; julgo que esta diferença é suprida pelo facto de ambas as imagens serem

fascinantes devido ao modo como são produzidas, que o enquadramento para ambas acaba por as tornar em experiências subjectivas, ou seja, cada desenhador tem o seu objecto ou modelo, independentemente das condições em que é produzido e apresentado.

A diferença maior e que me levou a procurar misturar as duas máquinas encontra-se no perscrutar do prisma, enquanto a imagem na Camera Obscura é dada a ver toda de uma vez, a imagem na Camera Lúcida tem que ser procurada ponto a ponto. Juntando estes dois modos de dar a ver ou mostrar a imagem, surgiu a hipótese de construir uma máquina de desenhar que ao mesmo tempo que projecta uma imagem inteira, só admite ao olhar o acesso ponto a ponto.

As exigências que uma máquina com estas características faz ao desenhador relacionam-se com a extracção e selecção das marcas a traçar. Uma máquina de desenhar que fundamente o seu funcionamento na Camera Obscura e na Camera Lúcida deve ser uma máquina que dirija o desenhador a ver mais pelo desenho o que costuma ver quotidianamente.

No dia a dia estamos rodeados de informação visual, o nosso ambiente visual está inundado de informação que não percebemos por não ser necessária ao desempenho das actividades diárias, só seleccionamos do ambiente visual a informação estritamente necessária à prossecução dos objectivos diários. De tal modo que se o objectivo diário se alterar para desenhar aquilo que vemos no dia a dia, surgem grandes dificuldades. Uma delas é a consciência das nossas selecções, que habitualmente não existe, pois recorremos a padrões armazenados

na memória. De facto, não vemos quase nada no nosso dia a dia, não necessitamos de muita atenção para levar a cabo as tarefas diárias e actuamos com base em preconceitos.

Edward Hill² considera o preconceito como um entrave ao olhar, isto é, ao preconcebermos o que estamos a ver, estamos a categorizar o objecto e a desenhar a categoria e não uma experiência em directo.

Reconhecer o preconceito pode ser uma maneira de ver para além dele.

A máquina de desenhar deverá conduzir o desenhador a libertar-se do preconceito, a ter consciência daquilo que está a ver, ou seja, a tomar atenção à informação que extrai do ambiente visual e à selecção que faz dessa extracção para transladar como marca na superfície do desenho. A máquina deverá dispor de um conjunto de restrições que sirvam ao desenhador para conhecer melhor o que está a desenhar.

Ivan Sutherland, na descrição do sistema *Sketchpad*, refere a sua incursão no campo do desenho artístico através da cópia da fotografia de uma rapariga e subsequente translação para o *Sketchpad*. A operação que descreve é de segmentação do retrato nas suas partes salientes: olhos, boca, nariz, sobrancelhas, cabelo, ... e manipulação dessas partes, para constatar que a relação que elas estabelecem entre si é o que torna o retrato estável, a alteração de qualquer uma das partes altera o todo – modificando-se o enquadramento visual altera-se o sentido do desenho³.

² Hill, E. (1966). *The language of drawing*. New Jersey, Prentice Hall, Inc.

³ Sutherland, I. (1963). *Sketchpad: A man-machine graphical communication system*. *Computer Laboratory*. Cambridge, Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology. **PhD**, pp. 107-110, “... *apagamento de tudo à excepção da boca e de seguida de tudo à excepção do olho, obtivemos características [do rosto]. Ao recolocar essas características na área vazia do rosto, descobrimos que apesar da rapariga original ser uma menina de olhar doce, aparece uma personagem totalmente diferente*”

A interface física do *Sketchpad* é manipulada com duas mãos, uma segura a caneta (*light pen*) que traça sobre o ecrã e a outra gere os constrangimentos para as acções da caneta. O que primeiro me interessou neste sistema foi a manipulação das formas através de um sistema de restrições e só depois é que me interessou a manipulação do sistema utilizando as duas mãos.

Nesta tese, a versão da máquina digital de desenhar que se apresenta testada, tem as restrições automatizadas. Só depois da análise dos testes tomei a decisão de deixar ao desenhador a manipulação das restrições utilizando a mão que não traça o desenho. A segunda coisa que me interessou foi o desenho por partes, a segmentação da forma em partes que podem denotar a forma dependendo das ligações que estabeleçam entre si – um tipo de desenho ponto a ponto. Por fim, o facto de se tratar de um sistema modular com capacidade para evoluir, aproximou-me da forma modular da máquina. Subjacente a estes interesses esteve o facto de se tratar de um sistema mediado por um computador.

se a sua boca for feita um pouco maior. A utilização de um computador para automatizar parcialmente um processo artístico trouxe-me, a um não artista, algum entendimento do efeito de certas características na aparência de um rosto.” ;

“Returning to the tracing and erasing everything except the mouth and then everything except an eye we obtained features. In refitting the features to the blank face we discovered that, although the original girl was a sweet looking miss, an entirely different character appears if her mouth is made larger (...). Using a computer to partially automate an artistic process has brought me, a non-artist, some understanding of the effect of certain features on the appearance of a face.”

Hipótese

Tendo contextualizado as motivações, o passo seguinte é apresentar a pergunta que define a hipótese:

Será possível criar e desenvolver uma máquina digital de desenhar que baseie o seu funcionamento na Camera Obscura e na Camera Lúcida e que permita ao desenhador ver mais e conhecer melhor o seu objecto?

Penso que o olhar do desenhador deve procurar o que distingue as coisas das outras coisas - que só é olhar quando ultrapassa o preconceito ou aumenta o conhecimento dos objectos em memória. A minha experiência enquanto desenhador e docente de disciplinas de desenho mostra que um desenhador inexperiente, ao desenhar à vista ou decalcando uma imagem, tende a desenhar os objectos como os conhece e não como os está a ver – desenha o estado permanente de uma representação para um tipo de objecto sem se aperceber de que o está a fazer. Esta é a razão porque na maioria dos textos consultados acerca das duas Cameras como máquinas de desenho se aconselha, ou que o desenhador já tenha experiência, ou que dedique algum tempo a aprender a desenhar com a máquina. Embora estes conselhos se verifiquem mais frequentemente relativamente à utilização da Camera Lúcida, não deixa de se notar que um desenho de calque realizado com uma Camera Obscura deve ser objecto de uma acção de extracção e selecção para que o desenho se refira ao seu modelo.

A razão porque pergunto se é possível a um desenhador conhecer melhor o objecto do seu desenho prende-se com a constatação de que muitos dos desenhos de cópia (de calque ou de imitação) e à vista que tenho podido observar revelam falta de atenção ao seu objecto. São tidos pelos seus desenhadores como acabados, mesmo

quando entre o desenho e o seu modelo não consigo encontrar uma correspondência. Esta subjectividade do desenho, em que o desenhador considera objectivamente finalizado um desenho no qual só ele reconhece o seu modelo, cria no desenhador a ilusão da correspondência entre o que está a ver e o que desenhou e essa é uma razão para tentar criar uma máquina que permita ao desenhador ter consciência dessa correspondência. Ponto a ponto e em processo.

Penso que o desenhador consegue ver mais de cada vez através de uma redução do seu campo visual ponto a ponto (ou área a área), pois o enquadramento do objecto, tornando-se novo, evita que o olhar se adapte, permitindo ao desenhador a extracção de mais marcas, ou seja, numa área reduzida do campo visual a percepção do número de marcas visuais é maior. Esta restrição ao campo visual destina-se a provocar no desenhador a necessidade de perceber quais as marcas extraídas que deve seleccionar para que, ao continuar o processo de desenho para o ponto seguinte, este se mantenha estável. O desenhador deve estar atento ao que as marcas denotam ou não.

A hipótese de partida é saber se consigo criar e desenvolver uma máquina digital de desenhar que permita ao desenhador perceber o seu objecto, evitando o desenho das suas crenças envolvendo o reconhecimento do objecto. Esta hipótese tem implícito que o desenhador ganha um conhecimento maior do objecto do seu desenho e também que consegue entender o desenho como a construção de ligações entre partes na formação de uma unidade – que com a prática de desenhador consegue seleccionar as marcas necessárias ao traçar dos contornos do objecto que serve de modelo.

A máquina de desenhar é digital por permitir a criação de um sistema modular que possa evoluir e desenvolver-se de acordo com os problemas e as necessidades detectadas na sua utilização. A utilização de um computador, para além de tornar mais simples a experimentação, aumenta a elasticidade da máquina, permitindo que se ensaiem e simulem experiências que de outra forma seriam demasiado morosas, dispendiosas ou impossíveis de realizar.

Neste caso, creio que o meio digital permite pensar e utilizar a máquina de desenhar de uma forma que nenhum outro meio possibilitaria – o computador permitiu aumentar a experiência apontada nos desenhos que fui desenvolvendo para a máquina⁴, aumentando as possibilidades de exploração de novas ideias assim surgidas.

⁴ Ver ANEXO 1.

Metodologia

Anterior à concepção da hipótese e fazendo parte da minha prática de utilização da Camera Obscura como máquina de desenhar, realizei uma experiência aberta à participação do público. Constando de uma instalação interactiva onde o público era convidado a sentar-se a uma secretária e a fazer um desenho de calque sobre a imagem que se projectava num ecrã à sua frente⁵. Procurei perceber duas coisas: como é que os desenhadores procediam à execução do desenho enquanto cópia de um modelo aleatório – projectado no ecrã podia ver-se um vídeo de uma cena ao ar livre que era parado assim que o desenhador se sentava à mesa - e se a distância entre a manipulação da caneta sobre uma folha de papel na mesa e o traço que só era visível no ecrã obrigava a alguma aprendizagem e se suscitava algum tipo de reacção no desenhador.

Esta experiência em conjunto com outra que levei a cabo com estudantes do curso de Design Gráfico e Multimédia da ESAD.CR-IPL, em Caldas da Rainha⁶, serviram como estudo introdutório ao desenvolvimento de uma possibilidade de máquina digital de desenhar e ao esboço da metodologia que se apresenta.

A metodologia utilizada baseia-se na exploração da questão inicial, bifurcando-se em duas áreas complementares: a investigação teórica e a investigação prática. Ambas se foram ramificando e contaminando, produzindo assim novas vias de inquirição e, por conseguinte, novas formas para a máquina.

5 Esta experiência está documentada no ANEXO 2.

6 Esta experiência está documentada no ANEXO 3.

O método utilizado é exploratório no sentido em que não assenta num guião pré-definido rígido - duas características deste trabalho são a elasticidade e a modularidade -, mas num plano de trabalho que orientou o seu início e foi admitindo desvios e aberturas para novas investigações práticas e teóricas.

Estes desvios ao plano não significam que tenha procedido a uma alteração da finalidade do trabalho, ou que tenha alterado a hipótese de partida. Significam a admissão de adaptações ao método por forma a aumentar as experiências que permitissem verificar a hipótese.

O plano de trabalho dividiu-se em duas partes sequenciais: começando pela realização de uma investigação teórica e prática das máquinas de desenhar Camera Obscura e Camera Lúcida e outras referências que situassem a investigação num contexto das artes digitais, continuando com uma investigação teórica acerca dos modos e tipos de desenho e mecanismos da percepção e atenção envolvidos no processo de desenho com a máquina digital de desenhar; na segunda parte propunha-se a criação da máquina digital de desenhar e a realização dos testes que servissem para verificar, ou não, a hipótese.

Este guião base foi mantido nos seus pontos de inquirição, mas não seguiu nenhuma ordem linear pré-definida, a prática e a teoria foram dando forma uma à outra de tal maneira que no final, com a realização dos testes à primeira versão, foi possível continuar a desenvolver a máquina em busca de novas formas que a aproximassem da verificação da hipótese.

Creio que esta não linearidade deriva da modularidade adoptada como método, ou seja, admitindo que cada módulo de investigação pudesse desenvolver-se e evoluir sem perder as suas características

em qualquer momento do trabalho, significou a possibilidade de desenvolver várias inquirições teóricas e práticas quase em simultâneo e influenciando-se umas às outras.

Um exemplo desta interacção encontra-se patente na investigação teórica dos referentes, nomeadamente da Camera Obscura e da Camera Lúcida. Após a análise dos testes à primeira versão da máquina digital de desenhar deparei-me com um conjunto de questões que tinham sido ignoradas à partida: uma parte considerável das descrições de utilização da Camera Obscura e da Camera Lúcida consultadas faz referência à necessidade de o desenhador dever ter alguma experiência de desenho; antes dos testes esta referência não fazia sentido, visto que teoricamente a máquina iria conduzir qualquer desenhador na realização de um desenho que se aproximasse do objecto, independentemente da sua motivação. Esta constatação obrigou-me a rever a bibliografia, aumentando-a, originando uma nova pesquisa acerca do desenho com a máquina, que está na origem das suas versões seguintes. Assim como a passagem da utilização com uma mão para duas mãos obrigou a uma releitura e aumento das referências bibliográficas.

Este método não linear e empírico também se revelou eficaz na detecção de utilizações imprevistas, como a de MS1 e MS2, descrita no capítulo dos testes (capítulo 6). A análise desta utilização da máquina conduziu a uma revisão da distinção entre busca visual e varrimento visual que no estudo teórico parecia não ter importância. Este acontecimento está na base da restrição ao movimento do círculo acrescentada à máquina na sua segunda versão e retirada, sendo substituída por outro tipo de restrições, nas posteriores.

O método seguido não exclui a necessidade de compreender quais os mecanismos perceptivos e cognitivos em acção quando um desenhador se envolve no processo de utilização da máquina digital de desenhar. A análise bibliográfica inicial compreendeu esta necessidade, tendo servido de alicerce à análise dos testes realizados, assim como o estudo da história das máquinas de desenhar Camera Obscura e Camera Lúcida serviu, numa primeira instância, para encontrar uma forma para a máquina digital de desenhar – forma que implica o seu modo de funcionar – e, posteriormente, para assegurar que a máquina digital de desenhar mantém estas máquinas como modelo, pois subjacente a toda este trabalho esteve o risco de se operar um desvio tão grande que as duas Cameras em que se baseia a hipótese passassem a figurar como fundo e não como fundamento.

As referências estudadas podem ser divididas em três grupos, sendo o primeiro referente à identificação dos termos e conceitos que são abordados e explorados na concepção e funcionamento da máquina digital de desenhar, tratou-se de uma investigação focada numa selecção bibliográfica tida como pertinente para este caso particular; aos dois grupos restantes é possível estabelecer uma baliza temporal que os identifique, havendo um grupo que se refere a uma pesquisa em torno das máquinas Camera Obscura e Camera Lúcida, compreendido entre o século XVI e XIX (que se estende por via da utilização curiosa até à actualidade) e outro, com os referentes do século passado e da actualidade, englobando máquinas, cientistas, artistas, *designers* e trabalhos em que eu tenha detectado algum tipo de ligação com a máquina digital de desenhar.

O estudo das máquinas de desenhar entre o século XVI e XIX é fundamentalmente de análise da bibliografia que considerei necessária para um bom entendimento do enquadramento para a máquina digital de desenhar. Não se trata de um estudo exaustivo, mas de uma abordagem que permita estabelecer uma estrutura para a proposta que apresento, completando a minha experiência enquanto utilizador das máquinas. Este estudo permitiu-me proceder ao reenquadramento da minha experiência de desenhador e, por conseguinte, permitiu-me aceder à forma da máquina digital de desenhar.

O estudo dos referentes do século passado e actuais também não tem o objectivo de exaurir os exemplos, tendo a minha preocupação sido a de apresentar os exemplos que reforçassem a ideia de esta máquina digital ser uma máquina de desenhar em processo e de a sua utilização poder aumentar a experiência do conhecimento da realidade do desenhador – em que desenhar pode ser ver mais e conhecer melhor.

Notas finais

À excepção desta introdução, toda a tese é escrita com o sujeito indeterminado. Esta opção não visa provocar ou reflectir uma crise de autoria, mas sim apresentar o trabalho como um processo, sem ser necessário expressar uma autoria.

O texto na primeira pessoa do singular que constitui esta introdução serve o propósito de apresentar a tese e de me vincular directamente a ela.

Os textos de referência foram, sempre que possível, consultados na sua versão original e por mim traduzidos para português; quando tal não foi possível recorri a citações ou traduções de outros autores.

As imagens que se apresentam têm todas a indicação da fonte, exceptuando os casos em que são da minha autoria.

CAPÍTULO 1

Camera Obscura e Camera Lúcida

Estudo do seu desenvolvimento e utilização desde o século XV até ao séc. XX.

Neste capítulo será traçada uma história da Camera Obscura e da Camera Lúcida, desde as notícias da sua utilidade no século XV, passando pelas suas descrições nos séculos XVII e XVIII, até à chegada da Camera Lúcida no século XIX e às tecnologias que lhes seguiram no século XX.

O capítulo está dividido em quatro partes.

A primeira refere os primeiros relatos e ilustrações da Camera Obscura, como instrumento produtor de imagens e como analogia do funcionamento do olho. Foca-se essencialmente nas referências escritas no século XVI, notando as ligações a autores medievais e as pistas que apontam o século seguinte como o século da imagem óptica.

A segunda parte aborda as descrições da Camera Obscura nos séculos XVII e XVIII, enquanto mediadora entre o homem e o mundo, numa perspectiva do incremento de uma nova abordagem que permitiu aprofundar o conhecimento do mundo natural e como máquina produtora de espectáculos destinados a assombrar e distrair. Também é nesta época que se verifica um número crescente de escritos aconselhando a sua utilização como máquina de desenho. Note-se que estas utilizações da máquina destinam-se sempre a explorar o conhecimento do mundo natural.

A terceira parte situa-se no século XIX e aborda o aparecimento de um novo instrumento de desenho, a Camera Lúcida, e as transformações que operou no desenho do mundo natural. O modo de ver através de um prisma, ao ser entendido como mais preciso do

que através de uma lente convexa, trouxe consigo outra aproximação à realidade mediada pelo desenho. No século XIX estas duas visões coexistem com argumentos sustentando cada uma delas.

Com o alastrar da fotografia, estas duas tecnologias de ver e desenhar viram o seu desenvolvimento chegar a um ponto final ou a ser substituído por um método que dispensava o desenhador e que Henry Fox Talbot apelidou de *Lápis da Natureza*⁷.

A quarta parte do presente capítulo aborda o século XX e o início do século XXI descrevendo tecnologias que se tornaram referências para a construção da máquina digital de desenhar que aqui se apresenta.

7! Talbot, W. H. F. (1844). The Pencil of Nature. London, Longman & Co.

Parte 1 - A Camera Obscura – século XVI e início de XVII

“As máquinas de perspectiva linear, apesar de todo o seu charme intelectual e ingenuidade mecânica, parecem não ter trazido transformações notáveis à prática artística em qualquer ponto da sua história tendo, eventualmente, entrado numa extinção progressiva. Por contraste, os sistemas baseados em lentes, que resultavam na formação de imagens reduzidas e bidimensionais dos objectos e das cenas na sua totalidade de composição e cores, lançaram as fundações das técnicas fotográficas que viriam a revolucionar os nossos meios de representação.

Martin Kemp⁸

O século XVI é um período em que a Camera Obscura surge como referência de mediação entre o homem e o mundo natural, através da possibilidade de ampliação do conhecimento por via da ciência e do entretenimento.

Será traçada uma história do seu desenvolvimento e aplicações por meio de relatos que mostram a sua crescente importância na Europa do século XVI.

Leonardo da Vinci afirma ter percebido o olho de outra maneira após observar a luz a passar por um ponto para o interior de uma Camera (quarto/sala):

“Oh necessidade maravilhosa (...) Oh processo imenso. Aí as figuras, as cores e todas as imagens do Universo se reduzem a um ponto (...) Formas já perdidas podem recompor-se e regenerar-se” numa nova

8 Kemp, M. (1990). *The science of art, optical themes in the western art from Brunelleschi to Seurat*. New Haven and London, Yale University Press, p. 188 -

“Linear perspective machines, for all their intellectual charm and mechanical ingenuity, do not seem to have brought any major transformations in artistic practice at any point in their history. By contrast, the lens-based systems, which resulted in the formation of reduced, two-dimensional images of objects and scenes in their full optical array of light and colour, laid the foundations for the photographic techniques which were to revolutionise the means of representation.”

imagem formada dentro da Camera⁹. Esta observação de Leonardo da Vinci indica o percurso que a história da Camera Obscura terá nos séculos seguintes, como um meio que permitiu a exploração de uma nova percepção do mundo. Define um ponto que fixa o momento a partir do qual o mundo se recompõe, ou melhor, em que o observador recompõe a sua visão do mundo e esse ponto é descrito nesta frase de Leonardo, onde se reflecte a analogia entre a luz a passar por um buraco para formar uma imagem do exterior num plano em frente, com o funcionamento do olho humano. Esta analogia da Camera Obscura ao olho humano é anterior aos estudos de Leonardo da Vinci.

O investigador árabe Alhazen, no séc. XI, tinha conhecimento do aparato, tendo descrito o seu funcionamento. Os seus escritos foram traduzidos na Renascença com o nome *Perspectiva* ou *De Aspectibus*. Neles, descreve os efeitos de projecção da realidade exterior no interior de uma sala e acrescenta que tem consciência de esta máquina não servir como modelo absoluto para a visão.

Roger Bacon, em Inglaterra e Witelo, em Roma, no século XIII, exploraram o fascínio da imagem incorpórea, introduzindo espelhos nos seus estudos, como se de máquinas de projectar imagens em movimento sem motor se tratasse. A este fascínio acrescentaram o processo de formação da imagem numa *Camera Obscura*, uma

9 Citado de Kemp, M. (1990), p. 189 - “*O marvelous necessity... O mighty process. Here the figures, here the colours, here all the images of the parts of the universe are reduced to a point... Forms already lost, can be regenerated and reconstitued.*” Zielinsky (Zielinski, S. (2006). Deep time of the media: toward an archaeology of hearing and seeing by technical means, p. 274) reforça esta ideia de processo ao referir-se à produção de um sistema homem-máquina como contendo qualidades que dependem do tempo: “*The least that artists and engineers who engage with such process can do is to ensure that the re-formation, which takes place in the course of the process, sets marked differences between the qualities operating on the input and the qualities of experience operating on the output.*”

espécie de *perspectiva naturalis* surgida do casamento da ciência com as maravilhas por si produzidas.

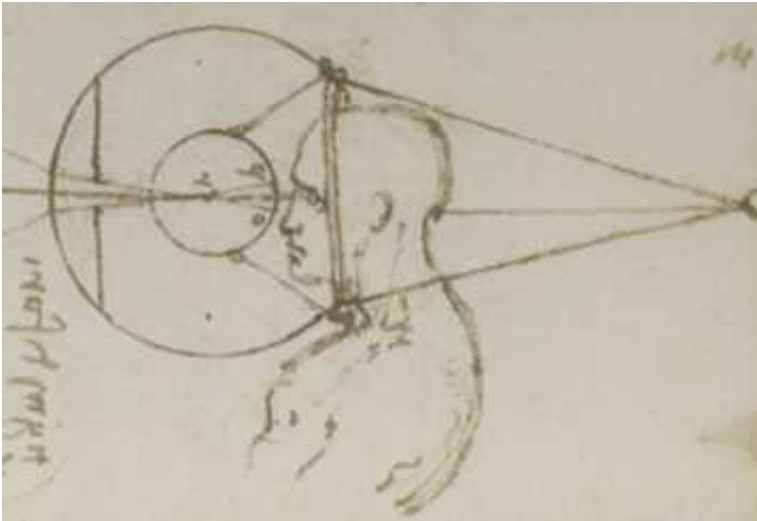


Figura : Leonardo da Vinci, 1508

John Peckham, um franciscano inglês, como Bacon, escreveu em 1279 no seu *Perspectiva Communis* (óptica natural), acerca da observação de um eclipse solar: “Quando, por ocasião de um eclipse solar, os seus raios são recebidos num sítio escuro através de um buraco de qualquer forma, é possível ver a figura crescente tornar-se mais pequena à medida que a Lua tapa o Sol”¹⁰.

É Leonardo, de acordo com Lino Cabezas¹¹, o primeiro estudioso a acrescentar uma lente à Camera Obscura, ou melhor, a colocar uma bola de vidro entre o furo na caixa e o observador, estabelecendo

10! Peckham, Johannes: Prima Pars, [Propositio] 5: [On the analogy of eye & camera obscura]. In: Idem: *Perspectiva communis*. Veneza, 1504, http://vision.mpiwg-berlin.mpg.de/visionDocs?url=http://content.mpiwg-berlin.mpg.de/mpiwg/online/permanent/vision/elib/Peckham_CO_1504/index.meta&mode=texttool

11 Cabezas Gelabert, L. (2002). Las máquinas de dibujar: entre el mito de la visión objetiva y la ciencia de la representación. *Máquinas y herramientas de dibujo*. J. G. Molina. Madrid, Cátedra: 83-348, p. 273.

uma analogia entre o seu funcionamento e o do olho humano (figura 1). Não havendo relatos de algum conselho para a sua utilização como máquina de desenhar.

A história da lente evolui a par com a ideia de colocar o mundo numa caixa e de o conseguir representar através das imagens que aí se formam.

A *Camera Obscura* ocupa um lugar importante na dominação visual do mundo que se começa a delinear no século XVI e que florescerá nos séculos seguintes com o recurso generalizado à utilização das lentes como meio para aceder ao conhecimento do mundo.

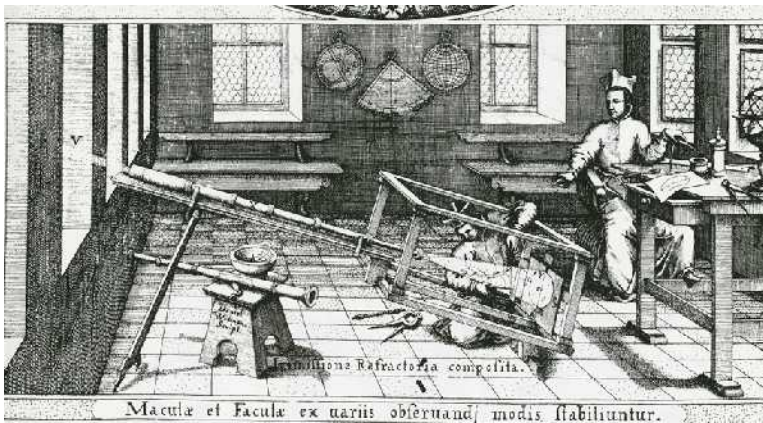


Figura : Camera Obscura telescópio, Christoph Scheiner, 1630

Existem vários usos para a Camera Obscura.

Para além de servir para reproduzir o mundo nas suas imagens, fornece informação quanto à natureza da visão, ao conhecimento e medição do mundo como imensamente grande e como imensamente pequeno, é um espectáculo bastante distractivo, representa as cores e os movimentos dos objectos muito melhor que qualquer outro tipo de representação consegue e também é tida como um bom

instrumento de desenho para aqueles que não saibam desenhar – traçar ou circunscrever o mundo visível.

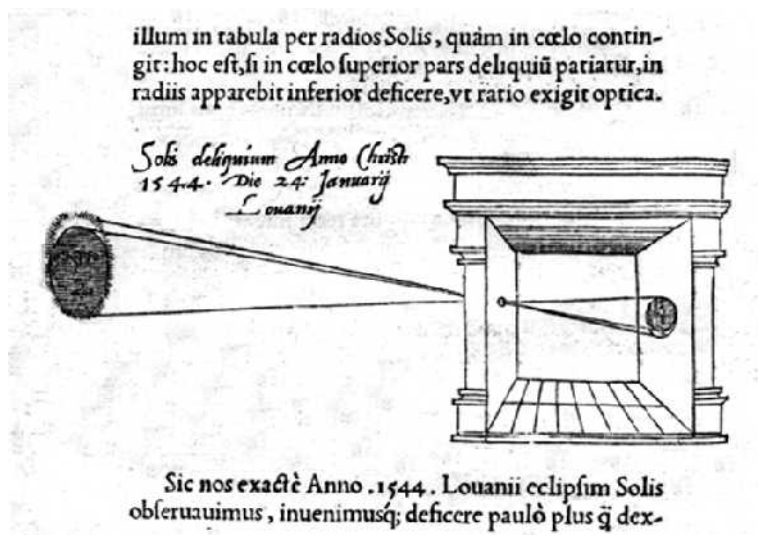


Figura : Reinereus Gemma Frisius, eclipse solar no interior de Camera Obscura, 1545

A ilustração da figura 3 é tida como sendo a primeira representação impressa de uma *Camera Obscura*, mostra uma imagem de um eclipse solar observado pelo matemático holandês Gemma Frisius, em Louvain, no ano anterior, 1544. Esta ilustração parece ter sido feita para o texto de Peckham.

A primeira alusão escrita à utilização de uma lente convexa numa *Camera Obscura* pode encontrar-se em *De Subtilitate*, de Girolamo Cardano, em 1550¹²:

“Se deseas ver as coisas que estão na rua, coloca uma lente convexa na janela, quando o Sol está forte, então, após ter tapado por completo a janela, verás as imagens transportadas através do orifício até à superfície oposta, mas com alterações nas cores. Portanto, coloca uma folha de papel muito branco no sítio em que

12! Cardano, G. (1550). [Hieronymi Cardani ... *De subtilitate libri xxi.*], ff. 312. Ex officina M. Fezendat & R. Granjon: Parisiis.

vês a imagem e atingirá o resultado desejado com efeitos muito surpreendentes.”¹³.

Cardano avisa o observador acerca da utilização da lente com vista a uma maior qualidade na produção de uma imagem do exterior e, para aumentar a definição das imagens, a focá-la recorrendo ao movimento de uma folha de papel branca.

Alguns anos mais tarde, em 1558, Giambattista Della Porta oferece conselhos para a utilização da *Camera Obscura* como máquina de auxílio de desenho no seu texto *Magiæ Naturalis*¹⁴. Para Della Porta este desenho serviria para fins científicos, não artísticos, pois seria

13 Citado de Cabezas Gelabert, L. (2002). Las máquinas de dibujar: entre el mito de la visión objetiva y la ciencia de la representación. Máquinas y herramientas de dibujo. J. J. G. Molina. Madrid, Cátedra: 83-348; p. 274 (texto original disponível em: http://archimedes.mpiwg-berlin.mpg.de/cgi-bin/toc/toc.cgi?dir=carda_subti_016_la_1663;step=thumb): “*Si quiere mirar las cosas que están en la calle, cuando el sol brille con intesidad, coloque un disco de vidrio en la ventana; tras haber cerrado la ventana verá las imágenes que a través del agujero llegan hasta la superficie de enfrente, pero con colores apagados. Entonces, coloque un papel muy blanco en el lugar donde ve las imágenes y logrará el efecto deseado de un modo maravilloso.*” .

14 Porta, G. d. (1558). *Natural Magick ... in twenty bookes*. [Translated from the Latin.], pp. 409. T. Young & S. Speed: London. Livro 17, capítulo VI, (online: <http://homepages.tscnet.com/omard1/jportac17.html#bk17VI> - consulta: 28/11/2011): “*If you cannot draw a picture of a man or anything else, draw it by this means; If you can but only make the colors. This is an art worth learning. Let the sun beat upon the window, and there about the hole, let there be pictures of men, that it may light upon them, but not upon the hole. Put a white paper against the hole, and you shall so long sit the men by the light, bringing them near, or setting them further, until the sun casts a perfect representation upon the table against it. One that is skilled in painting, must lay on color where they are in the table, and shall describe the manner of the countenance, so the image being removed, the picture will remain on the table, and in the supersicies it will be seen as an image in the glass.*” Zielinsky (Zielinski, S. (2006). Deep time of the media: toward an archaeology of hearing and seeing by technical means, p. 86) refere os interesses de Della Porta tinha na *Camera Obscura* como instrumento de mediação nos seguintes termos: “*Porta’s main interest was catoptics [are more oriented toward the illusionizing potential of projection, the production of artificial reality] and its strange balancing act between truth and falsehood, image and reality. This focus was intimately bound up with Porta’s fundamental relationship to nature. He believed that nature could only reveal and develop its hidden powers through the intervention of the researcher, and this belief is reflected in the way he deals with optical phenomena. He was not particularly interested in the possibilities offered by media devices as prostheses.*”

pelo desvelar dos segredos da natureza que se conseguiriam compreender os mistérios da criação, ou seja, o desenho serviria para conhecer melhor o mundo natural. Para a criação artística recomendava a utilização do véu de Alberti como modo de perceber as verdadeiras relações entre as coisas, sendo que para a pintura, enquanto imagem final, recomendava o uso da invenção (à maneira de Alberti).

Della Porta não foi um inovador, seguiu a teoria intromissiva da visão, segundo a qual a visão ocorre pela intromissão de raios ou formas perpendiculares à superfície do olho, sendo a sua recepção efectuada pelo humor cristalino.

Para Della Porta, a Camera Obscura é o meio que ajuda a organizar o conhecimento do mundo como unidade, ao permitir uma observação nova das coisas à sua superfície.¹⁵

O “entrelaçado da natureza e a sua representação, a indistinção entre a realidade e a sua projecção, seriam abolidos pela Camera Obscura, que à priori iria instituir um regime óptico que separaria a imagem do seu objecto”¹⁶.

Esta separação é iniciada por Della Porta sem que a enuncie. Ao colocar o observador dentro de um quarto para que observe o mundo

15 “Encontramo-nos persuadidos de que o conhecimento das coisas secretas depende da contemplação e vista da superfície de todo o mundo, nomeadamente do movimento, estado e forma (...) das coisas.” Della Porta, cap. 10 do 1º livro de *Magiæ Naturalis*: <http://homepages.tscnet.com/omard1/jportac1.html#Chap10Bk1> (consulta: 12/07/07) - “We are persuaded that the knowledge of secret things depends upon the contemplation and view of the face of the whole world, namely, of the motion, state and fashion [thereof, as also of the springing up, the growing and decaying] of things.”

16 Crary, J. (1992). *Techniques of the observer, on vision and modernity in the nineteenth century*. Cambridge, London, The MIT Press p. 37 - “*The interlacing of nature and its representation, this indistinction between reality and its projection will be abolished by the camera obscura, and instead it will institute an optical regime that will a priori separate image from object.*”

através de um orifício (janela e ecrã), está a cortar com a sua unidade, com a adjacência entre conhecedor e conhecido.

Trata-se do surgimento de um indivíduo separado daquilo que observa e portanto, de uma máquina que separa e define um observador como ser isolado (uma interface), mas também e como consequência dessa separação, de uma cisão entre o corpo e o acto de ver.

No seu livro *Magiæ Naturalis* popularizou a Camera Obscura como um “brinquedo espectacular e considerou o olho como uma Camera Obscura em miniatura.”¹⁷. Não indo além desta observação no que diz respeito a uma analogia entre o funcionamento do olho e as operações da Camera Obscura e não procurando entender qual seria a relação do cristalino do olho com a lente que ele aconselha a colocar no furo na parede, para que o espectáculo seja mais intenso. Apesar de a Camera Obscura só ter podido atingir o seu maior desenvolvimento tecnológico no século XX¹⁸, as tentativas para a melhoria na definição da imagem já se notam nesta época.

A imagem passando por um orifício ou por uma lente irá sempre aparecer projectada de pernas para o ar, a não ser que haja um artifício que corrija essa inversão. Della Porta fala do uso de um espelho plano para que essa inversão se verifique, avisando que, para evitar percas de qualidade na imagem, todo um sistema óptico

17 Lindberg, D. C. (1976). *Theories of vision from Al-Kindi to Kepler*. Chicago, University of Chicago Press, p. 184, “*Della Porta, whose Magia naturalis helped to popularize the camera obscura as a spectacular toy, regarded the eye as a miniature camera obscura.*”

18 Com a manufactura de lentes cristalinas e capazes de produzir uma imagem sem distorções.

deverá ser aplicado, crendo que só assim seja possível recuperar a imagem direita¹⁹.

Cardano já tinha referido uma aproximação ao que poderia ser um sistema de focagem e Della Porta melhora-o com a introdução de uma lente móvel e a insistência no movimento horizontal da tela para acentuar as formas e as cores, os detalhes das coisas em movimento – em transformação.

Em 1568, Daniele Barbaro²⁰ introduz o conceito de diafragma²¹, como modo de enquadrar a cena vista e também de operar sobre a profundidade de campo (um *sfumatto* projectado). Aconselha a utilização de umas rodela de papel sobre a lente, semelhante ao descrito por Della Porta, mas abertas ao meio e, por meio de várias tentativas, procurar aquela distância (abertura) que melhores delineamentos das coisas produza, de seguida, com um pincel basta

19 Citado de Cabezas Gelabert, L. (2002), p. 276, “...quedará la impresión en el papel, y se verá en ella como si la vieras en un espejo.. Pero si querrás que las imagenes aparezcan derechas (...) algunos oponen al artificio oblicuamente algunos espejos planos...”

20 Barbaro publicou o seu tratado Barbaro, D. (1568). La pratica della prospettiva. In Venetia, appresso Camillo & Rutilio Borgominieri fratelli, onde se refere à utilização de uma lente com a Camera Obscura: “*Fecha todas as portas e persianas até que nenhuma luz entre na camera, excepto através da lente e, no lado oposto, segura num bocado de papel, o qual moverás para trás e para a frente até que a cena apareça com o maior detalhe. No papel irás ver toda a vista como ela realmente é, com as suas distâncias, as suas cores e sombras e movimento, as nuvens, a água corrente, as aves a voar. Ao segurar o papel firmemente poderás traçar toda a perspectiva com uma caneta, modelá-la e colori-la delicadamente a partir da natureza.*”, em <http://www.precinemahistory.net/1400.htm> (consulta: 27/06/2007) - “*Close all shutters and doors until no light enters the camera except through the lens, and opposite hold a piece of paper, which you move forward and backward until the scene appears in the sharpest detail. There on the paper you will see the whole view as it really is, with its distances, its colors and shadows and motion, the clouds, the water twinkling, the birds flying. By holding the paper steady you can trace the whole perspective with a pen, shade it and delicately color it from nature.*”

21 Cabezas Gelabert, L. (2002), p. 279, “*Con la experiencia elegiréis a vuestro gusto los cristales que lo hacen mejor, y en el caso que deseéis cubrir el cristal tanto para dejar una circunferencia pequeña en el medio, transparente y destapada, veréis aún un efecto más vivo.*”

assinalar toda a perspectiva sobre o papel e pintá-la *“como te mostra a natureza”*²².

A separação entre observador e mundo, proposta por Della Porta, pode ser demonstrada numa descrição que faz de um espectáculo de Camera Obscura, que seria tornado popular no séc. XIX.

“Como numa câmara se podem ver caçadas, batalhas de inimigos e outras ilusões. Agora, como conclusão, acrescentarei que não há nada mais agradável aos grandes homens, aos estudiosos e às pessoas engenhosas que contemplar, numa câmara escura guarnecida de panos brancos colocados em oposição à abertura, com nitidez e clareza, como se estivessem diante dos nossos olhos, as caçadas com cães, os banquetes, os exércitos inimigos, os jogos e todas as outras coisas que se deseja.

Coloque diante da câmara onde deseja representar tais coisas alguma planície espaçosa onde o Sol possa brilhar livremente. Nessa planície colocará árvores enfileiradas, também bosques, montanhas, rios e animais, verdadeiros ou feitos com arte, de madeira ou de qualquer outro material. Deve fazer entrar crianças pequenas, como temos o hábito de as levar quando se representam comédias; e deve confeccionar lobos, ursos, rinocerontes, elefantes, leões e quaisquer outras criaturas que lhe agradar. Devem gradualmente aparecer na planície como se saíssem de suas tocas; o caçador deve vir com seu batedor, redes, flechas e outras coisas necessárias para se representar a caça; faça soar as trompas, as cornetas e os clarins. Os que estão na câmara verão árvores, os animais, os rostos dos caçadores e tudo o mais tão distintamente que não poderão dizer se

^{22!} Barbaro, D. (1568). *La pratica della prospettiva*. In Venetia, appresso Camillo & Rutilio Borgominieri fratelli, pp. 192-193, citado de Cabezas Gelabert, L. (2002), p. 279.

é verdade ou ilusão. As espadas em riste cintilarão na abertura da câmara, a tal ponto que as pessoas ficarão quase horrorizadas.

Muitas vezes mostrei este tipo de espectáculo aos meus amigos, que o apreciaram bastante e tiveram prazer em ver um tal engodo; e tive dificuldade para demovê-los da sua opinião ao revelar-lhes o segredo, explicando-lhes as razões naturais e as razões emprestadas à óptica”²³.

As propostas para uma melhoria na qualidade do espectáculo a proporcionar numa Camera Obscura resultaram num novo tipo de observador, isolado numa sala de fascínio, um observador tornado espectador.

23 Giovanni Battista della Porta, *Magiæ Naturalis*, “The seventeenth Book of Natural Magick”, 1558, <http://homepages.tscnet.com/omard1/jportac17.html#bk17XII> (consulta: 12/07/07), capítulo VI - “*How in a Chamber you may see hunting, battles of enemies, and other delusions; Now for a conclusion I will add that, then which nothing can be more pleasant for great men, and scholars, and ingenious persons to behold. That in a dark chamber by white sheets objected, one may see as clearly and perspicuously, as if they were before his eyes, huntings, banquets, armies of enemies, plays, and all things else that one desires. Let there be over against that chamber, where you desire to represent things, some spacious plain, where the sun can freely shine. Upon that you shall set trees in order, also woods, mountains, rivers, and animals that are really so, or made by art, of wood, or some other matter. You must frame little children in them, as we use to bring them in when comedies are acted. And you must counterfeit Stags, Boar, Rhinocerets, Elephants, Lions, and what other creatures you please. Then by degrees they must appear, as coming out of their dens, upon the plain. The hunter must come with his hunting pole, nets, arrows, and other necessaries, that may represent hunting. Let there be horns, Cornets, and trumpets sounded. Those that are in the chamber shall see trees, animals, hunters faces, and all the rest so plainly, that they cannot tell wether they be true or delusions.*”



Figura : Camera Obscura de Jardim, Edmund Atkinson, 1875

O papel que o desejo e o *engodo* têm neste tipo de representações provoca um duplo movimento no espectador que se quer deixar envolver para poder participar no espectáculo e deixar-se apagar na escuridão para cumprir uma espécie de destino descorporizado²⁴. Esta atitude, relacionada com o fascínio e com o desejo de ilusão, é muito próxima da atitude contemporânea perante o espectáculo²⁵.

24 Dada a proposta de Della Porta para uma experiência dos sentidos, pode dizer-se que o corpo do espectador se torna uma rede de sentidos confundida com a escuridão.

25 O tipo de espectáculo evoluiu tecnologicamente até ao limite da percepção. Forçando-a através de uma estimulação constante (pode dizer-se estroboscópica), com o objectivo de manter o espectador num estado permanente de quase adaptação (como acontece com os campos receptivos das células ganglionares da retina, que num estado de adaptação deixam de processar informação), ou sempre estimulado. Semelhante ao

Note-se que a presença de crianças é referida por Della Porta como um extra que provoca um incremento de realismo espectacular na projecção, pois as crianças, sendo irrequietas, amplificarão, em conjunto com os outros ruídos propostos, a acção que se desvela 'dentro' da sala.

Do texto também se nota que as lentes que Della Porta utilizava seriam de uma qualidade extraordinária ao ponto de permitirem aos espectadores distinguirem os rostos dos caçadores.

As referências consultadas apontam no sentido de não haver possibilidade, antes do século XVII²⁶, para a constituição de uma indústria e conseqüente comércio de lentes de qualidade, poderá dar-se o caso de haver quem fizesse excelentes lentes para Della Porta²⁷, confinando a distribuição do espectáculo a um número reduzido e

observado por Della Porta.

26 Bedini, S. A. and A. G. Bennett (1995). "A treatise on optics' by Giovanni Christoforo Bolantio." *Annals of science* 52(2): 103-126., <http://dx.doi.org/10.1080/00033799500200141> (consulta: 30/06/2007), ou como refere Ernia Fiorentini a propósito do fabrico de lentes no séc. XIX, "*Even at the beginning of the nineteenth century the improved quality of the lenses could not remove these disadvantages, (...). Besides the distortion effect, the chromatic aberration due to different degrees of dispersion of the glass was also a criticised defect of the Camera Obscura in terms of exactitude. It was complained, for instance, that the contrivance presented steady and distinct hues only in the central, focussed parts. Moving apart from this area, they considerably lost brightness and brilliance, eventually mixing into each other and no longer giving a distinct image, most of all if the white light spectrum was more intensive than it should be.*" , Fiorentini, E. (2006). Camera obscura vs. camera lucida - distinguishing early nineteenth century modes of seeing. Berlin, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, p. 22.

27 Como parece poder ser o caso, tendo-se em conta a sua descrição do fabrico de lentes no capítulo XXI do livro dezassete de *Magiae Naturalis*. É em meados do séc. XV que se começa a massificar a distribuição e utilização de óculos para ver mais ao perto e também ao longe, que permitiram aos artistas, por um lado ver melhor e por outro observar mais vezes os efeitos provocados pela utilização de lentes, Stork, D. G. (2004). "Optics and realism in Renaissance art." Scientific American 291(6): 76-83. Para uma pequena história dos óculos e da sua circulação e produção ver em: <http://www.aaofoundation.org/what/heritage/exhibits/online/spectacles/> . É mais certo tratar-se do reconhecimento de um rosto nas marcas de baixa frequência espacial que são dadas a ver (para mais acerca deste assunto consultar os capítulos 2 e 4).

seleccionado de espectadores. Uma situação que não parece estar em acordo com o início da generalização da utilização da Camera Obscura por toda a Europa.

A crer nos dados disponíveis, pode inferir-se que a qualidade das lentes se deve à vontade do espectador se enquadrar no espectáculo proporcionado pelo aparato²⁸.

Della Porta retira a Camera Obscura do domínio exclusivo da pesquisa científica e filosófica colocando a ciência da óptica ao serviço do entretenimento.

Todo este aparato é reforçado por uma atmosfera sonora tendente a incrementar o grau de realismo das projecções. Esta dimensão sonora, que amplia a ilusão nos sentidos, surge como um incremento na perspectiva teatral.

Ao promover uma representação do espaço em várias dimensões da percepção está criada uma espécie de lente que levaria mais tarde (meados do séc. XVII) o jesuíta Athanasius Kircher a desenvolver e produzir as suas fantasmagorias²⁹.

Acompanhando a proliferação de espectáculos de projecção, entendidos como meios de ocupar as horas de lazer, surgiram os charlatães e os adivinhos que pretendiam comunicar com forças misteriosas e ocultas a troco de algum conforto material e terreno.

28! Vontade de ver, ou de estar presente, sempre actual.

29 Apresentadas na edição do volume Ars Magna Lucis Et Umbrae, de 1671. Obra em que Kircher reporta acerca do estado da arte no que toca à óptica e a todas as ciências da natureza e artes mecânicas que lhe permitiram desenvolver de modo engenhoso e impressionante todas as suas peças assentes na óptica e no som. Note-se também que apesar de usar para a sua publicação muitas das ideias presentes em *Magia Naturalis* de Della Porta, não faz menção a este autor.



Figura : Camera Obscura, Athanasius Kircher, 1646

O jesuíta belga François d'Aguillon publicou em 1613 o seu livro de óptica, perspectiva, projecção geométrica e estereográfica *Opticorum, libri VI*³⁰, onde refere um desses espectáculos de charlatanice enunciando os seus aspectos, quase como Della Porta o havia feito com as cenas de caçada, salientando-se nesta descrição a presença de um simulacro do diabo. O espectáculo funcionava credível porque o público sujeitava-se a um balançar entre o horror pelo Outro e o seu reflexo, uma estratégia assente no ritmo que se destinava a produzir uma sensação (ou experiência) de realidade. Também Nicéron³¹ expôs a sua repugnância por este tipo de espectáculos de bruxaria assentes na encenação de um efeito de realidade (que Nicéron compara ao *trompe l'oeil*).

30 Aguilonius, F., P. P. R. Rubens, et al. (1613). *Francisci Aguilonii ... Opticorum libri sex, philosophis iuxta\0300 ac mathematicis vtilis*, Antuerpiæ: Ex Officina Plantiniana. Ver em Mannoni, L. (2003). *A grande arte da luz e da sombra: arqueologia do cinema*, Senac, p. 37 e seguintes.

31 Nicéron, Jean François, *La perspective curieuse, ou, Magie artificiel[]]e des effets merueilleux de l'optique par la vision directe, la catoptrique par la reflexion des miroirs plats, cylindriques & coniques, la dioptrique par la refraction des crystaux....*, 1613-1646. <http://fermi.imss.fi.it/rd/bdv?/bdviewer/bid=000000300781>

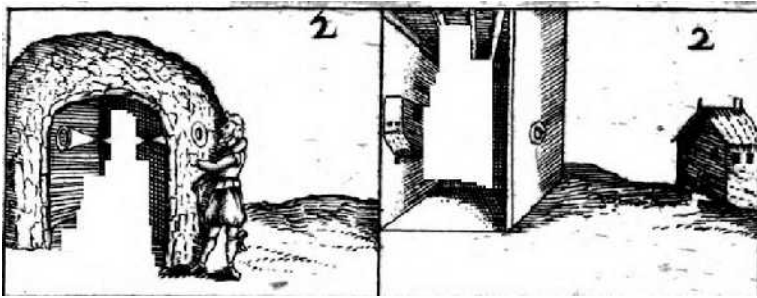


Figura : Jean Leurechon, *Cameras Obscuras, Recreation Mathématique ...*, 1626

A Camera Obscura tornou-se muito rapidamente num auxiliar da pintura, pois apresentava as cenas de modo mais pictórico que a própria natureza, com a curiosidade, notada por Nicéron, de apresentar as coisas da natureza como móveis, o que o levou a afirmar que os pintores “*decalcavam uma pintura imóvel de uma móvel*”³².

Outro jesuíta, Jean Leurechon, escreveu:

*“Há sobretudo o prazer de ver o movimento dos pássaros, dos homens ou de outros animais, e a agitação das plantas sopradas pelo vento [...] Essa bela pintura, além de se apresentar em perspectiva, representa ingenuamente bem o que pintor algum jamais conseguiu imprimir em sua tela, a saber, o movimento contínuo de um lugar ao outro”*³³.

32 Idem, *Livre 1*, p.21 - “*car ces objets de dehors n'envoient pas seulement leurs grandeurs, figures et couleurs, mais aussi leurs mouvements; ce qui manquera toujours aux tableaux des peintres, quand même ils surpassent Apelles, Protogene, Parrhasius, Michel Ange et tous les autres peintres, tant passez, que présents et futurs...*”

33 Etten, H. v. p. (1626). Recreation mathématique, composee de plusieurs problemes plaisants & facetieux en fait d'arithmetique, goemetrie, mechanique, opticq. & autres parties de ces belles sciences. The preface signed: H. van Etten, i.e. Jean Leurechon.] Seconde edition, reveue, corrigé & augmenté, Paris: Anthoine Robinot, p.4 - “*Surtout il y a du plaisir à voir le mouvement des oiseaux, des hommes ou autres animaux, et le tremblement des plantes agitées au vent; [car quoi que tout cela se face à figure renversée: néanmoins], cette belle peinture outre ce qu'elle est raccourcie en perspective, représentée naïvement bien, ce que jamais peintre*

Para além da ilusão da perspectiva, é comum encontrar esta característica – o prazer de ver movimento e de entender a natureza, o mundo, por oposição à pintura, como num estado de movimento contínuo.

Este maravilhamento e a sua qualidade difusa, ou de contraste entre arestas de baixa frequência visual, aproximam o observador da imagem de carácter hiper-real, deslocada da realidade por se parecer em demasia, comprimida e melhor³⁴ que a realidade.

A Camera Obscura no século XVII sofre mutações tecnológicas, evoluindo a par do seu uso e difusão como matéria de entretenimento, não sendo esquecida como ferramenta de investigação científica, como instrumento de observação e como analogia para o olho.

A par da evolução das lentes e de todo o sistema óptico das Cameras Obscuras, verifica-se a sua libertação arquitectónica com vista a poder tornar-se numa máquina de observação e de desenho transportável. Johannes Kepler, em 1611, propõe um novo modelo de Camera, mais portátil, montada numa tenda (a Camera passa a ser uma tenda) adequada ao levantamento topográfico e às artes da medida, dispondo de uma objectiva que rodava em todas as direcções do horizonte alternadamente.

n'a peu figurer en son tableau, à savoir le mouvement continué de place en place."

34 Idem, pp. 3-4 - "*paraîtront avec leurs couleurs naturelles, voire plus vives que le naturel, et d'autant plus agreables, que le soleil eclairera mieux ces objects, sans eclairer du cotté de la chambre.*" Nota-se que para esta sensação de mais real que o real contribuem as condições de iluminação. O contraste entre o exterior iluminado e o interior obscurecido origina a imagem brilhante no interior. Uma imagem brilhante é atraente.



Figura : Camera Obscura do tipo tenda

No domínio da portabilidade o já citado Nicéron construiu uma Camera Obscura com a forma de um portefólio, tendo esta forma ganho adeptos no início do século XVIII, tornando-se comum encontrar tais Cameras. Em meados do séc. XVIII, Sir Joshua Reynolds era proprietário de uma Camera deste tipo.

No século XVII a Camera Obscura afirma-se como instrumento de mediação entre o mundo e o homem, devendo ser incluída nesta mediação a sua qualidade de máquina de desenhar, com o fim, essencialmente, de aumentar o conhecimento do mundo através da análise das suas partes visíveis.



Figura : Camera Obscura tipo livro de Sir Joshua Reynolds

De seguida, será abordada a sua difusão e desenvolvimento como máquina de desenhar e como máquina de mediação entre o homem e o mundo. Num contexto de evolução científica, como máquina destinada a ampliar o conhecimento do mundo visível, e num contexto de utilização para fins lúdicos, ou de entretenimento.

Parte 2 - A Camera Obscura – séculos XVII e XVIII

“Tenho em minha casa outro instrumento de Drebbel, que certamente produz efeitos admiráveis na pintura através de uma projecção num quarto escuro. É impossível descrever em palavras a sua beleza: toda a pintura parece morta em comparação, pois aqui está a própria vida, ou algo mais elevado, se ao menos houvesse palavras para isto. Forma, contorno e movimento, todas surgem naturalmente em conjunto, de uma forma que no todo é agradável.” ,
Constantijn Huygens³⁵



Figura : Chérubin d'Orléans, Dioptrique Oculaire, 1671

35 1622, Huygens, *De Briefwisseling, 1608-1687*, citado de Rosalie Colie, *Some Thankfulness to Constantine*, em Alpers, S. (1984). *The Art of Describing, Dutch Art in the Seventeenth Century*. Chicago, The Chicago University Press, p. 12 - “I have in my home Drebbel's other instrument, which certainly produces admirable effects in reflection painting in a dark room. It is not possible to describe for you the beauty of it in words: all painting is dead in comparison, for there is life itself. Or something more noble, if only it did not lack words. Figure, contour, and movement come together naturally therein, in a way that is altogether pleasing.”

Esta descrição que Huygens faz da sua experiência com uma Camera Obscura encerra as qualidades de um tipo especial de imagem que se manifestou na pintura até à invenção da fotografia.

As questões da unidade e do enquadramento visual que relevam da sua última frase serão abordadas nos capítulos relativos à questão da construção da imagem visual e do desenho com a máquina digital de desenhar.

Nesta parte aborda-se a implementação de uma percepção do mundo mediada pela projecção dos seus objectos e os efeitos que essa mediação produz no observador³⁶. Acentuando o enquadramento que conduz esta dissertação, nomeadamente a realidade como imagem mediada por uma máquina provocadora de fascínio e disposta a aumentar a experiência cognitiva do mundo através do desenho. Duas propriedades da máquina digital de desenho.

Uma projecção que “*produz efeitos admiráveis*”, que ultrapassa a possibilidade de descrição formando um todo “*agradável*”, não descurando a observação de se tratar de algo que pode ser mais “*elevado*” que “*a própria vida*”. Está-se perante uma tecnologia que cria uma nova ligação entre a percepção e o conhecimento. As primeiras impressões de Huygens não são diferentes das primeiras impressões que tem actualmente um espectador perante uma projecção em 3D ou em HD, ambas mais reais que a realidade.

36 Fiorentini, E. (2006). Camera obscura vs. camera lucida - distinguishing early nineteenth century modes of seeing. Berlin, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte p. 31, “*It is the optical device which perceives outer nature and creates images of it, and not the individual observer, who merely uses these images as they are projected, regardless of their degree of resemblance to nature or to the individual sensory experience.*”

Como terá esta ideia de se estar perante um espectáculo mágico produzido os seus efeitos na experiência do mundo visível, que tipo de relação visual com o mundo se desenvolve a partir da utilização da Camera Obscura³⁷?

Este capítulo analisa as formas geradas a partir de uma análise desta primeira comoção. Ou seja, sendo a experiência visual³⁸ do mundo uma experiência mediada por diferentes interfaces, como se constituirá um desenhador que pretende conhecer o mundo através do desenho das suas imagens?

Para iniciar este rastreio convém recuar um pouco, até Giambattista Della Porta. O seu livro *Magiæ Naturalis* foi tão popular que teve várias edições e traduções para diversas línguas, percorrendo assim a Europa de meados do século XVI³⁹.

O sucesso desta obra levou a que muitos considerassem Della Porta o inventor da *Camera Obscura*, o que, se por um lado não correspondia à verdade, por outro, contribuiu para a sua divulgação e popularização.

No século XVII a influência de Della Porta torna-se notória na produção de imagens nos Países Baixos.

Johannes Kepler terá tido conhecimento da Camera Obscura por via do livro de Della Porta. Em 1604 faz referências ao seu uso na obra *Ad Vitellionem Paralipomena*⁴⁰ e, mais tarde, em 1611, em *Dioptrice*.

37 A Camera Obscura não é a única máquina que participa nesta relação perceptiva do homem com o mundo, mas é o assunto da dissertação. Essa é a razão para que a Camera Obscura seja o objecto central do presente capítulo.

38 A insistência numa experiência visual prende-se com o facto de ser a visão o sentido que se aborda ao longo da tese.

39 Porta, G. d. (1558). *Magiæ Naturalis, sive de miraculis rerum naturalium libri IIII*, pp. 163. M. Cancer: Neapoli. Este livro foi traduzido do latim para italiano, francês, holandês e inglês no curto espaço de dez anos.

40 Joahnnes Kepler, citado em Hockney, D. (2006). *Secret knowledge* :



Figura : Johannes Symoonisz. Torrentius, Natureza Morta Emblemática com jarro, copo, cafetaria e freio, 1614 e reconstrução da natureza morta em frente a uma Camera Obscura antiga

Johannes Symoonisz. Torrentius terá sido um pintor de figuras medíocre e um excelente pintor de naturezas mortas em miniatura. Será este facto, associado à estranha negação do conhecimento da máquina por parte de um homem culto como era Torrentius, que levou Huygens⁴¹ a suspeitar de que a conhecia e que muito

rediscovering the lost techniques of the old masters. London, Thames & Hudson, p. 249, “From what I had seen earlier on the use of the dark chamber by J. Bapt. Porta, I had always convinced myself that vision was accomplished by the reception of species of visible things on the retina. I was put in some doubt, however, since everything would be received there inverted, whereas vision occurs uprightly.”

41 “Nesse momento, Torrentius,(...) olhando bastante atentamente as imagens em movimento, perguntou-me se, de facto, os homens que estava vendo no tabuleiro eram os que apareciam vivos fora da habitação. (...) E quando se foi embora, ao considerar a sua pergunta ingénua e a sua pretensa ignorância de algo que ninguém desconhece hoje em dia, comecei a suspeitar, com boas razões, de que a sua experiência do descobrimento era uma grande simulação, pois tinha-se cuidado de parecer profundamente ignorante. (...)Estou bastante surpreendido ante o disparate de tantos dos nossos pintores que ignoram, ou chegam a negar, a ajuda de algo que lhes é útil e agradável.” Citado de Cabezas Gelabert, L. (2002). *Las máquinas de dibujar: entre el mito de la visión objetiva y la ciencia de la representación. Máquinas y herramientas de dibujo*. J. J. G. Molina. Madrid, Cátedra: 83-348, p.299 - “En esse momento, Torrentius, (...), mirando bastante atentamente las imágenes en movimiento, me preguntó si, de hecho, los hombres que estaba viendo en el tablero eran los que aparecían vivos fuera de la habitación. (...) En cuanto se hubo marchado, considerando su ingenua pregunta y pretendida ignorancia de algo que nada de algo

provavelmente a utilizava para pintar. Incluída nesta suspeição estava a forma dos enquadramentos das suas pinturas ser circular - a forma da projecção no interior da Camera Obscura (figura 10).

Também o construtor de microscópios, conterrâneo e contemporâneo de Vermeer, Antoni van Leeuwenhoek, terá possuído uma tradução holandesa da *Magiæ Naturalis*.

Como Torrentius, Leeuwenhoek terá sido um dos utilizadores secretos da *Camera Obscura*, já na época de Vermeer, pois sendo um cientista talentoso, bom inventor e observador, não se lhe conhecia talento para o desenho e ele próprio não se reconhecia como um desenhador dotado, mas teria um método de fazer desenhos que estava resoluto em não revelar a ninguém.

O fascínio produzido pelas lentes levou a que se desenvolvessem e aperfeiçoassem estes instrumentos como duas maneiras de colocar o mundo numa caixa⁴².

A evolução da tecnologia óptica é um testemunho evidente de que a utilização de um instrumento que faculte a aumentação da percepção promove o conhecimento e desenvolve a imaginação. No caso das lentes, sem dúvida que o fascínio por elas provocado, dentro e fora da caixa escura, produziu outra quantidade de mundo que precisou de ser processado⁴³.

que nadie desconoce hoy día, comencé a sospechar, com buenas razones, de que su experiencia del descubrimiento era una gran simulación, porque se había cuidado de parecer profundamente ignorante. (...) Estoy bastante sorprendido ante la tontería de tantos de nuestros pintores que ignoran, o llegan a negar, la ayuda de algo que es agradable y útil para ellos."

42 Os gabinetes de curiosidades são um exemplo desta vontade de conter o mundo numa caixa, tornando-o mensurável e recombinaível. Ainda hoje o desenho científico segue este princípio de conhecer pela representação operando uma sintetização do objecto para que todo um tipo ou espécie caiba numa caixa.

43 Huygens, citado de Frade, P. (1992). Figuras do espanto: a fotografia antes



Figura : Microscópio de Leeuwenhoek, 2ª metade do séc. XVII

Os microscópios são apresentados como instrumentos com duas dimensões que se intersectam: científica e de divulgação/entretenimento. Um ponto de intersecção é Robert Hooke

da sua cultura, Asa, p. 28 - *“nada nos moveria a honrar mais plenamente a infinita sabedoria e poder do Deus Criador se, saciados com as maravilhas da natureza que até agora têm sido evidentes para todos - pois normalmente o nosso assombro acalma-se quando nos familiarizamos com a natureza pelo contacto frequente - não tivéssemos encontrado este outro tesouro da natureza, e nas mais diminutas e insignificantes criaturas o mesmo trabalho de artista, por todas as partes a mesma majestade inefável.”*

(para além de Leeuwenhoek), cientista inglês curador de experiências da Royal Society em Londres, que entendeu o poder tremendo das apresentações visuais editando o livro *Micrographia: or, Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses* (1667)⁴⁴, considerado como uma referência nas publicações científicas do século XVII.

As ilustrações (figura 12) representam de um modo espectacular e ao mesmo tempo verosímil, elementos do mundo animal, vegetal e mineral, ampliados para uma dimensão e com uma minúcia tais que se tornaram de imediato alvo da curiosidade e deslumbramento dos filósofos naturais e dos curiosos.

Já anteriormente, na última década do século XVI, Joris Hoefnagel⁴⁵ publicara uma colecção de cerca de 50 gravuras com imagens da natureza, recolhidas com a ajuda de um microscópio e que Buonanni (ou Bonanni), no seu livro *Micrographia Curiosa*⁴⁶, comenta como tendo sido o primeiro a fazê-lo.

Crê-se que essa colecção de estampas tinha como finalidade fornecer padrões para outros artistas. Hoefnagel é considerado o precursor da pintura floral nos Países Baixos.

44! Hooke, R. (1998). "Micrographia, or, Some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses [electronic resource] : with observations and inquiries thereupon."

45 Artista, Antuérpia, morreu cerca de 1600. Ver artigo *One Step Beyond*, aí Barbara Maria Stafford e Horst Bredekamp falam acerca de hiper-realidade referindo concretamente o caso de Joris Hoefnagel: <http://www.tate.org.uk/tateetc/issue6/hyperrealism.htm> (consulta: 12/03/2007)

46! Bonanni, P. (1692). Micrographia curiosa.



Figura : Mosca; Robert Hooke, *Micrographia ...* , 1667

“Se Hockney está correcto acerca do amplo uso de engenhos ópticos por parte dos Mestres Antigos, isto talvez explique por que razão Buonanni não hesitou em colocar Hoefnagel na lista dos seus cientistas eminentes.”⁴⁷.

⁴⁷ *Micrographia Curiosa* era o apêndice de um tratado acerca de miniaturas naturais, que desenvolveu com Athanasius Kircher, esse apêndice foi apresentado como “um catálogo daqueles que, sendo famosos pelo seu conhecimento ou pela sua



Figura : Joris Hoegnagel, Libelula

No início de 1600 já se fabricavam bastantes microscópios com múltiplas lentes nos Países Baixos e em meados do século os fabricantes já os comercializavam. No século XVIII a microscopia varreu os salões e salas de visitas⁴⁸ da Europa assim como a fotografia faria um século e meio depois.

reputação, publicaram para benefício de todos as suas observações das coisas mais pequenas como vistas pelo microscópio", Stafford, B. M., F. Terpak, et al. (2001). *Devices of wonder : from the world in a box to images on a screen*. Los Angeles, CA, Getty Research Institute, p. 182 - "If Hockney is correct about the extensive use of optical devices by old masters, this might explain why Buonanni did not hesitate to place Hoefnagel on his list of eminent scientists."

Por essa razão, começaram a aparecer produtos destinados a estes amantes e amadores da microscopia: manuais, microscópios parecidos com peças de mobiliário⁴⁹ mais ou menos sofisticados, surgiu o Museu Microscópico de Thomas Winter: um microscópio que dispunha de um tambor com quarenta e quatro espécimes para serem observados (figura 14). Instrução e diversão andavam a par.

“À mostra nas salas de estar das classes altas, teria simbolizado, de forma refinada e de bom gosto, o carácter educado e culto dos seus proprietários”⁵⁰

O microscópio proporcionava ao seu detentor o conhecimento de um mundo dentro do mundo sem necessitar de sair de casa, como as ilustrações de viajantes serviram para que se viajasse sem se mover do sofá, ou os panoramas do século XIX que permitiram ao viajante ser um espectador a viajar sem sair da sua cidade⁵¹.

49 *“Se os utensílios domésticos comuns podiam oferecer lições diárias de óptica [de referir, por exemplo, os serviços de chá que se metamorfoseavam em instrumentos ópticos, numa relação estreita entre a natureza morta e o trompe l’oeil e os seus modelos], os instrumentos científicos também podiam ser domesticados como parte dos acessórios de uma casa actualizada.”* Stafford, B. M., F. Terpak, et al. (2001), p. 32 - *“If standard household fixtures could offer daily lessons in the science of optics, scientific instruments could also be domesticated as part of the accessories of an up-to-date home.”*

50 *idem*, p. 210 - *“Displayed in a upper class drawing room, it would have tastefully symbolized the educated and cultured character of its owners.”*

51 Uma espécie de estado avançado da mobilidade de imagem que a pintura proporcionou quando, graças à invenção da tinta a óleo, pode circular de parede em parede. Exemplo desse viajar de cadeirão são os contos *The Travels of Mr. Booley* de Charles Dickens, publicados em 1850 no jornal *Household World*, em que Mr. Booley descreve as suas viagens por todo o mundo com grande vivacidade e só no final é que informa os leitores que durante todo aquele tempo nunca tinha saído de Londres, limitando-se a ir de espectáculo de Panorama em espectáculo de Panorama para saber como era o mundo. Retirado do livro de Clee, P. (2005). *Before Hollywood : from shadow play to the silver screen*. New York, Clarion Books.



Figura : Microscópio de Exibição ou de Museu, Thomas Winter, 1794-1800

A invenção do Microscópio Solar⁵² revolucionou os espectáculos de apresentação de espécimes muito pequenos.

Parecido com uma Lanterna Mágica (um derivado da Camera Obscura), utilizava a luz do Sol para o seu funcionamento, que era simples: colocava-se no interior de uma sala contra uma janela virada para o Sol (também dispunha de um espelho rotativo para poder acompanhar os movimentos do astro) e o tubo com as lentes virado para o interior, de seguida inseriam-se placas de vidro com imagens de espécimes microscópicos que eram projectadas e ampliadas num ecrã ou na parede oposta.

O Microscópio Solar permite que vários espectadores possam ver a mesma coisa ao mesmo tempo garantindo, ao dono de um aparelho destes transformar o seu salão de local de encontro mundano, num sítio onde se discutiam assuntos relacionados com a ciência.

Benjamin Martin no seu livro *“Micrographia Nova or a new treatise on the microscope and microscopic objects”*⁵³, em 1742, propõe que se utilize a Camera Obscura como um microscópio solar. Descrevendo uma sala escura com um pequeno furo na parede virada para o exterior fortemente iluminado pelo Sol, dentro da sala e em frente ao furo deverá ser colocado um pequeno espelho (de preferência em

52 Daniel Gabriel Fahrenheit, Alemanha, 1736, posteriormente (1739) apresentado por Johann Nathanael Lieberkühn à Royal Society em Londres e tornado popular pelo fabricante e comerciante de instrumentos ópticos John Cuff. Anteriormente Pierre Polinière havia descrito um instrumento semelhante nas suas *Experiences de physique* (1709, Paris, Jean de Laulne, Claude Jombert, Jacque Quillau.). Trata-se da descrição de uma Lanterna Mágica adaptada à abertura na parede de uma sala, onde se coloca um tubo óptico através do qual corre um chassis de madeira com quadros de vidro pintados com tinta transparente (*Expérience 92*, p. 438).

53! Martin, B. O. (1742). *Micrographia Nova: or, a New treatise on the microscope, and microscopic objects ... To which is added, an account of the camera obscura, and the solar microscope, etc. [With folding plates.]*. Reading, J. Newbery & C. Micklewright; pp. 57-61

metal polido) que reflectirá a luz para qualquer parte da sala. Em frente ao espelho e a uma curta distância deste deverá ser colocado o objecto a mostrar na projecção (o objecto deverá ser transparente ou translúcido para que a sua projecção resulte, ou então deverá existir uma segunda fonte de luz que o ilumine para a projecção).

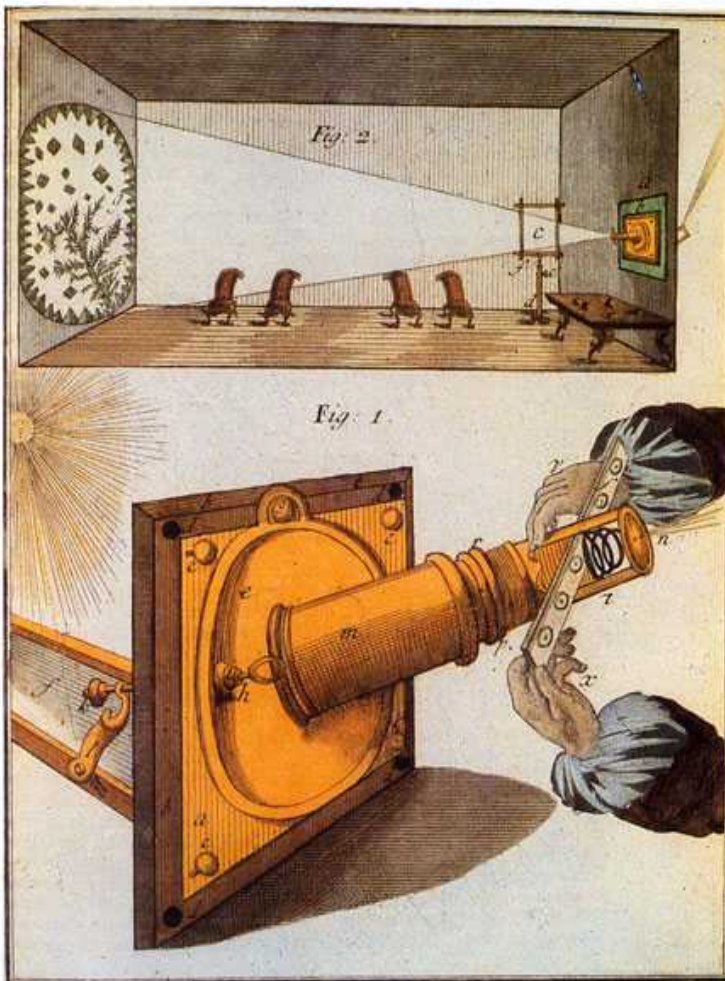


Figura : Microscópio Solar

Como aconteceu com a Camera Obscura e com a Lanterna Mágica, não tardou que houvesse quem aproveitasse este instrumento para

criar grandes espetáculos⁵⁴ visuais onde se apresentavam, para assombro das audiências, ampliações maravilhosas daquilo que habitava no meio de todos os espectadores presentes na sala.



Figura : Microcosm

“As projecções ampliadas e por vezes animadas do Microscópio Solar encorajaram a mente pensadora a formar imagens novas e mais detalhadas do mundo, este engenho e os espetáculos que

54! *Microcosm: A Grand Display of the Wonders of Nature*, de Philip Carpenter, Londres, 1826-1827

*inspirou são em parte responsáveis pelo papel dominante que hoje em dia tem a comunicação visual*⁵⁵.

Como aconteceu com outros *media*, com o Microscópio Solar também apareceram os divulgadores/charlatães, como Gustavus Katterfelto que, com o seu espectáculo pseudo-científico (e proclamando-se o inventor do Microscópio Solar), em Londres assustava os seus espectadores com imagens do que ele dizia serem os 'insectos' da gripe epidémica de 1782, para de seguida lhes vender os 'remédios' que os curariam ou evitariam que adoecessem.

No início deste capítulo Huygens refere-se a Drebbel, figura importante no desenvolvimento e fabrico de instrumentos ópticos, entre os quais a *Camera Obscura* e a Lanterna Mágica, conhecido pelas suas maravilhas mecânicas e químicas.

Cornelis Drebbel nasceu na Holanda e estudou pintura com o pintor Hendrik Goltzius, o que lhe terá permitido perceber o potencial imagético da máquina. O seu fascínio pelos microscópios e telescópios levou-o, ainda na Holanda, a encontrar-se e trocar experiências com o fabricante de lentes Zacharias Jansen e também com Jacques Metius, ambos a disputar a autoria da invenção do telescópio.

55 Stafford, B. M., F. Terpak, et al. (2001), p. 219 - “(...) *the solar microscope's enlarged - and sometimes animated - projections encouraged the thinking mind to form new and much more detailed images of the world, this device and the shows it inspired are partially responsible for the dominant place now held by visual communication.*”

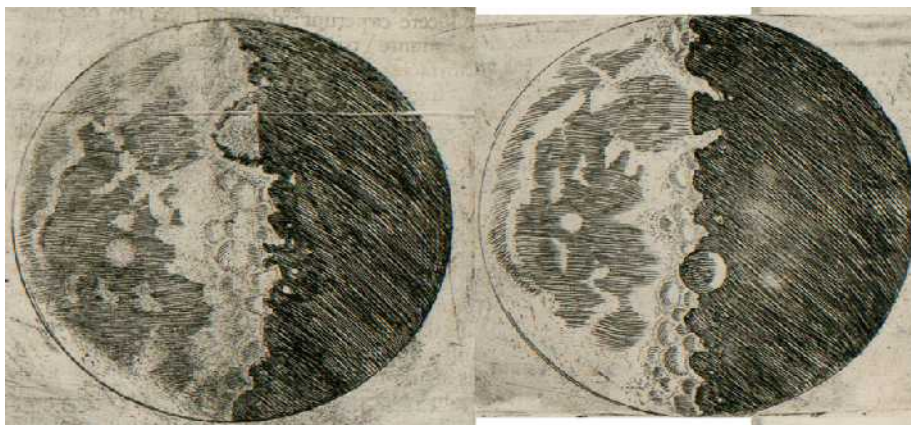


Figura : Galileu Galilei, desenhos da Lua, Sidereus Nuncius, 1610

Drebbel terá comprado um microscópio a Jansen antes de 1619 e terá enviado um, de seu desenho, para Roma em 1622. Entretanto, em Roma, Galileu estaria a realizar observações telescópicas desde 1610, altura em que publicou o seu livro *Sidereus Nuncius*⁵⁶, acerca das suas observações das estrelas, dos satélites de Júpiter e da Lua. O método que Galileu utilizou para medir as luas de Júpiter é interessante por basear a observação na sobreposição de informação distinta observada por cada um dos olhos. Galileu utilizou um micrómetro, uma escala de madeira que se adaptava ao tubo do telescópio podendo deslizar pelo seu comprimento. Galileu espreitava com um olho pelo telescópio fixando Júpiter e com o outro olho procurava no micrómetro fixar a medida do planeta sobreposta ao planeta. Um modo de observação de duas imagens sobrepostas numa imagem virtual semelhante ao modo de observação através de uma Camera Lúcida (embora este seja um instrumento monocular).

56 Galilei, G. (1610). *Sidereus Nuncius - O Mensageiro das Estrelas*. Lisboa, Fundação calouste Gulbenkian - Serviço de Educação e Bolsas.

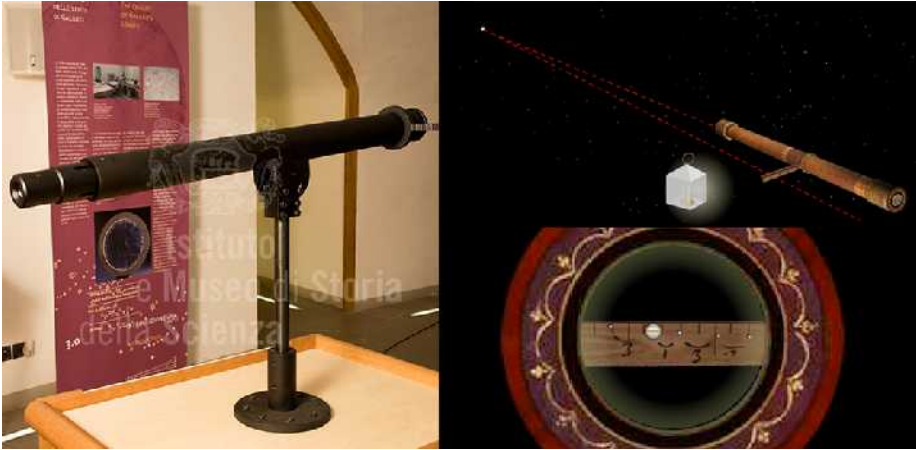


Figura : O micrómetro no telescópio de Galileu, Instituto e Museo di Storia della Scienza, Florença, Itália

De acordo com Svetlana Alpers, a vontade de conhecer e representar o mundo por intermédio de lentes difere entre os países do Sul e os do Norte da Europa.

No Norte vivia-se um ambiente cultural muito contagiado pela confiança no uso das lentes e nos instrumentos que serviam para organizar o mundo de um modo descritivo.

Esta confiança na mediação das lentes tornou-se determinante no estilo de pintura nórdico. A visão mediada pela Camera Obscura (e outros aparatos, como se tem vindo a descrever, constituídos por lentes) produziu uma visualidade de tipo diferente da dos países do sul da Europa, não tão exclusivamente albertiana, ou seja, não

dependente de uma grelha, nem de uma moldura ou *historia*⁵⁷ fixas e predeterminadas.

A não existência de moldura prévia (o rectângulo da metáfora da janela de Alberti⁵⁸) é anunciada por Svetlana Alpers como um elemento muito importante e como enunciador de mais uma diferença, a pintura nórdica é mais descritiva ao passo que a do sul é mais narrativa, a pintura nórdica apresenta-se como um corte na realidade, como se processasse o enquadramento de um bocado de uma cena quotidiana, enquanto a do sul é narrativa e perspectivista. Pode assim entender-se que a pintura nórdica se enquadra ou organiza de modo fragmentado e mais arbitrário, sem obrigatoriedade de existência de um ponto de vista fixo, não designando um lugar específico para o olho do observador.

57 Alberti apresenta a sua moldura (ou enquadramento) e janela nos seguintes termos: *“Primeiro, sobre a superfície em que vou pintar, desenho um rectângulo do tamanho que eu quiser”* e de seguida, refere-se à janela como uma metáfora para a moldura da pintura: *“que eu entendo como uma janela aberta através da qual a ‘história’ a ser pintada é vista”*, em Alberti, L. B. and R. d. I. Villa (1999). De la pintura y otros escritos sobre arte. Madrid, Tecnos, p. 84 - .” *Primero, dibujo en la superficie a pintar un rectángulo, tan grande cuanto me place, que es para mí una ventana abierta desde la cual se verá la ‘historia’.*” Deste excerto depreende-se que a janela de Alberti é uma construção/moldura que suporta e estrutura a imagem a ser aí incluída, sendo a *história* a composição, ou conjunto de relações dentro da imagem: *“... no hay que ignorar lo que es la composición en pintura. La composición es el procedimiento al pintar por el que las partes se ponen juntas en una pintura. La mayor obra de un pintor es la ‘historia’, las partes de la ‘historia’ son cuerpos, una parte de un cuerpo es un miembro y una parte del miembro es una superficie.”*, Idem, p. 96.

58 Na introdução de Alberti, L. B. and R. d. I. Villa (1999). De la pintura y otros escritos sobre arte. Madrid, Tecnos, Rocio de la Villa interpreta este postulado de Alberti, p. 23, *“O plano da representação pictórica torna-se numa intersecção na pirâmide visual, ou janela. Alberti apresenta os critérios estruturais para construir essa janela sejam quais forem os objectos a representar num espaço dado. O resultado no plano bidimensional é um espaço matematicamente ordenado, homogéneo, contínuo e isotrópico.”*; *“El plano de la representación pictórica viene a ser una intersección en la pirámide visual, o ventana. Alberti presenta los criterios estructurales para construir esa ventana, sean cuales sean los objetos a representar en un espacio dado. El resultado en el plano bidimensional es un espacio matematicamente ordenado, homogéneo, contínuo e isotrópico.”*

Curiosamente é o desenvolvimento de máquinas de visão destinadas a produzir um efeito de realidade que conduz ao aparecimento do *ponto de vista* das Caixas de Perspectiva de Hoogstraten. Construções baseadas em regras de perspectiva (as anamorfozes ou distorções provocadas pela lateralidade do ponto de vista relativamente ao plano de representação) que fazem com que ao observador seja atribuído um lugar relativo à cena para si encenada.



Figura : Samuel Van Hoogstraten, caixa de perspectiva, 1655-60

Estas caixas ópticas operam uma inversão da perspectiva. São miniaturas tridimensionais montadas de forma a criar a ilusão de uma representação bidimensional em perspectiva⁵⁹. O olho do observador fixa-se num óculo que estabelece a moldura que determinará as regras de organização do espaço, com vista a acentuar o carácter de verdade ou a ilusão de uma fatia de realidade (ou da continuidade do

⁵⁹ Não será de estranhar este papel de domínio pelo olhar de agrimensor atribuído ao espectador, os holandeses estão muito habituados a grelhas cartográficas e à feitura de mapas.

espaço). A moldura serve para organizar o olhar, conferindo-lhe mobilidade em conjunto com a inteligência e imaginação. A moldura é o meio utilizado para enquadrar um fragmento do quotidiano. Por isso Svetlana Alpers se refere a um carácter descritivo na pintura nórdica. Nicéron em 1663, na sua obra *La Perspective Curieuse ...*⁶⁰ apresenta vários exemplos de desenhos em perspectiva onde, para além das descrições de como traçar figuras geométricas e desenhar correctamente em perspectiva, faz referência às anamorfoses e ao modo como se podem construir e reconstituir pelo olhar.

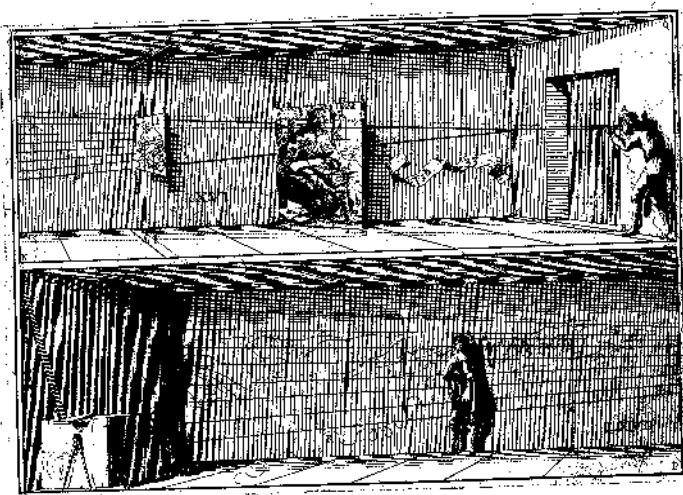


Figura : Anamorfoses, Nicéron, *La Perspective Curieuse*, 1663

Apresentando esta técnica como demonstrativa da “*relação que existe entre a arte e a natureza*”⁶¹, ao permitir ao homem ver as

60 Nicéron, J. F. and M. Mersenne (1663). *La perspective curieuse du Reverend P. Nicéron, minime, divisée en quatre livres. Avec l'Optique et la catoptrique du R. P. Mersenne du mesme ordre, mise en lumiere après la mort de l'auteur, etc.* A Paris chez Jean Du Puis... 1663.

61 Idem, p. 123, “...montre le rapport de l'art avec la nature”

coisas como elas são, podendo através das invenções da arte aceder aos trabalhos escondidos da natureza.

Será este olhar que irá medir o mundo e planificá-lo, pois, no fim, compete ao observador colocar as suas medidas dentro de uma moldura que lhe permita manter o contacto com o mundo.

O mapa, como o quadro ou a planta, são superfícies-representações que, quando enquadradas em profundidade, se transformam em ilusão perspéctica. O mundo planificado surge de instrumentos diferentes, de necessidades diferentes, mas surge sempre de um *"mapping impulse"*⁶², um impulso cartográfico coincidente com um impulso pictórico. A vontade de poder ter o mundo em imagem, o poder ser representável desloca-o para um domínio óptico, para a superfície que o acolhe e enquadra, num jogo de escalas e sempre de manipulação. Este poder pôr o mundo numa superfície e enquadrá-lo já se verificava nas expedições cartográficas de Kepler, quando apoiado por uma *Camera Obscura* foi medir a parte da alta Áustria, fazendo um levantamento panorâmico, enquadrado na escuridão, para depois o transformar num mapa.

Johannes Kepler terá sido uma figura central na expansão da utilização da *Camera Obscura* como instrumento de visualização e também como modelo de conhecimento mediado pelo desenho. O matemático e astrónomo austríaco desenvolveu um tipo de *Camera Obscura* portátil composto por uma tenda e por um sistema óptico que lhe permitia deslocar-se e medir (observar e desenhar) com

62 Expressão de Svetlana Alpers em, Alpers, S. (1984). *The Art of Describing. Dutch Art in the Seventeenth Century*. Chicago, The Chicago University Press, pp. 119-168. Os mapas eram entendidos como uma espécie de imagem que servia para dar um determinado entendimento do mundo. Estes mapas poderiam ser mapas mais precisos, no sentido cartográfico do termo ou então seriam mapas referentes a coisas, sítios e situações que não se verificando na actualidade reportavam a esses acontecimentos (por ex: através de colagens de várias imagens de sítios diferentes - uma cartografia que, com a devida distância, pode entender-se como análoga aos mapas psico-geográficos dos situacionistas).

facilidade os terrenos, aquando do seu levantamento topográfico da parte alta da Áustria⁶³. A máquina de Kepler funcionava através da projecção da imagem sobre uma mesa horizontal na qual se colocava a folha de papel onde se traçaria o desenho. Esta projecção conseguia-se através de um espelho a 45 graus situado em frente à lente posicionada verticalmente, de frente para a paisagem a ser observada. O módulo óptico da Camera Obscura de Kepler era estático, rodando a tenda sobre um eixo vertical conseguia-se uma visão panorâmica do terreno. O espelho utilizado neste modelo não servia só para trasladar a imagem de uma posição vertical para a horizontal.

Como se viu, o espelho também serve para corrigir a imagem projectando-a direita para o observador. Um espelho ou uma lente convexa como Della Porta referiu e como em 1626, Jean Leurechon descreve no seu livro *Récréation mathématique*⁶⁴ (sob o pseudónimo H. van Etten): "...podemos representar as imagens direitas de duas

63 Carta de Wotton a Francis Bacon acerca da *Camera Obscura* utilizada por Kepler, citado de *Frade, P. (1992)*, p. 42 - "*Tinha uma pequena tenda negra (de que tela não interessa muito) que podia montar rapidamente e à sua vontade no campo, e orientável (como um moinho) para qualquer ponto que se desejasse e com capacidade para pouco mais que um homem, creio, e não muito comodamente; perfeitamente fechada e escura, exceptuando um pequeno orifício, de polegada e meia de diâmetro, à qual acoplava um comprido tronco perspectivo com uma lente convexa do lado do dito orifício e a côncava no outro extremo, que fica aproximadamente no centro da tenda levantada, através do qual todos os raios das coisas visíveis no exterior são interceptados e caem sobre um papel preparado para os receber; e assim os delineava ele, com a sua pena, nas suas aparências naturais, girando a sua tenda grau a grau, até que tinha desenhado todo o aspecto do campo.*"

64 Etten, H. v. p. (1626). *Récréation mathématique, composée de plusieurs problemes plaisants & facetieux en fait d'arithmetique, goemetrie, mechanique, opticq. & autres parties de ces belles sciences. The preface signed: H. van Etten, i.e. Jean Leurechon.* Seconde edition, reveue, corrigé & augmenté, Paris: Anthoine Robinot.

maneiras. 1, com um espelho côncavo, 2, com outra lente convexa, colocada na Camera, entre o furo e o papel,..."⁶⁵.

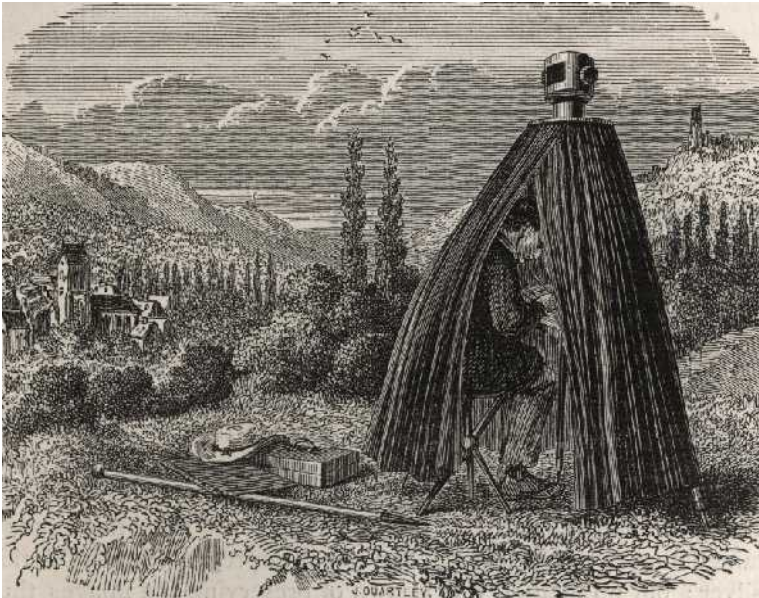


Figura : Camera Obscura tipo tenda, Edmund Atkinson, 1875

A Camera Obscura no séc, XVII e XVIII parece não ter sido utilizada como instrumento de desenho pelos artistas⁶⁶, mas foi descrita e

65 Idem, pp. 3-4, “*Mais pourquoi les est-ce, que les figures paroissent ainsi renversées? parce que leurs rayons s'entrecoupent auprès du trou, & les lignes qui partent du bas, montent en haut; celles qui viennent d'enhaut, descendent en bas. L'à où il faut remarquer, qu'on les peut représenter droites en deux manieres, 1. avec un miroir cave, 2. avec un autre verre convexe, disposé dans la chambre, entre le trou, & le papier, comme l'expérience, & la figure vous enseigneront mieux qu'on plus long discours.*”

66 Não discordando, todavia, da hipótese de haver uma contaminação das imagens e enquadramentos por si produzidos para o campo da representação pictórica. Ou seja, mais do que como uma máquina de desenhar os artistas podem-na ter utilizado como filtro da realidade. Em 1678 Hoogstraten “*escreveu referindo-se à função da camera obscura como modelo da pintura*: “De certeza que estes reflexos na escuridão podem ser uma grande ajuda á visão dos jovens artistas; melhorando igualmente o seu conhecimento da natureza, vemos as principais qualidades que deve ter a pintura verdadeiramente natural. ” ” - citado de Cabezas Gelabert, L. (2002), p. 298, “*Hoogstraten, (...) en 1678 escribió refiriéndose a la función de la cámara oscura como modelo para pintar*: “Estoy seguro de que estos reflejos en la oscuridad pueden ser de gran ayuda para la visión de los artistas jóvenes; mejorando además su conocimiento de la naturaleza, vemos las principales cualidades que debe tener la

utilizada como auxiliar de desenho por muitos amantes da natureza e cientistas interessados na descrição do mundo.

Daniele Barbaro e Della Porta já haviam referido as qualidades da máquina para o desenho das imagens das coisas que nela se produziam, enfatizando o facto de com um instrumento desta natureza não ser necessário saber desenhar para reproduzir aquilo que nela se pode ver projectado⁶⁷.

Leurechon, a propósito da Camera Obscura poder facilitar o trabalho de quem desenha, observa o seguinte: “...*para aqueles que se dedicam à pintura, ou ao retrato, esta experiência poderá servir como um bom atalho à realização de quadros de paisagens, cartas topográficas & etc...*”⁶⁸

A facilidade no desenho não encontra eco na produção dos artistas e poucos são os amadores que utilizam a Camera Obscura para este fim. Apesar das vantagens descritas e do seu modelo de tenda, a máquina ainda não é suficientemente prática para que o seu uso se torne comum. Também

Nicéron⁶⁹ se refere à Camera Obscura como uma ferramenta prática para os pintores, pois a ilusão que cria suplanta ao maiores mestres

pintura verdadeiramente natural.””.

67 Esta possibilidade de desenho refere-se, como se verá na análise da máquina digital de desenhar, àquilo que o desenhador consegue ver e não ao que é dado a ver. Esta distinção é importante uma vez que desenhar à vista é um processo de selecção e um desenhador ocasional terá dificuldade em conseguir traçar o que está a ver por não conseguir seleccionar eficazmente as marcas que denotam a composição da imagem, correndo o risco de tornar o seu desenho imperceptível devido ao excesso de traços ou a uma má relação entre eles.

68 Etten, H. v. p. F. L. (1626). *Recreation mathématique*, pp. 3-4, “...*pour ceux qui se metient de peinture, ou portraiture, que cette expérience leur pourroit bien servir à faire des tableaux raccourcis des paysages, des cartes topographiques, &tc.*” .

69 Nicéron, J. F. and M. Mersenne (1663)

do *trompe l'oeil*, entre os quais destaca Parrasius e Miguel Ângelo e todos os que vieram antes e vierem depois deles.

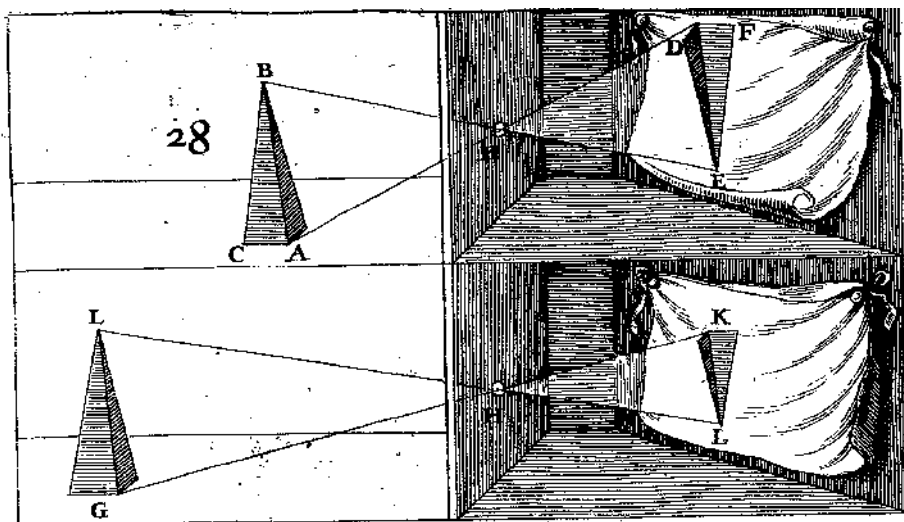


Figura : Nicéron, Camera Obscura, La Perspective Curieuse, 1663

“... se um pintor imita todos os traços que vê e se aplica todas as cores que aparecem nitidamente, obterá uma perspectiva de tal modo perfeita que razoavelmente a poderemos desejar.”⁷⁰.

Esta observação de Nicéron assenta no pressuposto de que qualquer pessoa pode desenhar (e pintar) conforme as coisas se dispõem no mundo desde que tenha um instrumento que auxilie na cópia da projecção dessas coisas.

Está também de acordo com a sua proposta de o olho funcionar de modo análogo à Camera Obscura⁷¹. Pressente-se nestas

70 Idem, p. 23, “Or si un peintre imite tous les traits qu'il void, & qu'il y applique toutes les couleurs qui paroissent avec vivacité; il aura une perspective aussi parfaite qu'on la puisse raisonnablement désirer”

71 Idem, “avant quitter cette chambre l'on peut remarquer que les espèces, & les images des objets extérieurs soient célestes ou terrestres, sont reçues dans le fond de l'oeil sur la rétine, comme dans une chambre obscure”

observações que se espera do desenhador uma correspondência semelhante. Isto é, ao traçar todas as marcas como numa correspondência ponto a ponto entre as coisas no mundo e o olho que vê (a projecção das coisas na retina) aconteça o desenho igual à coisa vista. Como se verá, esta correspondência ponto a ponto não se verifica no desenho, havendo uma construção guiada por predições e pela inteligência visual destinada a extrair das coisas as marcas que as denotem. Deste modo, o desenho de cópia numa Camera Obscura não se limita a ser uma imitação de *“todos os traços que [o desenhador] vê”*, mas antes uma selecção das marcas que podem gerar no olhar do observador a cópia do objecto natural - o *trompe l'oeil* é uma arte do enquadramento.

Nicèron reforça esta analogia ao deter-se sobre o modo como uma Camera pode ser utilizada para gerar imagens como num olho, bastando para isso que passe luz e que haja algo em frente⁷². Ao mesmo tempo denuncia a fraca portabilidade como um factor que contribui para a pouca utilização da máquina por parte dos artistas: *“...se o pintor tiver uma Camera portátil, como o são as carroças que servem para transportar os homens nas ruas (...) onde pudesse*

72 Também Robert Boyle, filósofo natural inglês do século XVII, confirma a Camera Obscura como um produtor de imagens incontinente: *“(...) aquilo que pretendo [ao mencionar a Camera Obscura], é demonstrar que sempre que viro o instrumento para um lado ou para outro, seja na cidade ou no campo, poderemos descobrir sempre novos objectos e por vezes novas paisagens sobre o papel (...)”*; Boyle, R. (1671). *Tracts written by the Honourable Robert Boyle, Fellow of the R. Society. Of a discovery of the admirable rarefaction of the air. New observations about the duration of the spring of the air. New experiments touching the condensation of the air by meer cold; and its compression without mechanical engins. The admirably differing extension of the same quantity of air rarefied and compressed.* London, T. N. for Henry Herringman. In Six Volumes. Volume III. London 1772, p. 312, *“(...) which I pretend of mentioning of it here, is to show, that since that almost upon every turning of the instrument this way or that way, wether it be in the town or open fields, one may discover new objects and sometimes new landscapes upon the paper(...)”*. Robert Boyle acrescenta uma característica importante e que se persegue neste estudo: a possibilidade de descobrir novas coisas naquilo que se está a ver por intermédio do instrumento. A Camera Obscura é apresentada como uma máquina para ver mais.

enfiar a cabeça, depararia com tal perspectiva (...) que se formaria num instante em todos os tipos de sítio, visto que a Camera descrita é um grande olho, assim com o olho é uma Camera pequena...⁷³.

Na segunda metade do séc. XVII surgem os modelos portáteis com a forma de caixa, semelhantes aos que se conhecem hoje.

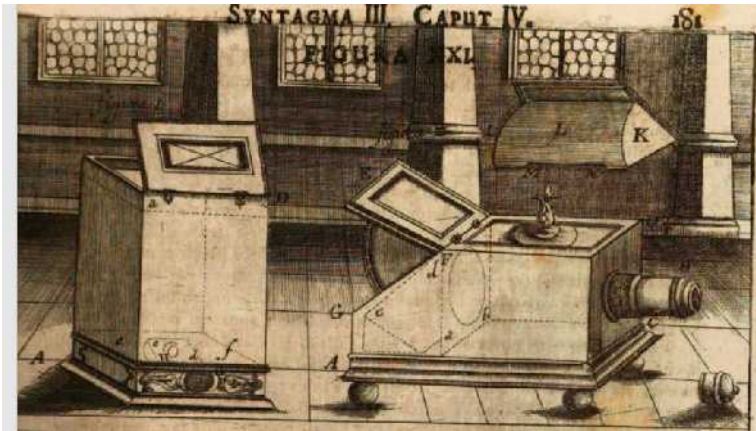


Figura : Camera Obscura portátil, Johannes Zhan, Oculus Artificialis, 1685

Johannes Zhan, na sua obra *Oculus Artificialis*⁷⁴, apresenta vários modelos de Camera Obscura portátil (figura 23), permitindo ao desenhador controlar a focagem da imagem e desenhar na horizontal, através do recurso a uma superfície plana móvel (ecrã, ou lente) e a um espelho destinado a projectar a imagem direita sob uma folha de papel preparada para ser translúcida.

73 Idem, p. 24, “... si le peintre a une chambre portative, comme sont les chaires qui servent pour porter les hommes dans les rues, ou 4 grands charrons joints ensemble où il puisse mettre la teste, il aura telle perspective quel voudra, & qui se formera dans un moment en toutes sortes de lieux, car la chambre susdite est un grand oeil, comme l'oeil est une petite chambre...”

74! Zahn, J. (1685). *Oculus artificialis teledioptricus sive telescopium*, ...triplici fundamento physico seu naturali, mathematico dioptrico et mechanico, seu practico stabilitum, Sumptibus Quirini Heyl.

O espelho é colocado a 45 graus, como na tenda de Kepler, mas com a superfície reflectora virada para cima.

Este modelo perdurou com melhorias no sistema óptico, mas essencialmente “permanecendo invariável até à invenção da fotografia”⁷⁵.

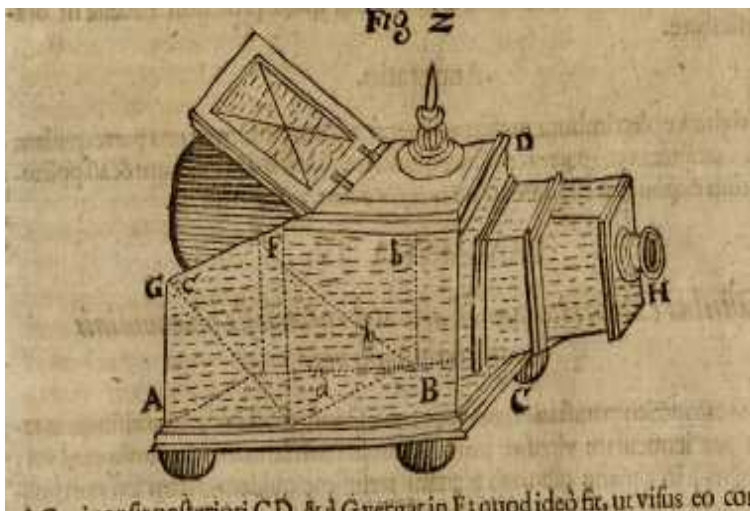


Figura : Utilização de um espelho a 45° para endireitar a imagem, Zhan, 1694

Pouco tempo depois, em 1694, Robert Hooke apresentou à Royal Society, em Londres, a sua versão de Camera Obscura portátil (figura 25), destinada a ser utilizada para desenhar directamente sobre a projecção produzida através da lente.

A proposta de Robert Hooke destina-se a permitir que o desenhador possa representar as coisas como elas são, dando como exemplo de uma possível aplicação, os guias de viagem que naquela época eram ilustrados com imagens ideais dos sítios apresentados. Com uma Camera seria possível melhorar as representações e assim dar a conhecer as coisas como eram. Estas viagens ilustradas seriam

⁷⁵ Cabezas Gelabert, L. (2002), p. 291, “... el modelo que permaneció invariable hasta la invención de la fotografía en el siglo XIX.”

amplamente celebradas um século mais tarde e dariam origem ao Panorama, um ambiente imersivo desenhado para proporcionar ao espectador o prazer da ilusão da presença.



Figura : Robert Hooke, Camera Obscura portátil, 1694

“Será necessário esperar pelo século dezoito para se encontrarem provas substanciais do uso da Camera Obscura por pintores topográficos.”⁷⁶

⁷⁶ Kemp, M. (1990). The science of art, optical themes in the western art from Brunelleschi to Seurat. New Haven and London, Yale University Press, p. 196, *“However, for a really substantial body of evidence or topographical painters using camera obscuras we have to wait until the eighteenth century.”*

Em 1711, Gravesande publica o seu tratado de perspectiva⁷⁷, que termina com um capítulo⁷⁸ onde faz a descrição de duas Cameras Obscuras de sua invenção.

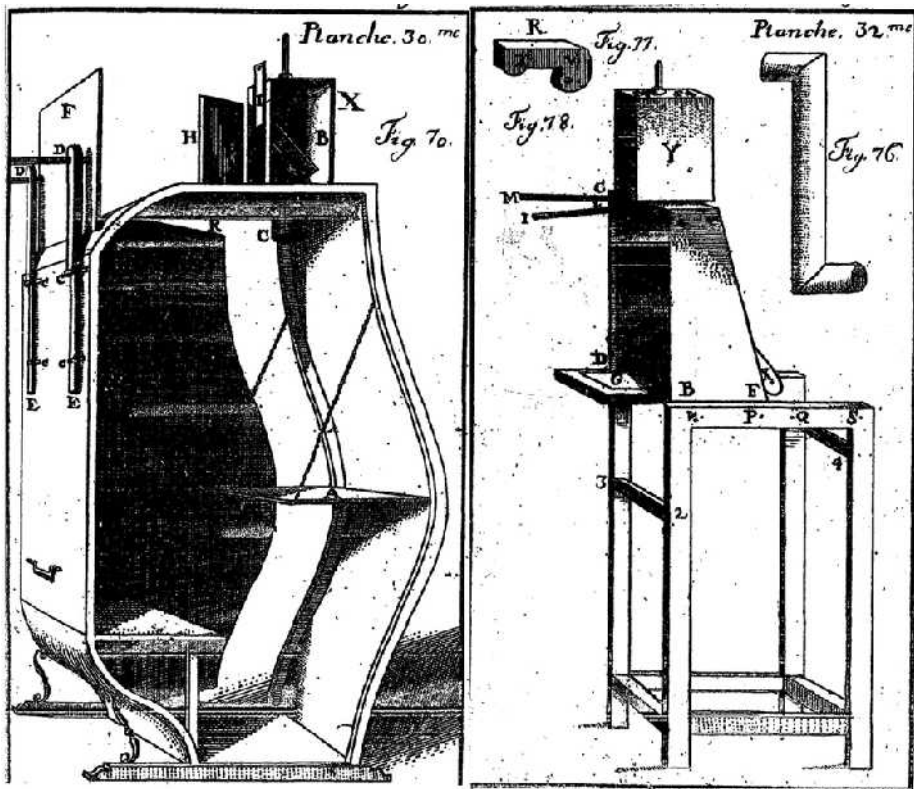


Figura : Gravesande, Cameras Obscuras, Essai de Perspective, 1711

Ambas se destinam a auxiliar o desenhador no desenho correcto da “verdadeira representação das coisas”⁷⁹. A máquina serve bem para

77! Gravesande, W. J. s. (1711). *Essai de Perspective*, La Haye.

78 “Usage de la Chambre Obscure pour le Dessein”

79 Idem, p. 2 - 3, “Les figures représentées dans la Chambre Obscure se forment, comme cela se demonstre dans la Dioptrique, par des rayons, qui partant de tous les points des objets, passent par le centre du verre: de sorte qu'un oeil posé dans ce centre, verroit les objets par ces mêmes rayons lesquels conséquent doivent donner la veritable représentation des objets, par leur rencontre avec un Plan. Mais la piramide que forment ces rayons au dehors de la Chambre, étant semblable à celle qu'ils forment après avoir passé le verre, il s'ensuit que les rayons, qui, dans la Chambre

as representações de cenas compostas por vários objectos, projectando-os com a sua verdadeira grandeza e nas relações espaciais correctas entre si, pois o ponto de vista é sempre o mesmo (a lente convexa) só se movendo se houver algum movimento da lente. Este olho, mecânico e imóvel, revela-se ideal para o desenho de paisagens, permitindo o desenho “*ponto a ponto dos objectos que se encontram distribuídos pelo espaço de uma paisagem ou de um jardim, no meio do qual tenhamos colocado a máquina*”⁸⁰. A Camera Obscura de Gravesande, apresentada na imagem da figura 26, é uma caixa onde cabe um desenhador sentado, podendo ser entendida como um modelo sofisticado da tenda de Kepler na descrição da sua utilização para o desenho de paisagem: ao centro da cena, preparada para desenhar uma vista de 360° (panorâmica). Também se nota na descrição que é entendida como uma máquina produtora de enquadramentos, ou seja, que dá a ver relações entre as partes de uma cena, estruturando a visão e o entendimento que um observador tem daquilo que observa como sendo composto por ligações entre partes dentro de um plano visual⁸¹. Uma máquina que relaciona a experiência visual do observador com aquilo que vê dentro da máquina⁸².

rencontrent le papier, y donnent aussi le véritable représentation des objets.”

80 Idem, p. 23, “*Réprésenter tour à tour les Objets qui sont aux environs d'une Campagne, ou d'un Jardin, au milieu du quel on a placé la Machine...*”

81 Idem, Avertissement, “*Je ne m'arreterai point à faire valoir les avantages que ces Machines pourront procurer aus Peintres; je remarquerai seulement qu'elles sont d'un grand usage pour réduire dans un même Tableau plusieurs objets séparés.*”

82 A este propósito Gombrich apresenta o caso do fotógrafo que instala a sua fotografia para reproduzir as condições em que a tirou, Gombrich, E. H. (1977). Art and illusion : a study in the psychology of pictorial representation. London, Phaidon, p30, “*Remember once more the photographer's troubles. If he wants us to admire the wonderful autumn tints he photographed on his last trip he will lure us into a darkened room where he displays his transparencies on a silver screen. Only the borrowed light*

Gravesande também aconselha a utilização desta máquina (a primeira máquina descrita no guia de utilização) para a reprodução fiel de estampas.

Não se trata de uma máquina destinada somente a reproduzir representações de cenas naturais, mas também à reprodução de imagens impressas.

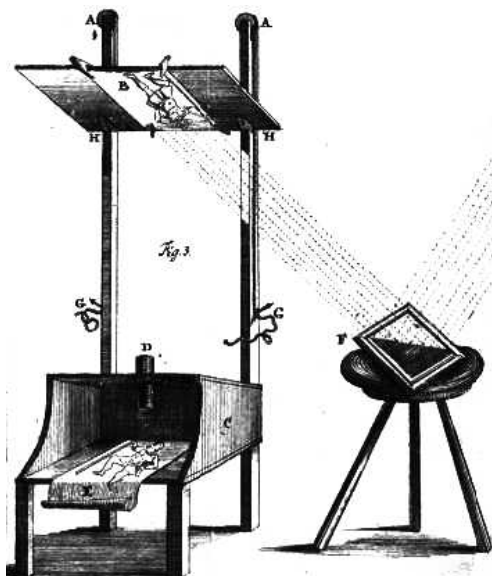


Figura : Nicloas Bion, Camera Obscura para copiar imagens, 1712

O astrónomo e construtor de instrumentos francês Nicolas Bion, introduz, em 1712, na sua obra "*Neu-eröffnete mathematische Werck-Schule...*"⁸³, uma Camera Obscura destinada à cópia de outros

of the projector lamp, aided by the adaptability of our eyes, will allow him to match the range of light intensities he enjoyed in nature." Trata-se de um trabalho de enquadramento destinado a associar a memória de uma experiência à certificação da realidade da imagem apresentada.

83 Bion, N. and J. G. Doppelmayr (1726). Nicolai Bion ... Neu-eröffnete Mathematische Werck-Schule, oder gründliche Anweysung, wie die mathematische Instrumenten ... zu verfertigen, zu probiren, und ... zu erhalten. Aus dem Französischen ... übersetzt, und ... bey dieser dritten Auflage vermehret, von Johann Gabriel Doppelmayr, 3 pt. Nürnberg.

desenhos ou gravuras (figura 27), que funciona de um modo semelhante à de Gravesande, embora não se pareça com esta por as suas partes não se integrarem numa só peça. Numa publicação anterior⁸⁴, na parte com o título “*Construction de l'oeil artificiel et d'une chambre obscure portative*”, Nicolas Bion apresenta uma Camera Obscura que pode servir para desenhar as coisas que se encontram em frente à sua lente. Como é indicado pelo título o modelo da Camera é baseado num modelo de olho artificial que Bion diz ter sido descrito por Polinière no seu livro “*Experiences de Physyque*”⁸⁵ (figura 28).

Para que esse olho artificial possa ser utilizado como instrumento de desenho, deve utilizar-se um espelho a 45°:

*“Passaremos um lápis sobre todos os traços pintados sobre o véu untado com óleo [para se transformar numa superfície translúcida, apta a receber a imagem numa face e a permitir o seu visionamento na outra] para que se consiga uma perspectiva muito exacta mas invertida. (...); estando o espelho inclinado a 45°, reenviando a imagem direita sobre um plano horizontal...”*⁸⁶. O autor refere o traçar de todos os traços para a construção de uma “*perspectiva muito exacta*”, não dando importância ao facto de tal construção resultar num amontoado confuso de traços, produtor de uma mancha quase

84 Bion, N. (1709). Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique. Paris, Jean Boudot, Jacques Collombat.

85! Poliniere, P. (1709). Experiences de physique. Paris, Jean de Laulne, Claude Jombert, Jacques Quillau.

86 Bion, N. (1752). Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique. Avec des figures ... Quatrième édition, revue, corrigée & augmentée, etc. Paris, Paris: Charles-Antoine Jombert; Nion, fils; p. 412, “*on passera un crayon sur tous les traits peinte sur le vélin huilé pour avois une perspective plus exacte mais renversée (...); ce miroir étant incliné de 45 degrés, il renvoye l'image droite sous un plan horizontal...*” .

irreconhecível. Deduz-se, devido à analogia com o olho, que a sua intenção é a de aproximar o desenho àquilo que se vê projectado na máquina e não a de explicar como se deve proceder para o desenho. Na descrição da máquina, para além de Polinière, menciona Ozanam que editara “*Récréations mathématiques ...*”⁸⁷ em 1696, onde descreve a Camera Obscura como uma sala com um furo na parede onde se coloca a lente. Aconselha que a parede onde se faz o furo esteja virada para um jardim ou um outro sítio frequentado para que se possa observar (com assombro) o movimento das coisas no exterior “*que aparecerão com as suas cores naturais e mesmo mais vivas que as naturais*”⁸⁸.

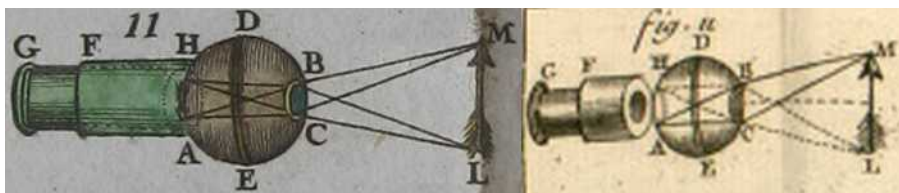


Figura : Olho artificial/Camera Obscura de Polinière e de Nicloas Bion

Na sua descrição, Ozanam refere-se ao maravilhamento que o movimento e as cores provocam no observador, sendo também estes os elementos da imagem que utiliza para falar de distinção entre partes: “*poderemos distinguir sem dificuldade os homens dos animais*

87 Ozanam, J. (1696). *Récréations mathématiques et physiques qui contiennent plusieurs problèmes d'arithmétique... de géométrie, d'optique, de gnomonique, de cosmographie, de mécanique, de pyrotechnie et de physique. Avec un Traité nouveau des horloges élémentaires* ; par M. Ozanam,... Texte imprimé. Amsterdam, Georges Gallet.

88 Idem, p. 154, “*paraîtront avec leurs couleurs naturelles, et même plus vivas que le naturel*” . As cores mais vivas que o natural devem ser reflexo da experiência da observação, em que num ambiente escuro, depois de os olhos se terem adaptado, se observa num ecrã uma projecção de movimentos que se reconhecem como sendo do exterior. Dado este enquadramento é natural que o observador tenha a sua experiência de percepção aumentada, considerando-a hiper-real.

*que passam e mesmo um homem de uma mulher...*⁸⁹. Esta distinção parece ser suficiente para que a máquina seja utilizada para desenhar o que projecta como uma representação fiel “*de tudo o que possa enviar a sua imagem para o ecrã*”: “*passando um lápis sobre todos os traços dessa representação que parecerá como uma perspectiva*”⁹⁰ e tanto mais fiel quanto melhor for a lente e mais bem dimensionado for o diafragma para a distância a que a imagem se projecta.

Quase um século depois, numa edição revista, aumentada e melhorada por Jean Étienne Montucla a descrição é ligeiramente alterada e parece estar mais de acordo com a possibilidade de se usar a máquina para distinguir e desenhar as várias partes da cena: “*podereis distinguir os traços das pessoas que vires...*”⁹¹.

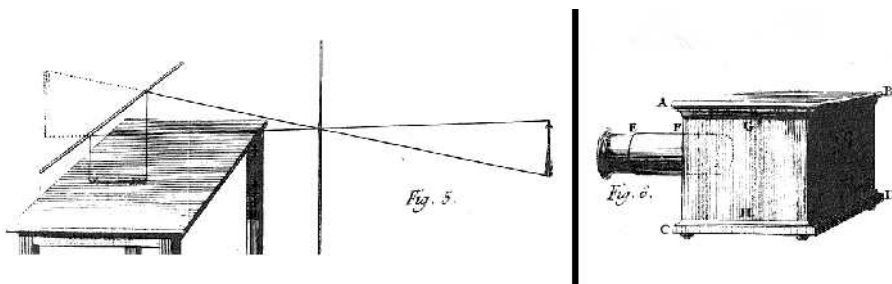


Figura : Camera Obscura reflex, Ozanam, *Récréations ...*, 1778

89 Idem, p. 155, “*on pourra sans peine discerner les hommes d’avec les animaux, et même un homme d’avec une femme ...*” .

90 Idem, p. 155, “*en passant un crayon sur tous les traits de cette representation qui paroîtra comme en Perspective*” , note-se que a descrição de Bion é idêntica.

91 Ozanam, J. and J. É. Montucla (1790). [*Récréations mathématiques et physiques ... Nouvelle édition ... refondue & ... augmentée par M. de C. G. F. [i.e. M. de Chanla, pseudonym of J. E. Montucla.]*]. Paris, Firmin Didot, p. 141, “*vous pourrez distinguer les traits des personnes que vous verrez...*”

Para que a Camera seja utilizada como máquina de desenho é conveniente que se coloque um espelho inclinado 45° por forma a que o desenho se possa realizar na horizontal. Na edição de 1778 de *Récréations Mathématiques*, surge a descrição de uma Camera Obscura portátil a que curiosamente não é acrescentado o espelho que se recomenda para a sala, aconselhando-se antes a utilização do modelo de Gravesande.

Nas “*Expériences de Physique*”, Polinière descreve uma Camera Obscura portátil reflex semelhante à de Zhan. Não indicando o seu uso para o desenho, refere-se à máquina como produtora de imagens pintadas sobre o ecrã: “*poderemos ver sobre o papel (...) as imagens dos objectos exteriores pintadas com exactamente as mesmas cores de acordo com as regras da perspectiva mais escrupulosa e endireitadas.*”⁹² Os termos para a descrição da imagem projectada são idênticos aos de Bion e de Ozanam, fazendo crer que o enquadramento e a crença numa analogia com o olho são responsáveis por este efeito de realidade.

Polinière descreve um olho artificial que funciona como uma pequena Camera Obscura⁹³ e fala da cor do céu como sendo real por ser possível vê-la dentro de uma Camera Obscura: “*A cor azul do céu é real e positiva como as dos outros corpos, pois essa cor pinta-se na Camera Obscura*”⁹⁴

92 Polinière, P. (1709). *Expériences de physique*. Paris, Jean de Laulne, Claude Jombert, Jacques Quillau, p. 460, “*on appercevera sur le papier (...) les images des objets extérieurs peints exactement avec leurs couleurs suivant les règles de la perspective la plus scrupuleuse et dans une situation redressée.*”

93 Polinière, P. (1718). *Expériences de physique*. Paris, Jean de Laulne, Claude Jombert, segunda edição, p. 517, “*Les humeurs de l’œil font un pareil effet dans l’œil que le verre lenticulaire (...) dans la chambre obscure (...). L’œil peut donc être considéré comme une petite chambre obscure, (...)*”

94 Idem, p. 450, “*La couleur bleue du ciel est réelle et positive comme celle*

O olho artificial⁹⁵ tem duas extremidades tubulares, uma com a lente por onde entra a luz e outra, oposta, com um furo por onde espreitar. Numa esfera ao centro, a imagem forma-se sobre um papel humedecido com óleo⁹⁶. Este olho artificial replica a experiência de Descartes com o olho de um boi. É um visor de transparências e é esta qualidade que leva Polinière a apresentar um instrumento (módulo) que se pode acoplar à entrada de luz da sala para fazer projecções de imagens translúcidas no seu interior.

des autres corps, puisque cette couleur se peint dans la chambre obscure."

95 Polinière, P. (1709), p. 428, “ *Cette experience imite fort bien la maniere dont la vision se fait dans nos yeux. (...) et les rassemble sur differens points d'une membrane qui tapisse le fond interieur de l'oeil appellée la retine. Cette membrane est une expansion ou épaprillement du nerf optique qui transmet dans le cerveau l'impression qui est causé par la lumiere. L'effet qui arrive sur cette membrane est imité par le verre plane* [no interior da esfera, onde está o papel translúcido, a imagem forma-se] *qui reçoit les images ds objets extérieurs de la même maniere que la retine: c'est pour cela que cet instrument merite le nom d'oeil artificiel.* ”

96 Ver figura 28 onde se apresenta o olho artificial de Nicolas Bion em comparação com o de Polinière.

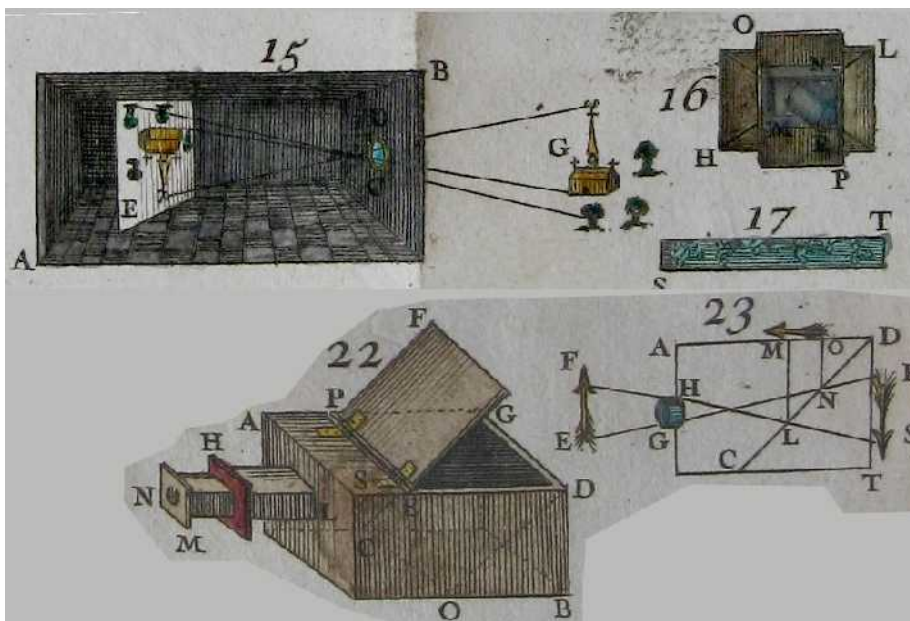


Figura : Camaras Obscuras e Lanterna Mágica, Polinière, Expériences ..., 1709

Este módulo⁹⁷ projector é muito semelhante ao Microscópio Solar funcionando como uma Lanterna Mágica.

Desenhar como se vê é um conselho dado pelos homens de ciência que propuseram a utilização da Camera Obscura ao longo do século XVIII. Sendo a Camera Obscura como um olho e as imagens que nela se formam como as imagens percebidas pelo olhar, copiando todos os traços da imagem projectada, consegue-se um desenho exactamente igual à imagem do exterior. Aos desenhadores bastará seguir estas instruções que foram mantidas e melhoradas até ao final do século, em sucessivas edições das publicações referidas.

Sabe-se que ao desenhar todos os traços de uma imagem o desenho torna-se irreconhecível, por excesso de marcas e por inadequação

97 Na imagem é a figura com o número 16, sendo a figura 17 uma representação da armação onde se colocam os vidros coloridos com tintas transparentes.

das marcas⁹⁸. Deduz-se nestas instruções um sub-texto pretendendo que os desenhadores consigam proceder à selecção das marcas que melhor denotem as partes dos seus objectos em relação à unidade. Sabe-se que um desenhador sem experiência consegue utilizar a Camera Obscura para fazer um desenho representando um objecto. Desde que reconheça o seu objecto irá traçar as marcas que considerar salientes para a sua memória do objecto.

Assim, o conselho de utilização da máquina para desenhar tudo o que nela se projecta parece ser razoável e foi seguido pelos seus utilizadores.

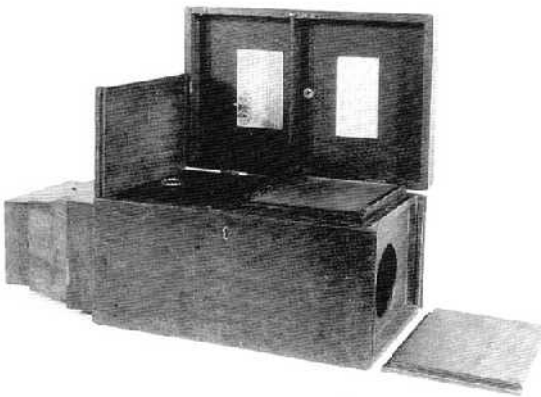


Figura : Royal Delineator, William Storer, 1778

A difusão da Camera Obscura através de sucessivas publicações com várias edições e traduções, reflecte-se na profusão de modelos que se desenvolveram e utilizaram ao longo de todo o século XVIII. No século XIX um modelo haveria de prevalecer, dadas as suas características ópticas e de portabilidade, trata-se do modelo *Royal Delineator* criado por William Storer em 1778.

98 Esta inadequação das marcas ao desenho nota-se quando as intenções do desenhador se sobrepõem ao que o observador vê no desenho, gerando confusão.

O mais famoso dos utilizadores de Cameras Obscuras no século XVIII é o pintor Antonio Canal, conhecido como Canaletto. Embora se saiba que possuiu um destes instrumentos, não há provas de que o tenha utilizado como máquina de desenhar para a realização das suas pinturas de *vistas*, obras de carácter quase fotográfico, tanto pelo enquadramento, como pelo realismo aparente das suas imagens.

Francesco Algarotti, no seu *Ensaio sobre Pintura*⁹⁹, aconselha os jovens pintores a utilizar a Camera Obscura para melhor conhecer a Natureza, da mesma maneira que os astrónomos usam o telescópio e o microscópio para os objectivos dos seus estudos. Acerca da utilização do instrumento na altura de Canaletto diz o seguinte: “os melhores pintores modernos italianos fizeram bastante uso da Camera Obscura, nem seria possível que tivessem representado tão realisticamente as coisas de outro modo”¹⁰⁰. O que Algarotti deixa entender é que Canaletto (talvez como Belotto e como Guardi) fazia uso da Camera Obscura para a realização das sua obras, não dizendo qual o tipo de uso. Possivelmente a máquina poderia ser utilizada como mediadora entre a vista e a pintura, uma vez que as coisas aí surgem mais vivas que a própria pintura. Pode ser que estes pintores tenham seguido o conselho de Nicéron, utilizando a máquina como produtora de efeitos pictóricos e de “*perspectiva de tal modo perfeita que razoavelmente a poderemos desejar.*”

99 Francesco Algarotti (1712-1764) “Of the Camera Obscura” from *An Essay on Painting*, em Harrison, C., P. Wood, et al. (2000). *Art in theory 1648-1815 : an anthology of changing ideas*. Oxford, UK ; Malden, Mass., Blackwell Publishers, pp. 475-477

100 Citado de Links, J. G. and Canaletto (1999). *Canaletto*. London, Phaidon, p. 118, “the best modern painters among the Italians have availed themselves greatly of [the Camera Obscura] nor is it possible they should have otherwise represented things so much to life”.

Esta dúvida quanto ao recurso frequente à máquina para a realização de desenhos preliminares é um assunto de pouca importância, pois reconhece-se Canaletto como um desenhador exímio especialmente dotado para a arte da perspectiva.

Antonio Maria Zanetti, o Novo, refere-se de um modo pouco claro à utilização que Canaletto fazia da máquina¹⁰¹, mas depreende-se das suas palavras que só a Camera não seria suficiente para a realização das suas *vistas* de Veneza. Se Canaletto não soubesse ver o que a máquina projectava com os olhos de um desenhador experiente e conhecedor da perspectiva, não teria sabido fazer as correcções necessárias para que a pintura resultasse tão realista¹⁰².

Na figura 32 pode observar-se, na parte de cima, a pintura de uma vista de Canaletto, a *Igreja dos santos Giovanni e Paolo*, pintada cerca de 1735 e, na parte de baixo, pode observar-se uma folha de um desenho da mesma vista e a parte da pintura que corresponde topograficamente ao local desenhado, como se pode observar há discrepâncias entre o desenho e a pintura. Canaletto alterou o desenho acrescentando mais um ponto de vista à pintura (casas à direita) e redimensionando e transferindo ligeiramente alguns elementos presentes no desenho (por exemplo, a pilastra defronte à janela mais à esquerda e acima da casa de frente para o observador e janelas e porta da mesma casa).

101 Citado de Links, J. G. and Canaletto (1999), p. 117, “*By this example Canal thought the correct way of using the camera ottica, and how to understand the errors that occur in the picture when the artist follows too closely the lines of the perspective, and even more the aerial perspective, as it appears in the camera itself and does not know how to modify them where the scientific accuracy offends against common sense. Those learned in this art will understand what I mean.*”

102 Canaletto não faz uma correspondência ponto a ponto entre a imagem e a pintura. Para além de 'editar' as vistas com recurso a vários pontos de vista integrados num só enquadramento, pode observar-se que as suas figuras são geralmente pintadas como um grupo de borrões coloridos justapostos de tal maneira que no observador provocam uma impressão fotográfica.

Esta imagem ilustra de modo convincente a observação de Zanetti. Tornando desnecessária a discussão acerca da utilização ou não da Camera Obscura na feitura do desenho, interessa para o presente trabalho a consciência que Canaletto tinha de que as coisas devem ser pintadas sabendo que são para ser vistas, ou seja, que a percepção do observador é activa.

Desta capacidade para a selecção e até da sua necessidade para a criação de imagens que pudessem ser mais do que cópias desinteressantes da natureza, Sir Joshua Reynolds faz eco nos seus *Discursos*. Aí, afirma que a imitação e a cópia devem fazer parte do treino mecânico do artista, mas que a verdadeira arte revela um conhecimento mais profundo da natureza e que ao artista, tendo ultrapassado a fase inicial da aprendizagem, é exigido que o utilize para que a sua obra perdure para lá das modas e como reflexo do seu génio.

“Suponhamos uma vista da natureza representada com toda a verdade de uma Camera Obscura e a mesma cena representada por um grande artista, quão pequena e má irá uma parecer quando comparada com a outra, (...). A cena será a mesma, diferindo na maneira como se apresentam ao olhar.

*Com que superioridade adicional poderá então o mesmo artista aparecer quando tem o poder de seleccionar os seus materiais assim como de elevar o seu estilo.”*¹⁰³

103 Reynolds, J. and E. G. Johnson (1891). *Joshua Reynold's Sir Discourses*. Chicago,, A. C. McClurg and company. Discurso XIX, 1786, p. 316, “*If we suppose a view of nature represented with all the truth of the camera obscura, and the same scene represented by a great artist, how little and mean will the one appear in comparison with the other, (...). The scene shall be the same, the difference only will be in the manner in which it is presented to the eye. With what additional superiority, then, will the same artist appear when he has the power of selecting his materials as well as elevating his style.*”

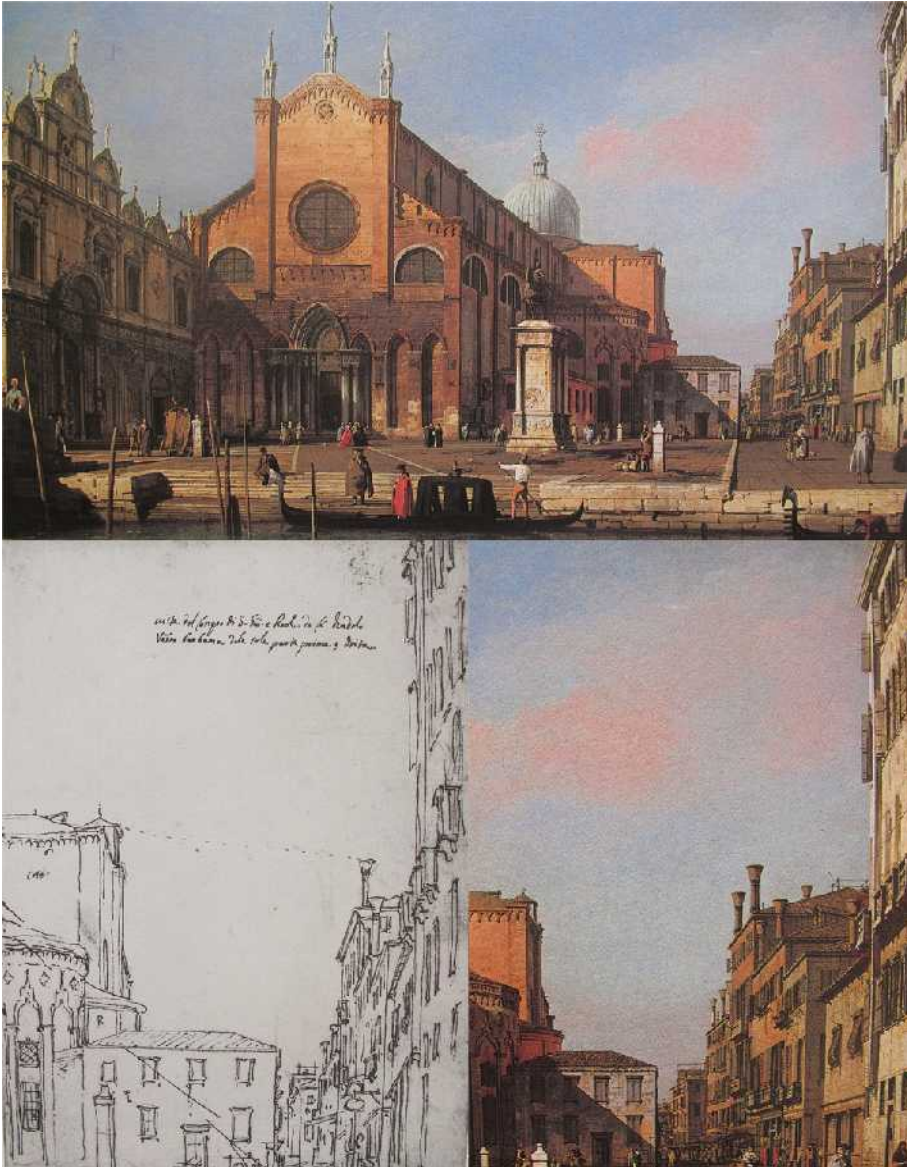


Figura : Canaletto, Vista da Igreja dos Santos Giovanni e Paolo e desenho da mesma vista, cerca de 1735

O desenho com a Camera Obscura tende a ser desinteressante porque todas as partes se equivalem ao serem traçadas nos seus contornos. A imagem, atraente devido à qualidade das suas cores e dos contrastes que produz em simultâneo com o enquadramento do ecrã que a isola do fluxo da realidade, é uma imagem que quando

reduzida a traços de contorno se nivela, equivalendo-se todas as partes que a compõem e não sobrando nenhuma luz daquilo que pareceu ser uma pintura em perspectiva. Para que o desenho represente o que se vê, o desenhador deve traçar os traços necessários para que o olhar do observador possa reconhecer no desenho a experiência da imagem produzida na máquina:

O carácter de nivelamento da cópia com recurso a uma Camera Obscura não é sempre uma desvantagem para a produção de imagens. Para o seu funcionamento como máquina de projecção e diversão, Della Porta aconselha a utilização de uma dimensão sonora. Para a sua utilização como mediadora entre a realidade e a pintura, outros filósofos naturais aconselham que se tenha em consideração a sua analogia com o funcionamento do olho como órgão que produz a experiência da visão. Para a cópia de imagens bidimensionais e para o desenho científico há a necessidade da imagem na Camera Obscura ser uma cópia do objecto o mais fiel possível, com vista a ser copiada sem a intervenção da imaginação ou génio do artista ou desenhador. Este último caso nota-se, por exemplo, no livro de William Cheselden *Osteographia or the anatomy of the bones*¹⁰⁴, onde o autor afirma que concebeu e utilizou uma Camera Obscura (figura 33) para obter um desenho mais exacto dos ossos que aí apresenta com rigor científico¹⁰⁵. A forma curiosa e estendida da máquina indica que a sua óptica deve ser composta por

104! Cheselden, W. (1733). *Osteographia, or the Anatomy of the bones*. London.

105 Idem, p. 6, “*Then we proceeded to others, measuring every part as exactly as we could, but we soon found it impossible to execute the difficult parts of such a work in this way; upon which I contrived (what I had long before meditated) a convenient camera obscura to draw in, with which we corrected some of the few designs sready made, throwing away others which we had before approved of, and finished the rest with more accuracy and less labour, doing this ina few minutes than could be done without in many hours, I maight say in many days;*”

mais do que uma lente, destinada a projectar direita e com clareza uma imagem do objecto a desenhar que, como se vê na ilustração da figura 33, se encontra muito próximo da Camera.

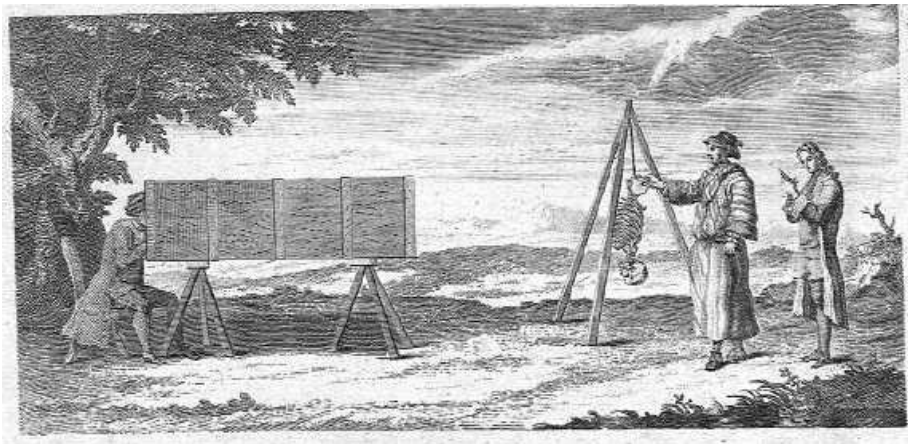


Figura : Camera Obscura concebida para as ilustrações de *Osteographia ...*, de William Cheselden, 1733

Da observação dos desenhos realizados (figura 34) percebe-se que esta forma particular se destina a facilitar o desenho de articulações entre partes, por vezes pequenas e em escorço.

Com uma finalidade de documentação científica surge a descrição de um “*método de ampliação de objectos numa Camera Obscura*”¹⁰⁶ de Benjamin Martin, construtor e divulgador científico conhecido pelos seus Microscópios Solares.

106 Martin, B. O. (1742), prefácio, p. viii

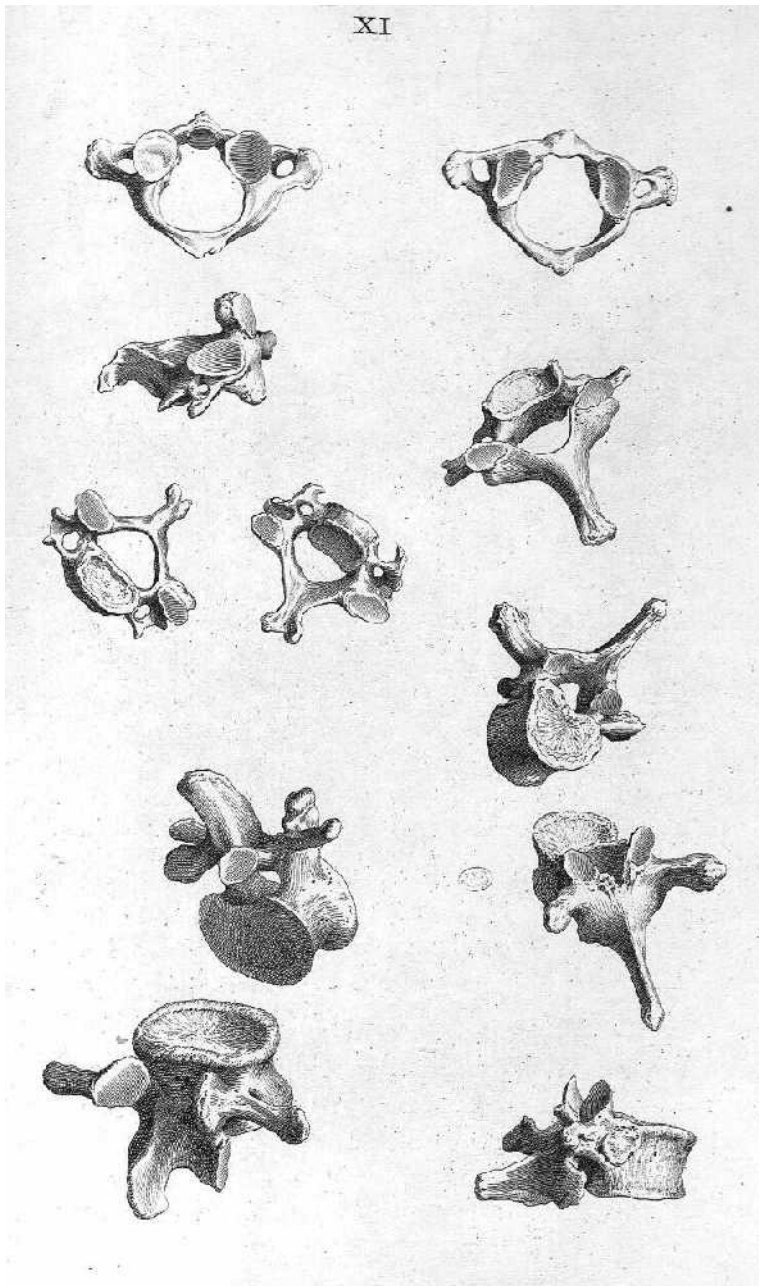


Figura : Desenho de vértebras em *Osteographia* ..., William Cheselden, 1733

Na sua obra *Micrographia Nova*, de 1742, acrescenta uma secção denominada *An Account of the Camera Obscura, and the Solar*

*Microscope, or Method of Magnifying Objects in a Darken'd Chamber, In every Way by Reflection and Refraction*¹⁰⁷, onde expõe formas de adaptar um Microscópio Solar a uma Camera Obscura, semelhantes às descritas por Polinière e destinadas a maravilhar uma audiência ou a desenhar contornos de silhuetas projectadas em contraste e com grande definição: “*Se o objecto for grande e opaco, a sua imagem será exibida directamente e bem definida; de tal forma que poderá ser desenhada com facilidade, mas as imagens de tais objectos são unicamente sombras e nenhuma das suas cores poderá ser vista desta maneira.*”¹⁰⁸ Para que o objecto possa ser completamente visto Benjamin Martin apresenta uma solução com um espelho côncavo furado ao centro, permitindo que a luz do sol se reflecta sobre o objecto, iluminando-o por completo, podendo a sua imagem ser criada através de uma lente colocada próximo do furo ao centro do espelho. Outro método, mais simples e eficaz, utiliza um espelho para reflectir a luz do sol sobre o objecto e a sua imagem sobre um ecrã, podendo este ecrã situar-se ou ser qualquer parede da sala, dada a mobilidade do espelho.

Para além destas características de projecção de ampliações de objectos muito pequenos, a Camera Obscura pode ser utilizada para observar a vida a decorrer no exterior, em miniatura¹⁰⁹. Esta qualidade de sala de projecção parece ser o que mais atrai tanto os filósofos naturais e cientistas, como os espectadores. Podendo o mesmo

107! Idem, pp. 57-62

108 Idem, p, 59, “*If the Object be large and opake, the Image of it will be distinctly exhibited, and well defined; so that it may be drawn with Ease; but the Images of such Objects are porperly Shadows only, and so none of the Colours can be in this Manner shewn.*”

109 Miniaturas, como as pinturas de Torrentius, no século anterior.

espectáculo ser observado por motivos diferentes, pois ao estudo da vida junta-se o prazer de a poder gozar a uma distância segura.

O século XVIII foi o século da Camera Obscura. Tendo sido afirmadas as suas qualidades como máquina de desenhar e de visualizar no século anterior, é neste que se nota uma ampla divulgação do instrumento, notando-se um acerto nos discursos acerca da sua utilidade, ao mesmo tempo que se efectuam melhoramentos tecnológicos destinados à produção da melhor imagem para cada utilização diferente.

Da utilização da Camera como máquina de desenho sabe-se que os artistas, apesar de a poderem ter possuído, não fizeram muito uso directo para a realização das suas obras, embora se note a sua utilização no tipo de imagem e enquadramento escolhidos. Terão sido viajantes e cientistas (e charlatães) os grandes utilizadores da máquina para desenhar. A sua grande utilização foi como máquina de visualizar ou de dar a ver para os artistas que a utilizaram para compreender a Natureza, para os cientistas pela mesma razão e para os espectadores que acorriam às salas de Camera Obscura para assistir às projecções que se desenrolavam no seu interior.

“Quando a sala está obscurecida (...), pode ser usada para outros propósitos muito curiosos e importantes. (...) e se o sol brilhar fortemente sobre os objectos no exterior, oposto à janela, as imagens de tudo serão formadas distintamente sobre a parede ou ecrã (...), resultando a mais bela e perfeita Peça de Perspectiva, se os objectos forem edifícios e etc..., mas se forem jardins, prados, montanhas, bosques, etc..., apresentarão as mais belas e inimitáveis paisagens. Tanto na perspectiva como na paisagem as luzes e sombras são expressas linda e fortemente com toda a variedade de cores, mais

vívida e intensa do que os próprios objectos; e o que é peculiar neste tipo de Pintura, os movimentos dos objectos também são representados, as árvores abanam, as folhas agitam-se, as pessoas caminham, as aves voam, os navios navegam, as chaminés fumam, e tudo é a vida mesma em miniatura, e fantásticamente elevada."¹¹⁰

110 Idem, p. 61, "*When the Room is darkn'd, (...) it may be used for other Purposes very curious and important. (...) if the Sun shine strongly on the Objec without, opposite to the Window, the Images of all will be distinctly form'd on a large Sheet or Screen of white Paper (...); the result of which will be a beautiful and most perfect Piece of Perspective, if the Objects are Buildings, and etc..., but Gardens, Fields, Meadows, Hills, Groves, and etc..., present you with a most exquisite and inimitable Landscape.*

In both Perspective and Landscape, the Lights and Shadows are most beautifully and strongly express'd with all the charming Variety of Colours more vivid and intense than in the Objects themselves by far; and what is peculiar to this sort of Painting, the Motions of Objects are also represented, the Trees wave, the Leaves quiver, People walk, Birds fly, Ships sail, Chimneys smoke, and every thing is Life itself in Miniature, and greatly eighten'd."

Parte 3 – A Camera Obscura e a Camera Lúcida – passagem do séc. XVIII para o séc. XIX.



Figura : Camera Obscura reflex portátil e Camera Lúcida Universal

No início do século XIX foi patenteado, por William Hyde Wollaston, um novo instrumento de desenho que viria a ser apresentado como um substituto mais prático da Camera Obscura – a Camera Lúcida. Nesta parte do presente trabalho, ao introduzir uma nova máquina de ver e de desenhar, será feito um ponto de situação em relação à Camera Obscura, enquanto objecto produtor de imagens e máquina de desenhar no início do século XIX. Considerando que depois do século XIX as alterações verificadas na sua utilização referem-se ao renascimentos no seu interesse por via de outras tecnologias que a têm como ponto de origem (ex: fotografia, cinema, webcams, artes electrónicas). Este ponto de situação também visa estabelecer o enquadramento para o aparecimento da Camera Lúcida como a nova máquina de desenhar, propondo uma nova maneira de o desenhador

se situar frente ao seu objecto; e também como um módulo que integra a máquina digital de desenho que se propõe nesta tese¹¹¹.

Por se considerar que este processo tem semelhanças com o da Camera Obscura misturado com o da Camera Lúcida apresenta-se aqui a mistura, ou separação, que teve lugar aquando do aparecimento de um modo de ver prismático (como sugere Erna Fiorentini¹¹²).

A Camera Lúcida, na primeira metade do século XIX, surge como o instrumento adequado para ver e medir com rigor a realidade e surge também como uma novidade tecnológica acessível a todos.

A Camera Obscura também foi adoptada como dispositivo de mediação entre o homem e o mundo por estas mesmas características. A novidade tecnológica é sempre um grande ponto a favor da difusão e popularização de qualquer instrumento.

A Camera Lúcida era, de facto, mais rigorosa que a Camera Obscura. O seu prisma, fabricado pelos mais reconhecidos especialistas e fabricantes de instrumentos de óptica da Europa de então¹¹³, apresenta uma grande vantagem face à lente da Camera Obscura, tem as faces planas, não originando assim as aberrações cromáticas

111 Na sua parte prática propõe um dispositivo em que o desenho também ocorre fora do plano onde se desenha.

112 Fiorentini, E. (2006), p. 5, “*the images presented to the observer by these devices are dramatically at variance with each other in their nature, and provide a completely different visual experience from one another. Against this background, I propose to assess the entirely divergent optical principles of these two instruments as metaphors for different modes of vision. I shall argue that most notably one of these modes - what I shall call the Camera-Lucida- or ‘prismatic’ mode of seeing - prevailed in observation and representation, as a peculiar trait of the visual approach to nature in early nineteenth century.*”

113 Idem, p. 14, “*Given these new difficulties in creating ideal conditions in the optical material, respect and admiration for the command of technological skills and for scientific insight were the elements adding, for the Camera Lucida, a new and unusual force to the aura of wonder always surrounding the opticians’ ability in supplying optical instruments able to improve observation and depiction.*”

e as distorções de perspectiva que aconteciam com a curvatura das lentes de então. Este rigor renovado deve-se a uma nova necessidade de apresentar as terras (ou paisagens) de um modo coincidente com as descrições dos mapas. A ciência da Geografia encontrava-se num ponto da sua evolução que não admitia os erros (ou distorções ópticas) da tecnologia anterior.

Os erros que a Camera Obscura continha no seu funcionamento (que o não eram até ao surgimento desta exigência de um novo tipo de olhar para a medida das coisas¹¹⁴) deixaram de ser compatíveis com a necessidade de reconhecer, de uma vez, o mapa na representação.

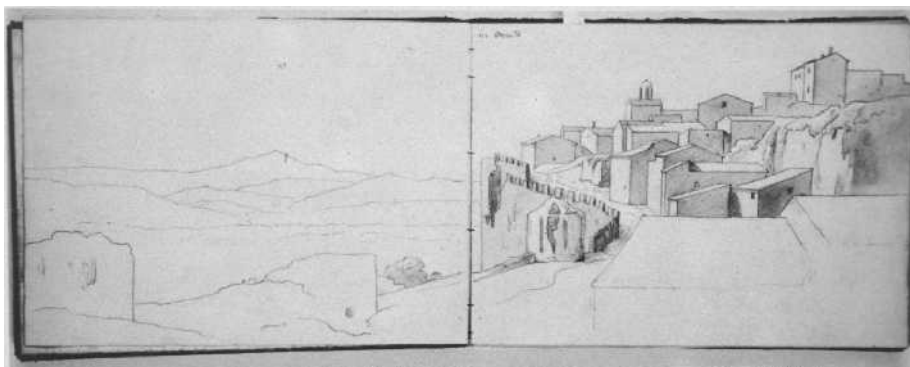


Figura : Abraham Teerlink, desenho feito com Camera Lúcida, data desconhecida

114 Klaus Staubermann coloca a questão da qualidade da imagem produzida por uma Camera Obscura no século XVII como um acontecimento dependente de factores exteriores à óptica, apresentando uma tese em que a qualidade da imagem advinha tanto da qualidade das lentes como da crença na sua capacidade para gerar imagens de semelhantes ao modelo. Staubermann, K. (2007). *Comments on 17th Century Lenses and Projection. Inside the Camera Obscura: Optics and Art Under the Spell of the Projected Image*. W. Lefèvre. Berlin, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte: 141 – 145, p. 145, “*From the magic lantern as well as other later optical projection devices we deduct that what mattered as much as the quality of the produced image was the control of the projected image. Crucial factors of this process were the belief in the appearance of the image, trust both in the device and in the ability to manipulate the image, and judgement while controlling the image, the instrument, and the eye.*”

A Camera Lúcida torna-se o instrumento que com facilidade e rigor permite a selecção das saliências que importam ao reconhecimento da representação (ou à coincidência da representação com o mapa). Ao desenhador começa a ser exigido que desenvolva as suas capacidades de selecção e de reconhecimento das marcas salientes numa imagem, com vista a torná-la equiparável ao seu registo geográfico¹¹⁵. Como se pode observar pelo desenho de Abraham Teerlink que aqui se apresenta (figura 36), a nova máquina de desenhar exige que o desenhador detecte e anote as saliências que importam ao propósito da representação. A esta acção chama-se selecção e é observável na utilização da máquina digital de desenhar de que trata a presente tese.

115 Fiorentini, E. (2006), p. 16, “*Although the Camera Lucida was not suitable for numerical recording, its pocket format and the small weight of the optional items necessary for drawing were precious in the immediate gathering and recording of the most salient features of the observed spot according to the new principles.*”

A Camera Obscura e outras máquinas dela derivadas

Tendo sido apresentadas as condições que tornaram a Camera Obscura numa máquina de fabricar imagens destinadas, tanto a entreter, como a aceder ao conhecimento do mundo e numa máquina de desenhar dedicada a reproduzir objectivamente a realidade que se projecta no seu interior, é altura de recapitular com o intuito de apresentar uma nova máquina de desenhar que, pelas suas características, foi apresentada como uma máquina mais prática, mais exacta e mais verdadeira que a Camera Obscura: a Camera Lúcida.

A Camera Obscura produz imagens que são projecções sobre um plano fixo, pois apesar do movimento que apresentam são fixas por uma moldura. Permite vários observadores ao mesmo tempo e tem, como se viu, os atributos que tornaram a pintura numa pintura mais viva que a própria pintura¹¹⁶.

A Camera Obscura, desde as suas descrições no século XVI foi-se transformando numa máquina de projecção, produzindo espectáculos que podiam “*confundir e deliciar*”¹¹⁷, primeiro sem alterar as suas

116 Referência à observação de Constantijn Huygens, citada anteriormente. Curiosamente, cerca de 130 anos antes, Leonardo da Vinci referia-se à imagem na Camera Obscura como se estivesse pintada na folha de papel onde se projecta:

“*Leonardo da Vinci already refers to the analogy of the Camera Obscura image with a picture, observing that the images “falling in a dark room, through a pinhole, on a sheet of paper really look as if they were painted on this paper” .*” Fiorentini, E. (2007), p. 30.

117 Friedberg, A. (2006). *The virtual window, from Alberti to Microsoft*. Cambridge, London, The MIT Press, p. 66, “*As a drawing tool, the camera obscura aided the artist in the static rendition of its projected image. But in the late sixteenth to the early seventeenth century, the camera obscura began to take on quite another function. In Giambattista Della Porta’s treatise Magiae Naturalis (1558) and in Athanasius Kircher’s Ars magna lucis et umbrae (1646), the camera obscura is celebrated for its potential to project images that could confuse and delight.*”

qualidades de projecção de cenas reais e de seguida transformando-se numa máquina de projectar sobre um ecrã imagens pintadas em vidros – a Lanterna Mágica.



Figura : Lanterna Mágica, Paul Sandby, c. 1760

O facto de ser um meio que projecta imagens produzidas por processos indirectos, situa a Camera Obscura como um instrumento na história da evolução da imagem no sentido da sua espectacularidade. Deve ter-se presente que a Camera Obscura também foi utilizada na realização de desenhos que posteriormente seriam projectados por este instrumento perante uma audiência desejosa de se envolver pelas imagens das histórias apresentadas. No entanto, à Lanterna Mágica faltava a capacidade de projectar movimento¹¹⁸.

118 Giovanni Battista della Porta, *Magiae Naturalis*, “The seventeenth Book of Natural Magick”, 1558, <http://homepages.tscnet.com/omard1/jportac17.html#bk17XII> (consulta: 12/07/2007), onde o autor descreve alguns espectáculos que se podem

O Panorama conseguiu resolver este problema ao disponibilizar a uma audiência o envolvimento por um ambiente visual e espacial destinado a proporcionar os prazeres de uma viagem ou de um episódio histórico (uma viagem de outro tipo).

O Panorama provocava vários tipos de movimento: o físico do espectador em torno da torre central das Rotundas, que implicava uma imersão numa dimensão temporal, e também o movimento da imaginação, incrementado por esta deslocação para um tempo subjectivo que deslocava o espectador para o tempo e para o sítio ali representados.

A Camera Obscura foi um meio utilizado para o desenho preliminar do delineamento da paisagem ou cena a ser representada¹¹⁹ e utilizado como preparação para a pintura dos primeiros Panoramas. A Camera Obscura foi mais tarde substituída pela Camera Lúcida como instrumento adoptado para o desenho preliminar de panoramas.

“No século XVIII, Francesco Algarotti elogiou o facto de na Camera Obscura a ‘Natureza pintar as coisas mais próximas do olho com pinceladas finas e as mais afastadas com golpes largos. ... Um pintor

realizar para serem observados no interior de uma Camera Obscura. Há outras descrições de espectáculos de projecção com Lanterna Mágica, por ex: as fantasmagorias do século XVII, em que o ambiente era preparado para que a audiência experimentasse o espectáculo como uma imersão plena em várias dimensões sensoriais. Para além das imagens que se podiam projectar em toda a sala, como se de aparições se tratasse, os espectadores eram provocados por estímulos auditivos como explosões ou vozes, aumentando assim a impressão de se estarem a envolver por acontecimentos reais. Para a descrição de um espectáculo pode consultar-se Clee, P. (2005), pp. 33-34.

119 No caso das Rotundas deve ter-se presente que a sua construção visava a eficácia da ilusão pretendida, uma ilusão imersiva descendente das salas de espectáculo Camera Obscura (como propostas por Giovanni Della Porta e outros). Note-se também que, enquanto as pinturas dos panoramas eram executadas, há relatos da rentabilização das rotundas através de espectáculos de camera obscura: Oettermann, S. (1997). The panorama : history of a mass medium. New York, Zone Books, p. 288-289, “Camera obscura exhibits at the Prater [Viena, Áustria] were not (...) new (...). Since 1782 there had been an “optika nova” there (...). This type of camera obscura was not the large boxlike apparatus often depicted in histories of photography, but an actual room visitors could walk into.”

excelente, tendo visto tais imagens pela primeira vez, confessou que nada poderia ser comparado com as pinturas de tão excelente mestre”¹²⁰.



Figura : Panorama Mesdag, vista do interior para o 'faux terrain' e pintura, Holanda, 1881(?)

A máquina reproduz os efeitos de como devia ser a pintura: perspectiva aérea, harmonia, cor, oferecendo uma imagem da natureza não como ela é, mas como devia ser pintada¹²¹. Ou seja,

120 Fiorentini, E. (2006), p. 30-31, “*Nature paints the things nearest to the eye with fine paintbrushes, those far away with rough strokes. ... An excellent painter, having seen such an image for the first time, confessed that nothing can be compared with the paintings of such an outstanding master*”. Embora se possa depreender desta frase que Algarotti considera a Camera Obscura como um veículo da imaginação, tal não corresponde ao que o colecionador pensava. Pois, como se viu, para ele a Camera Obscura era como um olho e como tal devia ser utilizada para aceder ao conhecimento da natureza. Já em 1622 Constantijn Huygens tinha afirmado: “*É impossível expressar por palavras a sua beleza. A arte da pintura morreu, pois isto é a vida como ela é, ou algo superior, se pudéssemos encontrar uma palavra para isto.*”, citado de Martin Kemp, *The Science of Art*, p. 192 (“*It is impossible to express its beauty in words. The art of painting is dead, for this is life itself, or something higher, if we could find a word for it.*”)

121 A sensação de que a projecção apresenta as coisas como estas *deviam ser* é produzida pela qualidade da óptica (tendencialmente mais precisa e produzindo menos distorções) em conjunto com as expectativas do observador.

esperava-se da pintura o mesmo que se percebia com o olhar.

*“As imagens da Camera Obscura eram então modificadas ou pelo menos filtradas por uma ‘máquina de ver’, da qual se esperava que destinasse a sua ‘experiência visual’ ao observador e não tanto que mostrasse uma reprodução fiel da imagem natural. A caixa funcionava como um substituto do olho, oferecendo a experiência de novas variantes da visualidade, ou um fundo sobre o qual se pudesse construir uma representação imaginativa”*¹²².

No caso presente, o olho é um olho que vê o que aparece projectado na Camera. Sendo esta um modelo do olho¹²³, ao observador restará o processamento da imagem que lhe é dada. Nas palavras da autora, *“Neste tipo de ‘ver projectivo’, o olho regista as imagens como elas são fornecidas pelo aparato óptico, com todas as imperfeições devido às suas deficiências técnicas e processa-as tal como aparecem, a bem da apercepção, apreensão ou representação.”*¹²⁴ A Camera Obscura é o dispositivo que gera as condições necessárias ao

122 Fiorentini, E. (2006), p. 31, *“The Camera Obscura images, thus, were modified or at least filtered by a ‘seeing machine’, which was expected to convey its own ‘visual experience’ to the observer, and not so much to show a faithful reproduction of the natural image. The box functioned as a substitute for the eye, offering the experience of new variants of visuality, or a background on which to construct an imaginative representation.”*

123 O ‘olho artificial’ que será oficializado por Descartes no seu livro *La Dioptrique*, em 1637, depois de Kepler ter introduzido o tema (1604) e de Christopher Scheiner ter realizado a experiência com o olho de um animal; em Hecht, E. (2002). *Óptica*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkain, p.242. A Camera Obscura como modelo do olho e como modelo do conhecimento do mundo no entendimento e Kepler e Descartes é o assunto do ANEXO 4, ou como se viu ao longo das diversas descrições de um olho artificial análogo à Camera Obscura que surgiram depois do livro de Johannes Zhan *Oculus Artificialis*.

124 Fiorentini, E. (2006), p. 31, *“In this kind of ‘projective seeing’, the eye registers images in the form provided by the optical apparatus, with all the imperfections due to its technical deficiencies, and processes them as they appear, for the sake of apperception, apprehension or representation.”*

reconhecimento na percepção e será sobre a imagem aí produzida que ao observador é dado o espaço para exercitar a sua imaginação. Sendo também este o dispositivo que cria o espectador a cujo olhar é dada a imagem tal como ela é, produzida dadas as condições da sua produção – um furo, uma ou mais lentes, um espelho e uma caixa. Jonathan Cray afirma que é necessário distinguir entre o já conhecido efeito da luz a passar por um furo, produzindo uma imagem como um dado empírico e a Camera Obscura como um “*artefacto socialmente construído*”¹²⁵, entendida como um legislador perceptivo ditando ao observador uma verdade objectiva, fabricando um conjunto de relações a que se sujeita o observador, como é o caso na descrição da Camera Obscura de Locke¹²⁶.

Para Locke e para Descartes, a Camera Obscura edifica-se como o sítio (arquitectónico) em que se localiza o observador, afastado da realidade, protegido por uma janela e fazendo uso do olho para projectar as coisas do mundo na parede da consciência. O furo por onde passa a luz define um ponto que corresponderá ao olho humano que observa, a um sítio no espaço que pode ser medido e, como tal, avaliado no que concerne às suas faculdades de ajuizar das coisas do mundo.

Nas palavras de Cray, até ao século XIX o observador está “*encerrado num interior quase doméstico separado de um mundo*

125 Cray, J. (1988). *Modernizing Vision. Vision and Visuality*. H. Foster, Bay Press, p. 30-31, “*But it is crucial to make a distinction between the empirical fact that an image can be produced in this way (...) and the camera obscura as a socially constructed artifact. For the camera obscura was not simply an inert and neutral piece of equipment or a set of technical premises to be tinkered upon and improved over the years; rather, it was embedded in a much larger and denser organization of knowledge and of the observing subject.*”

126 Locke, J. (1690). *Ensaio sobre o entendimento Humano*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

*público exterior*¹²⁷ o que o leva a dizer que a “*Camera Obscura está ligada a uma metafísica de interioridade*”¹²⁸. O observador tem a sua experiência visual abrigada por esta interioridade que legitima a sua subjectividade, mas não deixa de ser uma experiência enquadrada pela analogia a um olho definido como um lugar fixo numa parede. Esta prisão do olhar é tornada evidente no século XIX, com o desenvolvimento de técnicas destinadas a medir a *performance* do ser humano, com o intuito de melhorar o seu desempenho enquanto módulo numa cadeia de produção. O século XIX traz consigo um novo elemento à fabricação da visualidade: o corpo, produzindo uma alteração da relação do sujeito com o mundo que passa a estar no meio do mundo e a ter as suas acções e as acções do seu corpo no mundo, sujeitas a um regime de escrutínio e de constante medição¹²⁹. Ou seja, ver pode ser olhar sem a necessidade de importar o constrangimento do juízo. Com a libertação do corpo, o olhar é reposicionado como um elemento num processo de construção visual da experiência do mundo. Esta nova visualidade está em consonância com a proliferação da indústria de diversão assente em dispositivos ópticos derivados da Camera Obscura. A admissão de uma visão que produz uma realidade subjectiva e os erros que a podem tornar socialmente desenquadrada, geram a admissão de um estado alucinatório ou a possibilidade de a realidade virtual poder ser real.

127! Como o atestam, por exemplo, as pinturas de Pieter Hooch ou de Emmanuel de Witte.

128 Crary, J. (1988), p. 33, “*the camera obscura is bound up with a metaphysic of interiority.*”

129 Idem, p. 37, “*The economic need for rapid coordination of hand and eye in performing repetitive actions required accurate knowledge of human optical and sensory capacities.*”

A Camera Obscura, até ao séc. XIX, foi aceite como a máquina que mostrava a natureza tal como ela era dada a ver, como realidade projectada e como imagem da realidade que proporcionava uma cópia fiel (“ponto a ponto”) ao desenhador. No séc. XIX, “esperava-se que a Camera Obscura mostrasse a natureza do modo como devia parecer para produzir uma boa imagem e não como podia ser experienciada directamente.”¹³⁰ A Camera Obscura passa a ocupar um lugar mais próximo da imaginação. A imagem produzida é um auxiliar ao entendimento da cena a ser pintada, devido ao seu carácter pitoresco e não um modo de aceder a uma sua duplicação. A utilização da Camera Obscura como instrumento de desenho no séc. XIX entrou em declínio após o aparecimento da Camera Lúcida, que trouxe consigo uma nova maneira de pensar no acesso mediado pelo desenho ao conhecimento das coisas no mundo. Apesar disso ainda se encontram relatos que aconselham a sua utilização como auxiliar de desenho, já enquadrados por uma consciência dos produtos dos 'defeitos' da máquina. Ou seja, partilha-se o conselho de Valenciennes relativo ao uso da Camera Obscura para desenhar. Valenciennes, autor de um importante tratado de perspectiva, em 1799, não aconselha o uso da Camera Obscura, nem para a aprendizagem do desenho, nem para a realização de desenhos, pois as linhas que projecta são falsas devido à forma da lente¹³¹.

130 Fiorentini, E. (2006), p. 31, “ Thus, around 1800, the Camera Obscura was expected to show nature not as it could be experienced, but as it should look in order to make a good picture.”

131 Valenciennes, P. H. (1799). Éléments de perspective pratique à l'usage des artistes. Paris, l'auteur, Desenne, Duprat, p. 208, “ A Camera Obscura dá todas as linhas falsas por uma razão muito simples: devido à convexidade do vidro através do qual passam os raios que reflectem a Natureza (...) Assim, ao desenhar na Camera Obscura através do calque da Natureza verifica-se que esta é visivelmente falsa, sobretudo quando reflecte a Architectura e todas as linhas rectas sem excepção.” ; “ La chambre noire donne toutes les lignes fausses par une raison bien simple: c'est à



Figura : Joseph Vernet, Première Vue du Port de Bordeaux: prise du coté des Salinières, 1758

A Camera pode ser utilizada por quem conheça as regras da perspectiva e se disponha a corrigir a projecção, só assim a imagem decalcada poderá corresponder àquela que se desenha. Valenciennes dá o exemplo de Vernet, de quem se dizia ter desenhado os portos de França com o auxílio de uma Camera Obscura. Vernet era um desenhador talentoso, conhecedor das regras da perspectiva e que tendo utilizado o instrumento para desenhar deve posteriormente ter procedido às correcções que o seu conhecimento exigia. Valenciennes escreve que tal procedimento deve ter dado mais trabalho do que ter confiado no olho e desenhado directamente aquilo que observava.

Da descrição que Valenciennes faz dos desenhos de Vernet pode inferir-se acerca do trabalho que poderão ter tido os “modernos

cause de la convexité du verre à travers lequel passent les rayons qui réfléchissent la Nature. (...) Ainsi, en dessinant dans la chambre noire et calquant la Nature, elle se trouve visiblement fausse, sur-tout quand elle réfléchit de l'Architecture et toutes les lignes droites sans exception. (...)”

italianos”, nomeadamente Canaletto, na concepção das suas *vedute* e quanto terá custado aos desenhadores de Panoramas a concretização das suas vistas de 360° para que ao espectador fosse oferecida a vista correcta, sem as distorções que ocorrem com a utilização das lentes¹³². Ou pode ser que Valenciennes não tenha tido acesso a lentes de qualidade superior, que não produzissem falsas linhas rectas.



Figura : Thomas Sandby, Windsor from the Goswells drawn in a Camera Obscura, 1770

Sabe-se empiricamente que um desenhador treinado corrige automaticamente os 'defeitos' de uma projecção quando faz um desenho traçando sobre uma imagem e pode ser que Vernet tenha procedido assim enquanto desenhava, sem necessidade de recorrer à imaginação para fazer as correcções às suas vistas. Podendo o mesmo ter acontecido aos desenhadores de Panoramas e a Canaletto.

A Camera Obscura não é um instrumento muito preciso para a definição das linhas de contornos das partes das cenas¹³³, mas é um

132 Molesini, G. (2007). The Optical Quality of Seventeenth-Century Lenses. *Inside the Camera Obscura: Optics and Art Under the Spell of the Projected Image*. Berlin, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte. 333: 117- 127, p. 126,

“Devemos aceitar que uma cena que se estende em profundidade, vista através de uma camera obscura, está desfocada em algumas partes, sendo necessário um varrimento para que todas as partes se encontrem focadas.” ; “As a consequence, one has to accept that a scene extending in depth, viewed through the camera obscura, is in some parts out of focus, and it requires scanning to put all the parts subsequently in focus.”

133 O que está de acordo com a conclusão de que é necessário aprender a usar o instrumento para se conseguir desenhar com ele. Esta aprendizagem assenta na selecção das marcas a traçar com vista a denotar a cena que se desenha e no treino do olhar

bom instrumento de mediação para a luz e cores das cenas e os seus efeitos:

*“Podemos contudo tirar um grande partido da Camera Obscura; não para calcar as linhas, mas acima de tudo para estudar as cores e os seus efeitos.”*¹³⁴ A experiência de observar a projecção de imagens coloridas e brilhante numa sala escura é constantemente apelativa.

No início do séc. XIX a Camera Obscura é acima de tudo entendida como um instrumento de visualização, pelo qual se pode aceder a uma mediação para a experiência pictórica da realidade.

O modelo de representação fiel, análogo ao olho, afirmado no final do século anterior por Francesco Algarotti, é destituído, retomando a Camera Obscura o seu lugar de mediador entre observador e composição mais viva que a própria pintura. Como o afirmara Leonardo da Vinci.

para o processo de desenho como correcção automática (por exemplo, das falsas linhas direitas

134 Valenciennes, P. H. (1799), p. 209, *“On peut néanmoins tirer un grand parti de la chambre noire; mais ce n'est pas pour calquer les lignes, c'est plutôt pour y étudier les couleurs et ses effets.”* Nove anos antes, na edição revista de *Récréations mathématiques et physiques ... Nouvelle édition*, de Ozanam, na página 141, escrevia-se algo que contraria Valenciennes: *“vous pourrez distinguer les traits des personnes que vous verrez...”* .

A Camera Lúcida

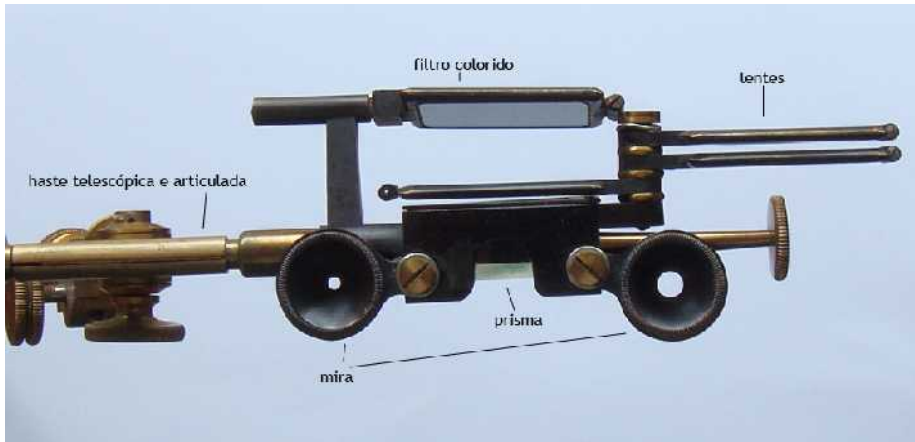


Figura : Camera Lúcida Universal

A Camera Lúcida foi patenteada por William Hyde Wollaston em 1806 e descrita como um *“instrumento para delinear objectos em verdadeira perspectiva”*¹³⁵. É formada por um prisma desenhado e disposto em relação ao olho de modo a provocar o aparecimento de uma imagem da mão que vai desenhar sobreposta ao objecto a ser desenhado, no olho (ou melhor num plano virtual em frente ao olho, que se concretiza na folha de papel onde o desenho aparecerá). Este prisma é suportado por uma haste telescópica e articulável. Em frente ao prisma (do lado da cena) podem ser colocadas lentes destinadas a ampliar ou reduzir a cena a ser desenhada. Do lado do olho o prisma pode ter uma mira ou diafragma, destinado a limitar a quantidade de luz admitida ao olho e a limitar os movimentos do olho sobre o prisma. Esta limitação visa evitar que ocorram distorções no

135 Wollaston, W. H. (1807). "Description of the Camera Lucida." *A Journal of natural philosophy, chemistry, and the arts* XVII: 1-5, pp. 3-4, *“Though the original design, and principal use of this instrument is to facilitate the delineation of objects in true perspective.”*

desenho e está de acordo com o propósito da “verdadeira perspectiva”. Como se verá, esta limitação pode não ser necessária. Como se depreende da ilustração, esta máquina é muito frágil, qualquer movimento perturba o seu funcionamento – nada pode tocar em nenhuma das partes, para além do lápis no papel.

Com este aparato nenhuma imagem é projectada e nenhuma imagem permanece fixa (ao contrário do que acontece na Camera Obscura em que existe uma moldura que fixa enquadrando uma imagem projectada), movendo-se com o olho e com o corpo do observador e podendo originar erros de paralaxe (e de escala). A imagem é duplamente reflectida e levada direita ao olho do desenhador¹³⁶, só sendo visível para si, olhando para a superfície onde desenha¹³⁷ e que se encontra projectada num plano virtual à sua frente, como se a imagem desta sobreposição acontecesse como uma aparição na sua retina¹³⁸.

136! Como o utilizador de um *Head Mounted Display* (por exemplo em: <http://www.vrealities.com/hmd.html>). HMD *see through*, como hoje para a Realidade Aumentada.

137 Fiorentini, E. (2006), p. 33, “... o observador vê sobre o papel uma imagem meramente virtual, correspondente à sua impressão retiniana. Não se trata de uma projecção que exista fora do olho, mas de uma imagem disponibilizada somente à percepção do observador e invisível aos outros. Basicamente a imagem produzida pela Camera Lúcida no olho do observador corresponde à percepção do objecto a olho nu.” ; “This means that the observer sees on the paper merely a virtual image corresponding to his or her retinal impression. It is not a projection existing outside the eye, but an image available only to the observer’s perception, and invisible to others. Basically, the image produced by the Camera Lucida in the eye of the observer corresponds to the naked eye’s perception of the natural object.”

138 Hoje sabe-se que tal acontece no sistema visual humano. Há formação de imagens especializadas na superfície da retina. Ver: *The Movies in our Eyes*, de Werblin, Frank & Roska, Botond, Scientific American, Vol. 296, nº4, April 2007, pp. 72-79: “The retina processes information much more than anyone has ever imagined, sending a dozen different movies to the brain”

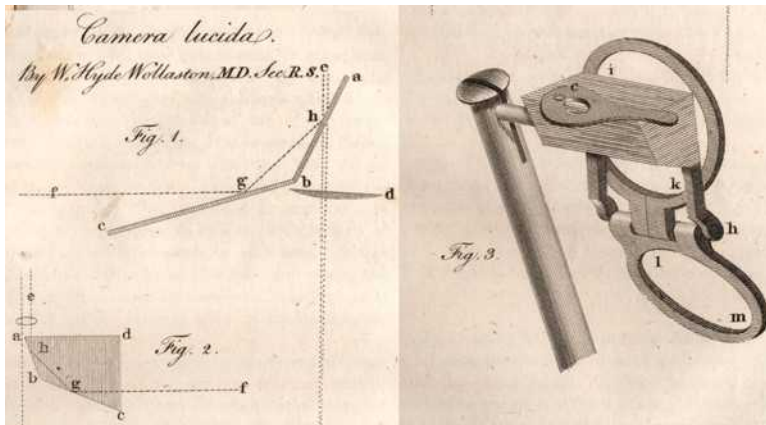


Figura : William Hyde Wollaston, Camera Lúcida, 1807

Na sua introdução à descrição da Camera Lúcida Wollaston explica as razões que o levaram a inventar um instrumento que permitisse desenhar objectos do natural. Sendo ele um desenhador inapto e desejando conseguir representar as paisagens que observava durante os seus passeios e considerando a Camera Obscura um instrumento demasiado incómodo para transportar consigo, resolveu criar um novo instrumento que servisse para delinear as paisagens de forma precisa, para que os seus desenhos servissem como documentos dessas viagens. Curiosamente uma razão que leva Wollaston a inventar esta máquina é a mesma que Robert Hooke apresentara cerca de um século e meio antes à Royal Society para justificar a sua Camera Obscura capaceté.

Com o aparecimento da Camera Lúcida apareceu a discussão acerca de qual o instrumento mais indicado para a representação mais exacta da Natureza.

A maior separação entre uma e outra máquinas reside no facto de uma (a Camera Obscura) ser uma máquina projectiva que isola o objecto para ser desenhado (ou observado) e a outra ser uma máquina que cria a experiência de sobreposição de duas imagens

(uma virtual e outra real) na retina do desenhador, ao mesmo tempo que não constrange o objecto com uma moldura, admitindo a continuidade do ambiente visual na construção da representação – sendo, por isso, uma tecnologia de contacto com a realidade¹³⁹.

Wollaston anuncia as semelhanças práticas entre as duas máquinas, ambas servem para traçar imagens dos modelos que se encontram à sua frente e indica algumas diferenças relativas ao peso, à qualidade da imagem (as lentes da Camera Obscura provocam distorções fora da zona de focagem) e o campo de visão (ou ângulo de visão) é mais pequeno na Camera Obscura.

Um dos comentadores desta invenção é T. Sheldrake que em 1809 publica uma carta no *A Journal of natural philosophy, chemistry, and the arts, XXIII*, relatando a sua experiência e concluindo que não compreende as vantagens na utilização deste instrumento em comparação com a Camera Obscura ou até com o desenho à vista, mas concluindo que havendo vantagens na utilização dos dois instrumentos se deviam dedicar esforços na criação de uma máquina que as reunisse¹⁴⁰.

No seu comentário, o artista começa por enumerar alguns defeitos da Camera Obscura como a dificuldade no transporte e as distorções na perspectiva que podem ocorrer em algumas circunstâncias. Estas distorções não deverão ser um problema para o desenhador dotado, como já foi notado no caso de Canaletto.

139 Este contacto também não deixa de ser uma construção do desenhador, pois a experiência é semelhante a uma tele-operação em que o traço é dirigido por uma mão sobre uma imagem virtual. Este movimento de translação força a imagem a deslocar-se da retina para a superfície do papel.

140 A máquina digital de desenhar de que trata esta tese é uma abordagem a esta proposta, ao reunir numa máquina o funcionamento e os processos de utilização das duas.



Figura : Camera Lúcida Leon, início do séc. XX

“O artista dotado que escolhe utilizar o instrumento saberá como corrigir estes defeitos.”¹⁴¹ Acrescentando ainda a qualidade de a

141 Sheldrake, T. (1809). On the Camera Lucida (letter). *Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts*. W. Nicholson. London. **XXIII**: 372-377. p. 372, *“The defects of the camera obscura are, that is cumbersome to carry about and set up for use; that the objects it reflects are, under some circumstances, a little distorted from the truth of perspective. For these defects, the skillful artist, who chooses to make use of the instrument, will know how to provide a proper remedy.”* Estas correções estão

Camera Obscura fixar a imagem, podendo o artista mover-se sem que a imagem se altere, sendo a aptidão do artista para o desenho um factor importante para que o resultante da operação de delineamento seja uma representação credível do modelo:

*"(...) ao desenhador bastará passar com o seu lápis sobre os objectos que vê por baixo da sua mão e, proporcionalmente á sua capacidade para desenhar com correcção e facilidade os objectos que estão à sua frente, os seus desenhos serão com mestria belos e correctos."*¹⁴²

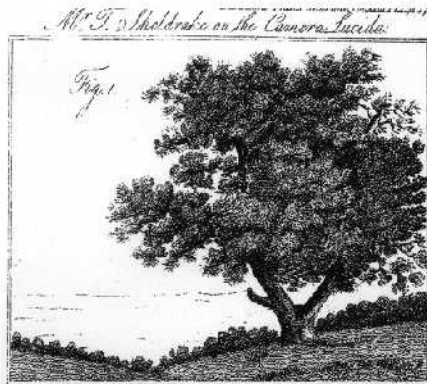
Na primeira utilização da Camera Lúcida, Sheldrake não procedeu correctamente, *"...antes de conseguir copiar [a cena], ou melhor, de a desenhar, tive que alterar a posição do óculo por forma a poder ver na sua parte superior os objectos que iria imitar e, na parte inferior, uma representação distinta da folha de papel e do lápis com o qual iria desenhar (...). A Camera Lúcida, pelo contrário [relativamente à Camera Obscura], coloca diante do olho uma certa parte dos*

de acordo com o que foi dito acerca da utilização da Camera Obscura pelos pintores modernos italianos no século XVIII e é por essa razão que se estranha que 5 anos mais tarde surja uma descrição do funcionamento da máquina que não leva em conta esta interacção entre desenhador e projecção. No *New Mathematical and Philosophical Dictionary*, de Peter Barlow pode ler-se: *"Pela utilização deste instrumento uma pessoa, mesmo que não familiarizada com o desenho pode, com grande facilidade e correcção, delinear objectos; e para o artista dotado será de uma utilidade indispensável para que possa comparar os seus desenhos com as representações perfeitas dadas pela Camera, e pela observação das suas imitações defeituosas poderá corrigir os seus desenhos."* ; Barlow, P. (1814). *A New Mathematical and Philosophical Dictionary: comprising an explanation of the terms and principles of pure and mixed mathematics, and such branches of natural philosophy as are susceptible of mathematical investigation, etc. [With thirteen plates.]*. London, G. & S. Robinson, CAMERA Obscura, *"By means of this instrument a person, however unacquainted with drawing, may delineate objects with great facility and correctness; and to the skillful artist it will be found indispensably useful in comparing his sketches with the perfect representations given in the camera, and by observing his defective imitations, he may correct as much as possible his designs."*

142 Idem, p. 373, *"(...) he [o desenhador] has nothing to do but run his pencil over the objects which he sees lie under his hand, and, in proportion to his capacity for drawing with correctness and facility the objects which lie before him, will his drawings be masterly, beautiful and correct."*

objectos a imitar e uma certa parte do papel onde a imitação será desenhada."¹⁴³. Como se nota pela descrição, Sheldrake não utilizou a Camera Lúcida correctamente e por isso descreve a operação como uma imitação e não como um decalque.

desenho realizado
com uma Camera
Obscura



desenho realizado
com uma Camera
Lúcida

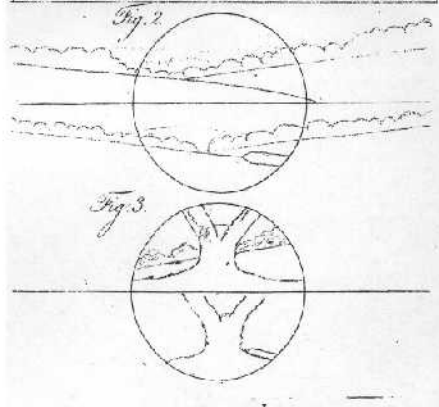


Figura : Ilustração da experiência de Sheldrake, 1809

O movimento da cabeça contraria as instruções de Wollaston, que incluiu uma mira como forma de impedir esse movimento para evitar que o desenho se distorcesse.

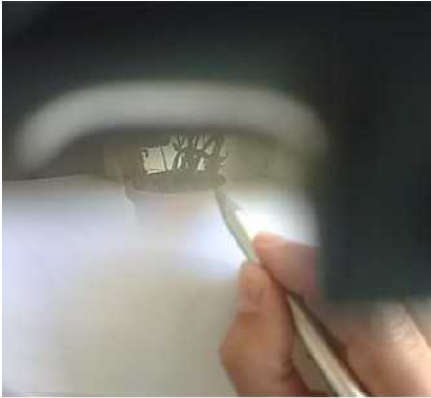
143 Idem, p. 374, "(...) before I had a chance of copying it, or, if you please, of drawing it: I was to alter the position of the eye glass, so that I should, in the upper part of it, see such of the objects I was to imitate; and, in the lower part, a distinct representation of the paper and pencil with upon which I was to draw. (...) The camera lucida, on the contrary, places before the eye a certain portion of the objects to be imitated, and a certain portion of the paper on which the imitation is to be drawn (...)"

No relato da sua experiência inicial Shledrake refere que tal distorção se verifica, pois o desenho que se propõe fazer obriga a mover a cabeça e o olho e a colocar o instrumento em diferentes posições resultando daí uma colagem de partes sem correspondência com a realidade. Esta observação resulta de uma deficiente utilização da máquina.

Pode ver-se na imagem anterior (figura 44) uma ilustração da experiência de Sheldrake. Na parte de cima encontra-se o desenho em 'verdadeira perspectiva' da paisagem com árvore realizado com recurso a uma Camera Obscura e na parte de baixo ilustra-se o modo parcelar para desenhar a mesma paisagem com a Camera Lúcida. Cada círculo representa o óculo e facilmente se percebe que a máquina teve que ser reposicionada demasiadas vezes para que a representação se mantivesse consistente. Dentro de cada círculo pode ver-se uma representação da imagem e do desenho como são vistos através do óculo, como aparece no prisma e como é traçada – imitada - sobre o papel, de acordo com a descrição de Sheldrake.

Na figura seguinte (figura 45) pode ver-se como a imagem deve aparecer sobreposta ao papel e à caneta que a irá traçar, tal como Wollaston descreve.

Um leitor da publicação, R. B. Bate, reparando no erro na utilização da máquina escreve esclarecendo Sheldrake acerca do modo correcto para utilizar a Camera, acrescentando algumas observações que tinham sido deixadas por notar.



vista através do prisma

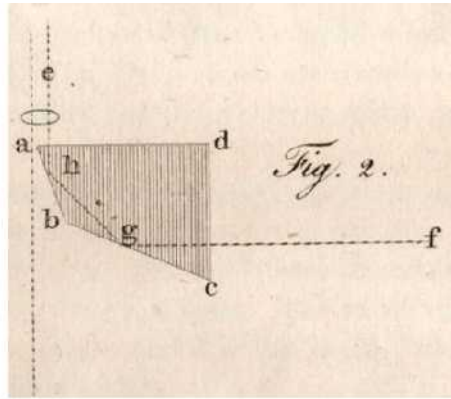


diagrama de reflexão da luz no prisma de Wollaston

Figura : Camera Lúcida, prismas

Uma dessas observações, que Sheldrake refutará posteriormente, interessa ao presente trabalho por poder ser utilizada como analogia à utilização da máquina digital de desenhar e refere-se ao desenho por partes da imagem total. Bate diz que o aparato permite que o desenhador movimente a sua cabeça por forma a que o olho possa perscrutar os limites do óculo, aumentando assim o campo visual, tudo isto sem que ocorram distorções:

“... pode notar-se que através de movimentos da cabeça, de modo a que o olho percorra todo o prisma e consiga ver através dele, a vista continuará sobre a parte inferior do papel e que levando o olho para fora do limite do prisma olhando no sentido contrário, a vista continuará para cima (...); e que com uma inclinação diagonal do olho em direcção à esquerda e à direita, poderá ser obtido um ângulo de visão da paisagem de 80° e poucos se sentirão insatisfeitos com isso.”¹⁴⁴

144 *On the Camera Lucida in a letter from Mr. R. B. Bate*, In: Journal of natural philosophy, chemistry and the arts 24 (1809), p. 148, “*The whole apparatus remaining stationary, it will be found, that, by moving the head so as to carry the eye for over the prism, and looking inwards, the view will be continued upon the lower part of the paper; and drawing the eye off towards the edge of the prism, and looking*

Verifica-se por esta descrição que a Camera admite algum movimento dos olhos para aumentar o campo de visão sem que seja necessário recorrer a diferentes posições para a máquina. Assim, consegue desenhar-se uma cena com todas as suas partes na devida relação com as restantes.

Sheldrake volta a escrever para agradecer e responder a R. B. Bate. Utilizando correctamente a Camera é-lhe permitido experimentar a ampliação do campo de visão com recurso ao movimento da cabeça e conclui que este método substitui um trabalho de imitação por um trabalho de adivinhação:

*“Não há dúvida que tal se pode fazer [mover a cabeça], mas ao fazê-lo irá produzir algo muito diferente do desenho vivo e verdadeiro de um artista, uma vez que o todo será levado a cabo pelo movimento trémulo da mão tacteando o seu caminho na penumbra, ao invés de representar firmemente aquilo que o artista vê.”*¹⁴⁵

Sheldrake refere-se às zonas periféricas do campo de visão que surgem aos olhos menos iluminadas ou na penumbra, sendo o desenho, deste modo, mais de adivinhação do que uma cópia do que

the contrary way, the view will be continued upwards (...); and by a diagonal inclination of the eye towards the right and left a horizontal compass of the landscape equal to an angle of 80° may also be obtained, and few will be dissatisfied with the field of view.”

145 T. Sheldrake, *On the Use of the Camera Lucida as a Substitute for the Camera Obscura, in a letter from Mr. T. Sheldrake*, In: Journal of natural philosophy, chemistry and the arts 23 (1810), p. 176, “*That it is possible to do this there is no doubt; but, when done, it will produce something very different from the spirited or, true sketch of an artist, since the whole must be effected by the tremulous creeping movement of the hand, feeling its way in twilight, rather than firmly representing that which the artist sees.*”, Também William Henry Fox Talbot escreve que a Camera Lúcida “*na prática é difícil de manejar, porque a pressão da mão e do lápis sobre o papel tende a mover e deslocar o instrumento*”, citado de Gray, M. (2001). El camino hacia la fotografía. Huellas de luz el arte y los experimentos de William Henry Fox Talbot. Madrid: 36-51, p. 42, “*en la práctica, difíciles de manejar, porque la presión de la mano y el lápiz sobre el papel tiende a mover y desplazar el instrumento.*”

se está a ver. Ao tentar ver as partes periféricas da imagem por vezes nota-se dificuldade em ver a caneta sobre a imagem, obrigando o desenhador a um trabalho de predição.

A intenção que preside à introdução desta história de trocas de correspondência entre Sheldrake e Bate deriva da evidente analogia com o funcionamento da máquina digital de desenhar. O desenho nesta máquina processa-se através de um movimento de varrimento e busca visual sobre a imagem e através dos traços que se fazem sobre ela. Para descobrir a imagem o desenhador tem que ir movendo um círculo semelhante ao óculo descrito por Sheldrake, com a diferença de a imagem e o traço se encontrarem sobrepostos.



Figura : Utilização de Camera Lúcida

O desenhador terá que movimentar o olhar com o óculo e com o lápis procurando reconhecer a imagem que está a desenhar. Este reconhecimento é descrito por Sheldrake como uma adivinhação do modelo, mas usando a terminologia adoptada para o processo de funcionamento da máquina digital de desenhar diz-se que ao

reconhecimento de uma saliência ou parte da imagem segue-se uma predição e uma expectativa que vão orientar o movimento do lápis sobre a imagem. Neste tipo de desenho as distorções que possam ocorrer advêm sobretudo de erros de predição por parte do desenhador e assemelham-se metaforicamente às colagens descritas por Sheldrake, isto é, justapõem-se partes às quais não se reconhece uma continuidade dos contornos, embora se reconheçam como integrando a unidade.

A Camera Lúcida teve diversas utilizações no século XIX. No seu livro *Secret Knowledge, rediscovering the lost techniques of the old masters*¹⁴⁶, David Hockney expõe a possível utilização do instrumento por Ingres na realização dos seus retratos. Analisando a sua experiência na utilização da máquina, Hockney diz que “*não projecta uma imagem real do sujeito, mas a ilusão de uma imagem no olho. Quando se move a cabeça tudo se move com ela e o artista tem de aprender a fazer anotações muito rápidas para fixar a posição dos olhos, nariz e boca para capturar 'uma parecença'*.”¹⁴⁷ A descrição de Hockney está de acordo com as apresentadas ao longo deste texto. Desenhar com a Camera Lúcida exige uma imobilidade do instrumento e da superfície onde se vai traçar e que se saiba ou consiga seleccionar as marcas salientes do modelo para que se desenhe tendo a 'parcença' como fim. A ressalva que se faz à descrição de Hockney é relativamente à imobilidade da cabeça que,

146! Hockney, D. (2006). Secret knowledge : rediscovering the lost techniques of the old masters. London, Thames & Hudson.

147 Idem, p.12-13, “*It doesn't project a real image of the subject, but the illusion of one in the eye. When you move your head everything moves with it, and the artist must learn to make very quick notations to fix the position of the eyes, nose and mouth to capture 'a likeness'*.”

como foi descrito, é possível para aumentar o campo de visão. Como Hockney descreve a utilização da máquina para a realização de retratos, estes podem e devem ser delineados observando uma 'total imobilidade'¹⁴⁸ da cabeça, podendo, no entanto, não ter tido a experiência de alargamento do campo visual que ocorre quando, por exemplo, se desenha uma paisagem.

Edward William Lane fez alguns retratos de músicos egípcios e dos seus instrumentos com recurso à Camera Lúcida, como se pode ver no seu livro *An account of the manners and customs of the modern Egyptians*¹⁴⁹.

148 Esta imobilidade total é impossível de acontecer, pois para além dos movimentos involuntários produzidos pela acção do braço a traçar existem os movimentos sacádicos dos olhos que provocam saltos involuntários nas fixações.

149 Lane, E. W. (1871). An account of the manners and customs of the modern Egyptians: written in Egypt during the years 1833, -34, and -35, partly from notes made during a former visit to that country in the years 1825, -26, -27, and -28, J. Murrar, p. 61, “Este instrumento e todos os outros de que incluo ilustrações, desenhei-os com uma Camera Lúcida.”; “This instrument, and all the others of which I insert engravings, I have drawn with the Camera Lucida.”



A Performer on the Kemengeh.

Figura : Edward William Lane, músico desenhado com Camera Lúcida, 183?

“O desenho que aqui se apresenta e os dos tocadores de kánoon, 'ood e náy, são desenhos que fiz com a camera-lucida (...).”¹⁵⁰

Como nos retratos de Hockney e de Ingres, não se nota que Lane tenha necessitado de aumentar o seu campo visual para estes desenhos.

A sua obra *Descrição do Egípto*, escrito nas suas viagens ao Egípto entre 1825 e 1828 mas só publicado 170 anos mais tarde, é profusamente ilustrada, uma vez que “me encontro convencido que um desenho, em muitos casos, vale mais que muitas páginas de descrições: e para garantir a máxima acuidade neste desenhos, determinei que utilizaria a Camera Lúcida.”¹⁵¹

150 Idem, p. 63, “The sketch introduced and those of the performers of the kánoon, 'ood, and náy, are drawings which I made with the camera-lucida (...).”

151 Lane, E. W. and J. Thompson (2000). Description of Egypt: Notes and



Figura : Basil Hall, desenho do Rio Niagara movimentando-se para o Lago Ontario

A disseminação do instrumento deu origem a um tipo de viajante ilustrador de que Edward William Lane é um exemplo a par com Basil Hall que entre 1827 e 1828 realizou uma viagem pela América do Norte, publicada como um livro ilustrado com os seus desenhos das vistas descritas.

A utilização que estes viajantes fazem da Camera Lúcida deriva sobretudo de uma vontade de desenhar objectiva ou rigorosamente aquilo que está à sua frente; nas palavras de Basil Hall, “o carácter de verdade que a precisão mecânica da Camera Lúcida comunica ao seu trabalho”¹⁵².

Views in Egypt and Nubia, American University in Cairo Press, p. 1, “(...); *well convinced that a drawing, in many cases, is worth many pages of description: and to ensure the utmost accuracy in these, I determined to make use of the Camera Lucida.*”

152 Hall, B. (1830). *Forty etchings: from sketches made with the camera lucida, in North America, in 1827 and 1828*, Cadell & Co, em *Memorandum*, “... the character of truth which the mechanical accuracy of the Camera Lucida communicates to its work, ...”

Para se utilizar a Camera Lúcida, como para utilizar a Camera Obscura, não é necessário que o utilizador seja um desenhador experimentado, mas é conveniente que tenha alguma experiência de desenho ou que a adquira através da insistência na utilização da máquina. Ainda no *Memorandum* do seu livro de viagens pela América do Norte, Basil Hall refere esta condição para a utilização da Camera: “*ao passo que pessoas ignorantes do assunto [desenho], ficam desapontadas ao descobrir que durante o primeiro ou segundo dias [de utilização da máquina] notam poucos desenvolvimentos.*”¹⁵³ A propósito dos constrangimentos à utilização da máquina continua com umas notas acerca do seu funcionamento: “*Ambas as partes [desenhadores e 'não desenhadores'] se queixam, e não sem alguma razão, de que não conseguem ver distintamente o lápis, - ou que perdem o objecto que desenham de vista quando mais desejavam vê-lo, - e também que o movimento aparente da imagem causado pela mais ligeira alteração da posição do olho os deita para fora do desenho perpetuamente. Mas podem ter a certeza de uma coisa, que alguma perseverança fará com que estas dificuldades desapareçam, depois do que se sentirá uma maravilhosa economia de tempo e de confusões que compensará em muito este curto trabalho de instrução*”¹⁵⁴.

A dificuldade em encontrar tanto a ponta do lápis como a imagem que se procura delinear já havia sido referida por Sheldrake, quando nota

153 Idem, “ (...); while persons altogether ignorant of the subject, are disappointed to find, that for the first day or two

154 Idem, “ Both parties complain, and not without some reason, that they cannot see the pencil distinctly, - or that they lose sight of the object they are drawing, just when they wish to see it, - and also, that the apparent motion in the image caused by the slightest change of position throws them out. But they may rest assured, that a little perseverance will put all these difficulties to flight, after which, the wonderful economy of time and trouble will far more than overpay the short labour of instruction.”

que o desenho com esta máquina é um desenho de adivinhação. O que Basil acrescenta é que estas imagens só se comportam como aparições enquanto uma pessoa aprende a utilizar a máquina e que passada essa aprendizagem o desenho passa a ser realizado sem dificuldade e sem aparições. Este conselho de Basil aponta no sentido de o desenhador aprender a perceber a consistência e a continuidade na imagem que delineia, de tal modo que o seu processo de desenho não seja de adivinhação mas de reconhecimento e predição.

Ressalta também, do texto de Basil, a sua crença na aprendizagem de ver mais pelo desenho através da utilização da Camera Lúcida. Não significa esta nota que se considere a Camera Lúcida como sendo um meio ou atalho para que uma pessoa se torne num desenhador em dois dias, mas salienta-se o facto de Basil apontar para a estabilização do sistema composto por Camera, papel e desenhador como essencial para que este consiga ver o que está a desenhar. Os movimentos do olho destabilizam a imagem provocando um erro na sobreposição entre esta e o traço que a contorna, mas a prática na utilização da Camera Lúcida corrige esse erro, tornando-o inoperante – o desenhador deixa de tomar atenção a esta disjunção, mantendo a sua atenção na estabilidade do processo de desenho, ou seja, há uma área em torno da qual é possível mover o olho sem que a imagem se desconjunte ou perca a sua “*precisão mecânica*”. Esta área tem um limite que se for violado despoleta o trabalho da imaginação do desenhador que irá forçar as ligações entre as partes que surgem 'espalhadas' sobre a superfície do desenho. Esta violação do limite origina a colagem a que Sheldrake se referia.

A imagem seguinte (figura 49) é de um desenho realizado com uma Camera Lúcida Leon, fabricada no início do século XX. Por baixo do desenho mostra-se uma fotografia com a Camera montada numa prancha com o papel sobre o qual se encontra o desenho. Em frente a este aparato pode observar-se a cena que foi desenhada – a porta de uma sala rodeada de plantas e mobiliário, no interior da sala podem distinguir-se alguns elementos: uma viga e duas luminárias fluorescentes, para além de algumas partes indefinidas.

O desenho foi iniciado ao centro, pelo objecto com a forma de T e continuado para a direita até ao final da ombreira da porta e às folhas da planta no vaso. A gaveta à direita e os objectos em cima do seu móvel foram desenhados segundo as denotações das partes mais próximas da vertical da porta, ou seja, houve o reconhecimento da forma de uma gaveta que foi procurada com um movimento do olho para o extremo do prisma. Os outros objectos em cima da gaveta foram desenhados segundo os contornos visíveis. A parte inferior da planta, não sendo visível nem havendo traços que denotassem a sua continuação, não permitiu uma predição da forma do vaso. A metade esquerda da porta foi desenhada com a mesma fixação do centro e da direita (figura vermelha sobre a imagem) até perto do fim da portada de madeira, há uma área ao centro em que não se distinguem as partes embora se reconhecesse uma porta feita com tábuas justapostas verticalmente.



Figura : desenho realizado com Camera Lúcida e foto do modelo

Para completar a porta até ao fim da sua ombreira esquerda foi necessário perscrutar os limites do prisma, sendo esse esforço notado ao incluir no desenho todo o comprimento do objecto oblíquo que se encontra fixo na parede ao lado esquerdo da porta. Este

objecto foi todo contornado sobre a sua imagem visível, sendo sempre visível a ponta do lápis.

Comparando o desenho com a imagem do modelo nota-se uma distorção na altura, um achatamento do desenho (confirmado através de uma comparação entre as proporções da porta da imagem com a do desenho). Esta distorção resulta do facto de a Camera não estar fixa de frente para o modelo, em conjunto com os movimentos do olho para os limites do prisma, que 'alargaram' a imagem. Pode afirmar-se que o desenho se mantém fiel ao modelo considerando que as seis partes que o compõem (uma central e duas laterais, divididas por uma linha horizontal - correspondentes às divisões implícitas pela figura vermelha) são continuidades umas das outras e o desenho que daí resulta é estável. Isto é, o alargamento do modelo proporcional ao alargamento do campo visual não violou o limite da percepção da unidade do modelo.

Não há uma verdade objectiva do modelo no desenho, mas há consistência do desenho e continuidade entre as partes.

Os exemplos anteriormente apresentados servem para ilustrar o funcionamento da Camera Lúcida e como metáfora de parte do funcionamento da máquina digital de desenhar, nomeadamente do processo de desenho baseado numa busca visual conduzida pelas relações de continuidade que se descobrem no desenho enquanto este é traçado; quando há uma quebra na continuidade o desenhador pode interromper o processo ou recorrer a um varrimento em busca de alguma marca no modelo que denote continuidade no desenho.

Como aconteceu com a Camera Obscura que originou o Microscópio Solar, permitindo o acesso visual e o desenho de corpos microscópicos, a Camera Lúcida originou uma adaptação para

microscópio que permitiu traçar os delineamentos dos corpos aí observados.

Desde os anos 20 do século XIX que surgem esquemas e descrições da Camera Lúcida aplicada a um microscópio composto com o fim de facilitar o desenho de corpos que anteriormente eram desenhados por imitação ou à vista com o auxílio do microscópio.

O italiano Giovanni Battista Amici foi um astrónomo e inventor de microscópios que em 1820 apresentou um modelo adaptado para traçar o delineamento dos corpos observados.

O seu microscópio foi descrito no *Edinburgh philosophical journal*, onde não foi esquecida a referência à inovação da possibilidade de ser utilizado para desenhar o que se observava:

*“Não nos devemos esquecer de mencionar que o Professor Amici conseguiu, através de uma disposição muito engenhosa, converter um microscópio numa espécie de Camera Lúcida, de modo a que o observador possa convenientemente e com exactidão delinear o objecto, em qualquer grau de grandeza, como lhe aprouver. Esta circunstância aumenta o valor da invenção, sem nenhuma dúvida.”*¹⁵⁵

A Camera Lúcida aplicada ao microscópio acarreta as mesmas vantagens e dificuldades na sua utilização que se verificam com o instrumento utilizado como peça única. O desenhador irá estranhar a dificuldade na utilização, tendo que perseguir com o olho a ponta do lápis sobre a imagem reflectida e tendo que aprender a manter essa

155 Edinburgh, R. S. o. and W. N. H. Society (1820). The Edinburgh Philosophical Journal: Exhibiting a View of the Progress of Discovery in Natural History, Comparative Anatomy, Practical Mechanics, Geography, Navigation, Statistics, and the Fine and Useful Arts. Edinburgh, A. Constable. p. 138, “We must not omit to mention, that Professor Amici has contrived, by a very ingenious arrangement, to convert his microscope into a species of camera lucida, in order to delineate the object, in any degree of magnitude, at pleasure. This circumstance undoubtedly enhances the value of the invention.”

relação estável para evitar que o seu desenho não corresponda à verdade do corpo observado através do microscópio.

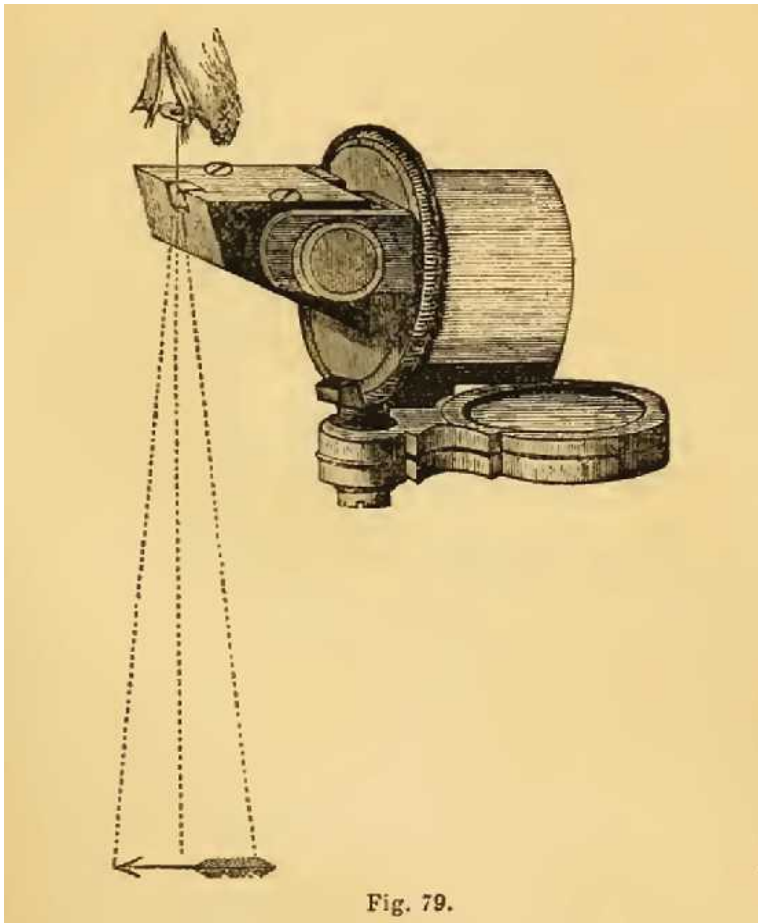


Figura : Camera Lúcida aplicada a um microscópio, 1854

Numa descrição de 1854, contida no livro *The Microscope; its history, construction and application*, pode ler-se que “*por muito fácil que isto [o funcionamento da máquina] possa parecer na descrição, serão notadas as suas dificuldades na prática; e o observador não deverá desanimar nas suas primeiras tentativas, devendo perseverar até conseguir atingir os seus objetivos.*”¹⁵⁶

156 Hogg, J. (1854). *The Microscope : its history, construction and application.*

Este instrumento aplicado ao microscópio tem vantagens ao permitir que se façam “desenhos de estruturas, ou para que se obtenham, com um micrómetro, as medidas dos objectos.”¹⁵⁷

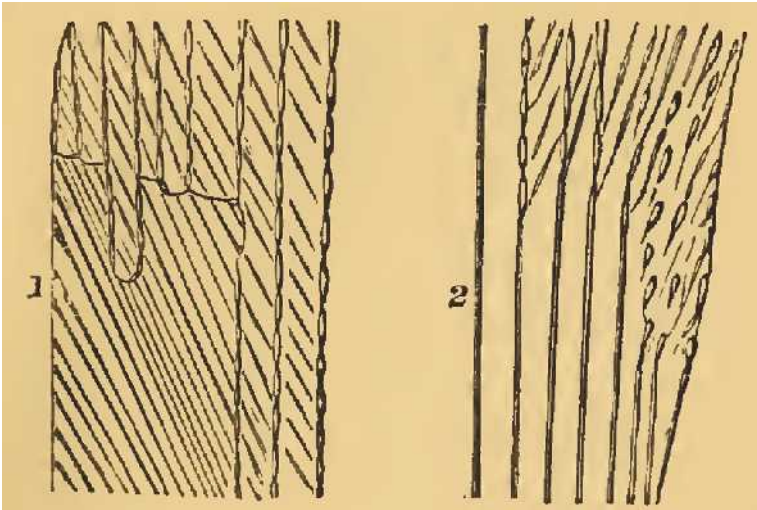


Figura : Desenho de escamas de um *Lepisma Saccharina*, feito com uma Camera Lúcida aplicada a um microscópio, 1854

O desenho feito com recurso a este instrumento está sempre condicionado à velocidade na sua execução sob pena de os movimentos involuntários do desenhador poderem criar distorções. Este modo de proceder, através da anotação das partes salientes da imagem do modelo, é comum à Camera Lúcida simples e à Camera Lúcida aplicada ao microscópio: “*Deve ter-se em conta que a única coisa que a camera dá são os contornos precisos do objecto; o*

London, George Routledge & Sons, p. 131, “*However easy this may appear in description, it will be found very difficult in practice; and the observer must not be foiled in his first attempts, but must persevere until he accomplishes his purpose.*”

157 Idem, p. 129, “*...for making drawings of structures, or for obtainig, with a micrometer, measurements of objects.*”

acabamento da imagem depende inteiramente da habilidade do artista."¹⁵⁸

Basil Hall, que no seu *Appendix on the use of the Camera Lucida*¹⁵⁹ não deixa de salientar a importância de o desenhador dever estar minimamente familiarizado com o uso do lápis para conseguir obter resultados no seu desenho com a Camera, também refere esta certeza relativamente à constância dos contornos dos objectos a desenhar quando escreve acerca de possibilidade de se aplicar sombras e variações de tom aos objectos antes de traçar os seus contornos: *"A maioria das pessoas que tem usado a Camera não tem tido o hábito de a utilizar para a aplicação de tons; eu não vejo nenhuma razão para que a aplicação de sombras e de tonalidades, estejam bem ou mal definidas, não devam ser efectivamente representadas, por meio da Camera, assim como o são os contornos dos objectos. Na prática, tenho considerado melhor começar por desenhar as variações de tom e só depois os contornos. (...) Ao desenhar com este instrumento, uma vez que não existem dificuldades ou dúvidas quanto à correcção do contorno, não é absolutamente necessário começar por ele, (...) e concebo esta mudança na ordem da tonalidade e contorno como uma das grandes vantagens do instrumento.*"¹⁶⁰

158 Idem, p. 132, *"It must be recollected, that an accurate outline is the only thing the camera will give; the finishing of the picture must depend entirely upon the skill of the artist himself."*

159! Em Hall, B. (1830).

160! Idem, *Appendix on the use of the Camera Lucida*, pp. 5-6, *"Most people who have hitherto used the Camera, have not been in the habit of shading with it; but I can see no reason why shadows, as well as shades, wether well or ill defined, should not be as effectually represented by means of the Camera, as the outlines of objects are. In practice, I have generally found it best to draw all the shades first, and then add the outlines. If the contrary plan be used, as in ordinary drawing, the outline is apt to be obliterated by the shading. In sketching with this instrument, as there is no difficulty or doubt as to the correctness of the outline, it is not absolutely necessary to*

A Camera Lúcida “*amplia*” e intensifica “*sem substituir a experiência individual de olhar*”¹⁶¹. A autenticidade da imagem é fruto de uma tensão que existe entre o que se apresenta no prisma e o que o desenhador decide no momento sobre a sua experiência de contacto directo com o objecto. Esta relação com o momento é produto do aparato, pois um desenho feito com a Camera Lúcida tem que ser um desenho executado tentando evitar a adaptação do olhar e subsequente cegueira.

A velocidade já é parte do sistema, pois para abranger todo o campo visual, num processo que visa evitar a adaptação e os erros de paralaxe, os olhos movem-se dezenas de vezes, as decisões recaem sobre quais os pontos notáveis para assinalar o que serão os traços ou contornos do objecto. A Camera Lúcida não é uma máquina de deleite, que na sua utilização apele a um gozo continuado, mas produz fascínio – pois a imagem suspensa¹⁶² em frente ao observador é sempre motivo de fascínio.

Os exemplos até aqui apresentados podem ser tomados como demonstrativos das utilizações que se fizeram da Camera Lúcida ao longo de todo o século XIX, sendo de notar que no século XX este instrumento terá assumido outras formas que o tornaram mais fácil de

begin with it, as in ordinary drawing; and I conceive this change in the order of shade and outline, one of the great advantages of the instrument."

161 Fiorentini, E. (2006), p. 35, “*For the sake of imaging, vision is controlled and shaped by the observer, and not by the device (the prism), which acts merely as a regulating membrane between the object and its perception through the observer. This means that the device as such enhances, but by no means replaces the individual experience of looking.*”

162 Numa Camera Lúcida as imagens dos objectos surgem como projectadas no espaço - são imagens virtuais - e o acto de desenhar é um acto de captura, de circunscrição com vista a colocar a coisa no plano do papel.

utilizar. Estas formas serão apresentadas no próximo capítulo, embora uma delas (ainda hoje utilizada como brinquedo para a infância) mereça uma referência antes de terminar o presente capítulo.

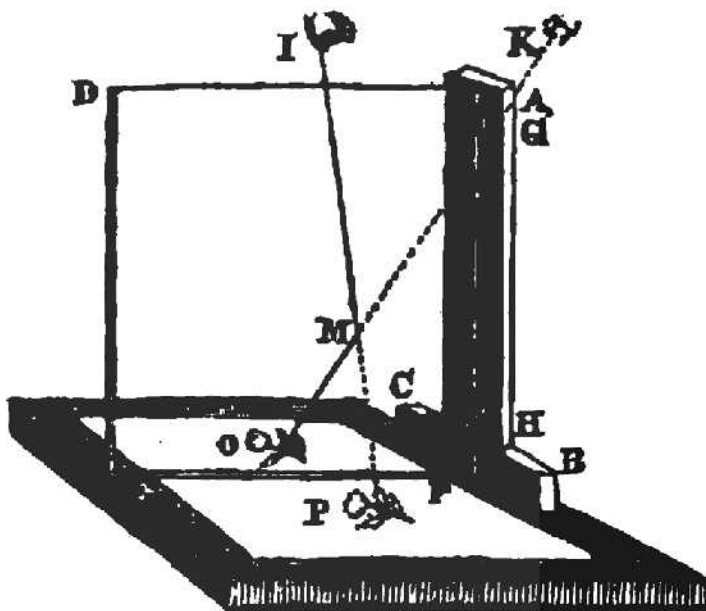


Figura : Camera Lúcida, Magazine of Science, 1842

Trata-se do Espelho Mágico (*Magic Tracer*), apresentado em 1842 no *Magazine of Science*¹⁶³, como um novo tipo de Camera Lúcida menos dispendioso e mais simples, mas indicada para o delineamento de objectos de pequenas dimensões.

Notando-se que o desenho que assim se obtém “*não representa o objecto original*”¹⁶⁴, mas uma imagem espelhada do mesmo. Trata-se de uma Camera de tipo reflexivo, diferente da prismática por

163! Brittain, W. (1842). *The Magazine Of Science*.

164! Idem, p. 205

apresentar a imagem invertida e projectada na superfície do vidro e não no olho do desenhador.

Actualmente esta máquina ainda existe como um brinquedo para crianças, destinado à cópia de imagens.



Figura : Espelho Mágico (Magic Tracer), 2011

A Camera Obscura e a Camera Lúcida permanecem na actualidade como dois instrumentos curiosos e atraentes, mas também como duas máquinas de desenhar na origem da máquina exposta nesta tese.

Parte 4 - Outros referentes para a máquina digital de desenhar

Até aqui foi apresentada uma história da Camera Obscura e da Camera Lúcida desde o seu aparecimento até ao início do séc. XX, focando os seus aspectos mais interessantes do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico, da criação de novos tipos de olhar, de necessidades e de desenho para a criação e desenvolvimento da máquina digital de desenhar.

Neste capítulo serão abordados as máquinas, investigadores, artistas e suas obras que serviram de referência na investigação para o desenvolvimento da máquina digital de desenhar, como máquina de exploração e de entendimento do mundo visual pelo desenho.

A ordem pela qual se apresentam as referências não é estritamente cronológica, pois há referências que se entrelaçam no tempo, mas tentou manter-se uma lógica temporal. Evitando assim que se desse mais importância a uma categoria de exemplos do que a outras. Por exemplo, entre o telégrafo e Vannevar Bush, trata-se do trabalho de desenvolvimento de uma máquina em comparação com o trabalho de reflexão de um cientista para o desenvolvimento de uma máquina, isto é, de comparar vários investigadores em várias épocas com um investigador numa época. O que Vannevar Bush conhece de telegrafia é um auxiliar na sua concepção do *memex*, do mesmo modo que o *memex* será um dado a ter em conta no desenvolvimento dos computadores que lhe seguiram.

Os exemplos que se seguem formam uma cadeia de contaminações que não tem necessariamente uma ordem, mas que participa no enquadramento prático e conceptual do projecto que se apresenta.

A equivalência não significa que se tenha optado pelo nivelamento como estratégia de análise e exposição dos referentes, significa que todos contribuem para o processo de implementação da máquina digital de desenhar. Investigadores, máquinas, artistas e suas obras são apresentados porque a informam, mais ou menos é um assunto que sobra da análise de cada um deles.

No entanto convém destacar uma referência quer pelo seu desenho modular, quer pelo modo de operar, trata-se do sistema *Sketchpad* desenvolvido por Ivan Sutherland: antes da invenção do rato de Doug Engelbart (que viria a modificar até à actualidade a relação do homem com o computador), Ivan Sutherland apresentou uma interface física para manipular directamente imagens no ecrã de um computador, trata-se da *light pen* que seria substituída pelo rato que por sua vez está na origem do ressurgimento das *pen tablets* que são a interface de desenho escolhida para este projecto. Para além da interface de desenho, o artigo de Ivan Sutherland assenta num tipo de pensamento processual que é reforçado pela sua análise às potencialidades do seu sistema aplicado às artes, nomeadamente ao desenho, à sua análise e processos.

Telégrafo electro-magnético, telégrafo de cópia, pantelégrafo, telefotografia e fotografia telegrafada

Electro magnetic printing telegraph

Em 1843, o inventor escocês Alexander Bain patenteou o *electro magnetic printing telegraph*¹⁶⁵, uma máquina capaz de transmitir um texto de um ponto para o outro, como foi demonstrado por uma experiência que transmitiu uma mensagem entre Portsmouth e Londres.

As máquinas que se encontram nas duas estações são idênticas podendo enviar e receber sinais uma para a outra. Quando em utilização, funcionam em simultâneo, havendo uma máquina que repete os sinais daquela que os envia.

Copying telegraph

Em 1858, Frederick Bakewell apresenta uma nova versão da máquina de Bain que transmite cópias dos manuscritos dos correspondentes (transmite cópias de imagens). O *Copying Telegraph* escreve num papel sobre um cilindro rotativo a mensagem que for enviada pela máquina na origem, sendo esta mensagem uma cópia da original: “à medida que a ponta [da caneta sobre o cilindro] passa sobre diferentes porções das letras a cada revolução do cilindro, as marcas e interrupções no papel correspondem

165! Vail, A. (1847). The American electro magnetic telegraph: with the reports of Congress, and a description of all telegraphs known, employing electricity or galvanism. Illustrated by eighty-one wood engravings, Lea & Blanchard, p. 199

exactamente com as formas das letras, produzindo assim uma cópia da escrita sobre o cilindro receptor."¹⁶⁶

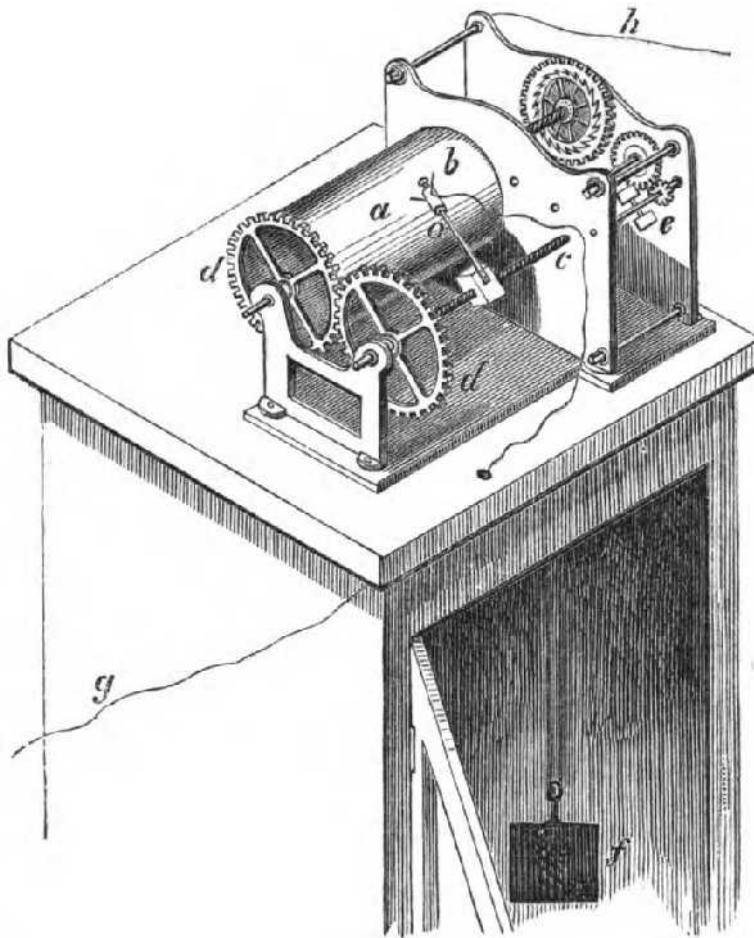


Figura : Frederick Bakewell, the Copying Telegraph, 1859

O telégrafo de cópia de Bakewell será descrito por Shelford Bidwell, em 1881, da seguinte maneira:

166 Bakewell, F. C. (1859). Great facts: a popular history and description of the most remarkable inventions during the present century, Houlston and Wright, p. 154, "(...), and as the point passes over different portions of the letters at each revolution of the cylinder, the marks and the interruptions on the paper correspond exactly with the forms of the letters, and thus produce a copy of the writing placed upon the receiving cylinder, ..."

“Uma folha de papel que tenha sido embebida numa solução de iodeto de potássio foi colocada sobre o latão [placa de latão, conectada a um sistema eléctrico desenvolvido por Bidwell] e uma extremidade do fio de platina, previamente ligado a uma ponta romba, foi passada sobre a sua superfície. O trajecto da ponta através do papel ficou marcado por uma linha castanha, devido, claro, à libertação do iodeto. Quando a resistência foi pequena a linha era escura e pesada, quando a resistência foi maior a linha era fina e desmaiada; e quando o circuito era interrompido a ponta não fazia nenhuma marca. Se desenharmos muitas linhas paralelas entre si e muito próximas umas das outras, é evidente que através da regulação da sua intensidade e da introdução de falhas nos locais apropriados, qualquer desenho ou imagem pode ser representado. Este é o sistema adoptado por Bakewell no seu bem conhecido telégrafo de cópia.”¹⁶⁷

João Ribas, no catálogo da exposição FAX¹⁶⁸ sintetiza a máquina de Bain numa descrição que também será adequada à máquina de Bakewell ou à que se segue, o Pantelégrafo:

“Pelo seu desenho a máquina de Bain era de facto um aparato de desenho: uma caneta montada num pêndulo movido electro-

¹⁶⁷ Bidwell, S. (1881). "Tele-Photography." *Nature* **23**(289): 344-346, pp. 344-345, "A sheet of paper which had been soaked in a solution of potassium iodide was laid upon the brass, and one end of the platinum wire previously ground to a blunt point was drawn over its surface. The path of the point across the paper was marked by a brown line, due, of course, to the liberation of the iodine. When the resistance was made small this line was dark and heavy; when the resistance was great the line was faint and fine; and when the circuit was broken the point made no mark at all. If we drew a series of these brown lines parallel to one another, and very close together, it is evident that by regulating their intensity and introducing gaps in the proper places any design or picture might be represented. This is the system adopted by Bakewell's well known copying telegraph."

¹⁶⁸ Ribas, J., B. Littman, et al. (2009). FAX, The Drawing Center.

magneticamente que podia reproduzir a escrita, através de um cabo, sobre uma superfície condutora de electricidade."¹⁶⁹

Pantelégrafo

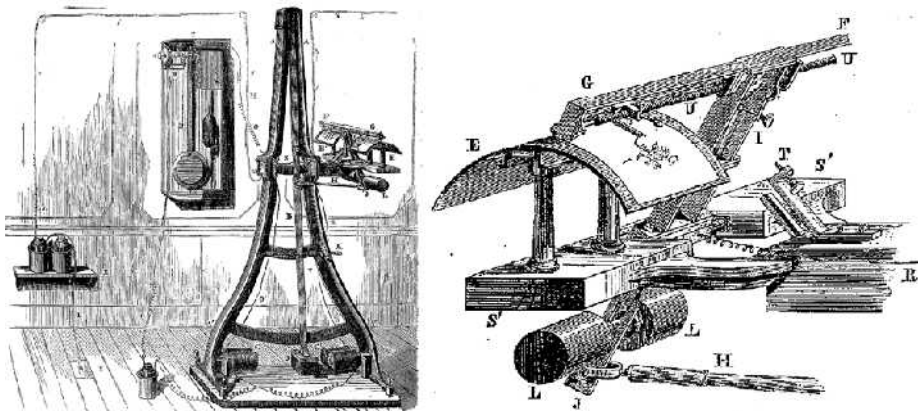


Figura : Giovanni Caselli, Pantelégrafo, emissor e detalhe do receptor recebendo um desenho, 1868

Em 1861 Giovanni Caselli, um discípulo de Amici, apresentou na Exposição Italiana de Florença uma máquina de nome Pantelégrafo. Tratava-se de uma evolução relativamente ao modelo de Bakewell, “concebido para a transmissão de mensagens imediatamente da mão do escritor, transmitindo um fac-simile de cada palavra e sílaba e possuindo a autenticidade da mão e da assinatura.”¹⁷⁰ Imediatamente esta máquina foi tida como um modo fiável de verificar assinaturas em transacções bancárias.

169 Idem, p. 13, “By design, Bain's machine was in fact a drawing apparatus: an electro-magnetic powered stylus mounted on a pendulum that could reproduce writing, via wire, on an electrically conductive surface.”

170 (1862). The Electrician: A Weekly Journal of Theoretical and Applied Electricity and Chemical Physics, p. 10, “His Pantelegraph, as is generally known, is intended for the transmission of messages immediately from the hand of the writer, conveying every word and syllable, and bearing the full authenticity of the hand and signature.”

O Pantelégrafo é acima de tudo uma máquina de transmissão de imagens sejam elas de assinaturas, textos, retratos ou padrões decorativos.

*“Numa palavra, trata-se da reprodução à distância de tudo o que uma caneta ou um lápis possam produzir. (...) Sendo o seu funcionamento tão rápido que a sua média de transmissão é de 12 palavras por minuto.”*¹⁷¹

Descrição sucinta do funcionamento do instrumento¹⁷²:

o pantelégrafo transmite imagens desenhadas com um material não condutor sobre uma superfície condutora ligada à corrente eléctrica. Uma ponta percorre a imagem assente num suporte curvo, varrendo toda a área desse suporte num movimento linear e oscilatório. Ou seja, a imagem é varrida linha a linha. No lado da recepção existe uma máquina semelhante, com um pêndulo sincronizado com o pêndulo emissor para que a imagem recebida seja idêntica à transmitida. Para que a imagem surja, uma ponta riscadora percorre a superfície do papel linha a linha, num movimento oscilatório idêntico ao do emissor, marcando o papel (através de um sistema de alavancas accionado por electricidade) sempre que a ponta emissora detecta uma fraca corrente eléctrica sobre a imagem varrida – correspondente a um traço realizado com o material não condutor.

171 Idem, “*In one word, it is the reproduction, at a distance, of anything that a pen or pencil can produce. (...) The action is so rapid, that the average transmission is of 12 words in a minute.*”

172 Para uma descrição detalhada consultar Figuiet, L. (1868). Les Merveilles de la science ou description populaire des inventions modernes. [2]. Télégraphie aérienne, électrique et sous-marine, câble transatlantique, galvanoplastie, dorure et argenture électro-chimiques, aérostats, éthérisation [Texte imprimé] / par Louis Figuiet. Paris, Jouvett Furne, pp. 152-160

O Pantelégrafo de Caselli inaugurou a produção de cópias de desenhos à distância e embora tenha sido um invento revolucionário não singrou enquanto meio de transmissão de imagens, pois os custos para o envio de uma imagem (texto ou desenho) eram exorbitantes quando comparados com o correio ou com o envio de uma mensagem por telégrafo (Morse). Por essa razão a máquina foi durante algum tempo adoptada pelas instituições financeiras que encontraram no Pantelégrafo um meio fiável para realizar as suas operações, sem haver preocupações com os custos das comunicações.

Tele-fotografia de Bidwell

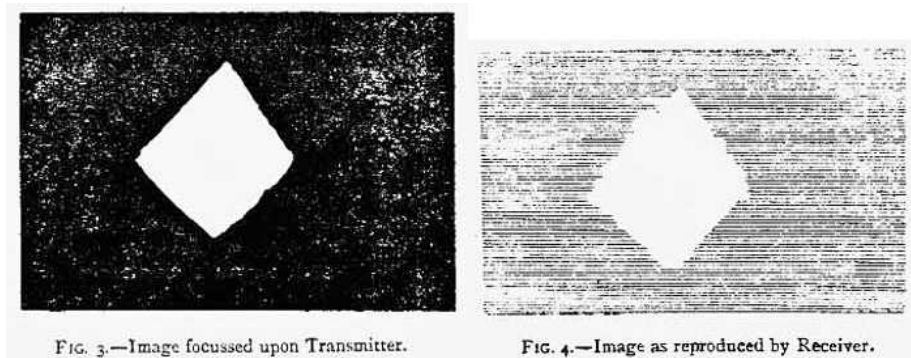


Figura : Shelford Bidwell, tele-fotografia, Nature, 1811

Em 1881, Shelford Bidwell apresentou uma máquina capaz de transmitir uma fotografia através de uma grande distância. Inspirado na tecnologia desenvolvida por Alexander Bell para o *photophone*, e baseado no princípio da máquina de Bakewell.

A tele-fotografia funciona através do envio de impulsos eléctricos do transmissor para o receptor. O que Bidwell inventou foi um modo óptico de leitura: o cilindro transmissor é varrido por um furo num movimento espiralar, estando uma célula sensível à luz (em selénio,

material cuja condutividade eléctrica aumenta com a luz que recebe) por detrás do furo a receber as variações entre o preto e o branco correspondentes à luminosidade da imagem a transmitir (projectada por uma Lanterna Mágica sobre um papel colocado sobre o cilindro). O varrimento do furo irá sensibilizar a célula ponto a ponto e a cada um destes pontos corresponderá uma carga eléctrica: quando só há luz branca, correspondente a uma área do papel sem marcas, a carga eléctrica é zero e quando a luz diminui para o negro a carga eléctrica tem um valor correspondente. Os sinais com as cargas eléctricas são enviados à distância para um outro cilindro que se encontra a rodar sincronizado com o transmissor, sendo aí transformados em marcas sobre o papel através de um modo semelhante ao descrito para a máquina de Bakewell.

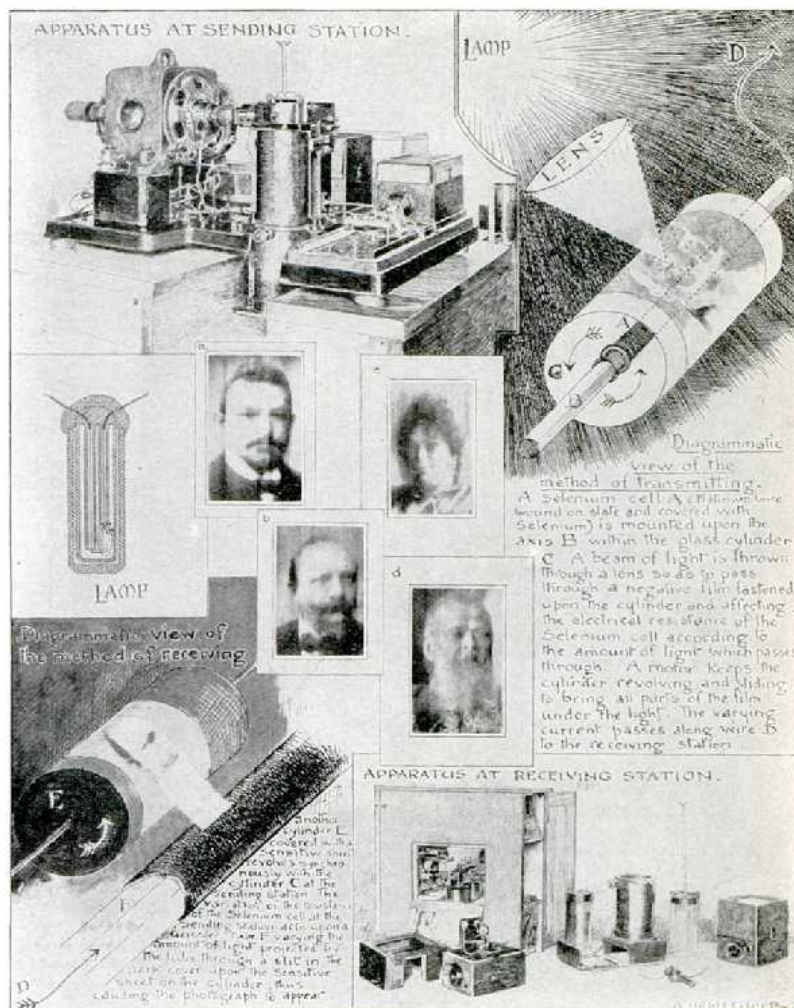
*“Durante grande parte de cada revolução a ponta P traçará uma linha castanha uniforme; mas quando H [o furo que procede ao varrimento] passar sobre uma parte brilhante da imagem a linha aparecerá debilitada ou quebrada. A espiral traçada pela ponta é tão apertada que produzirá, até a uma curta distância, a aparência de uma superfície uniformemente colorida e as quebras na continuidade da linha constituirão a imagem que, se o instrumento fosse perfeito, formariam um duplicado monocromático da projectada sobre o transmissor.”*¹⁷³

Há um furo numa superfície escura que varre a imagem projectada detectando e transmitindo as suas marcas.

173 Bidwell, S. (1881). "Tele-Photography." *Nature* 23(289): 344-346, p. 346, "During the greater part of each revolution the point P will trace a uniform brown line; but when H happens to be passing over a bright part of the picture this line is enfeebled or broken. The spirial traced by the point is so close as to produce at a little distance the appearance of a uniformly-cloured surface, and the breaks in the continuity of the line constitute a picture which, if the instrument were perfect, would be a monochromatic counterpart of that projected upon the transmitter."

Arthur Korn e a fotografia telegrafada

APPARATUS BY WHICH PHOTOGRAPHS ARE ACTUALLY TELEGRAPHED



Portraits a, b, c and d are Reproductions of Photographs Sent Over the Wire of the French Telegraph Co.

Figura : Arthur Korn, fotografia telegrafada, esquema de funcionamento, Popular Mechanics, 1905

Transcreve-se a descrição da máquina conforme aparece na revista *Popular Mechanics*, de Setembro de 1905:

*“O instrumento através do qual é possível a transmissão telegráfica de fotografias, manuscritos e foto-gravuras é uma invenção do Prof. Arthur Korn, de Munique, envolvendo a utilização de uma célula de selénio, cuja resistência eléctrica varia de acordo com a acção da luz sobre a sua superfície. Quando uma imagem de um rolo fotográfico é projectada sobre esta célula de selénio, as variações de resistência são transmitidas para o aparato receptor.”*¹⁷⁴

O desenvolvimento dos aparelhos de transmissão de imagens telegraficamente não se esgota nestes exemplos. Por volta de 1920 Édouard Bélin apresentou o seu método para enviar fotografias por telegrafia sem fios, transformando a imagem numa superfície semelhante à de um disco em vinil, apta a ser lida por uma agulha ligada a um microfone.

Esta tecnologia pode indicar outras direcções para o desenvolvimento da máquina digital de desenhar – a inclusão de uma dimensão sonora poderia aumentar a experiência cognitiva do desenhador -, mas não será incluída na presente dissertação por provocar um desvio demasiado grande relativamente ao objecto definido para o estudo e para a parte prática.

174 (1905). Telegraphing Photographs. *Popular Mechanics*. Chicago, Popular Mechanics Company. VII, p. 904, “*The instrument by which the telegraphic transmission of photographs, handwriting and photo-engravings is possible is the invention of Professor Arthur Korn, of Munich, and involves the use of a selenium cell, the electrical resistance of which varies according to the action of light upon it. When an image from a photographic film is thrown upon this selenium cell the variable resistances are set up and transmitted to the receiving end of the apparatus.*”

Vannevar Bush, *As We May Think*, 1945

*“A ciência providenciou uma rápida comunicação entre indivíduos; providenciou o registo de ideias e os meios para que o homem possa manipular e fazer extracções desse registo de modo a que o conhecimento se desenvolva e perpetue ao longo da vida de um povo em vez da de um indivíduo.”*¹⁷⁵

No seu artigo *As We May Think*, Vannevar Bush prevê que o desenvolvimento tecnológico irá produzir novos media ou desenvolver os existentes de tal modo que a informação poderá ser acessível a todos e a custos muito reduzidos.

Bush acredita na automatização e miniaturização dos meios que permitem gerir a vida de forma mais eficaz, tendo em conta a evolução da ciência e das humanidades (da Humanidade). Para que esta evolução possa ocorrer a um ritmo cada vez mais acelerado torna-se necessário que a informação também circule mais depressa e em maior quantidade, acreditando que muita da informação perdida devido à escassez de meios poderia tornar a vida melhor. Entende que a evolução provoca uma crescente especialização e que esta provoca compartimentação. Para que a compartimentação não leve ao afogamento da informação, torna-se necessário desenvolver os meios que permitam comunicar entre especialidades, partilhando de forma rápida e em quantidade a informação disponível e aquela que está constantemente a ser criada.

175 Bush, V. (1945). *As We May Think*. *The New Media Reader*. N. M. Noah Wardrip-Fruin. Cambridge, Mass; London, Eng., Cambridge, London: 37-47, p. 37, *“Science has provided the swiftest communication between individuals; it has provided a record of ideas and has enabled man to manipulate and to make extracts from that record so that knowledge evolves and endures throughout the life of a race rather than that of an individual.”*

Acerca da transmissão de *fac-similes*

Bush descreve a transmissão de *fac-similes* como sendo um método fotográfico de copiar um desenho, ou melhor, de desenhar uma cópia de um desenho à distância. Uma célula fotoelétrica procede ao varrimento de uma superfície reconhecendo pontos, linhas e suas variações de dimensão atribuindo-lhes uma intensidade ou carga eléctrica que será a informação transmitida. O receptor tem um ponteiro que transforma estes impulsos eléctricos, sobre uma superfície de papel preparado para reagir quimicamente à passagem de corrente eléctrica, num desenho que é uma cópia do original distante.

Acerca de selecção

Bush pensa na selecção como uma ferramenta apropriada para lidar com informação em grande quantidade sem perca de tempo e com aumento da produtividade de um sistema:

*“(...) selecção simples: funciona através da análise de cada um de um grande conjunto de itens e pela escolha daqueles que têm determinadas características.”*¹⁷⁶

Para que a selecção funcione, como, por exemplo, funciona quando uma pessoa reconhece um objecto tendo apenas visto uma parte dele, é necessário que a informação esteja bem armazenada, ou seja, que o modo de organização dos registos não seja linear, mas permutável e combinável.

O memex

¹⁷⁶ Idem, p. 43, “(...) simple selection: it proceeds by examining in turn everyone of a large set of items, and by picking up those which have certain specified characteristics.”

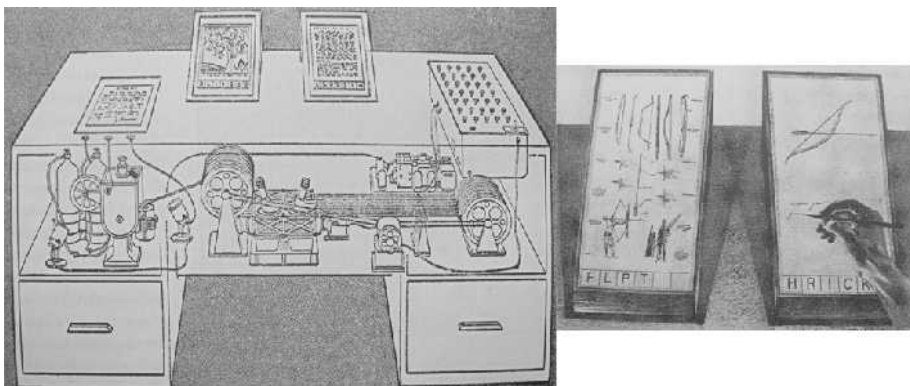


Figura : Vannevar Bush, Memex, 1945

Vannevar Bush propõe que se atente às faculdades cognitivas do homem, no modo como usa a sua memória e o seu raciocínio por associação para que se possam criar máquinas mais rápidas no armazenamento e selecção da informação. A “*selecção por associação, ao invés da indexação*”. Estas ideias levaram-no a propor uma máquina análoga ao funcionamento da mente humana no que respeita à selecção associativa de memórias. E se esta máquina não consegue a velocidade e plasticidade da mente, traria a vantagem de tornar permanente e acessível toda a informação que armazenasse. O *memex* (figura 58): um dispositivo com a forma de uma secretária¹⁷⁷ onde a informação é armazenada como micro imagem (microfilme), acedida através de um índice temático que a disponibiliza e visualizada através de ecrãs. Um sistema de atalhos (ou *tags*) permitiria consultar com maior rapidez as 'fichas' mais utilizadas. Através de um índice associativo, para cada item existe um outro associado e a cada associação corresponde um código que permite o seu acesso. Esta associação pode existir pré-definida, mas a vantagem do *memex* é a possibilidade de cada utilizador poder criar

177 Idem, p. 45, “*It consists of a desk, and while it can presumably be operated from a distance, it is primarily the piece of furniture at which he works.*”

a sua cadeia de associações, através da ligação entre as partes que fazem parte de cada assunto pesquisado¹⁷⁸, que ficará registada para sempre na memória (fotográfica) da máquina. De cada vez que uma associação é criada, um novo código é gerado, formando-se correntes de associações. Num dos ecrãs será possível inserir manualmente informação que é fotografada e guardada numa cadeia de microfilmes que fica disponível para formar novas associações. O mesmo seria possível fazer desenhando num dos ecrãs, que funciona como mesa de luz. O utilizador pode desenhar sobre essa superfície e tirar uma fotografia, em super-microfilme, que será armazenada de acordo com as instruções inseridas por meio do teclado do *memex*.

178 Idem, p. 46, “*Thus he builds a trail of his interest through the maze of materials available to him.*”

Etch-A-Sketch



Figura : Etch-A-Sketch, superfície transparente coberta de pó de alumínio, com dois botões para controlar o ponteiro

O *Etch-A-Sketch* é uma máquina de desenhar criada no final dos anos 1950 por André Cassagnes.

O seu funcionamento é simples: uma superfície de vidro (ou de acrílico) transparente, coberta por uma camada de pó de alumínio é riscada com uma ponta seca ou ponteiro que afasta o pó por onde passa, fazendo um desenho por apagamento. O traço assim marcado é visto como negro porque a superfície transparente é a tampa de uma caixa escura.

O ponteiro move-se através da manipulação dos dois botões rotativos que se encontram à esquerda e à direita na parte inferior da máquina, um move o ponteiro verticalmente e o outro move o ponteiro horizontalmente, a rotação combinada dos dois botões em simultâneo

produz os movimentos oblíquos – deste modo conseguem-se desenhar traços em todas as direcções.

Para apagar um desenho sacode-se a máquina e deste modo o pó de alumínio volta a cobrir uniformemente toda a superfície transparente.

Trata-se, essencialmente, de uma máquina para traçar contornos utilizando as duas mãos.



Figura : ponteiro com os dois eixos de controle e pó de alumínio

Uma das muitas versões digitais que existem na *web* é a da *Freeze Tag*, uma companhia especializada em jogos familiares para plataformas móveis, PC e Mac¹⁷⁹. Uma das versões do jogo é uma emulação da máquina física. O seu aspecto gráfico e a manipulação da linha por via de dois eixos (vertical e horizontal) e suas combinações são semelhantes ao jogo físico, mas a manipulação dos botões de controlo é feita através das teclas de controlo do cursor,

179! <http://www.bigfishgames.com/download-games/3615/etchsketch-knobbys-quest-game/download.html?afcode=af5a9a564e42&channel=affiliates&identifier=af5a9a564e42>

permitindo que se desenhe só com uma mão, e não se apaga sacudindo. Ou seja, a interacção entre o desenhador e a máquina assenta na percepção da memória da utilização da máquina para suprir a falta de contacto físico.



Figura : Etch-A-Sketch, Freeze Tag

Douglas Engelbart



Figura : Demonstração de Engelbart, 1968

Em 1962 escreveu o texto/manifesto *Augmenting Human Intellect* onde expõe as suas preocupações relativamente à necessidade de se criar e desenvolverem ferramentas que potenciem a interacção entre homem e computador como forma de resolver os problemas cada vez mais complexos que a sociedade cria, derivados da aceleração na especialização decorrente do desenvolvimento tecnológico.

*“Por “aumentando o intelecto humano” queremos significar incrementar a capacidade do homem na abordagem a situações de problemas complexos, ganhar a compreensão que vá ao encontro das suas necessidades particulares e derivar soluções para os problemas.”*¹⁸⁰

180 Engelbart, D. (1962). *Augmenting Human Intellect*. *The New Media Reader*. N. Wardrip-Fruin and N. Montfort. Cambridge, Mass. ; London, MIT; 95-108, p. 95, “By “augmenting human intellect” we mean increasing the capability of a man to approach a complex problem situation, to gain comprehension to suit his particular needs, and to derive solutions to problems.”

Consciente das alterações que as ferramentas electrónicas estavam a produzir na sociedade, sugere que se explorem interfaces com essas ferramentas que permitam aumentar o intelecto humano, ou seja, espera que o computador sirva como meio de augmentação das relações do homem com o mundo: “*O objectivo deste estudo é o desenvolvimento de uma estrutura conceptual dentro da qual possa crescer um programa de investigação e desenvolvimento cujas metas serão as seguintes, (1) detectar os factores que limitam a eficácia das capacidades básicas de manipulação de informação pelos indivíduos relativamente às necessidades de resolução de problemas da sociedade (...); e (2) o desenvolvimento de novas técnicas, procedimentos e sistemas que melhor adequam estas capacidades básicas às necessidades, problemas e progresso da sociedade.*”¹⁸¹

Douglas Engelbart é conhecido por ser o inventor do rato, uma interface de manipulação directa da informação disposta no ecrã de um computador. O que distinguiu o seu rato foi a *trackball* que permitia que o cursor no ecrã se movesse de acordo com os movimentos resultantes da sua manipulação, de acordo com as intenções do utilizador (inicialmente a *trackball* aplicada ao rato era composta por duas rodas colocadas ortogonalmente uma em relação à outra – uma disposição análoga ao brinquedo *Etch-a-sketch*).

Quando, em laboratório, se fizeram ensaios para ver qual dos instrumentos de apontar seria o mais eficaz na interacção entre homem e computador o rato saiu vencedor, deixando de lado a *light*

181 Idem, p.98, “*The objective of this study is to develop a conceptual framework within which could grow a coordinated research and development program whose goals would be the following: (1) to find the factors that limit the effectiveness of the individual's basic information-handling capabilities in meeting the various needs of society for problem solving in its most general sense; and (2) to develop new techniques, procedures, and systems that will better match these basic capabilities to the needs, problems, and progress of society.*”

pen, que fora usada, por exemplo, por Ivan Sutherland no seu sistema *Sketchpad*.

Em 1968, realizou uma demonstração da utilização do rato para manipulação de itens no ecrã que iria alterar a percepção da relação entre utilizador e computador. Ficou aceite a ideia de que a manipulação directa de uma interface gráfica era uma área pela qual se poderia promover a aumentação do intelecto humano.

O rato de Engelbart não era simples de usar, necessitava que o seu utilizador passasse por um período de aprendizagem e que depois disso conseguisse utilizar as duas mãos, quase como um estenógrafo, para poder tirar o máximo proveito da manipulação directa da informação no ecrã.

A utilização das duas mãos para a manipulação de coisas é natural e deve ser simples, no caso do rato de Engelbart esta manipulação é complexa, obrigando o utilizador a esforçar-se.

*“Doug Engelbart luta constantemente em direcção ao objectivo da melhor performance possível e os seus instintos e a sua perspicácia prepararam o mundo para a dominação do rato e do desktop. A sua influência foi limitada pela sua decisão de desenhar para pessoas tão determinadas e tão proficientes como ele, em vez de desenhar para aquelas que necessitam de um sistema fácil de usar.”*¹⁸²

182 Moggridge, B. (2007). *Designing Interactions*. Cambridge, Massachusetts; London, England, The MIT Press, p. 37, “*Doug Engelbart strives consistently toward a goal of the best possible performance, and his intuitions and insights have set the scene for the dominance of the mouse and the desktop. His influence has been limited by his decision to design for people as determined and proficient as he is himself, rather than for those who require an easy-to-use system.*”

Ivan Sutherland – Sketchpad



Figura : Demonstração do Sketchpad, 1964

Em 1963, Ivan Sutherland apresentou a sua tese de doutoramento com o título *Sketchpad: A man-machine graphical communication system*.

*“O Sketchpad utiliza o desenho como um novo meio de comunicação para um computador.”*¹⁸³

*“O Sketchpad torna possível que um homem e um computador conversem rapidamente através do médium de desenhos lineares.”*¹⁸⁴

Ivan Sutherland apresenta na sua tese uma interface física que se assemelha a uma caneta (*light pen*) e que permite a criação e

183 Sutherland, I. (1963). *Sketchpad: A man-machine graphical communication system*. *Computer Laboratory*. Cambridge, Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology. **PhD**, p. 9, “*The Sketchpad uses drawing as a novel communication medium for a computer.*”

184 Idem, p. 17, “*The Sketchpad system makes it possible for a man and a computer to converse rapidly through the medium of line drawings.*”

manipulação directas de desenhos no ecrã do computador, ou quase directa, porque estes símbolos dependiam de constrangimentos impostos pela outra mão que geria um painel com teclas e outros botões (atalhos)¹⁸⁵. O *Sketchpad* também é composto por um programa desenhado para otimizar a comunicação entre homem e computador, até então feita através de instruções escritas. O *Sketchpad* é uma linguagem de desenho.

Através do *Sketchpad* criam-se desenhos entendidos como objectos passíveis de ser manipulados de diversas maneiras e com diversas finalidades, dependendo das condições (argumentos) fornecidas aquando da sua criação e durante a sua manipulação.

O que distingue o *Sketchpad* relativamente aos restantes programas de computador para a resolução de problemas é o seu funcionamento aberto. Com o *Sketchpad* o *designer* não precisa de ter um problema completamente definido no início da sua exploração ou resolução, nem sequer tem que saber como o irá resolver. O seu trabalho com o computador será de investigação de ideias. A grande diferença é que anteriormente, para se resolver um problema com um computador, era necessário saber no início qual era esse problema e saber desde o início, o mais detalhadamente possível, quais os passos a seguir para resolver esse problema, ou seja, o computador não era mais que uma calculadora muito elaborada. Agora (com o *Sketchpad*), o computador torna-se quase num assistente humano que parece ter inteligência, o computador é muito mais tolerante, muito mais flexível, visto não ter que obedecer a uma lista/sequência muito rigorosa de ordens ou procedimentos.

185 Esta utilização das duas mãos para a realização de um desenho foi seguida nas últimas versões da máquina digital de desenhar.

Aquilo que distingue o *Sketchpad* encontra-se no facto de permitir a exploração de uma ideia passo a passo. Ao longo do processo o *designer* pode ir criando restrições ao programa que orientem o comportamento do desenvolvimento do seu desenho. Estas restrições podem ser entendidas como os critérios que se vão aplicando ao longo de um processo de desenho, ou seja, à medida que o desenhador vai tendo uma ideia mais clara de qual é o problema (do que está a desenhar) o número de restrições vai aumentando por forma a que o programa compute dentro de um número cada vez mais reduzido de opções que tenderão a indicar uma solução possível.

Ivan Sutherland nota as diferenças entre um desenho de computador e um desenho em papel: é mais preciso, mais fácil de fazer e mais rápido de apagar e permite que se movam os desenhos ou partes sem necessidade de os apagar; mas a grande diferença está na quantidade e qualidade de informação que as marcas guardam: enquanto o lápis deixa o seu traço com as suas qualidades expressivas mais ou menos objectivas, o desenho realizado por computador guarda a informação que diz respeito a cada ponto e ao modo como se juntam e articulam ou integram, ou seja, toda a informação que dá ao desenho objectivamente a sua aparência particular. No computador o desenho é feito e armazenado de modo a poder ser aumentado.

Esta aumentação e manipulação são permitidas porque a estrutura do desenho e das suas partes também é armazenada, em conjunto com as suas relações internas, topologia e ligações.

Há uma propriedade que não deve ser descurada e que são os constrangimentos do médium. As restrições de *hardware* e de *software* também provocam variações no tipo de desenho produzido.

“É esta capacidade para guardar informação relacionando as partes de um desenho umas com as outras que faz a grande utilidade do Sketchpad.”¹⁸⁶

O que se descreve é um sistema modular, composto por módulos que se dividem até ao elemento mais simples.

Ao considerar uma subimagem (*subpicture*) como um módulo, pode concluir-se que esta é uma máquina de fazer e manipular cópias.

Uma subimagem é uma parte de um desenho que pode ser armazenada de forma autónoma e com as suas propriedades num modo editável que não altera o desenho original (o sistema está desenhado numa estrutura de anéis – *rings* - que se vão associando e criando variações sem nunca perturbar a origem; esta estrutura de anéis permite que se editem imagens com o mínimo de busca de ficheiros, que corram depressa, em pouco tempo e com alguma redundância no sistema). O sistema é desenhado para que os seus elementos possam ser cópias, adquirindo até significados diferentes, tudo depende dos constrangimentos e da possibilidade de manipulação de cada subimagem. Estas propriedades tornam o *Sketchpad* num meio com aplicações quase ilimitadas.

Desenhar com o *Sketchpad* é realizar uma anotação do seu processo. Uma vez que todos os passos são gravados existe uma marcação do tempo e a possibilidade de se recorrer a essas marcas para entender ou conhecer o desenho/problema.

Aplicações do Sketchpad:

Pequenas alterações a desenhos já existentes;

Para ganhar conhecimento científico de operações que

186 Sutherland, I. (1963), p. 25, “It is this ability to store information relating the parts of a drawing to each other that makes Sketchpad most useful.”

podem ser descritas graficamente;

Como um sistema de *input* topológico para simuladores de circuitos (como ferramenta de visualização);

Para desenhos altamente repetitivos (uma das aplicações da sua modularidade).

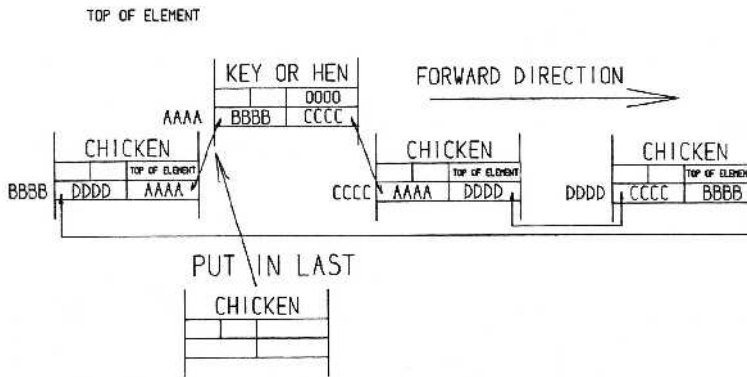


FIGURE 3.2. BASIC RING STRUCTURE

Figura : Sketchpad, estrutura de anéis, 1963

Evolução

Ivan Sutherland utilizou o computador mais avançado que existia na época para realizar as suas experiências e desenvolver o Sketchpad (TX-2 dos laboratórios Lincoln no MIT). Para futuras aplicações afirma que computadores muito mais pequenos poderão ser utilizados, pois já não será necessária a potência de computação requerida para as fases experimentais.

Modularidade do sistema

O sistema é organizado por tipos de desenho, de forma hierárquica e contendo o máximo de generalizações possíveis. A vantagem das generalizações é a de tornar possíveis alterações em partes da

estrutura (menos genéricas, ou mais específicas) sem ser necessário alterar a estrutura inteira. A modularidade é conseguida através da hierarquia de blocos genéricos que se agrupam em blocos super-genéricos (de acordo com 4 categorias: variáveis, topologias, constrangimentos e fixadores [*holders*]. Importa reter que há categorias para os módulos e que estes podem ser módulos de módulos de outras categorias).

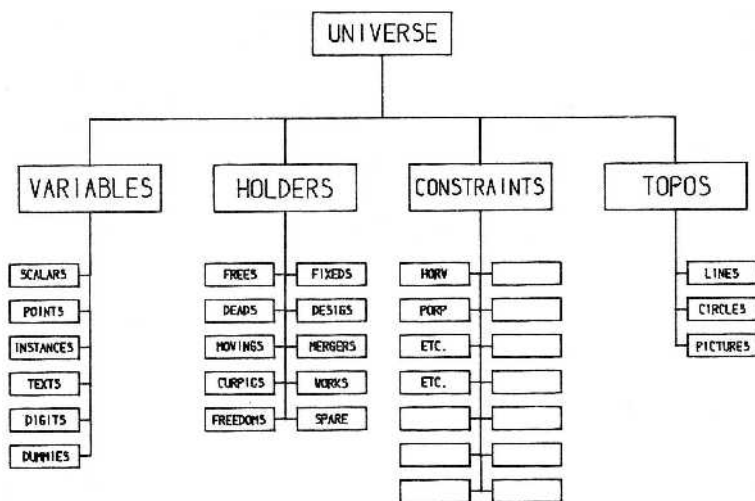


FIGURE 3.8. GENERIC STRUCTURE

Figura : Sketchpad, estrutura genérica, 1963

Sketchpad e arte

Ao utilizar o sistema com fins artísticos Ivan Sutherland afirma que, graças à sua característica de manipulação, o sistema permitiu-lhe perceber como pequenas alterações nos traços de um desenho podem produzir efeitos e significados tão diferentes. O seu exemplo é de um desenho feito a partir de uma fotografia de uma rapariga (o processo é interessante: primeiro passou a foto por uma máquina de

facsimile que funcionou como um *scanner* – naquela altura uma máquina de *facsimile* era uma máquina de copiar desenhos à distância -, o contorno da imagem apareceu no ecrã do computador e foi copiado por cima com um lápis de cera; por fim, com o *Sketchpad* no computador a imagem foi copiada utilizando a *light pen*).

Conclui que o conhecimento adquirido no processo é bem mais valioso que o do desenho como um produto acabado.

“Só vale a pena fazer desenhos no computador se se conseguir mais de um desenho do que somente um desenho”¹⁸⁷

187 Idem, p.110, “*It is only worthwhile to make drawings on thek computer if you get something more out of the drawing than just a drawing.*”

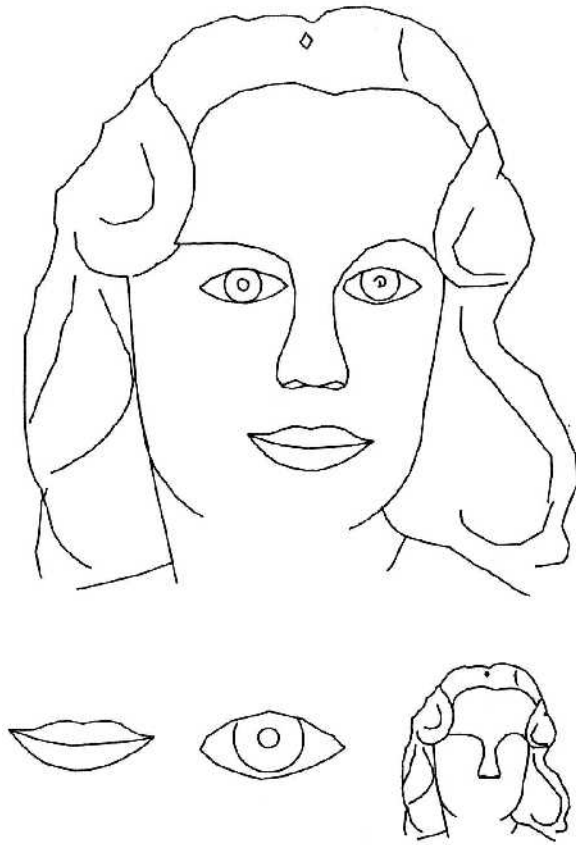


FIGURE 9.9.
GIRL TRACED FROM PHOTOGRAPH

Figura : Sketchpad, desenho de rapariga, 1963

Myron Krueger – Videoplace

“A interação homem-máquina limita-se habitualmente a um homem sentado batendo com os seus dedos numa máquina ou talvez agitando uma varinha sobre uma data-tablet. Há sete anos atrás, estando insatisfeito com um diálogo tão restritivo, embarquei numa investigação explorando modos mais interessantes para que homens e máquinas se relacionassem. Daí resultou o conceito de ambiente sensível [responsive environment], onde um computador percebe as acções daqueles que entram, respondendo inteligentemente através de dispositivos visuais e auditivos complexos.

Durante um período de tempo os dispositivos dos computadores estabelecem um contexto dentro do qual a interação ocorre. É dentro deste contexto que o participante escolhe qual a sua próxima acção e antecipa a resposta do ambiente. Se a resposta é inesperada, o ambiente terá mudado o contexto e o participante deverá reexaminar as suas expectativas. A experiência é controlada por uma composição que antecipa as acções do participante e joga com as suas expectativas.”¹⁸⁸

188 Krueger, M. W. (1977). *Responsive environments*, ACM, p. 423, “*Man-machine interaction is usually limited to a seated man poking at a machine with his fingers or perhaps waving a wand over a data tablet. Seven years ago, I was dissatisfied with such a restricted dialogue and embarked on research exploring more interesting ways for men and machines to relate. The result was the concept of a responsive environment in which a computer perceives the actions of those who enter and responds intelligently through complex visual and auditory displays. Over a period of time the computer's displays establish a context within which the interaction occurs. It is within this context that the participant chooses his next action and anticipates the environment's response. If the response is unexpected, the environment has changed the context and the participant must reexamine his expectations. The experience is controlled by a composition which anticipates the participant's actions and flirts with his expectations. This paper describes the evolution of these concepts from their primitive beginnings to my current project, VIDEOPLACE, which provides a general tool for devising many interactions.*”

Um exemplo do conceito de *ambiente sensível* neste jogo com as expectativas do participante é a peça de 1971 *Psychic Space*: “Sugeria uma nova forma artística em que as expectativas do participante acerca de causa e efeito podiam ser usadas na criação de experiências interessantes e divertidas, algo que ainda não existia naquela altura e que ainda hoje tem um espírito diferente dos videogames.”¹⁸⁹

Videoplace é uma instalação interactiva, em desenvolvimento desde 1970, que combina as imagens ao vivo dos participantes com um mundo gráfico gerado por computador, permitindo-lhes desenhar e manipular os seus desenhos de forma partilhada e em tempo real. Esta peça permite uma interacção entre vários participantes separados fisicamente mas que se encontram no espaço do vídeo, daí o nome *VIDEOPLACE*.

A instalação funciona através do reconhecimento dos contornos dos participantes¹⁹⁰ que são colocados no espaço do vídeo para interagir entre si e com outros objectos por si desenhados ou que pré-existam, povoando o espaço quando activados pelas interacções dos participantes no ambiente.

Myron Krueger pensa que a interacção entre homem e computador deve provocar uma aumentação no entendimento da importância do computador para a vida contemporânea. Antes de tudo Myron Krueger acredita que o homem comum deve saber interagir com um

189 Krueger, M. W., T. Gionfriddo, et al. (1985). *VIDEOPLACE - An artificial reality*. ACM, p. 35, “It suggested a new art form in which the participant's expectations about cause and effect could be used to create interesting and entertaining experiences, quite unlike anything that existed at that time and still different in spirit from the video games of today.”

190 Idem, p. 429, “However, since the cameras see each person's image in contrast to a neutral background, it is easy to digitize the outline and to determine its orientation on the screen.”

computador para além da mera utilização como máquina de fazer contas e escrever textos. Porque o mundo será configurado pelas próximas gerações de computadores e não faz sentido o mundo ter uma forma para a qual o homem não está adequado¹⁹¹.

O legado de *Videopalce*

O projecto *Videoplac*e influenciou as gerações seguintes de artistas digitais a trabalhar em ambientes interactivos.

Recorrendo a alguns *frames* para ilustrar interacções de *Videoplac*e, retirados de um vídeo documentando a instalação¹⁹², podem traçar-se alguns paralelos com *Manual Input Sessions*, de Golan Levin e Zach Lieberman, *Drawn* de Zach Lieberman e *Delicate Boundaries* de Chris Sugrue.

Apresentam-se algumas imagens com o propósito de ilustrar os paralelismos na utilização dos contornos como modo de activar a interacção. Haverá uma descrição de cada artista mais à frente no capítulo.

191 Krueger, M. W., T. Gionfriddo, et al. (1985). p. 35, “*As a greater percentage of the population becomes involved in the use of computers, it is natural to expect the manner of controlling computers to move away from the programming model and closer to the perceptual process we use to accomplish our goals in the physical world.*”

192! Krueger, M. (1988). *Videoplac*e, http://www.open-video.org/redirect.php?locationURL=http://www.ibiblio.org/openvideo/video/chi/siggraph_06_m4.mp4

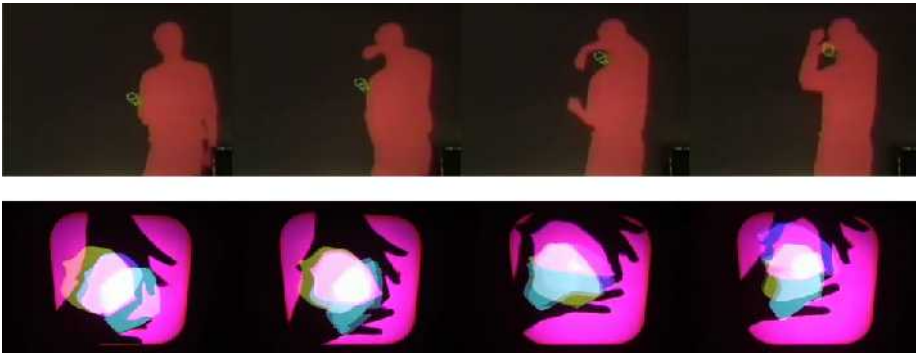


Figura : Em cima: Videoplace, 1988; em baixo: Manual Input Sessions, 2004

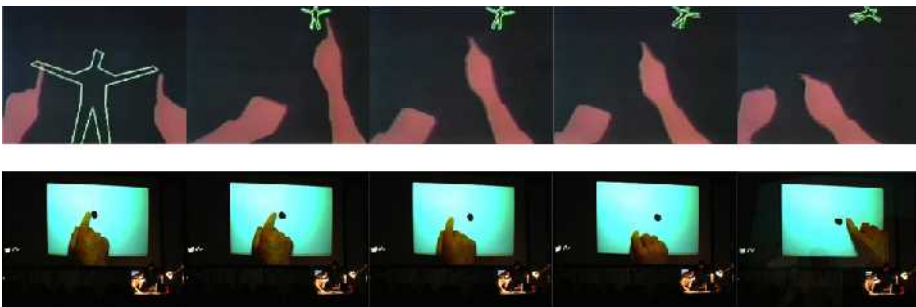


Figura : Em cima: Videoplace, 1988; em baixo: Drawn, 2005



Figura : à esquerda Videoplace, 1988, à direita: Delicate Boundaries, 2007

Videoplace e a máquina digital de desenhar

Um aspecto da instalação *Videoplace* que vai de encontro ao funcionamento da máquina digital de desenhar é a importância das silhuetas e dos contornos para o bom funcionamento das interações. O *software* reconhece, separa e analisa os movimentos das silhuetas dos intervenientes humanos no ambiente para que os restantes elementos gráficos possam interagir com estes de um modo que seja interessante e cativante – a estratégia de aumento da experiência passa pela criação da necessidade de tocar nos objectos gráficos produzidos pelo computador.

O reconhecimento dos contornos, a continuidade, a sua segmentação em partes, a constância das relações e as ligações entre objectos distintos são propriedades da percepção de um objecto visual, essenciais para o funcionamento da máquina digital de desenhar e que são instrumentais em *Videoplace*.

Alan Kay

“Imagine ter um manipulador do seu conhecimento auto-contido numa embalagem portátil com o tamanho e formato de um computador portátil normal. Suponha que essa embalagem tem poder para ultrapassar os seus sentidos de visão e audição, que tem capacidade suficiente para armazenar, para consulta posterior, o equivalente a milhares de páginas de materiais de referência, poemas, cartas, receitas, desenhos, animações, partituras musicais, formas ondulares, simulações dinâmicas e tudo o mais que gostasse de se recordar e de trocar.”¹⁹³

Alan Kay tem uma ideia acerca da utilização de computadores para aumentar a qualidade de vida dos habitantes do planeta, cada pessoa deve ter um computador portátil suficientemente poderoso e simples de usar por forma a que o seu conhecimento possa ser aumentado e desse modo o seu quotidiano seja melhorado.

“Embora o pensamento ocorra na cabeça de cada um, os meios externos servem para materializar pensamentos e, por um processo de feedback, para aumentar as vias pelas quais o pensamento real segue.”¹⁹⁴

193 Alan Kay, A. G. (1977). Personal Dynamic Media. *The New Media Reader*. N. Wardrip-Fruin and N. Montfort. Cambridge, Mass. ; London, MIT: 393-404, p. 394, *“Imagine having your own self-contained knowledge manipulator in a portable package the size and shape of an ordinary notebook. Suppose it had enough power to outrace your senses of sight and hearing, enough capacity to store for later retrieval thousands of page-equivalents of reference materials, poems, letters, recipes, drawings, animations, musical scores, waveforms, dynamic simulations, and anything else you would like to remember and exchange.”*

194 Idem, p. 393, *“Although thinking goes on in one's head, external media serve to materialize thoughts and, through feedback, to augment the actual paths that thinking follows.”*

Um dispositivo que possa aumentar as faculdades cognitivas do seu proprietário deve ser personalizável e modular e por essa razão Alan Kay (e a sua equipa no Xerox PARC) desenvolveu o dispositivo *Dynabook* e a forma de lhe aceder, a linguagem *Smalltalk* (uma linguagem de programação por objectos), tão simples que parte dos testes para o seu desenvolvimento foram realizados numa escola do ensino primário.

*“Como seria um mundo em que todas as pessoas tivessem um Dynabook? Se uma máquina assim fosse desenhada, de modo a que cada proprietário a pudesse moldar e canalizar o seu poder para os seus próprios interesses, então um novo tipo de médium teria sido criado: um metamédium, cujo conteúdo seria uma grande variedade de media já-existente e ainda-não-inventado.”*¹⁹⁵

195 Idem, p. 403, “*What would happen in a world in which everyone had a Dynabook? If such a machine were designed in a way that any owner could mold and channel its power to his own needs, then a new kind of medium would have been created: a metamedium, whose content would be a wide range of already-existing and not-yet-invented media.*”

Harold Cohen

“... os computadores não estão só a possibilitar aos artistas e aos designers a extensão do âmbito do desenho, mas também estão a facilitar o entendimento de aspectos do processo de desenho em si.”¹⁹⁶ George Whale não se refere especificamente a Harold Cohen, mas nesta frase resume o sistema de desenho por computador que desenvolveu. Um sistema apoiado na sua experiência real enquanto desenhador.

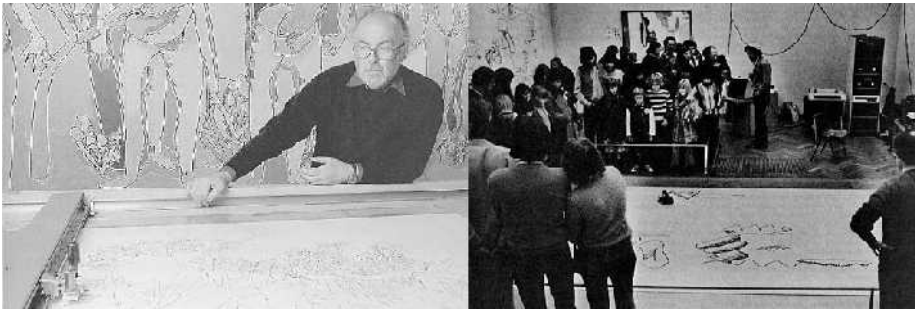


Figura : Harold Cohen, 1987 e Aaron na Documenta VI, Kassel, 1977

Harold Cohen desenvolveu um computador chamado *Aaron*. Trata-se de um sistema constituído por um programa de inteligência artificial e *hardware* dedicados ao desenho de memória. Cohen espera que este sistema consiga aprender as aptidões básicas do desenhador, evoluindo a partir delas. Como acontece com o ser humano: “a *pré-existência de um conjunto primitivo de aptidões, o tipo de aptidões que se desenvolvem muito cedo nas crianças, e que estão com toda a certeza embutidos no seu hardware (...): a capacidade de*

196 George, W. (2002). Why use computers to make drawings? *Proceedings of the 4th conference on Creativity & cognition*. Loughborough, UK, ACM, p. 65, “computers are not only enabling artists and designers to extend the scope of drawing, but that they are also helping us to understand aspects of the drawing process itself.”

*distinguir, por exemplo, a figura do fundo ou para distinguir entre formas fechadas e formas abertas. Estas aptidões não foram embutidas no hardware de Aaron e tiveram que ser adquiridas, muito como acontece com a forma como as crianças adquirem as regras de aritmética e de gramática.*¹⁹⁷

O sistema Aaron funciona de uma forma hierárquica, organizando as marcas que traça de acordo com regras que se podem definir como de ordem alta e de ordem baixa. Sendo as de ordem alta aquelas que são responsáveis pelas decisões gerais, que vão organizando a estrutura do desenho; enquanto as de ordem baixa decidem acerca das formas individuais. Trata-se de uma estrutura análoga ao funcionamento do sistema visual humano, há uma área superior que reconhece grupos e conceitos e uma área inferior que reconhece os elementos individuais que os constituem, para que haja integração estas duas áreas funcionam em conjunto e nos dois sentidos¹⁹⁸.

Esta relação hierárquica é fundamental para que as marcas traçadas por Aaron façam algum sentido, ou seja, para que um desenho seja o desenho de alguma coisa é necessário que as suas marcas sejam intencionais. As marcas na superfície de desenho devem organizar-

197 Cohen, H. (1982). How to make a drawing. Science Colloquium, National Bureau of Standards. Washington DC, p. 2, “(...) the pre-existence of even a primitive set of cognitive skills, the sort of skills which develop very early in children, and are almost certainly "built into their hardware, so to speak: the ability to distinguish between figure and ground, for example, or to distinguish between closed forms and open forms. These skills were not built into Aaron's hardware, and they had to be acquired, in much the same way that children acquire the rules of arithmetic or grammar.”

198 George, W. (2002), pp. 68-69, “AARON possesses two main types of stored knowledge, which interact with each other: specific knowledge about how to draw certain classes of objects (rocks, plants, human figures, etc.); and general knowledge of representation, e.g., how to depict solidity or occlusion. This knowledge derives from Cohen's long experience of drawing practice, and it is no surprise that the program possesses a distinctive style. An unusual feature of the program's operation is feedback, which is to say that in making decisions it takes account of the current 'state' of the drawing. This, of course, is a crucial aspect of most human drawing activity.”

se entre si para que denotem ou configurem o sentido ou a intenção do desenhador. Mas Cohen espera mais do desenho realizado por um computador, como de um desenho realizado por si, espera que Aaron seja uma máquina com expressividade: *“De um modo superficial uma representação representa o mundo exterior, mas mesmo assim não é claro COMO representa esse mundo ou qual o aspecto do mundo que está a ser representado. De outro modo uma representação representa o mundo interno de uma pessoa – ou seja, as crenças que tem acerca de como parece o mundo exterior – e é produzido, exteriorizado, de forma a verificar a veracidade das suas crenças em relação aos dados primários recolhidos pelo seu aparato cognitivo.”*¹⁹⁹

Para Harold Cohen, o processo de desenho de representação serve para se testar as crenças de cada desenhador e, por via da exposição, dos observadores. Este testar tem como função obrigar o desenhador a entender o que está a ver através do desenho. O papel da memória é crucial para que exista reconhecimento que, por sua vez (através de processos associativos criativos), vai gerar conhecimento:

“Se este processo de verificação na mente normal é colocado ao serviço da confirmação, assegurando ao indivíduo que o mundo é como ele ou ela acreditam que seja, podemos supor que a sua função na mente criativa é a de DESconfirmar, de testar o modelo interno do indivíduo até ao limite, forçando-o a gerar novos modelos. Por outras palavras, a essência da criatividade assentaria em auto-

199 Cohen, H. (1982), p. 9, *“In some superficial sense a representation represents the external world, but then it isn't clear HOW it represents that world, or what aspect of the world is being represented. In another sense a representation represents one's internal world — that is to say, one's beliefs about what the external world is like — and it is produced, externalized, in order to check the plausibility of one's beliefs against the primary data collected by one's cognitive apparatus.”*

modificação e a sua medida seria o grau em que cada indivíduo é capaz de reformular continuamente os seus modelos internos: não ao acaso, claro, mas numa resposta perceptiva ao testar dos modelos actuais."²⁰⁰

200 Idem, "*If this checking process in the normal mind is put to the service of confirmation, of reassuring the individual that the world is the way he or she believes it to be, we might suppose that its function in the creative mind is to DISconfirm, to test the individual's internal model to the limit, and to force the generation of new models. In other words, the essence of creativity would lie in self-modification, and its measure would be the degree to which the individual is capable of continuously reformulating his or her internal world models: not randomly, obviously, but in perceptive response to the testing of current models.*"

Golan Levin

O trabalho de Golan Levin centra-se na exploração de novos modos de aumento da experiência cognitiva através de situações ou materiais desenhados para provocar reacções expressivas nos utilizadores. O seu foco na interactividade entre homem e meio (ou máquina) e na flexibilidade da experiência cognitiva em acção durante esses processos, coloca-o no trilho de outros investigadores como Ivan Sutherland ou Alan Kay e de artistas como Myron Krueger. Em 1999, apresentou o seu trabalho *Shakepad*, onde utiliza ferramentas de desenho num ecrã, manipulando-as através de um acelerómetro (que numa segunda versão da máquina tem a forma de um porta chaves).

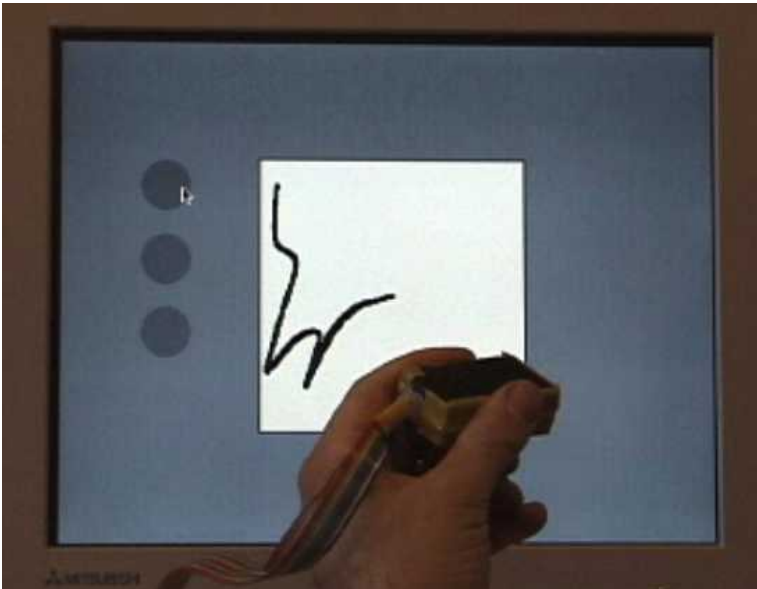


Figura : Golan Levin, Shakepad, 1999

Através da manipulação de uma interface física sem contacto com a superfície do desenho o utilizador consegue produzir um desenho.

Para a realização deste trabalho à distância não são necessárias instruções, bastando a experiência da utilização do acelerómetro e a observação do resultado dessa experiência no ecrã. Assim, ao desenhador bastará resolver instintivamente os problemas de escala e de paralaxe que poderá notar ao início. Saliente-se que estes problemas devem ser experimentados pelo utilizador mais como um tempo de ajustamento ao sistema do que como um problema. Este ajustamento aliado à fraca precisão da interacção – trata-se da representação da ampliação de um gesto, de onde resulta normalmente uma tremura, como na utilização da Camera Lúcida – resulta no envolvimento do utilizador com o desenho. Poderá ser considerado como um constrangimento que evita a adaptação e subsequente desinteresse do utilizador.

Tendo desenvolvido muitos trabalhos em parceria, seleccionam-se dois que servem de referentes à pesquisa para o desenvolvimento da máquina digital de desenhar:

Interactive Dynamic Abstraction, com Scott Snibbe; e *The Manual Input Sessions*, com Zachary Lieberman.

Interactive Dynamic Abstraction

Explora a acção directa sobre o médium como um meio que permite uma espécie de acesso aos pensamentos íntimos do autor: por exemplo, nos trabalhos audiovisuais de Len Lye (como nas experiências de McLaren) a sua acção sobre o celulóide produz som (desenho na barra destinada à leitura da banda sonora – literalmente banda sonora pintada).

Na animação por computador o tempo despendido é idêntico, mas as capacidades do utilizador postas em acção são diferentes. Enquanto na animação tradicional é a destreza manual a grande responsável

pelo resultado observável e audível; na animação por computador são as qualidades cognitivas para a resolução de problemas que são postas à prova.

Uma nota à parte - por exemplo: no caso do *Etch-A-Sketch* existe um jogo entre estas duas faculdades que serão responsáveis pelos resultados mais ou menos expressivos do processo de desenho com este instrumento.

Neste estudo Golan Levin e Scott Snibbe procuraram perceber se as interações criadas envolveriam o utilizador de um modo expressivo e criativo, isto é, se a interacção seria um processo no qual o utilizador se envolvia sem necessitar de ter um conhecimento acerca do funcionamento das interfaces e se esse processo desencadearia uma utilização criativa do meio.

No decurso das suas explorações os autores encontraram um conjunto de questões ou critérios de avaliação que parecem apropriadas ao contexto da presente investigação: *“Consegue utilizar-se o instrumento sem instruções?; Durante quanto tempo se consegue utilizar o instrumento?; A nossa personalidade sobressai?; Consegue melhorar-se na utilização do instrumento?”*²⁰¹

No caso de um sistema de desenho em que o *input* e a interacção gerada por ele se revelam um processo que também é o produto da interacção, existe uma corrente de experiências (*flow*) em que um momento precede o seguinte, conduzindo o utilizador - à imagem dos video-jogos - de uma etapa que prepara o jogador para a seguinte, fazendo-o querer atingir o fim, que, uma vez atingido, extingue o jogo (habitualmente os jogos são desenhados para que cada fim prepare o

201 Levin, G. and S. Snibbe (2000). Instruments for Dynamic Abstraction. Proceedings of the First Annual Conference on Non-Photorealistic Animation and Rendering, Annecy, France, p.7, *“Can you use the instrument with no instructions?; How long can you use the instrument?; Does your personality come through? Can you get better at using the tool?”*

jogador para a versão seguinte do jogo). É durante o processo que o utilizador poderá ter vontade de se aplicar e de procurar explorar a interface como um meio expressivo, ou seja, de criar marcas individuais, mostrando que entendeu o sistema e que não pretende o seu cancelamento.

The Manual Input Sessions

Performance audio-visual interactiva em que o utilizador através dos movimentos das suas mãos cria e controla os parâmetros sonoros de formas bidimensionais no espaço de um ecrã.

O utilizador desenha formas com as suas mãos que são percebidas pelo sistema como formas abertas ou fechadas. A uma forma fechada corresponde a criação de uma figura com a forma do espaço negativo criado e, uma vez aberta a mão, cria-se uma forma aberta que liberta a figura criada para interagir com o meio (enquadramento do ecrã) e com outras figuras criadas pelo mesmo ou por outros utilizadores.

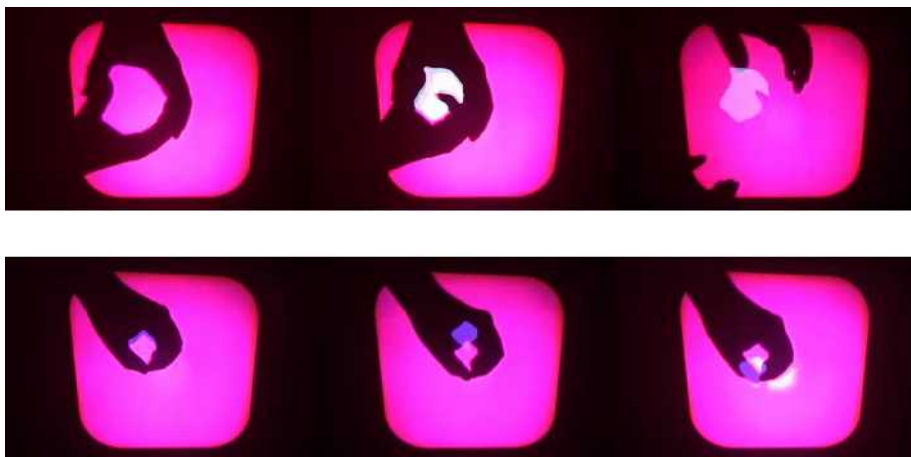


Figura : Golan Levin e Zachary Lieberman, Manual Input Sessions, 2005

Esta performance concretiza a utilização do espaço vídeo assinalado por Myron Krueger e a experiência cognitiva básica descrita por

Harold Cohen, a distinção de figuras sobre um fundo e a criação de formas abertas e fechadas geradoras de uma reacção equivalente à abertura ou encerramento dos seus contornos. Toda a interacção é realizada utilizando os gestos das mãos, sem livro de instruções e envolvendo o utilizador num jogo a solo ou com outros participantes em que o fim se encontra no processo.

Fácil de entender e de utilizar – para que o meio seja altamente expressivo é necessário que se verifiquem algumas condições, das quais se destacam as que mais interessam para esta investigação:

Simplicidade/dificuldade: num primeiro nível de abordagem a máquina deve ser fácil de entender e de manipular, sem necessidade de existir um livro de instruções. Esta simplicidade e acessibilidade não devem negar as possibilidades de exploração da máquina por parte do utilizador, ou seja, deve ser dada a oportunidade de se poder praticar e investir tempo por forma a explorar as capacidades expressivas da máquina.

Repetitividade e inesgotabilidade: *“o sistema responde consistentemente a um input consistente, embora o sistema nunca responda exactamente da mesma maneira duas vezes, por ser sensível a minúsculas diferenças na manipulação pelo utilizador.”*²⁰²

202 Levin, G. and Z. Lieberman (2005). Sounds from shapes: audiovisual performance with hand silhouette contours in *the manual input sessions*. Proceedings of the 2005 conference on New interfaces for musical expression. Vancouver, Canada, National University of Singapore, p.1, *“the system responds consistently to consistent input; and yet, the system never responds exactly the same way twice, because it is sensitive to miniscule differences in user performance.”*

Rafael Lozano-Hemmer – Under Scan

Under Scan é uma instalação interactiva para o espaço público que baseia o seu funcionamento na expectativa e experiência do público.

A peça consiste de uma praça pública inundada de luz, de tal modo que quando as pessoas passam a sua sombra aparece inconfundivelmente recortada no chão e de uma bateria de projectores (*robots*, com capacidade para projectar imagens vídeo) que se movem por via de servo motores controlados à distância. O seu movimento é gerido por um *software* de vigilância com o algoritmo adaptado de maneira a seguir as sombras das pessoas que passam e prever para onde se irão deslocar por forma a projectar um vídeo, com a imagem de alguém que as interpela, à sua frente.

O *software* segue e prevê os movimentos dos transeuntes que são surpreendidos pela imagem que surge no chão à sua frente. Ao reconhecerem estar envolvidos numa instalação interactiva movem-se de acordo com a sua experiência anterior na interacção com sistemas que julgam semelhantes. Este reconhecimento, enganoso, provoca no transeunte uma série de gestos com vista a tentar perceber o funcionamento da imagem à sua frente, procurando e acreditando que os seus gestos poderão influenciar o movimento da imagem projectada no chão. Não detectando a origem da imagem, julga que é o seu corpo que provoca o seu aparecimento, acção e desaparecimento. Estes acontecimentos são indirectamente provocados pelo corpo que produz a sombra, gatilho da acção.



Figura : Rafael Lozano-Hemmer, Under Scan, 2005

“... a peça deveria estabelecer algumas condições iniciais, uma plataforma ou veículo onde as pessoas possam fazer aquilo que vão fazer por intermédio das restrições e affordances da peça em si.”²⁰³

O interesse desta peça reside no jogo entre o sistema de predições revelado pelo algoritmo (a imagem central encontra-se visível num ecrã situado na praça) e o reconhecimento condicionado do público, que descobre a imagem de alguém que o fixa na sua sombra.

Esta ideia de revelação é desenvolvida literalmente na peça *Out of Bounds*, de Chris O'Shea.

203 Interview for Felix, by Priamo Lozada, “*the piece should establish some initial conditions, a platform or vehicle where people can do whatever it is they're going to do through the constraints and affordances of the piece itself.*” <http://www.lozano-hemmer.com/texts/felixv3.doc> (consulta: 03/01/2008)

Zachary Lieberman – Drawn

Drawn é uma máquina de animação manual composta por um projector de vídeo, uma câmara de vídeo, um pincel, tinta, papel e um computador com um programa em Processing e C++. Apesar do aparato digital, toda a interacção é realizada com meios analógicos e as mãos do utilizador. O gozo do utilizador (adulto ou criança), advém da manipulação do material do desenho para a sua animação.

Drawn funciona com uma folha de papel onde se traçam pontos e linhas que podem ser movidas com os dedos do utilizador, individualmente, no espaço do ecrã. Esta manipulação ocorre (in)directamente, projectada num ecrã em frente ao utilizador enquanto ele move os dedos sobre uma superfície que detecta a sua posição; enviando-a para um computador que irá atribuí-la à posição da marca sobre a qual o utilizador está a agir. As marcas desenhadas na folha de papel não se limitam a coincidir com as posições dos dedos, reagem à sua presença, ricocheteando e movendo-se no espaço do ecrã como se a matéria deste fosse viscosa. É a naturalidade da interacção – um dedo sobre uma marca desenhada com pincel e tinta – e a materialidade do espaço que tornam esta instalação tão atraente e difícil de abandonar e no entanto não há nenhum encobrimento da tecnologia utilizada – tudo se passa à vista do utilizador e do observador.



Figura : Zach Lieberman, Drawn, 2005

“As suas máquinas libertam os desenhos que fazemos da sua limitação ao papel, faz com que tenham vida própria, movendo-se ao nosso toque.”²⁰⁴

O jogo entre manipulação directa e imagem vídeo assemelha-se a algumas interacções de *Videoplace* de Myron Krueger, mas o gozo da interacção parece remontar a 1900, num filme de Edison, desenhado por James Blackton, *The Enchanted Drawing*.



Figura : James Blackton, *Enchanted Drawing*, 1900

204 Almeida, J. d. (2008). Drawn: on Zachary Lieberman work, “*His machine frees the drawings we make from their confinement to paper, makes them have their own life, to move at our touch.*”

Chris O'Shea – Out of Bounds

Out of Bounds é uma instalação interactiva que joga com as memórias de infância, com a curiosidade e prazer da descoberta das crianças, ou de quando os utilizadores eram crianças.

Trata-se de uma instalação em que através da movimentação de uma lanterna apontada a uma parede se descobrem as coisas que estão para lá dessa parede.



Figura : Chris O'Shea, Out of Bounds, 2007

Ao utilizar um objecto semelhante a uma lanterna como interface, o utilizador tem acesso a partes escondidas do edifício, ou a uma experiência semelhante a tornar visível imagens de coisas que se encontram escondidas na escuridão. Esta revelação é mais profunda que a superfície iluminada atravessando a parede para descobrir os segredos que se escondem por detrás. Para incrementar a interacção Chris O'Shea integrou o movimento de uma chama na deslocação do foco luminoso sobre a parede – em inglês lanterna escreve-se *torch*, assim como tocha.

Este movimento de descobrir um plano para revelar o outro através de um varrimento ou de uma busca visual aproxima *Out of Bounds* do movimento de espreitar através do prisma de uma Camera Lúcida e de desenhar com a máquina digital de desenhar.

Chris Sugrue – Delicate Boundaries

*“À medida que as tecnologias digitais se mesclam com o quotidiano a linha entre o virtual e o real é cada vez mais indefinida. Delicate Boundaries explora ludicamente as nossas expectativas e entendimento do que são interfaces e interactividade.”*²⁰⁵

Delicate Boundaries é uma instalação interactiva em que uns seres de luz que vivem no espaço de um ecrã são transferidos para a mão e braço do espectador quando este toca no ecrã.

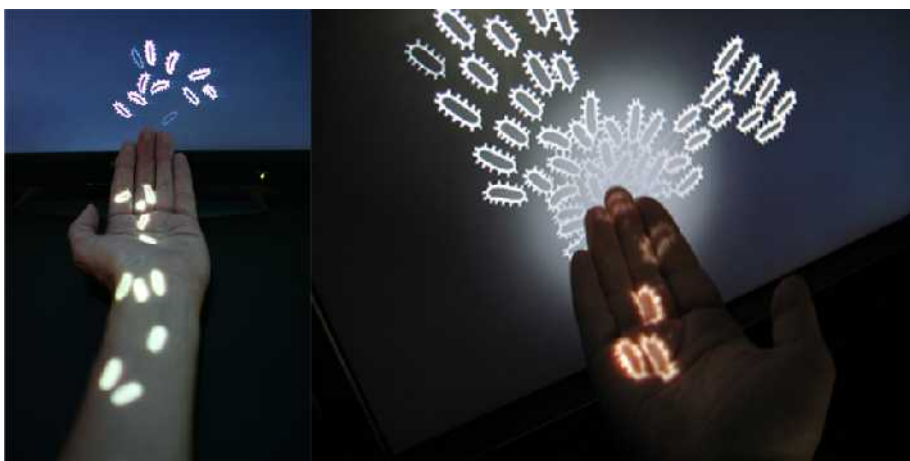


Figura : Chris Sugrue, Delicate Boundaries, 2007

Os limites explorados em *Delicate Boundaries* são os limites que a tecnologia admite e os limites que a expectativa do espectador ou utilizador reconhece aos limites da tecnologia. A fronteira entre a expectativa do espectador e a reacção que a sua acção provoca só coincidem ou chegam a acordo no momento em que a experiência

²⁰⁵ <http://csugrue.com/delicateboundaries/> - “As digital technologies have become embedded in everyday life, the line between the virtual and real is increasingly blurred. *Delicate Boundaries* playfully explores our expectations and understanding of interfaces and interactivity.”

ocorre, quando os seres de luz saem do ecrã para a palma da sua mão. Uma mão libertadora que cria os constrangimentos ao movimento dos seres de luz (que se deslocam sobre o braço seguindo uma linha invisível, definida de acordo com a forma do braço reconhecida pelo sistema).

Há um limite interessante que é o do contorno das partes. Havendo uma definição muito clara daquilo que está no ecrã, daquilo que se aproxima do ecrã e daquilo que “sai” do ecrã. Cada elemento da interacção tem um contorno definido que o distingue dos restantes e o que caracteriza o funcionamento deste salto entre partes é a continuidade que o sistema reconhece entre elas, uma continuidade que só no momento da experiência é reconhecida pelo espectador.

CAPÍTULO 2

**Perceber a imagem que se desenha,
relações entre a máquina digital de
desenhar e a inteligência visual**

Relações entre a máquina digital de desenho e a “inteligência visual”²⁰⁶

Neste capítulo aborda-se a inteligência visual, ou génio criativo para a visão em relação à máquina digital de desenho proposta.

Na apresentação da máquina foi abordada a questão metodológica que originou o seu desenho e que tem servido de orientação a esta tese.

Desenhar copiando através de uma Camera Obscura ou de uma Camera Lúcida pode ser ver mais e ver mais pode ser conhecer melhor.

Ao longo deste capítulo serão destacadas as características da percepção visual que têm uma relação estreita com a utilização desta máquina enquanto máquina de ver e de desenhar. Este destaque traduz uma afinação metodológica proveniente da utilização de uma primeira versão da máquina de desenhar digital. Se a primeira versão tem a sua origem numa primeira abordagem à questão de ver e desenhar utilizando uma Camera Obscura, a versão que se propõe a partir do presente capítulo advém das alterações que se verificaram necessárias à sua eficácia.

Estas características são tão importantes para descrever a relação que o desenhador estabelece com a máquina, como para desenhar um modo que permita tentar entender a sua utilização.

Por uma questão de clareza para a introdução, as características serão apresentadas em dois módulos independentes e integrados.

206 Hoffman, D. D. (1998). *Visual Intelligence - how we create what we see*. New York, W. W. Norton & Company, Inc., p. 1. Inteligência visual ou génio criativo para a visão.

O primeiro módulo refere-se à experiência visual como organização de partes onde se inclui a continuidade, um factor importante para analisar as estratégias de desenho do utilizador com vista à percepção da unidade; os contornos e superfícies subjectivas, bem exemplificados na ilusão do triângulo de Kanizsa; a decomposição e agrupamento das partes e o reconhecimento de porções significantes e de primitivas da imagem (e do desenho); o agrupamento, extracção e segmentação de uma imagem e a sua importância nas decisões que o desenhador toma e que se reflectem nos seus gestos; as representações invariantes como factor de organização das partes que engloba o agrupamento, a segmentação, a extracção e também a integração e a constância, são as representações invariantes que permitem ao desenhador distinguir umas formas das outras, por exemplo: quando confrontado com uma situação de continuidade ou de contorno comum. Ainda fazendo parte deste módulo podem referir-se a detecção de saliências, os *pop-ups* visuais, as relações espaciais e os contornos, o varrimento visual ou *scanning* e a busca visual e as fixações e suas regras. Este grupo de características refere-se à relação que o utilizador estabelece com a máquina enquanto desenha.

O outro módulo refere-se ao sistema de reconhecimento e predição, aos processos que gerem a acção de desenhar. Este módulo só tem significado se integrado com o anterior. Neste grupo são destacadas as características da inteligência visual que conduzem da primeira suposição sobre os dados visíveis à construção do desenho e sua possível coincidência com a imagem que se espera ter desenhado²⁰⁷.

207 Esta expectativa nunca será verificada pelo desenhador, pois, no final do processo, nunca poderá verificar se o seu desenho tem uma correspondência com a imagem escondida.

Há, no olho, um ponto cego (ou negro) que não é percebido, ou visto pelo ser humano. A continuidade é uma característica que permite converter esse ponto negro numa porção da imagem que se vê. A máquina que se apresenta tem um funcionamento análogo, pois espera-se que o desenhador vá prevendo o que está a desenhar, ou seja, que vá completando, através do seu génio criativo para a visão, aquilo que não está a ver²⁰⁸. A busca de saliências²⁰⁹ é uma maneira de procurar encontrar partes que se possam ligar para formar uma predição acertada. O reconhecimento das partes mínimas cria um conjunto de restrições que serve para incrementar as possibilidades de a predição ser acertada. A constância explícita ou implícita participa neste conjunto de características presentes nas decisões do desenhador. Será que se pode verificar adaptação? O desenhador pode não perceber mais estímulos e parar de agir, ou deixar de estar atento. A atenção é uma característica importante para a utilização da máquina e a adaptação do desenhador, numa analogia com a adaptação dos campos receptivos das células ganglionares

208 Este modo de recorrer a uma máquina para ver o que não se consegue ver não é novo, Zielinski refere Giovanni Battista della Porta como um investigador da realidade mediada por instrumentos ópticos: “*O principal interesse de [Della] Porta era a catóptrica [no estudo da óptica] e o seu equilíbrio estranho entre verdade e mentira, imagem e realidade. (...) Acreditava que a natureza só podia revelar e desenvolver os seus poderes escondidos através da intervenção do investigador, e esta fé reflecte-se no modo como lida com os fenómenos ópticos. Não tinha nenhum interesse particular nas possibilidades próstéticas dos instrumentos mediáticos. O que o fascinava eram as transformações, as metamorfoses e a produção de espectáculos visuais que não podem ser observados a olho nú em condições normais.*” Zielinski, S. (2006). Deep time of the media: toward an archaeology of hearing and seeing by technical means, p. 86, “*Porta’s main interest was ctoptrics and its strange balancing act between truth and falsehood, image and reality.(...) He believed that nature could only reveal and develop its hidden powers through the intervention of the researcher, and this belief reflected in the way he deals with optical phenomena. He was not particularly interested in the possibilities offered by media devices as prostheses. What fascinated him most of all were transformations, metamorphoses, and production of visual spectacles, which we cannot see with the naked eye under normal conditions.*”

209 Nos testes realizados com o estudante MS é notória esta busca.

retinianas, é uma maneira de aferir a sua perda de atenção. A pouca informação da imagem a ser copiada, derivada da pouca informação na imagem original, ou do sistema óptico (Camera Obscura) que serve de meio para a sua formação pode originar uma paragem no fluxo de estímulos e conduzir a uma impossibilidade de reconhecimento²¹⁰. Pode também ser responsável pela percepção de partes que conduzam ao reconhecimento com mais facilidade, a pouca informação pode corresponder a uma imagem de baixa resolução (baixa frequência) e esta ausência de detalhe pode potenciar a predição. A busca visual e o varrimento visual acontecem através dos movimentos sacádicos voluntários e involuntários. Não cabe no presente trabalho a análise detalhada destes movimentos na utilização da máquina²¹¹, mas como é possível detectá-los através do visionamento das gravações vídeo da utilização da máquina e como têm importância para a detecção de saliências e para a verificação da existência ou não de adaptação, serão analisados nos testes com a máquina. Esta abordagem permite também ajudar a entender os processos de atenção do desenhador. Irá ser procurada uma janela de atenção patente nas inclusões e exclusões de saliências levadas a cabo pelo desenhador. Esta janela de atenção é responsável pela criação das restrições que ajudam a definir as predições e supõe que se verifique, em paralelo, um processamento das saliências que, neste caso, podem ser endógenas ou exógenas.

Um terceiro módulo pode ser extraído do estudo da atenção do desenhador e refere-se à percepção subjectiva do tempo. Até que

210 Como se verá adiante, na descrição da segunda versão da máquina, esta possibilidade verificou-se originando uma falha no sistema de reconhecimento do desenhador que o levou a não conseguir desenhar.

211 Por não ser este o objecto do estudo e por não se encontrarem disponíveis os meios técnicos para essa análise.

ponto um desenhador entra num modo de desenho²¹², ou percebe uma contracção ou expansão subjectiva do tempo²¹³? Talvez o funcionamento da máquina implique uma variação desta percepção temporal e talvez seja possível observar estas alterações através da análise da acção de desenhar como tem sido descrita nesta introdução ao capítulo.

*“Temos a visão como um processo activo no qual o cérebro, na sua busca por conhecimento acerca do mundo visual, descarta, selecciona e através da comparação da informação seleccionada com os seus registos armazenados gera a imagem visual no cérebro, num processo notavelmente semelhante àquele que o artista utiliza.”*²¹⁴

Ao longo deste capítulo o foco da atenção será essencialmente sobre a percepção de imagens, porque o objecto do presente trabalho é o desenho de cópia de uma imagem, ou seja, duas representações

212 Betty Edwards apresenta um exemplo da expansão subjectiva do tempo referente à percepção subjectiva do tempo na realização de um desenho. A autora refere-se a um estado de desenho em que o desenhador se situa para a realização de um desenho. Neste estado, o desenhador sente uma espécie de suspensão temporal, encontrando-se atento e concentrado de tal maneira que se sente uno com aquilo em que se concentra. Esta expansão subjectiva do tempo verifica-se para que o desenhador possa conhecer pormenorizadamente o objecto do seu desenho e as relações do seu desenho com o seu objecto. Edwards, B. (1999). The new drawing on the right side of the brain. New York, Jeremy P. Tarcher/Putnam.

213 Esta análise não pode ser realizada por não ter sido tecnicamente viável proceder à medição da percepção do tempo subjectivo dos desenhadores.

214 Zeki, S. (1999). Inner Vision - an exploration of art and the brain. Oxford, New York, Oxford University Press, p. 21, “We now view it as an active process in which the brain, in its quest for knowledge about the visual world, discards, selects and, by comparing the selected information to its stored record, generates the visual image in the brain, a process remarkably similar to what an artist does.”

bidimensionais. A realidade, ou o mundo exterior à representação, o modelo, servirá como referência.

*"As imagens são o material tradicional da investigação em percepção, mas todas as imagens são altamente artificiais e apresentam problemas especiais ao cérebro. De certa forma todas as imagens são impossíveis: têm uma realidade dupla. São vistas tanto como conjuntos de linhas que se estendem ao longo de uma superfície plana, tanto como objectos representados num espaço bastante diferente, tridimensional. Nenhum objecto real pode ser ao mesmo tempo bidimensional e tridimensional e no entanto as imagens aproximam-se disso."*²¹⁵

Antes de avançar sobre a máquina e o desenho na máquina é conveniente abordar alguns assuntos relacionados com a percepção visual que se encontram presentes quando se faz um desenho, ou melhor, no acto de desenhar com a máquina.

Na utilização da máquina, o desenhador estará a recorrer ao seu sistema visual onde se destaca a atenção, o reconhecimento e a predição com o intuito de conseguir construir o desenho da imagem coberta²¹⁶, não esquecendo que deve haver uma coordenação do sistema visual com o motor para que seja possível a realização dos movimentos do olhar e da mão²¹⁷. O desenho com a máquina é um

215 Gregory, R. L. (1968). "Perceptual illusions and brain models." *Proceedings of the Royal Society* 171(B): 179-296, p.3, "*Pictures are the traditional material of perceptual research, but all pictures are highly artificial and present special problems to the perceptual brain. In a sense, all pictures are impossible: they have a double reality. They are seen both as patterns of lines, lying on a flat background and also as objects depicted in a quite different, three-dimensional, space. No actual object can be both two- and three-dimensional and yet pictures come close to it.*"

216 A imagem coberta é a imagem que o desenhador irá tentar desenhar. Escondida sob uma camada negra, só é desvelada na área que circunda a ponta do lápis.

217 O desenhador tem que encontrar a relação do seu corpo com o acto de

processo de descoberta através do desenho, em que a acção de traçar é ditada pelo que pode ou não ser reconhecido no desenho que se vai formando (na mente do desenhador e na superfície de papel onde ele vai inscrevendo os traços) e pela relação desta forma com as partes da imagem que se vão desvelando. Esta relação entre a imagem coberta, o desenho que a descobre e a memória são características de uma visão dinâmica, da visão humana.

Na primeira parte deste capítulo, esta visão dinâmica será descrita como uma construção da mente do observador, como um processo activo.

*“A maior parte das nossas percepções não são recebidas através dos nossos sentidos; são geradas pelo nosso modelo de memória interno”*²¹⁸

O olho e a imagem projectada na retina são apenas a primeira parte de um processo muito elaborado que tem lugar no córtex, é aí que se selecciona a informação essencial à construção da experiência visual: *“selecciona-se somente o que é necessário para representar as características constantes e essenciais dos objectos”*²¹⁹.

desenhar nesta tele-operação: este sistema, ao propor uma espécie de disjunção do desenhador, que se vê a desenhar sem o seu corpo num ecrã afastado de si e a uma escala diferente da real, força-o a actualizar as suas estruturas imagéticas no decorrer da sua relação com o acto de desenhar, por forma a autenticar a sua experiência..

218 Hawkins, J. and S. Blakeslee (2004). *On intelligence*. New York, Owl Books, p. 202, *“Most of what you perceive is not coming through your senses; it is generated by your internal memory model”*. Jeff Hawkins apresenta um modelo de percepção baseado em associações de memórias que geram predições relativamente à realidade exterior. Estas construções das percepções referem-se a representações invariantes que são geradas no cérebro do observador com a finalidade de criar uma representação consistente do mundo. De acordo com o autor, estas representações invariantes sofrem poucas alterações de indivíduo para indivíduo e correspondem, com muito poucas variações, à realidade exterior. À medida que se for explorando o tema da construção da experiência visual da realidade será retomado abordar o tema das invariantes e do papel da memória para a criação de um modelo da realidade.

219 Zeki, S. (1999), p. 14, *“... select only what is necessary to represent the*

A experiência visual do mundo é construída sobre um conjunto de restrições impostas pelo nosso sistema visual. Um conjunto significativo dessas restrições encontra-se presente nos filtros da retina, nos campos receptivos das suas células ganglionares.

Os campos receptivos são determinantes para procurar entender como se detectam diferentes tipos de informação luminosa, mas também são importantes para se entender o fascínio com o tipo de imagem produzida pela Camera Obscura e para o estabelecimento de uma analogia com a acção de desenhar com a máquina proposta. Mais adiante será dedicada mais atenção ao assunto da importância dos campos receptivos na sua relação com o sistema visual, com a máquina digital de desenhar e um tipo de imagem que se gera para a sua utilização – a imagem suficiente.

“Isto é o que se entende por 'visão activa': não somos meras câmaras passivas que gravam aquilo que aparece em frente aos nossos olhos, somos criaturas com objectivos e como tal esses objectivos afectam como e qual a informação que tentamos obter.”²²⁰

Constata-se que o sistema visual é um sistema que filtra e processa a informação exterior e que o faz de um modo selectivo, ou seja, é determinado em grande parte pelas escolhas efectuadas relativamente a uma tarefa, mas também é determinado pelos seus limites de processamento, pelas restrições físicas comuns à maioria dos seres humanos. Anteriormente também se notou que esta

constant and essential features of objects.”

220 Snowden, R. J., P. Thompson, et al. (2006). Basic vision : an introduction to visual perception. Oxford, Oxford University Press, p. 334, “*And this is the point of 'active vision' - we are not merely passive cameras recording what happens to come into our view, we are creatures who have goals, and therefore these goals affect how and what information we try to gather.*”

selecção visa a extracção das características “*constantes e essenciais dos objectos*”.

Este processo dinâmico é apresentado de uma forma simplificada por Peter Tse e Howard C. Hughes²²¹ na descrição da visão como uma construção composta por dois problemas:

Como se detectam os diferentes tipos de informação a partir da informação luminosa que os olhos recebem. Quais são os processos que permitem a discriminação - como é que essa luz corresponde aos objectos/superfícies a que corresponde e não a outros?

Como é que a informação detectada é processada para a construção de superfícies tridimensionais. Como é que superfícies bidimensionais são transformadas em tridimensionais com correspondência no exterior – como é que se apreende e reconhece o que se vê como uma representação do mundo?

As experiências visuais dão-se através de mecanismos cerebrais muito sofisticados, são construções que ocorrem por intermédio de um “*génio criativo para a visão*”²²².

A mente pode ser entendida como uma fábrica de formas e experiências visuais e, acima de tudo, uma fábrica que divide e reagrupa os objectos em partes e em todos (unidades). Trata-se de

221! Tse, P. U. and H. C. Hughes (2004). Visual Form Perception. The Encyclopedia of Neuroscience. B. Adelman and B. mith, Elsevier. (consulta: 23/04/2010), p. 1

222 Hoffman, D. D. (1998). Visual Intelligence - how we create what we see. New York, W. W. Norton & Company, Inc., p. 1, Génio criativo para a visão ou inteligência visual.

um sistema que funciona a vários níveis comunicando entre si consoante os estímulos que são recebidos.

A natureza da inteligência visual (que Hoffman considera responsável pela criação daquilo que vemos) é construir. Tudo o que se vê é construído, sem excepção: cor, textura, modelação, movimento, formas, objectos e cenas visuais inteiras. Esta construção é regida por regras que obedecem a uma hierarquia que comunica nos dois sentidos, daí se falar em operações de baixo-para-cima e de cima-para-baixo quando se fala na construção da experiência visual.

A percepção visual é o conjunto de processos distintos e paralelos²²³ que se destinam a criar a ilusão de uma homogeneidade, a percepção de um mundo uno, contínuo e consistente.

Os operadores nesta fábrica são células e ligações que se distribuem organizando-se por diferentes áreas do cérebro (também elas de diferentes níveis, inferiores e superiores). São estas células que quebram a imagem retiniana nas suas diversas componentes e que posteriormente a reconstroem como a experiência visual dos objectos e das cenas. Estas componentes são as diferentes dimensões de uma imagem, ou as suas escalas.

“As percepções criadas pelo cérebro são o resultado de uma interacção entre os sinais que recebe e aquilo que faz com eles”²²⁴.

223 Todos os autores estudados se referem ao paralelismo dos processos mentais, muitas das vezes deixando transparecer a ideia de estes processos serem análogos aos que acontecem nos computadores. A descrição de paralelismo que melhor se adequa à distinção entre cérebro e computador encontrei-a em Hawkins, J. (2004). O autor refere que a grande diferença é que “o cérebro não computa as respostas para os problemas; obtém as respostas da memória.” (Hawkins, J. (2004), idem, p. 68). Ou seja, entendendo todo o córtex como um sistema de memória percebe-se que, para qualquer estímulo, em muitos poucos passos o cérebro encontra a resposta; trata-se de estabelecer o conjunto certo de ligações entre as memórias para obter a resposta. Ao passo que num computador todos os dados têm de ser calculados durante operações que geralmente são da ordem dos muitos milhões.

224 Zeki, S. (2004). "The neurology of ambiguity." Consciousness and Cognition 13(3): 173-196 (consulta: 26/08/2009), p. 174, “The percepts that the brain creates are the result of an interaction between the signals that it receives and what it does to

Semir Zeki²²⁵ enuncia uma teoria para que se compreenda o que o cérebro faz com os sinais que recebe, a teoria da especialização funcional. Para o cérebro adquirir conhecimento por via da visão busca, como foi visto, as constantes do mundo que são posteriormente processadas paralelamente e ao longo de uma hierarquia que se estende pelo córtex. Como é que diferentes atributos de uma cena visual que são processados em separado não são entendidos separadamente? Algum tipo de integração deve ocorrer no cérebro para que o resultado de diferentes sistemas de processamento seja entendido como uma unidade. Os diferentes sistemas de processamento operam em áreas especializadas de acordo com uma hierarquia temporal, cada processo tem a sua velocidade própria e cabe ao cérebro ordenar essas diferentes velocidades por forma a que a imagem que resulta seja una e coesa. Caso esta sincronização espacial e temporal ao longo do córtex tenha falhas, coisas estranhas podem acontecer à percepção de uma cena. Zeki e Bartels²²⁶ relatam uma experiência em que uma barra em movimento alterava a cor e a direcção ao mesmo tempo (intervalos de cerca de 30 a 40 milisegundos), os observadores não conseguiam emparelhar as mudanças de direcção com as mudanças de cor, levando a uma incerteza quanto ao quê, de que cor era a barra em determinado momento. Zeki utiliza este argumento na sua demonstração de uma diferença entre tempos para cada tipo de processo de um determinado atributo de uma imagem. Da teoria da especialização funcional pode-se concluir que *“diferentes sistemas*

them.”

225! Zeki, S. (1999)

226! Zeki, S. and A. Bartels (1998). "The asynchrony of consciousness." Proceedings of the Royal Society 265(B): 1583-1585. (consulta: 26/08/2009)

*de processamento levam tempos diferentes a alcançar os seus pontos de chegada*²²⁷.

A inteligência visual de cada um cria o modo de interagir com o mundo visual, ajudando a agrupar, a dar continuidade e a atribuir sentido ao que se vê. Ou seja, de todas as interpretações possíveis para os estímulos visuais são seleccionados aqueles que servem à construção do mundo visual, que servem os propósitos de unidade e continuidade (que são consistentes tanto espacial como temporalmente, de acordo com a teoria da especialização funcional). A inteligência visual é a *interface* elástica entre a percepção visual e o mundo que a origina. Esta *interface* está a actualizar-se permanentemente²²⁸, numa relação entre estímulo e percepção.

Para Hoffman, este é o "*problema fundamental da visão: a imagem no olho tem muitas interpretações possíveis*"²²⁹, logo devem haver formas de filtrar aquilo que se apresenta ao olhar²³⁰, de seleccionar as

227 Zeki, S., (1999), p. 67, "... *different processing systems take different times to reach their end-points.*"

228 Ficando inactiva sempre que não haja alterações nos padrões dos estímulos, isto é, o observador deixa de ter consciência da sua visão, como se a imagem hibernasse e o observador deixasse de perceber a realidade como mudança - mais adiante esta situação será retomada a propósito da acção dos campos receptivos.

229 Hoffman, D. D. (1998), *idem*, p. 13, "*The fundamental problema of vision: the image in the eye has countless possible interpretations.*"

230 A questão da construção daquilo que se percepção visualmente é esta: Porque é que vemos como vemos e porque é que o que vemos às vezes é errado e não parece (por exemplo: no caso das ilusões visuais)? Para o presente estudo interessa tentar entender como se percepção uma imagem e se a consciência dessa percepção é uma constância longo da duração do olhar. Se a atenção visual, como exercício foveal - quando se foca um objecto (ou parte dele) com o centro do olho (a área de concentração do maior número de células receptoras, maioritariamente cones e alguns bastonetes, na retina) -, implica a consciência constante daquilo para que se olha, ou se admite um conjunto de consciências discretas (Zeki, S. (1999) chama-lhes micro-consciências), ou se admite uma consciência posterior ao estado de atenção. Isto é: quando estamos atentos temos consciência do objecto da nossa atenção? Se estiver a desenhar uma parte de um objecto tenho consciência dessa parte? Ou será que só depois de a desenhar é que percebo de que parte e objecto se tratam? No caso presente da utilização da máquina digital de desenhar julgo que estas são questões pertinentes.

constantes que constroem a percepção visual de um observador qualquer.

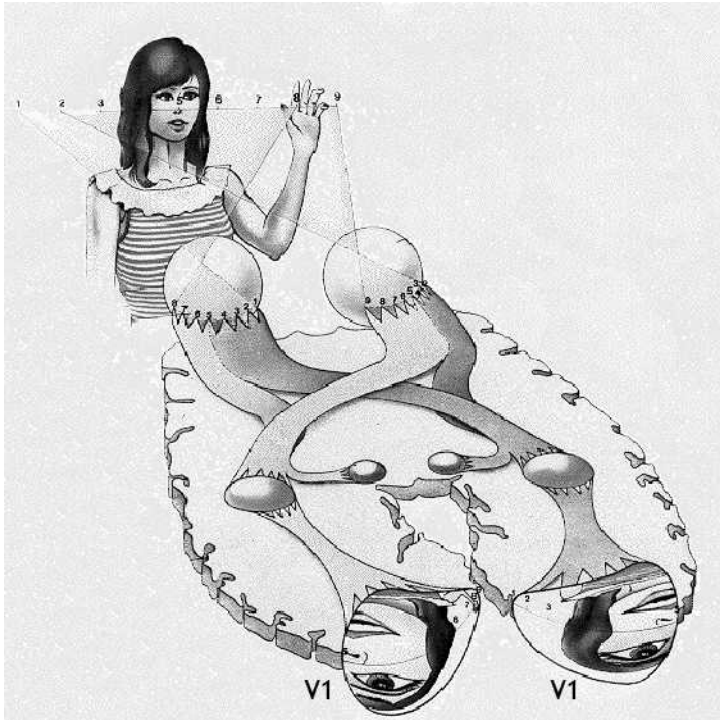


Figura : Distorção da imagem na retina

Para se ultrapassar este problema fundamental Hoffman sugere a existência de “*regras universais para a visão*”²³¹. São regras inatas para a construção do mundo visual que impõem restrições ao observador, de tal forma que ele se torna cego a muitas possibilidades/interpretações da informação luminosa que se projecta

Este capítulo tenta circunscrever a percepção visual de modo a que se consiga dar uma resposta a estas questões.

231 Hoffman, D. D. (1998), p. 13. Do ponto de vista do desenvolvimento são estas regras universais de visão que irão permitir à criança ter um ponto de partida para a aquisição e desenvolvimento da sua experiência visual do mundo. Este desenvolvimento conduz à aquisição de regras de processamento visual, ou seja, regras que permitem a construção de cenas visuais específicas com recurso ao olhar.

na retina. A imagem retiniana é diferente daquela que se forma na área primária do córtex visual, ou área V1 e, como se pode ver pela ilustração (figura 78), aquilo que se percepção não é o que V1 'vê'. Há uma diferença entre a distribuição das células foto receptoras na retina, que se concentram mais em torno da fóvea (a área focal do olho humano²³²) e a distribuição das células na área V1, que é homogénea. No mapeamento, ou correspondência de umas com as outras verifica-se a distorção, o que leva á conclusão de que o cérebro tem de possuir os mecanismos que corrijam estas aberrações. O sistema visual deve utilizar constantes, ou representações invariantes, para efectuar essa correcção.

Para o presente estudo não interessa a enumeração nem a descrição exhaustiva das regras propostas por Hoffman em *Visual Intelligence – how we create what we see*, bastará saber que são regras que visam a estabilidade do mundo percebido, que são restritivas e que podem ser complementares.

Pode-se deduzir do que já foi escrito que um dos problemas maiores da percepção visual será o da desambiguação, por exemplo: da distinção entre partes de um objecto ou de objectos numa cena; também se pode deduzir que a maior parte destes problemas se resolve de modo automático, que o observador ao ter consciência da sua percepção está envolvido num processo perceptivo sujeito a um conjunto de regras das quais não se apercebe, como acontece com a percepção visual em condições normais.

232 A área foveal corresponde ao tamanho da ponta de um polegar à distância do comprimento de um braço relativamente ao olho. Como se verá, numa analogia com a imagem retiniana, a imagem produzida pela Camera Obscura também é mais nítida ao centro.

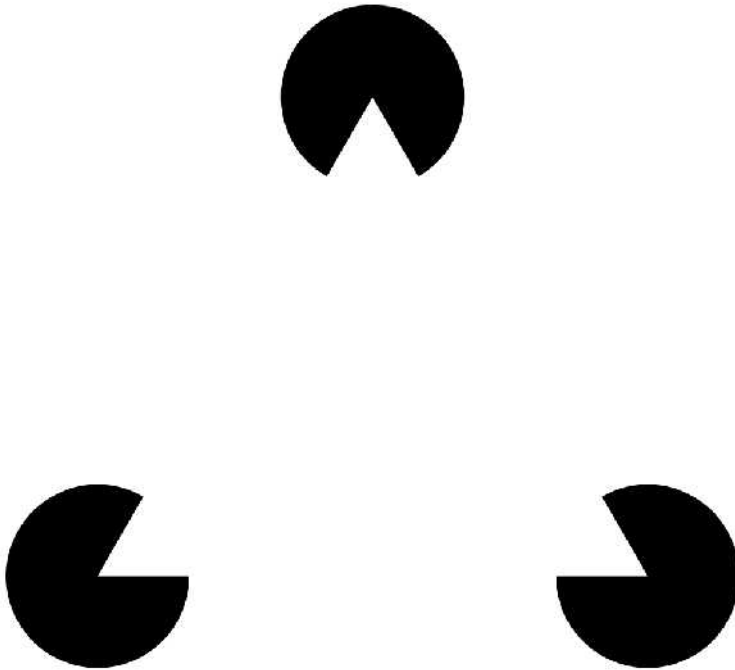


Figura : Triângulo de Kanizsa

A percepção de formas visuais completas (em que pelo menos uma vista do objecto não aparece obstruída por nenhum tipo de obstáculo, por exemplo: ver um cão, ou ver um homem) é geralmente uma construção produzida por estímulos incompletos ou interrompidos. Os estímulos visuais, que serão filtrados, divididos e processados pelo sistema visual para formar as percepções podem ser só partes daquilo que se apresenta ao olhar. Por exemplo, se um observador vir um homem sentado atrás de uma secretária não irá deduzir que o homem provavelmente não tem pernas, pelo contrário vai 'vê-lo' como completo. Ou, como no exemplo do cão atrás das grades

apresentado por Ramachandran²³³: um observador que veja um cão atrás de um gradeamento não vai perceber o cão como sendo regularmente interrompido, irá percebê-lo como completo. O seu sistema visual completa o que não é visível sem que tenha consciência disso. O caso conhecido do triângulo de Kanizsa (figura 79) também exemplifica dois modos de completar o que é dado como fragmentário sem que haja consciência dessa fragmentação.

O triângulo não tem nenhuma aresta visível e em todos os casos qualquer observador o consegue ver, crendo até que a sua superfície é mais luminosa do que o fundo – que se torna distinto através de uns contornos e variação lumínica que não existem. Complementarmente um observador também não vê os discos interrompidos como três círculos com uma dentada, antes percebe-os como três discos bidimensionais parcialmente ocultados pelo triângulo que se encontra à sua frente. Deste modo, o sistema perceptivo leva o observador a ver um triângulo que não existe a sobrepor-se a três discos que não o são. Uma cena bidimensional a ser entendida como tridimensional.

A mente completa estas formas de acordo com as regras internas para a percepção visual que, como se pode observar, são muito fortes. Não se sabe de que modo os neurónios procedem para que estas ilusões sucedam, mas foram atribuídos nomes a estes tipos de processo visual. Para a percepção de uma forma que não está lá (como é o caso do triângulo) deu-se o nome de “conclusão modal” e para a percepção de uma forma completa quando a dada é

233! Ramachandran, V. S. and D. Rogers-Ramachandran. (2010). "Reading between the Lines: How We See Hidden Objects." *Scientific American Mind*. Consulta: 31/08/2010, from <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=reading-between-the-lines>.

incompleta (como no caso do cão, ou dos discos) deu-se o nome de “conclusão amodal”²³⁴.

Como se pode observar, a inteligência visual é responsável pela construção de contornos e de superfícies subjectivas. A busca de estabilidade produz estas percepções, pois é menos complexo para o cérebro produzir estas conclusões do que perceber as formas tal como são projectadas nas retinas e representadas no córtex visual primário, ou melhor, os estímulos são reconhecidos por áreas superiores do cérebro²³⁵ que os interpretam como triângulos e círculos por eles semi ocultados.

*“O meu argumento, em suma, é simples. A nossa imagem retiniana é discreta, não é contínua [o movimento é aparente]. Portanto, se vemos linhas e superfícies contínuas (e vemos assim) então devemos construí-las a partir de informação discreta. E se as construímos, então devemos ver a prova disto na actividade do cérebro. (...) Portanto, não são só os limites subjectivos das figuras de Kanizsa que construímos, é cada linha e mancha do seu desenho. Se o vemos, construímo-lo.”*²³⁶.

234 Em inglês os termos são: “*modal completion*” e “*amodal completion*”

235 O sistema de memória que é o córtex vai enviando para as áreas superiores os estímulos que não são reconhecidos nas áreas inferiores (processamento de baixo-para-cima), verificando-se o reconhecimento, a parte reconhecida é devolvida na forma de percepção (processamento de cima-para-baixo). No caso do triângulo verifica-se ser mais económico o processamento de cima-para-baixo: os estímulos são um conjunto de linhas curvas e rectas com diferentes inclinações e comprimentos, nos níveis inferiores do processamento visual estas partes não activam nenhuma memória ao passo que nos níveis superiores a topologia das partes é entendida como um todo que se associa à forma de um triângulo. Daí o reconhecimento do triângulo. O mesmo se passa com as formas circulares: a partir do momento em que surge a representação do triângulo, automaticamente os círculos passam para trás dele. Estas regras de reconhecimento (de agrupamento de partes) parecem ser as mesmas que se verificam para a partição dos objectos em partes (mais ou menos salientes).

236 Hoffman, D. D. (1998), idem, p. 71, “*My argument, in sum, is simple. Your retinal image is discrete, not continuous. So if you see continuous lines and surfaces (and you do), then you must construct them from discrete information. And if you construct them, then we should see evidence of this in the brain's activity. (...) So*

O olho humano tem um ponto cego (ou negro) que costuma ser utilizado como demonstração da actividade da visão. O ponto cego é sítio no interior da retina que liga o olho aos vasos sanguíneos que o irrigam e aos receptores nervosos que se prolongam para o interior do cérebro, como consequência desta ocupação este ponto não tem foto receptores. A maioria dos seres humanos não tem consciência da existência deste ponto, pelo contrário, todas as imagens percebidas surgem na mente como completas, sem o ponto em branco. Isto acontece porque o cérebro 'enche' esse ponto com informação extrapolada da que recebe nas suas imediações. Esta informação é expandida até a falha estar preenchida. O génio da visão de Hoffman encarrega-se não só de receber a informação luminosa, mas também a sua localização espacial, só assim se entende que cada parte separada na retina se reagrupe para formar percepções que sejam representações do mundo e que se arranjam para completar as falhas da retina (que podem ser outras para além do ponto cego provocado pela entrada e saída do olho no cérebro²³⁷). O ponto cego é útil para demonstrar que há partes da percepção das quais não se tem consciência, ou melhor, há consciência das percepções ao mesmo tempo que não há consciência de não terem origem (externa - resultam de uma cadeia de associações entre

it's not just the subjective borders of the Kanizsa's figures that you construct, it's every line and blob of his drawing as well. If you see it, you construct it."

237 Todos as pessoas têm uma série de pontos cegos (não existe na retina um só ponto cego, mas vários, cada olho tem as suas deficiências retiniais, os seus neurónios no córtex visual que não funcionam, isto é, cada pessoa tem as condições fisiológicas para ter vários pontos cegos) que impedem de conhecer na totalidade o seu campo visual. O campo visual é dado como uma unidade, não há a percepção desta pulverização (ou, para usar a expressão de James Elkins, destas estrelas espalhadas contra um fundo obscuro) em parte porque não se conseguir e em parte porque o cérebro se encarrega de preencher os espaços em branco. A partir de Elkins, J. (1997). The Object Stares Back: On the Nature of Seeing. San Diego, New York, London, Harvest Book Harcourt, Inc.

estímulos e memórias) e serve para uma melhor compreensão da construção da experiência visual como uma organização de partes. Deve-se também depreender que existe um reconhecimento das partes como pertencendo a uma imagem (uma integração para um todo). O preenchimento dos espaços vazios também se verifica necessário à percepção do movimento e conseqüentemente à actividade do homem. O sistema visual não capta o movimento, está preparado para receber estímulos discretos, ou seja, imagens de muito curta duração, umas sucedendo-se às outras sem que o observador tenha consciência dos espaços entre elas. Tal consciência não existe porque o sistema visual preenche os espaços vazios através da extrapolação entre o estímulo anterior e o posterior. Estes processos acontecem demasiado rapidamente para que sejam percebidos, pois se tal acontecesse o ser humano teria sempre a sensação de estar a viver depois do presente e antes do futuro (como se houvesse um desfazamento da actualidade), resultando numa diferente percepção da realidade.

“É certo que o nosso sistema visual se encontra equipado para descrever a forma de um objecto e adivinhar que objecto é esse só pelo seu contorno. Esta suposição pode ser somente uma primeira suposição, talvez a entendamos melhor se pensarmos nela como um primeiro indicador para uma memória das formas, e talvez seja mais correcto dizer que esta adivinhação é possivelmente a maneira de reduzir o número de correspondências possíveis e fazer disparar computações visuais desenhadas para ainda as reduzir mais”²³⁸.

238 Hoffman, D. D. and W. Richards (1983). "Parts of recognition." *Cognition* 18: 65-96, p. 66, "Clearly your visual system is equipped to describe the shape of an object and to guess what the object is from the outline. This guess may just be a first guess, perhaps best thought of as a first index into a memory of shapes, and might not be exactly correct; it may simply narrow the potential matches and trigger visual computations designed to narrow them further."

Pode-se pensar numa teoria das partes, em que o cérebro visual é desenhado para reconhecer através da partição dos objectos. Faz sentido se se pensar que a maioria dos objectos encontrados no mundo aparecem quase sempre incompletos, por não 'cabem' no campo visual, por estarem tapados por outros ou até por não ser possível aparecerem completos (certamente é muito difícil ver a parte de trás de um objecto, mesmo que seja transparente).

A primeira suposição é uma espécie de inferência, a partir dos dados supõe-se que seja aquele o objecto, mas não se deve tomar esta suposição como uma garantia, como uma conclusão. As premissas levam à inferência, mas não à certeza da verdade²³⁹ da conclusão. Esta certeza tem de vir de algum lado²⁴⁰ – Hoffman propõe que esta certeza deve vir das regularidades dos padrões do mundo, que originam regras (geralmente aplicadas nos processos visuais primários a contornos de formas gerais²⁴¹). As partes podem ser de dois tipos: as partes que são visíveis numa cena ou num objecto (os três discos com uma dentada, do triângulo de Kanizsa, ou uma parte

239 Utiliza-se aqui o termo verdade para reforçar a ideia de se estar perante a verificação de uma correspondência entre a expectativa criada pelas memórias e a realidade que serve de modelo às memórias.

240 Jeff Hawkins chama a esta propriedade da memória, memória auto-associativa, quando a partir de uma parte o nosso cérebro consegue completar o resto, de tal maneira que nem se tem consciência de se tratar de uma inferência. Hawkins, J. (2004), pp. 73-74

241 Como se passava com os sólidos platónicos, que se julgava, desde os Gregos, estarem na origem de todas as formas e que levaram, mais tarde, Kepler, erradamente, a acreditar que definiam as órbitas dos seis planetas então conhecidos. Hawkins, J. (2004), p. 193, *“O cérebro é um órgão que constrói modelos e faz predições criativas, mas os seus modelos e previsões podem facilmente ser tão válidos como enganadores. Os nossos cérebros estão sempre a olhar para padrões e a fazer analogias. Se não se conseguem encontrar correlações correctas, o nosso cérebro dá-se por feliz ao aceitar correlações falsas”* ; *“The brain is an organ that builds models and makes creative predictions, but its models and predictions can as easily be specious as valid. Our brains are always looking at patterns and making analogies. If correct correlations cannot be found, the brain is more than happy to accept false ones.”*

de um rosto que exceda o campo visual), ou as partes em que o cérebro decompõe a cena ou objecto (os três ângulos que formam os vértices do triângulo de Kanizsa). Em todos os casos o sistema visual decompõe sempre os objectos em partes (é essa a natureza dos campos receptivos das células ganglionares retinianas). Esta decomposição prende-se com uma forma económica de ver e reconhecer, pois no quotidiano a memória visual está sempre a ser confrontada com objectos que ainda não conhece e que apreende. Esta aprendizagem faz-se por partes e, consoante o maior ou menor uso dessas partes, as suas memórias podem ser armazenadas nos níveis superiores do córtex ou tender para o 'esquecimento', para a não significação nos níveis inferiores do processamento visual. Os níveis inferiores do córtex não têm menos importância do que os superiores, todos eles se associam num movimento paralelo para a formação das percepções. Como já foi observado, os níveis superiores armazenam informação menos compartida, são responsáveis pelo reconhecimento de formas abstractas (são áreas constituídas pela experiência, representadas por memórias consolidadas, como por exemplo: o reconhecimento dos contornos e superfície do triângulo), isto é, lidam com informação mais abstracta, como a definição das formas, em contraste com os níveis inferiores que são responsáveis pela detecção de partes de partes, de primitivas (das partes mínimas significativas que compõem as formas).

Sabe-se que as áreas primitivas do córtex visual são responsáveis pela reunião de informação local da imagem (partes mínimas) para a formação de conjuntos integrais – aquilo a que os psicólogos da Gestalt chamam agrupamento (*grouping*). “*O agrupamento perceptivo é essencial para o processo de segmentação da imagem -*

o processo em que se determina quais os contornos e texturas que pertencem ao mesmo objecto."²⁴² O agrupamento é um processo de extracção, o observador está constantemente a aferir o estado do mundo através da sua percepção visual, é um processo em que não só se extrai a informação como se constrói e cria nova informação. Raramente é dado a observar um objecto ou cena completos e mesmo que tal aconteça o nosso sistema visual segmenta o objecto em partes, pois não é necessária a sua totalidade para que ocorra o reconhecimento. No caso da percepção de um objecto não familiar, a segmentação também se revela ser um processo eficaz para a produção de conhecimento. Acontece frequentemente que o cérebro reconhece uma parte de um objecto não familiar, sendo esse reconhecimento utilizado como restrição às opções de construção para as outras partes, numa rede de *feedback* que resulta na percepção do objecto²⁴³. Como se constata, a segmentação, ao organizar as partes para a construção de um todo, cria uma rede de relações entre as formas mais próximas que se vai estendendo até a percepção estar estável. A estabilidade não significa a existência de uma correspondência com a realidade entre o objecto e a percepção, mas significa que só se pode estar consciente de uma interpretação

242 Tse, P. U. and H. C. Hughes (2004). Visual Form Perception. The Encyclopedia of Neuroscience. B. Adelman and B. Smith, Elsevier, consulta: 23/08/2010, p. 4, "*Perceptual grouping is essential to the process of image segmentation – the process of determining which contours and textures belong to the same object.*"

243 Ullman, S. (1996). High-level vision, object recognition and visual cognition. Cambridge, Mass; London, Eng., The MIT press, p. 258, "*(...) a segmentação pode ser vista como o processo que tenta extrair da imagem estruturas, que correspondam a porções significantes de representações armazenadas do objecto*"; "*(...), segmentation can be viewed as a process that attempts to extract from the image structures that correspond to significant portions of stored object representations.*" Para Ullman uma porção é a segmentação da parte que ainda tem uma relação de reconhecimento com a parte, por isso é uma porção significante.

de cada vez. O tema da ambiguidade é uma presença constante na análise da percepção visual (e do acto de desenhar com a máquina) e será retomado mais adiante.

A segmentação é essencial ao processamento da percepção visual, assim como a integração, ou seja, a assimilação das partes para a construção de um todo estável.

Os processos de segmentação na visão humana parecem assentar em processamentos de ordem superior que implicam uma memória dos objectos de modo a que se possam identificar algumas estruturas nas imagens correspondentes a determinados objectos. Ou seja, consegue-se identificar um objecto particular numa dada cena se esse objecto for conhecido de antemão, caso contrário dá-se início a um processo de associações com vista à aprendizagem²⁴⁴ (de acordo com Zeki a função principal do cérebro é a aquisição de conhecimento). Numa dada imagem a atenção visual é dirigida às suas partes mais salientes, ou seja, àquelas que se destacam relativamente a um fundo mais ou menos estável. O que Peter Tse e Howard Hughes baptizaram como *pop-up* visual²⁴⁵.

Por exemplo, numa cena constituída por manchas pretas sobre um fundo branco (figura 80) só se consegue perceber o dálmata se houver conhecimento anterior (uma memória) da sua forma e textura, de outro modo, a única coisa que se vê são manchas pretas sobre fundo branco. As saliências são marcas de uma figura que pode ser

244 Podemos encontrar aqui uma analogia com aquilo que Edward Hill considera fundamental no desenho de cópia que os artistas realizam enquanto meio para conhecer melhor ou ver melhor, Hill, E. (1966). The Language of drawing. New Jersey, Prentice Hall, Inc., p. 109, “*A slavish thoughtless copy has few rewards; whereas a sensitive enquiry may bring through interpretation significant understanding.*”

245! Tse, P. U. and H. C. Hughes (2004). Visual Form Perception. The Encyclopedia of Neuroscience. B. Adelman and B. Smith, Elsevier. (consulta: 23/04/2010), p. 5

essa figura (como no caso do dálmata e também do triângulo de Kanizsa). O sistema visual tenta inculir uma ordem àquilo que se apresenta aos olhos logo nas primeiras etapas do processamento visual. Procura organizar as partes em grupos coerentes, de modo a que esses grupos possam ser reconhecidos como parte de um objecto ou cena visual.



Figura : Dalmata camuflado

Para tentar estabelecer uma circunscrição, ou aproximação a uma definição de partes é habitual recorrer-se à descrição de casos em que se verificam disfunções na integração das partes, as chamadas agnosias²⁴⁶.

246 A agnosia “refere-se a uma deficiência no reconhecimento de objectos encontrando-se a percepção visual relativamente intacta, assim como a memória e as funções intelectuais de um modo geral.” , Farah, M. J. and T. E. Feinberg (2000). Visual object agnosia. *Patient-Based Approaches to Cognitive Neuroscience*. M. J. Farah and T. E. Feinberg. Cambridge, Massachusetts; London, England, The MIT Press: 79-84, p. 79, “The term visual object agnosia refers to the impairment of object recognition in the presence of relatively intact elemental visual perception, memory, and general intellectual functions.”

Semir Zeki apresenta um caso de prosopagnosia²⁴⁷, uma disfunção em que o paciente não consegue reconhecer caras familiares. Consegue ver os detalhes de cada parte: orelha, nariz, boca, lábio, queixo, testa, ..., mas não consegue combinar esta informação para ver uma cara particular, ou seja, não consegue formar uma unidade entre todas as partes – não as consegue integrar– e também não as consegue relacionar com qualquer imagem de uma cara particular armazenada na memória. O paciente vê e entende cada parte e falha no entendimento do todo.

Hoffman relata um caso de simultanagnosia, uma disfunção em que o paciente não consegue ver mais do que uma ou duas partes de um objecto durante um curto período de tempo, ou seja, após uma fixação verifica-se uma determinada duração finda a qual o paciente deixa de ver (a sua percepção deixa de estar consciente, desaparece). A construção de um objecto ou cena visual inteira é feita por sucessivas percepções, o observador falha no agrupamento simultâneo das partes (por não ter consciência delas), ao passo que um observador que não sofra da agnosia consegue agrupar as partes num processo simultâneo (integração). Trata-se de um trabalho de detective, em que as pistas vão aparecendo e desaparecendo e se deve proceder à sua organização por forma a tentar descobrir para o que se está a olhar.

As descrições de algumas formas de agnosia costumam ser utilizadas como demonstração da segmentação e processamento das partes em diversas áreas do córtex e como prova da existência de partes. O que é uma parte? É uma pergunta a que se responde sem se definir, pois *“construímos as partes de maneiras muito diferentes –*

247! Zeki, S. (1999)

utilizando a cor, o movimento, a forma, a textura e a experiência anterior."²⁴⁸ O que Hoffman procura dizer é que as partes tanto podem ser produzidas pelos filtros na retina, como pelas relações entre as várias áreas do córtex.

Uma forma é assim percebida pela descrição das suas partes e pelas relações espaciais entre elas.

É fundamental que haja alguma constância nas partes, ninguém está interessado em não reconhecer um objecto em movimento porque as suas partes estão sempre a mudar. Quando um objecto se move o que muda é a sua posição e configuração e não as suas partes. Também deve haver alguma constância nas relações entre as partes (na estrutura dos objectos e cenas visuais). O mesmo pode ser dito acerca da distância e da constância do tamanho²⁴⁹.

Zeki aponta dois aspectos à constância:

1º aspecto da constância: Constância Situacional - *“uma dada situação que tem características comuns a muitas outras situações do mesmo tipo, permitindo ao cérebro a sua categorização imediata como sendo representativa de todas.*"²⁵⁰ A constância situacional

248 Hoffman, D. D. (1998), idem, p. 81, “... you construct parts in many different ways - using color, motion, shape, texture, and prior experience.”

249 “Não é o tamanho absoluto das imagens (nos olhos) que conta. Certamente que são cem vezes maiores (em área) quando os objectos se encontram muito próximos do que quando se encontram dez vezes mais longe; mas não nos fazem ver os objectos cem vezes maiores; pelo contrário, eles parecem ter quase o mesmo tamanho, de tal maneira que também não somos enganados por uma distância maior.” Descartes, Dioptrique, (1637), citado em Gregory, Gregory, R. L. (1968). “Perceptual illusions and brain models.”, Proceedings of the Royal Society 171(B): 179-296, p. 5, “It is not the absolute size of images (in the eyes) that counts. Clearly they are a hundred times bigger (in area) when objects are very close than when they are ten times further away; but they do not make us see the objects a hundred times bigger; on the contrary, they seem almost the same size, at any rate as we are not deceived by too great a distance.”

250 Zeki, S. (1999), p. 22, “(...) a given situation that has features that are common to many other situations of the same kind, enabling the brain to categorize immediately as being representative of all.”

aplica-se às memórias das partes, ou melhor, das invariantes representacionais das partes.

2º aspecto da constância: Constância Implícita - *“é melhor exemplificada através de obras ‘inacabadas’, em que ao cérebro é permitido o livre jogo na interpretação da obra de tantas maneiras quantas sejam possíveis.”*²⁵¹ A constância implícita é uma construção gerada pela inteligência visual e não se verifica sem a presença, mesmo que seja de um modo muito fraco, da constância situacional. Os dois aspectos encontram-se interligados. Enquanto houver validade para as interpretações dos dados visuais, significa que existem constâncias que denotam as partes para o reconhecimento, que há essenciais que permitem a operação da inteligência visual. A ligação entre estes dois aspectos pode ser notada na ambiguidade das pinturas de Vermeer: *“O cérebro do espectador é o lugar escolhido para o nascimento de muitas situações nas pinturas de Vermeer, cada qual com a mesma validade que as restantes.”*²⁵²

Todo o córtex é um sistema de memória, todas as acções e aprendizagens são armazenadas no córtex de forma mais ou menos abstracta e de forma mais ou menos permanente. As acções repetidas e aprendidas são armazenadas nos níveis superiores do cérebro, são as memórias de longa duração e são responsáveis pelas reacções de um observador a padrões espaciais e temporais vindos do exterior. Sempre que se age ou reage no mundo, utiliza-se o sistema memória-predição. A um estímulo está associado um

251 Idem, as obras referidas são obras de arte, *“it is best exemplified by ‘unfinished’ works where the brain is allowed free play in interpreting the work as many ways as possible.”*

252 Idem, p. 27, *“The brain of the spectator is the chosen place of the birth of many situations in Vermeer’s paintings, each one of which has equal validity with the other.”*

conjunto de reacções, ou rede de reacções, que despoletam uma memória ou conjunto (associação) de memórias que resultam numa predição, na acção que a reacção a esse estímulo produz. Quando se está na presença de um estímulo novo (um facto que se verifica várias vezes no decorrer de um dia, por exemplo: ser apresentado a uma pessoa que não se conhece ou entrar num espaço onde nunca se esteve), é-lhe associado o conjunto de memórias que se julga parecer mais adequado à realização de uma predição (de acordo com Zeki, o observador está perante uma situação em que se verificam os dois aspectos da constância). Caso a predição se verifique ajustada à nova situação, então o cérebro armazena a nova informação. A predição resulta de uma cadeia associativa de memórias.

O cérebro não armazena todas as variantes das representações (ou interpretações/descrições dos estímulos) com que se depara (seria fisicamente impossível; tanto pelo espaço necessário como pela impraticabilidade no funcionamento). Para solucionar este problema a natureza utilizou um expediente muito inteligente, criou "(...) as '*representações invariantes*', que lidam com as variações no mundo de forma automática".²⁵³ O cérebro não se recorda de todos os detalhes de todas as coisas, nem sequer os processa, devido a um processo de selecção na retina. "*O cérebro lembra-se das relações importantes no mundo, independentemente dos detalhes.*"²⁵⁴

A representação invariante refere-se à representação interna no cérebro, à percepção. O reconhecimento é possível graças à

253 Hawkins, J. (2004), p. 69, "... the cortex creates what are called invariant representations, which handle variations in the world automatically."

254! Idem, p. 75, "the brain remembers the important relationships in the world, independent of details."

existência de representações invariantes. Os padrões (estímulos) luminosos que entram nos olhos não são constantes, estão em fluxo permanente, devido a alterações ambientais ou aos movimentos sacádicos, voluntários ou não, dos olhos. Apesar de toda a mudança a acontecer nos estímulos a representação interna permanece estável, ou seja, há constância e, logo, verifica-se o reconhecimento durante todo o tempo em que se fixa um objecto ou cena visual. Pode dar-se o caso de deixar de existir reconhecimento, mas é um caso em que o próprio objecto ou cena visual deixam de ser percebidos, este caso verifica-se quando os campos receptivos sofrem uma adaptação, deixando de sinalizar a presença do estímulo²⁵⁵. As invariantes da representação são uma das peças fundamentais à constância das formas e à estabilidade do mundo de que o cérebro necessita para a criação de modelos que permitam as representações e descrições desse mundo.

A ideia por detrás das invariantes é a de definir um número de medidas que sejam características para cada objecto e imutáveis para todas as vistas, por forma a que sirvam à sua identificação sem ambiguidade.

*“Num esquema de propriedades invariantes o processo geral de reconhecimento é então resumido à extracção de um número de diferentes propriedades seguido por uma decisão final baseada nessas propriedades, onde cada um desses estágios é relativamente simples de computar.”*²⁵⁶

255 Se um estímulo permanece inalterado durante um período de tempo longo e a fixação do observador se torna inactiva, então a percepção deixa de ter lugar. Este acontecimento pode verificar-se quando um observador olha durante tanto tempo para uma coisa que deixa de a ver.

256! Ullman, S. (1996), idem, p. 15, "In an invariant properties scheme the overall recognition process is thus broken down into the extraction of a number of different properties followed by a final decision based on these properties, where each of these stages is relatively simple to compute."

Ou seja, em vez de se armazenar um enorme número de dados acerca dos objectos, o reconhecimento processa-se pela computação de um número limitado de propriedades dos objectos vistos. Há propriedades de uns objectos que são comuns a outros, o que significa que há invariantes comuns a vários objectos (talvez numa mesma cena, como se verifica no caso da continuidade e dos contornos comuns) e que para que tal se verifique as invariantes devem ser propriedades elásticas²⁵⁷, as restrições que impõem à percepção não devem ser absolutas nem rígidas. Devem admitir um espaço comum para se relacionarem com os espaços comuns de outras. Será a relação entre espaços que permite a distinção entre objectos, ou seja, na *interface* entre uma variante e outra encontra-se a diferença entre um objecto e outro.

As regras universais da visão também se aplicam à segmentação, à construção das partes. A parte mais pequena de uma imagem é a unidade básica de construção de um objecto perceptivo (como as primitivas são a unidade básica de um desenho, ou de uma imagem). Estas partes são os elementos basilares de todos os objectos da percepção visual.

O processo de integração das partes tem como finalidade a produção de estabilidade²⁵⁸. Só assim se pode verificar reconhecimento. A estabilidade resulta então de uma configuração da estrutura percepcionada, um determinado arranjo das partes configura uma

257 Como as descritas para os módulos. Deve-se ter em conta que o sistema de invariantes tem as características de um sistema modular tal com foi descrito no ANEXO 5 acerca da modularidade.

258 A integração é uma propriedade dos módulos que faz par com a independência, ou seja, permite que os objectos mantenham a sua integridade estrutural ao mesmo tempo que admite a repetição ou existência noutras estruturas ou formas.

percepção, que se sabe só poder existir isolada, isto é, só se tem consciência de uma percepção de cada vez. Mas o mesmo arranjo, a mesma configuração pode produzir uma percepção diferente. As partes podem proporcionar alternativamente o reconhecimento de outro objecto. É o caso das figuras bi-estáveis, como a taça chamada de Rubin (figura 81).

Zeki²⁵⁹ afirma que em condições de ambiguidade o cérebro opta sempre por uma das percepções possíveis, sendo que todas são válidas permitindo ao cérebro optar por outra percepção, noutra altura. É a experiência da troca entre as percepções e o mundo que conduz o observador a aferir da justeza de uma ou de outra percepção e a criar uma memória permanente do objecto visual. Da observação da figura do vaso/face chega-se com facilidade à conclusão que não basta este acerto entre mundo e representação para resolver o problema da ambiguidade. Nesta figura nota-se que as duas percepções são válidas, cabendo ao observador resolver de cada vez a que prefere, sabendo que a preterida se pode tornar presente a qualquer momento. A inversão da superfície que os contornos limitam (da forma) dá-se de forma inconsciente, por cansaço do sistema visual, ou por adaptação.

A consciência tem um papel fundamental em todos os processos perceptivos, sem ela não há percepção.

*"A ambiguidade está intimamente relacionada com a consciência, pois seria impossível a existência de estados ambíguos sem a consciência."*²⁶⁰ A lei da constância diz que o cérebro está sempre em busca de essenciais e de constantes no meio do fluxo de informação

259! Zeki, S. (2004)

260! Idem, p. 174, " *The relationship of ambiguity to consciousness is critical; ambiguous states would indeed not be possible without consciousness.*"

luminosa que se altera de momento para momento, este processo de limpeza visa a estabilidade. Acontece que podem existir mais do que uma estabilidade possível para cada disposição das partes, podendo o cérebro admitir que não existe uma percepção única válida, mas várias.

Nestes casos, o cérebro trata-as de forma igual, como sendo todas verdadeiras. Dando-lhes tempo consciente, a uma de cada vez.

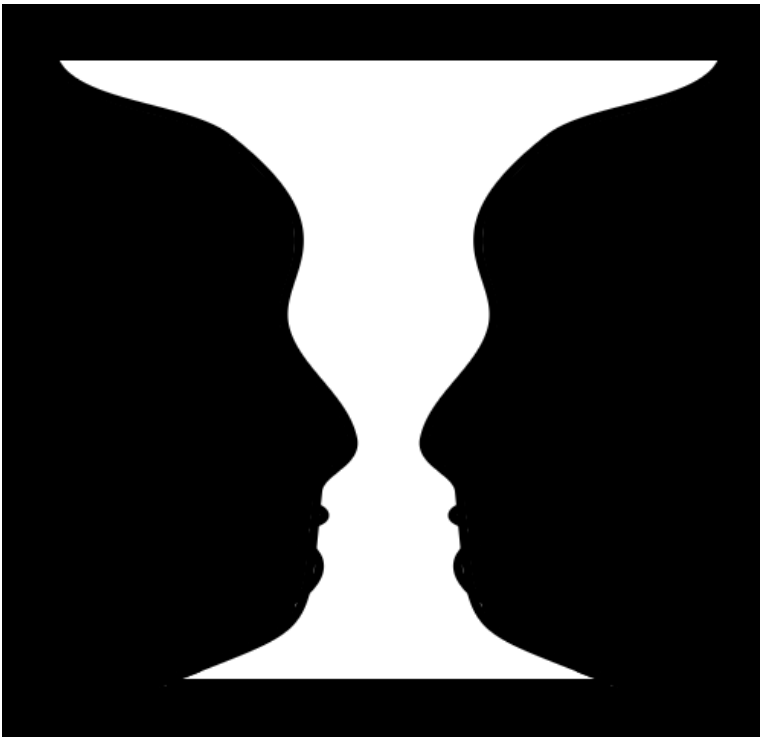


Figura : Vaso de Rubin

A consciência é um elemento fundamental para a percepção dos objectos ou cenas visuais, sem ela não há percepção. Pode deduzir-se que para cada parte do objecto visual há um conhecimento (que corresponde à memória da parte) e que num processo perceptivo

aquilo que se constrói é a partir de um conjunto de micro-conhecimentos simultâneos²⁶¹.

*"...são as micro-consciências geradas pela actividade de diferentes sistemas de processamento perceptivo que têm de ser unidas para resultarem numa percepção unificada."*²⁶², ou seja, a percepção da unidade é a actualidade de um conjunto de micro-percepções e é quando este conjunto de micro-percepções se integra de várias maneiras válidas que a sua actualidade passa a ser percebida de maneiras diferentes, gerando necessariamente ambiguidade e levando Zeki a afirmar que *"a ambiguidade é estável"*²⁶³.

Os contornos das coisas são produzidos pela consciência, fruto da percepção dos objectos do mundo e da necessidade de os distinguir uns dos outros com vista à construção de um ambiente visual estável. O campo visual é a parte do mundo projectada na retina que o cérebro selecciona para enquadrar, é a moldura que estabelece as condições para que uma cena construa um conjunto de relações que possa ser percebido. Os contornos são uma criação da mente, ou melhor uma interpretação que a mente faz de conjuntos de marcas visuais, mesmo que estas marcas apareçam como conjuntos de

261 Como se viu a propósito da descrição da especialização funcional e da integração, há sincronismo entre as várias áreas do cérebro que processam as partes do objecto para que este se construa e entenda como um todo. Também deve haver simultaneidade nas memórias que se constituem como partes. Neste movimento verifica-se que a parte é extraída por ser identificada por uma memória, tornando-se a memória parte do contexto que a irá associar a outras memórias para formar o objecto perceptivo.

262! Zeki, S. (1999), p. 67, *"(...) it is the micro consciousnesses generated by the activity of the different processing-perceptual systems that have to bound together to give our unified percept.."*

263! Zeki, S. (2004), p. 187, *"Adding a number of features to the figure, to force the brain to interpret it in one way only, is never successful. The brain retains the options of interpreting it in two ways. This suggests that the brain does not have much choice in the multi-interpretations that its organization makes possible. The ambiguity, in other words, is stable."*

pontos ou de linhas interrompidas. O cérebro humano organiza estas marcas tentando atribuir-lhes sentido, o contorno é a construção que delimita esse sentido. Como se viu no exemplo do triângulo de Kanizsa, o contorno é uma linha que não tem realidade antes de ser processada pelo sistema visual, acontecendo o mesmo com a superfície subjectiva. A linha que circunscribe o triângulo é tão real como a superfície do triângulo, mas não se vê; e um observador tem consciência da sua realidade. É este o significado do contorno: a linha que encerra a forma. Trata-se de um significado que em si não resolve a possibilidade de haver ambiguidades como se viu no caso do vaso chamado de Rubin, em que a linha ora é contorno da figura que se encontra dentro: o vaso; ou das figuras que se encontram fora de si: as faces. Neste caso é exagerado afirmar que a linha tem figuras dentro ou fora de si, tal não acontece, a linha encerra sempre a figura, o fundo está sempre do lado de fora. Se um observador descrever a linha que contorna as faces como sendo fora do vaso está a descrever o vaso, está a descrever a linha que contorna o vaso como contendo o vaso. Para um contorno há uma figura e um fundo, não pode haver duas figuras ao mesmo tempo.

A percepção funciona a partir de uma pequena amostra de luz que se projecta no olho, sendo a partir dessa projecção que a mente cria uma predição relativamente ao que deve corresponder àquela amostra luminosa. O contraste formado entre duas intensidades luminosas é interpretado como um contorno de um objecto, cabendo à mente identificá-lo. O sistema perceptivo, como se tem notado, pode enganar-se e reconhecer o objecto errado para um determinado contorno. Esta situação acontece com mais frequência quando não há informação que permita contextualizar o objecto, quando a cena é

'pobre'. A falta de marcas leva ao incremento do número de opções em aberto para uma dada configuração de um contorno. *"De um modo geral a percepção assimila a circunscrição e a sua envolvimento e utiliza imensas características da envolvimento como indicadores da origem da circunscrição."*²⁶⁴ Ou seja, idealmente os contornos devem ser acompanhados das restrições necessárias para que um observador saiba qual a sua origem²⁶⁵.

A percepção de um objecto significa a percepção de parte de um objecto, um objecto nunca aparece completamente projectado na retina, o reconhecimento completa o que não se dá a ver. O agrupamento de marcas origina a criação de contornos e de continuidade desses contornos, esta criação é a construção do mundo visual - *"a continuidade percebida através do espaço vazio constitui a base para a representação dos contornos."*²⁶⁶ Do mesmo modo o contorno marca mudanças de direcção na superfície de um objecto ou o limite das suas partes visíveis, a linha que separa o que se vê do fundo (o fundo pode ser espaço vazio ou a continuação da cena – mais objectos). O contorno é assim uma parte que compõe a cena visual. Geralmente são as partes do contorno que marcam as saliências dos objectos visuais, em especial no caso

264! Kennedy, J. M., I. Juricevic, et al. (2003). Line and Borders of Surfaces: Grouping and Foreshortening. Looking into pictures: an interdisciplinary approach to pictorial space. H. Hecht, R. Schwartz and M. Atherton. Cambridge, Massachusetts; London, England, A Bradford Book, The MIT Press, p. 326, *"Generally, perception takes in the border and its setting and uses many features of the setting as indicators of the origin of the border."*

265 No caso da máquina digital de desenhar as restrições vão sendo desveladas juntamente com as partes que se vão reconhecendo.

266! Kennedy, J. M., I. Juricevic, et al. (2003). Line and Borders of Surfaces: Grouping and Foreshortening. Looking into pictures: an interdisciplinary approach to pictorial space. H. Hecht, R. Schwartz and M. Atherton. Cambridge, Massachusetts; London, England, A Bradford Book, The MIT Press, p. 321, *"This perceived continuity across empty space is the basis for outline depiction."*

de imagens bidimensionais e, ainda mais especialmente, no caso do desenho.

As saliências da imagem são anteriores ao reconhecimento, são o que indica a próxima localização a ser determinada. Em paralelo à detecção de saliências, de acordo com Ullman, processa-se a detecção das representações base, um processo de baixo-para-cima, *“determinado pelo input e não pelo objectivo do processamento.”*²⁶⁷

As representações base podem ser a extracção de contornos, a primeira etapa do processamento da imagem. Que tem lugar logo nas células da retina.

As saliências são o elemento que move o foco de atenção do observador no estabelecimento de relações espaciais, pode dizer-se que são marcas que indiciam as ligações a estabelecer para que os contornos extraídos possam ser representações.

Este processo de detecção de saliências e extracção de contornos é um processo de varrimento visual (*scanning*) que se altera a partir do momento em que começam a extrair-se contornos, transformando-se num processo de busca visual²⁶⁸. A maior diferença entre estes dois

267! Ullman, S. (1996). *High-level vision, object recognition and visual cognition*. Cambridge, Mass; London, Eng., The MIT press, p. 296, *“(The earlier representations [base representations] are produced prior to the application of visual routines. They are produced in an unguided bottom-up manner), determined by the visual input and not by the goal of the processing.”*

268 Barton, J. J. S., N. Radcliffe, et al. (2007). "Scan patterns during the processing of facial identity in prosopagnosia." *Experimental Brain Research* 181(2): (199-211), pp. 199-200, *“A inspecção de objectos ou de cenas é normalmente conseguida através de uma série de movimentos sacádicos que fazem um varrimento (scanning) através da mudança de fixação ocular de uma localização para outra. Será pouco provável que estas fixações se distribuam ao acaso através da imagem: será antes seu propósito o de direccionar tanto o locus da atenção e o espaço de alta resolução da mácula para regiões que conterão informação com utilidade para o observador. A partir desta posição direccionada para objectivos, o processo de varrimento adquire dados para um processo cognitivo destinado a formar decisões perceptivas acerca do mundo.”* ; *“Inspection of objects or scenes is usually accomplished with a series of scanning saccades that shift ocular fixation from one location to another. It is unlikely that these fixations are randomly distributed across the image: rather, their purpose may be to direct both the locus of attention and the high spatial resolution of the macula to regions that will yield information of use to the*

processos verifica-se ao nível da consciência do observador. Se para o varrimento ainda não há o estabelecimento de um objectivo: as saliências apresentam-se ao olhar como *pop-ups* visuais não denotando nenhuma figura, em que há uma consciência das marcas, mas que não é suficiente para formar um objectivo; já para a busca visual se verifica o estabelecimento de um objectivo, a demanda por saliências passa a prender-se com a necessidade de verificar a veracidade das predições, as saliências são assim tornadas primitivas da imagem, as marcas onde ancoram os contornos dos objectos.

As saliências começam a ser detectadas na imagem projectada na retina através dos campos receptivos das células ganglionares (figura 82).

O sistema perceptivo visual só processa a informação que produz alterações, a informação estável, uniforme, não interessa, constituindo o fundo daquilo que se vê, o que não é processado. Aquilo que muda, que produz alterações são as arestas, as quebras ou bordas. A análise das texturas produz arestas que se podem descrever como a distribuição do tamanho, orientação e cor de uma região do campo visual. Quando uma destas características se altera na extensão de uma região, geralmente verifica-se uma alteração nas arestas, aparecendo uma nova aresta (e provavelmente desaparecendo outra ou outras). As alterações das texturas das

observer. From this goal-directed stance, scanning acquires data for a cognitive process aimed at reaching perceptual decisions about the world". Por considerar que há imagens que surgem no campo visual e que se tem consciência delas antes de serem reconhecidas, optou-se por distinguir o varrimento visual (*scanning*) da busca visual (ou um *scanning* "a partir desta posição direccionada para objectivos"), a diferença relaciona-se com a existência ou não de reconhecimento das partes e com o tipo de campo visual presente. Num scanner a imagem é varrida da mesma forma, não há nenhum tipo de interesse em acção para além do de seguir de um ponto para o outro, sendo o campo visual criado de acordo com a progressão do scanner. No caso da busca já se verifica um interesse e a definição de um campo visual estável. Estas diferenças tornam-se evidentes na utilização da máquina digital de desenho.

superfícies vão dando informação quanto à sua forma, pois as arestas normalmente correspondem aos contornos das formas.

Uma consequência desta pré-formatação para a mudança é que se não se verificam alterações durante muito tempo as coisas tornam-se invisíveis. O nosso cérebro tende para a inação, só intervém se houver alterações nos estímulos, ou melhor, se houver estímulos. Por exemplo, estando durante muito tempo a olhar desinteressadamente²⁶⁹ para o fundo (imagine-se uma paisagem), esse fundo tende a desaparecer, a menos que se force a atenção sobre ele ou que alguma coisa aconteça, que interrompa a sua uniformidade.

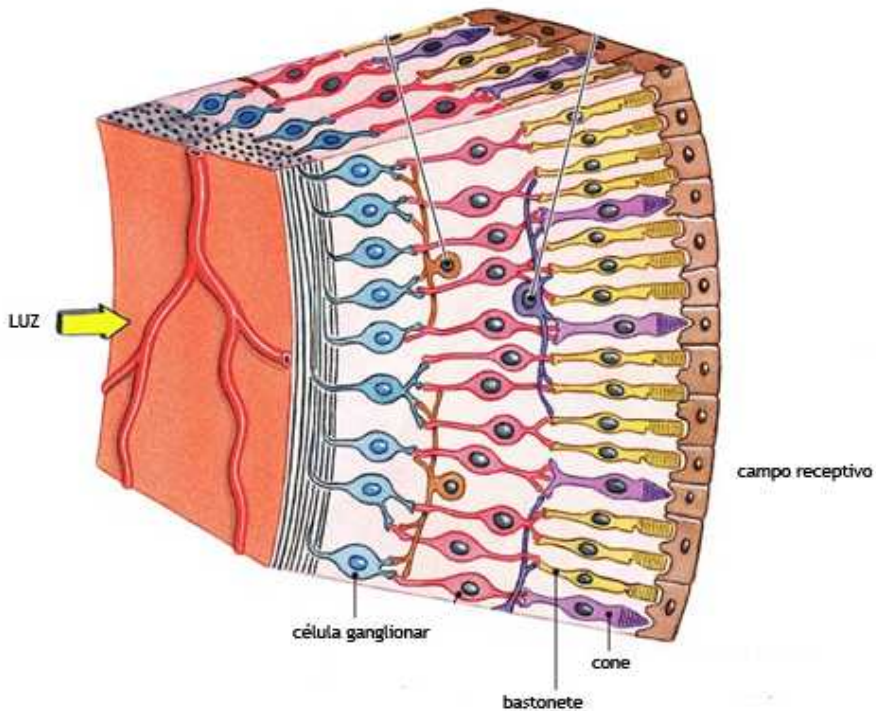


Figura : Campos receptivos das células ganglionares da retina

269 O olhar desinteressado será o olhar sem objecto, sem um alvo .

As saliências são a informação que produz alterações no estado das células encarregues de transportar a informação para o interior do cérebro. “A informação que a retina transmite ao cérebro para processamento posterior é uma versão comprimida da imagem que enfatiza a informação das arestas em diversas escalas espaciais.”²⁷⁰

Os receptores que captam e segmentam essa informação são os campos receptivos das células, no caso da visão estas células situam-se na retina.

Os campos receptivos retinianos são uma parte muito pequena das células ganglionares que por sua vez corresponde a uma parte quase insignificante da retina, mas em tanta quantidade que a foram por completo (excepto no ponto cego) com diferentes densidades, consoante se encontram mais próximas ou afastadas da fóvea. Cada campo receptivo tem por função a transmissão da informação ao cérebro. A informação chega na forma de fotões através das células foto receptoras (cones e bastonetes) e é agrupada nos campos receptivos das células ganglionares, que são a última etapa do processamento retiniano. Este agrupamento é fundamental pois resulta de uma selecção e é a forma como a informação converge para o cérebro. Cada campo receptivo é formado por 'sensores' de tipos de informação diferentes de outros. Isto é, para um campo receptivo há estímulos que não provocam nenhuma reacção. “Um campo receptivo tem determinadas características porque há uma célula no cérebro que tem certas exigências específicas, querendo

270! Tse, P. U. and H. C. Hughes (2004), p. 1, “*The information the retina transmits to the brain for further processing is a compressed version of the image that emphasizes border information at multiple spatial scales.*”

não apenas que a parte certa da superfície do corpo seja estimulada, mas que seja estimulada da maneira certa."²⁷¹

Há dois tipos de campos receptivos, os de centro-ON e os de centro-OFF: os de centro-ON, estimulam a célula aumentando a sua frequência sempre que há uma alteração na iluminação (note-se que se o centro é positivo então a área circundante, o resto do campo, é negativo e que só se verifica uma alteração no estado da célula se a informação recebida no centro for distinta da informação recebida na periferia), aumentando se a alteração for para mais luz e diminuindo se a alteração for para menos luz. Os campos receptivos de centro-OFF, funcionam de modo contrário.

Pode depreender-se daqui que estas diferenças entre centro e periferia dentro dos campos receptivos têm como resultado que só haja transmissão de informação se houver alterações na configuração da luz que chega. As alterações que fazem disparar os campos receptivos significam saliências da imagem, como diferentes direcções, ou cores diferentes, ou iluminações diferentes, ou velocidades diferentes. Toda esta informação pode ser interpretada pela diferença entre as características das superfícies, verificando-se a existência de arestas como limite de cada característica. Estas alterações referem-se aos contornos das coisas, ou melhor às suas saliências. Os contornos são uma maneira bastante económica de transmitir informação ao cérebro sem descartar as características dos objectos.

Os campos receptivos são bons produtores de contornos e são responsáveis pela compressão final da informação antes de esta

^{271!} Zeki, S., (1999), pp. 101, "*The receptive field, in other words, has certain characteristics because a cell in the brain has certain specific demands, requiring not only that the appropriate part of the body surface be stimulated, but stimulated in the appropriate way.*"

chegar ao interior do cérebro. O processamento na retina comprime a informação presente na luz que lhe chega de forma a que consiga formar uma *imagem suficiente*.

Os campos receptivos 'disparam' se forem estimulados de acordo com a sua predisposição, que pode ser uma determinada orientação das arestas, quantidade de luz, ou frequência espacial ou luminosa. Um campo receptivo (ou canais, conjuntos de campos receptivos com características de sintonização semelhantes) pode estar completamente inactivo enquanto o seu vizinho se encontra totalmente activo, por exemplo: na presença de uma aresta vertical o campo receptivo para arestas horizontais não mostra nenhuma reacção.

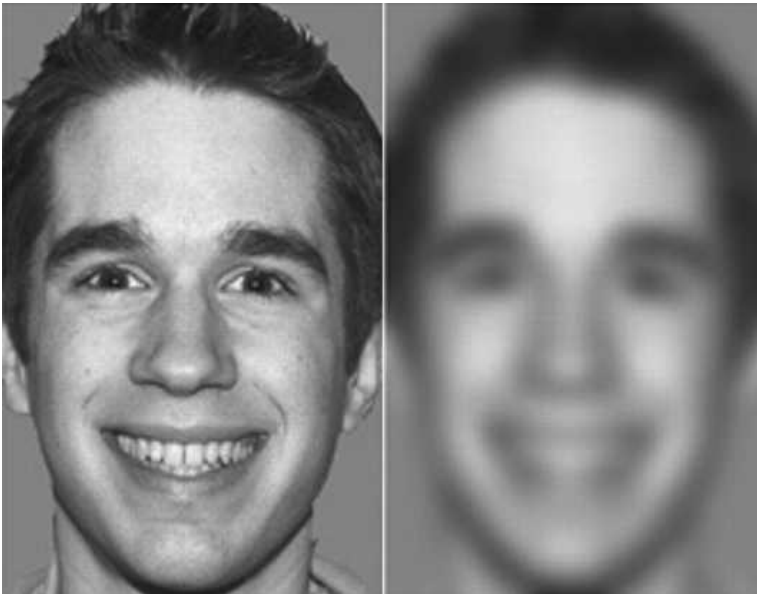


Figura : Alta e baixa frequência espacial

Paralelamente aos canais de orientação, funcionam os que são formados por campos receptivos de frequência espacial que detectam arestas de alta frequência espacial e de baixa frequência

espacial, ou com maior ou menor resolução respectivamente (figura 83).

Assim, se um observador estiver a olhar para uma imagem ou cena demasiado próxima, conseguirá distinguir uma quantidade grande de detalhes com grande qualidade embora, paradoxalmente, possa ficar mais apto a não conseguir perceber para o que está a olhar – o fragmento torna-se tão grande e tão complexo que não o consegue reconhecer, uma porção insignificante. Baixando-se as frequências espaciais consegue perceber-se o todo, mas perdem-se os detalhes. A visão periférica é um caso de um processamento levado a cabo essencialmente por campos receptivos de baixa frequência. “A análise de baixa-frequência dá-nos a estrutura global dentro da qual os nossos canais de alta-frequência podem identificar as várias subpartes.”²⁷² A janela de visibilidade será toda a informação que se encontra dentro do limite de resolução (entre os limites das altas e baixas frequências de resolução espacial dos campos receptivos). A janela de visibilidade inclui aquilo que pode ser percebido e assinala as restrições da capacidade perceptiva de um observador. Numa analogia com a Camera Obscura pode dizer-se que o enquadramento e distorções da imagem que produz são a sua janela de visibilidade, onde se tornam presentes os limites da capacidade de processamento.

“Os canais não são uma coisa de que tenhamos consciência (sejam eles de frequência espacial ou de orientação)”²⁷³. A consciência é de

272! Latto, R. (1995). The brain of the beholder. *The Artful Eye*. R. Gregory, J. Harris, P. Heard and D. Rose. New York, The Oxford University Press: 66-94, p. 83, “Low frequency analysis gives the global structure, within which our high-frequency channels can identify various subplots.”

273! Snowden, R., P. Thompson, et al. (2006), p. 113, “We are not normally aware of all these channels (be they spatial frequency or orientation) (and the conscious perception we have is of a single image.)”

que se percebe uma única imagem como representando aquilo para que se está olhando e não como uma projeção no interior do cérebro, a impressão final é de que a coisa vista está onde a coisa se encontra no mundo.

Há uma característica deste tipo de células, relacionada com a duração do seu estímulo, que se chama adaptação. Um campo receptivo diz-se adaptado quando a sua resposta a um estímulo começa a ser menor, até entrar num estado de adaptação, ou um estado em que não se verifica reacção ao estímulo para o qual está programado, há uma restrição temporal ao funcionamento destes filtros.

“Os oftalmologistas dizem que os olhos têm de estar num movimento mais ou menos constante e que quando se fixam num objecto sem piscar ou sem se desviarem, deixam de funcionar.”²⁷⁴

A adaptação dos campos receptivos produz a perda da consciência daquilo para que se estava a olhar. Trata-se de uma situação frequente, quando se está durante um bocado de tempo a olhar em frente passa a ter-se a sensação de estar a olhar para o fundo, tudo se torna equivalente e homogéneo e nada se percebe. Também será por causa da adaptação que Elkins refere o conselho dos oftalmologistas. Quando se realiza uma tarefa qualquer que requeira a visão, os olhos estão em constante movimento. A estes movimentos deu-se o nome de movimentos sacádicos.

A percepção visual não é uma operação estática, os músculos localizados de ambos os lados dos olhos estão constantemente a contrair e a relaxar, movendo o globo ocular. Os movimentos sacádicos dos olhos ocorrem várias vezes por segundo (cerca de 4

^{274!} Elkins, J. (1996), p. 207, *“Ophthalmologists say that eyes have to be in more or less constant motion, and when they fix on an object without blinking and without turning aside, they cease to function.”*

vezes por segundo) enquanto se varre o mundo com o olhar, voluntária ou involuntariamente. Têm certas características que lhes são intrínsecas como serem estereotipados e balísticos. Estereotipados porque de cada vez que se faz um movimento sacádico com uma determinada amplitude, os olhos seguem o mesmo padrão de movimento. Inicialmente o olho acelera, atinge uma velocidade máxima e depois abranda rapidamente assim que atinge o seu alvo. Os movimentos são balísticos porque são planeados antes do tempo e uma vez iniciados não podem ser alterados. Um observador pode ser enganado alterando-se a posição do alvo durante um movimento sacádico, pois não conseguirá alterar a trajectória pré-definida para o movimento. Entre movimentos sacádicos ocorrem as fixações, que são o momento em que a visão está de facto activa.

*“A fixação visual é preditiva relativamente àquilo que vamos fazer – e nós estamos gloriosamente inconscientes de quase tudo isto, excepto no mais vago dos modos.”*²⁷⁵

Durante um movimento sacádico o sistema visual processa a informação da fixação anterior prevendo a seguinte, é por esta razão que o observador não tem consciência da existência de um buraco (ou ponto cego) na continuidade da sua percepção.

*“Como esta manobra de varrimento/paragem tem lugar durante períodos muito curtos de tempo, a experiência subjectiva é a de estarmos a ver a imagem toda de uma vez só, quando de facto a nossa percepção visual desse objecto é construída a partir de uma série de ‘instantâneos’ discretos [e descontínuos].”*²⁷⁶

^{275!} Snowden, R., P. Thompson, et al. (2006), p. 341, "*Visual fixation is predictive of what we are about to do - and we are gloriously unaware of most of this, except in the vaguest ways.*"

^{276!} Solso, R. L. (1994). *Cognition and the visual arts*. Cambridge, Mass. ; London, MIT Press, p. 26, "*Since this scanning/stop maneuver takes place over very*

Sabe-se que os olhos não emitem sinais durante o movimento de uma fixação para a outra, provavelmente para evitar 'borrar' a imagem que se vê, sendo também possível que esta seja uma das razões pelas quais não se vê tudo a andar à roda quando se movem os olhos.

Os movimentos sacádicos podem ser voluntários ou involuntários. Um movimento voluntário pertence geralmente a uma acção de busca visual, de construção de uma percepção, como por exemplo quando o observador desvia os seus olhos de uma folha que esteja a ler para a lombada de um determinado livro numa prateleira (o alvo da sua predição). Pode dizer-se, de uma forma algo grosseira, que sempre que se altera o foco da visão também se altera o foco da atenção. Grosseira porque é possível, embora muito difícil, alterar o alvo do olhar sem alterar a atenção anterior.

A memória entre movimentos sacádicos é muito curta, especialmente quando se realizam actividades que requeiram atenção. Aquando da interrupção de uma tarefa que exija atenção verifica-se que o observador só se consegue lembrar onde fixou o olhar no último movimento sacádico. Parece verificar-se a existência de uma estratégia mais ou menos inconsciente relativamente à tarefa em curso que impede a lembrança de outras acções que não as mais próximas do objectivo imediato do observador.

Pode dizer-se que há uma divisão da acção com vista a uma economia e optimização dos recursos existentes para a realização de uma dada tarefa.

short time periods, the subjective experience is that we are seeing the picture all at once, when , in fact, our visual perception of it is built up from a series of discrete 'snapshots'."

Na fixação (quando se fixa um alvo depois de um movimento sacádico voluntário) há duas regras²⁷⁷ que fazem com que o padrão da fixação não seja aleatório:

a regra da similaridade: tende-se a fixar em coisas que se assemelhem²⁷⁸ de alguma maneira com o alvo, e

a regra da proximidade: tende-se a fixar em coisas que se encontrem bastante próximas da fixação anterior.

Parece que estas regras se destinam a procurar saliências de acordo com um padrão de predição estabelecido, ou pelo objectivo da busca que pode ser conhecido ou não (no caso de se estar perante um caso em que o objecto ainda é desconhecido, embora se saiba que se procura qualquer coisa²⁷⁹).

277! De acordo com Snowden, R., P. Thompson, et al. (2006)

278 Geralmente consideram-se semelhantes os objectos que apresentam um grande número de partes semelhantes e essas partes se relacionam entre si de modo semelhante, como se viu a propósito da elasticidade das invariantes.

279 Como no caso do desenho utilizando a máquina digital, em que se vai descobrindo o que ainda não se conhece embora se tenha consciência de que o que não se conhece é o que se está a desenhar. Ou seja, há um objectivo desconhecido, a ser desvelado.

Busca Visual e Atenção

A busca visual é um processo em que o foco de atenção do observador constrói as figuras e por conseguinte os fundos de onde elas se distinguem.

Na busca visual nota-se o funcionamento de dois processos, o processo pré-atentivo que extrai saliências simples da cena visual (um processo primitivo de extracção) ao qual se segue o processo de atenção focal, que desenvolve o processamento das saliências.

Numa busca visual o observador sabe o que procurar (tem o objectivo definido, embora possa ser de um modo abstracto, por exemplo: realizar o desenho de cópia dentro de determinado limite espacial) e sabe que para a realização do objectivo final existe uma corrente de objectivos imediatos que devem ser resolvidos. Para que tal suceda procede-se a um exercício de exclusão visual de elementos do campo visual. Esta exclusão só é possível porque o observador tem consciência daquilo que não procura e processa-se por extracção de saliências, ou seja, o observador exclui da sua busca as partes associadas a saliências que não se adequam aos seus objectivos imediatos, sendo muitas destas exclusões realizadas no processo pré-atentivo.

*"A janela de atenção é responsável pela inclusão, ou exclusão de parte da informação que chega."*²⁸⁰

A busca visual é aplicada em tarefas de identificação/extracção de figuras de um fundo. Esta tarefa de filtragem pode ser simples se as

280 Massironi, M. (2002). The psychology of graphic images : seeing, drawing, communicating. Mahwah, N.J., L. Erlbaum, p. 76, "(In this model of object recognition and identification, Kosslyn postulated the existence of a structure called the 'attention window'), which is responsible for emphasizing or excluding part of the incoming information." O desenho também é um processo de inclusão e de exclusão de marcas.

saliências denotarem explicitamente as figuras e, neste caso, o processo de filtragem é inclusivo: exclui-se tudo aquilo que não pertença ao que se reconheça na busca. Se as figuras se encontrarem camufladas o processo é diferente, tem que procurar-se atentamente, num processo de varrimento em busca de saliências. Trata-se de uma janela de atenção em actualização constante para tornar a busca exclusiva, ou seja, a tentar definir (por exclusão) os objectos e a extrair daí sentidos, ou direcções para que possam ocorrer predições que confirmem as expectativas (ou objectivos imediatos) que se vão construindo.

A atenção do observador pode ser usada de duas maneiras, uma em que é o observador quem está à procura de saliências, tem consciência dos seus objectivos imediatos e procura as saliências que os confirmem; outra é aquela em que são as saliências que 'saltam aos olhos' do observador, os estímulos inesperados que podem acontecer a qualquer momento. Estes estímulos involuntários podem ser reconhecidos como parte integrante da busca ou podem ser saliências estranhas que desviam a atenção (tornam a atenção presa de um padrão estranho durante um instante). Estas componentes da atenção são chamadas exógenas e caracterizam-se por serem transitórias, ao passo que as que pertencem ao processo voluntário e constante de busca atenta se chamam endógenas.

Os dois tipos de componentes da atenção podem ocorrer enquanto o observador realiza uma tarefa e podem ocorrer em mais do que uma maneira²⁸¹. O observador pode estar a procurar uma marca específica

281 Tse, P. U., J. Intriligator, et al. (2004). "Attention and the subjective expansion of time." *Perception & Psychophysics* **66**(7): 1171, p.1172, "*Crê-se normalmente que a atenção tem duas componentes, uma transitória [exógena] e uma sustentada [endógena]. Estas duas componentes têm dinâmicas temporais diferentes e como tal devem manifestar-se nos dados da expansão subjectiva do tempo.*" ; "*attention is commonly believed to have two components, one transient (or exogenous) and one sustained (or endogenous). These two attentional components have different temporal dynamics, and this difference should manifest itself in the TSE data.*"

no seu campo de visão e ter a atenção desviada por um acontecimento exterior a essa tarefa, não fazendo parte de nenhuma memória que possa associar-se para confirmar ou construir uma predição relativamente ao objectivo da tarefa. Ou, o observador pode estar a realizar essa tarefa e a marca que procura destacar-se no campo de visão, desviando a atenção do ponto onde se focava. Neste caso a componente exógena da atenção surge como um *pop-up* visual, mudando de um estado transitório para um estado constante, pois, ao ser incluído na construção actual, o estímulo torna-se consciente. Deste trânsito que se verifica dentro da janela de atenção é possível concluir que, quando a atenção é dirigida a uma determinada tarefa ou alvo, o observador não tem consciência de outras marcas ou acontecimentos que possam ter lugar na mesma localização espacial. Snowden et al.²⁸² descrevem o caso da informação de navegação que é disponibilizada aos pilotos de aviões C-130. Esta informação é projectada à sua frente, sobrepondo-se a outra informação real ou simulada que possa existir no mesmo campo de visão. Um dos exemplos relatados diz respeito a um exercício de simulação de uma aterragem em que o piloto não teve consciência de um outro avião que se encontrava pousado à sua frente na pista de aterragem. Na simulação houve uma colisão. Estas falhas na atenção são utilizadas por mágicos para a realização dos seus números.

*“A selecção atenta desempenha um papel fundamental na percepção consciente.”*²⁸³, ou seja, sempre que se selecciona uma

282! Snowden, R., P. Thompson, et al. (2006). *idem*, pp. 268-9

283! Kanai, R., N. Tsuchiya, et al. (2006). "The Scope and Limits of Top-Down Attention in Unconscious Visual Processing." *Current Biology* 16(December 5): 2332-2336, p. 2332, "*Attentional selection plays a critical role in conscious perception.*"

parte como foco da atenção o resto pode ser negligenciado ao ponto de poder passar ao esquecimento. Não quer isto dizer que atenção e consciência formam um par imperturbável, de facto a consciência e a atenção podem não coexistir. No caso do processamento atento de características de partes de uma cena visual pode não haver consciência desse processamento, de tal modo que olhar atentamente pode significar a construção de uma cena visual sem se ter consciência de todos os passos da atenção. *“A atenção baseada em características individuais [por oposição à atenção às disposições espaciais] é capaz de atingir níveis de processamento em que os sinais não dão directamente origem a perceptos conscientes.”*²⁸⁴ Como se viu a propósito da relação das micro-percepções com a consciência, uma micro-percepção pode gerar uma consciência de si, uma micro-consciência, posteriormente, quando se processa a integração.

A atenção, como a busca e o varrimento visual, são processos que decorrem num intervalo de tempo: têm uma duração. A duração é uma expressão do tempo com duas medidas, a real, ou objectiva e a subjectiva, que se relaciona com o estado do sujeito relativamente a uma dada tarefa. De seguida será abordada a questão da percepção subjectiva do tempo.

284! Idem, p. 2333, *“This suggests that feature-based attention might be able to reach processing levels where signals do not directly give rise to a conscious percept.”*

A percepção subjectiva do tempo – as durações

*“As decisões que tomamos diariamente, mesmo as mais simples como decidir entre esperar pelo elevador ou ir pelas escadas, são baseadas na experiência da passagem do tempo e na duração antecipada.”*²⁸⁵

Os seres humanos têm um sentido do tempo, apesar de não disporem de um sensor para a sua passagem como têm os olhos para a visão e os ouvidos para os sons.

Apesar da não existência de tal sensor, sabe-se que a percepção do tempo é um facto e que é uma percepção acima de tudo subjectiva, ou seja, a percepção da duração varia consoante diversas condicionantes do sujeito perante uma tarefa, estas condicionantes podem ou não estar em sincronia com o tempo do relógio.

As emoções são uma condicionante muito forte para a percepção subjectiva do tempo. Se um sujeito estiver à espera que aconteça algo desagradável experienciará a passagem do tempo de um modo mais lento e superestimarà a contagem das unidades temporais, verificando-se uma expansão do tempo subjectivo. Se o sujeito estiver a realizar uma tarefa com expectativas de um resultado e recompensa favoráveis o tempo passará mais depressa e a duração será subestimada.

Peter U. Tse, et al definem a unidade subjectiva do tempo nos seguintes termos: *“Mais do que uma unidade de tempo subjectivo podem ocupar mais do que uma unidade de tempo objectivo, pois uma unidade de tempo subjectivo é uma função da quantidade de*

^{285!} Wittmann, M. (2009). "The inner experience of time." Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences **364** (1525): 1955, p. 1955, *"Everyday decisions we make, as simple as either waiting for the elevator or taking the stairs, are based on the experienced passage of time and anticipated duration."*

informação perceptiva processada e esta quantidade pode, presumivelmente, variar por cada unidade de tempo objectivo."²⁸⁶

A atenção também é um dos factores que contribuem para que ocorra a percepção subjectiva do tempo, pois a atenção influencia a quantidade de informação perceptual que é processada.

A atenção a uma determinada tarefa pode conduzir a uma expansão, ou contracção subjectiva do tempo.

De um modo geral, o modelo utilizado é aquele em que quanto mais tempo de atenção se presta à duração de um evento mais se incrementa a percepção da sua duração (expansão), verificando-se o contrário (contracção) se houver menos tempo de atenção prestada à duração de um evento. Portanto, a expansão subjectiva do tempo parece verificar-se quando a atenção é 'presa' por um estímulo que não foi calculado na predição mas que pertence (ou se integrou) ao conjunto ou objecto da atenção, originando a percepção de uma alteração no tempo de processamento²⁸⁷. Como se pode ver, a duração é julgada de acordo com a duração do processamento dos estímulos com características temporais, a duração percebida aumenta relativamente à duração objectiva de acordo com o aumento do número de estímulos e partes presentes para processamento.

Esta consciência verifica-se se não houver processamentos simultâneos. Se só se atentar à passagem do tempo, há um incremento na contagem de unidades de tempo internas e, logo, a

286! Tse, P. U., J. Intriligator, et al. (2004), p. 1187, "*More than one unit of subjective time can occupy a single unit of objective time, because a unit of subjective time is a function of the amount of perceptual information processed and this amount can presumably vary per unit of objective time.*"

287 Há relatos de acidentes em que as vítimas contam que os acontecimentos pareciam decorrer em câmara lenta. Nestes casos parece ocorrer uma expansão subjectiva do tempo, em que o acidente parece não ter fim. Ou durante uma insónia, quando o tempo parece que nunca mais passa - a percepção subjectiva do tempo é expansiva.

duração parecerá maior. O caso contrário também ocorre. Se houver um processamento simultâneo de um estímulo, ou seja, se a atenção não for exclusivamente dedicada á percepção do tempo, então a contagem de unidades temporais internas sofrerá um decréscimo e a duração parecerá contraída. Estas são as considerações gerais acerca da percepção subjectiva do tempo.

Peter U. Tse, et al²⁸⁸ concordam com esta interpretação mas propõem um modelo alternativo em que no caso do processamento simultâneo de um estímulo da atenção possa ter lugar a expansão subjectiva do tempo. No processamento de um estímulo exterior à percepção do tempo verifica-se um incremento das partes a ser processadas, a um aumento das unidades de processamento da atenção e, por conseguinte, a um aumento das unidades contadas²⁸⁹ que conduz a uma percepção expandida do tempo subjectivo. A descrição do modelo proposto por estes autores refere-se a casos de processamento simultâneo em que é inserido um estímulo inesperado e estranho a um determinado *standard*, a que corresponde uma mudança de foco da atenção inesperada e repentina.

No caso do desenho na máquina digital estas quebras não se esperam, pois o sistema convida a uma exploração linear, baseada na expectativa e predição.

288! Tse, P. U., J. Intriligator, et al. (2004). "Attention and the subjective expansion of time." *Perception & Psychophysics* 66 (7): 1171.

289 De acordo com Peter U. Tse, et al, idem, e com Whitmann, idem, não há uma localização conhecida ou reconhecida como única para um contador destas unidades, pode ser aceite para efeitos de entendimento e no âmbito deste estudo que o contador é uma espécie de *pacemaker* que aumenta ou diminui as pulsações dos neurónios consoante há mais ou menos partes a ser processadas.

À questão acerca do desenvolvimento no ser humano de um sistema que altera a percepção do tempo, Peter U. Tse, et al adiantam a seguinte hipótese:

*"Uma possibilidade é a de que assim como a atenção pode aumentar a acuidade de um sistema visual, também pode aumentar a resolução temporal do processamento visual."*²⁹⁰ Se a actividade da inteligência visual é dedicada à aquisição de conhecimento, faz sentido que a atenção visual contribua para a adequação das escalas temporais ao entendimento das escalas das partes das cenas²⁹¹. Ou seja, por uma questão de gestão de recursos, o corpo humano adequa a quantidade dos seus processamentos relativamente às necessidades requeridas pelo surgimento de novos estímulos. O cérebro não desperdiça tempo (e energia) a processar objectos que reconhece, a não ser que a tarefa seja dedicada à exploração de escalas não comuns (que requeiram novas associações) e desconhecidas (para as quais não haja memórias de invariantes).

Um exemplo de contracção subjectiva do tempo que evolui para uma expansão alarmante subjectiva do tempo é o de um utilizador de um computador para a realização de uma determinada tarefa com um limite temporal – um prazo. Geralmente, o utilizador de um computador relata não ter consciência da passagem do tempo enquanto se encontra ocupado com a sua utilização. Nestes casos, a contracção subjectiva do tempo é de tal ordem que o tempo se transforma numa dimensão não presente. Se um utilizador de um

290! Tse, P. U., J. Intriligator, et al. (2004), idem, p. 1187, "*One possibility is that just as attention can enhance the spatial acuity of the visual system, attention can also enhance the temporal resolution of visual processing.*"

291 Independentemente de se verificar uma alteração na percepção subjectiva do tempo, parece ser muito importante que a escala temporal se adeque ao tipo de desenho que se propõe com a máquina, em que copiar pode ser ver mais e logo, conhecer mais.

computador o faz com o objectivo de realizar determinada tarefa com um prazo estipulado, então verifica-se uma expansão gradual do tempo: no início o utilizador pode chegar a ter consciência de ter 'tempo de sobra' para a conclusão da tarefa, sentindo uma contracção subjectiva do tempo (o que parecem ser cinco minutos podem ser vinte minutos de tempo objectivo) que se representa pelo conforto na sua realização. Com o passar do tempo objectivo e com o surgimento e resolução de problemas que não tenham sido completamente previstos, o utilizador começa a sentir o tempo gradualmente a ficar mais apertado, ou seja, a duração da passagem do tempo entre o momento presente e o do prazo começa a parecer cada vez mais curta – há a percepção de uma expansão subjectiva do tempo (cada vinte minutos percebidos podem corresponder a cinco minutos de tempo objectivo) cada vez mais acelerada, até ao ponto de se dizer que não há tempo suficiente para a realização da tarefa.

A percepção subjectiva do tempo do desenhador ao utilizar a máquina digital de desenho

O utilizador da máquina digital de desenho está numa situação em que tem um objectivo para concretizar num espaço dado e sem um prazo definido. A máquina é um filtro que se constitui por um conjunto de restrições que modelam a motivação do desenhador. Ao utilizar a máquina, o desenhador sabe que desconhece o objecto do seu desenho (a imagem que vai copiar), sabe que nunca vai conhecer esse objecto (a imagem desaparece assim que o desenho se dê por concluído), sabe que há dois cronómetros que condicionam as suas decisões e a continuidade dos seus gestos, sabe que só vai ver uma pequena porção do objecto e que deve traçar os contornos das partes salientes (que incluem e excluem as figuras) dessa porção para criar distinções que lhe permitam prever e ir reconhecendo o que está a desenhar, sabe que assim como não irá ver toda a imagem que está a desenhar, também nunca verá o desenho que está a traçar directamente sobre a imagem (os contornos), sabe que o desenho que será traçado no papel é a sua referência para a constatação das suas predições e expectativas (um mapa constituído pela marcas que irá desvelando), sabe também que é esse desenho a ser feito que o pode guiar na descoberta da imagem com o auxílio do cursor/ponta-do-lápis, sabe que irá olhar para onde aparece a imagem descoberta e que é aí que irá traçar o contorno, sabe que para onde olhará para traçar o contorno será para um sítio diferente daquele onde a sua mão realizará o gesto e sabe qual a dimensão do seu desenho. Ou seja, o desenhador conhece as suas restrições e é

esse conhecimento que irá modelar a sua atenção ao longo da duração do desenho.

O outro factor importante a ter em conta para a percepção subjectiva do tempo é a motivação do desenhador. O desenhador tem de focar-se no objectivo da utilização da máquina e deve encarar a tarefa como a resolução de um problema, ou seja, deve entender que ao utilizar a máquina está a conhecer melhor aquilo que está a desenhar, conhece melhor porque o processo de desenho é levado a cabo como um processo de ligações entre partes análogo ao processo de reconhecimento que se vai operando na sua mente. Na realização desta tarefa são estabelecidas cadeias de relações entre memórias, reconhecimento e predições que incrementam o número de partes processadas, fazendo com que desenhar seja ver mais, com que haja a consciência da construção da imagem. Este factor deve ser entendido como um motivo para a prossecução do objectivo, o desenhador ter consciência de que está a ver mais.

A motivação na realização de um desenho, onde se incluem as anteriores, é descrita por Manfredo Massironi:

*"...mas o objectivo do exercício não é levar o desenhador a encontrar uma solução, mas levá-lo a procurar a solução. Reconhecemos um bom problema ao nos debatermos com ele, não ao encontrar-lhe uma solução. O que quer dizer que os exercícios que proponho não são propriamente os mais elegantes, mas ajudam-nos a entender melhor os problemas."*²⁹²

Espera-se que o desenhador foque a sua atenção na resolução dos problemas que vão sendo descobertos e no estabelecimento das

^{292!} Massironi, M. (2002), p. 43, "(...) but the aim of the exercise is not to make you find a solution, but to make you search for it. We recognize a good problem by wrestling with it, not by finding a solution. Thus, the exercises I propose are not necessarily the most elegant or consequential, but they will help us to better understand the problems."

ligações com os que estão para ser descobertos, ou seja, a predição e a expectativa também devem contribuir como elementos da resolução do objectivo e ser, por isso, parte da motivação.

Espera-se que, ao utilizar a máquina, o desenhador tenha uma consciência da duração como uma contracção subjectiva do tempo. Tudo o que tem sido referido aponta nesse sentido: o desenhador encontra-se motivado para a tarefa²⁹³, todas as restrições do sistema apontam para um enfoque da atenção sobre os dados perceptivos e sobre as predições, ou seja, pelo que tem sido descrito é de esperar que o desenhador se sinta imerso na sua tarefa e que não tenha consciência do tempo a passar. Há uma razão inicial para que a consciência da duração não se faça notar, pois, ao não se estabelecer um prazo, descarta-se a percepção do tempo como elemento da construção. Ao ser pedido ao desenhador para ir assinalando blocos temporais está a ser introduzida uma dimensão que não pertence originalmente ao processo e, como se viu, de um modo geral quando se verifica processamento simultâneo há mais probabilidade de se ter uma percepção subjectiva do tempo na forma de uma contracção. Esta observação parece entrar em contradição com o que foi referido acerca da percepção subjectiva do tempo do desenhador. De facto, parece que quando o desenhador se apercebe da passagem do tempo, fá-lo como uma expansão subjectiva, como se a relação entre o traçar e o olhar fosse em câmara lenta. Acontece que geralmente o desenhador não dedica atenção à duração o que permite adiantar a proposta de que o utilizador da máquina pode perceber a passagem do tempo como uma série de pontos, ou seja, como um decorrer sem incidentes (do ponto de partida ao ponto

293 Poderão ser realizados testes para aferir do grau de motivação do desenhador, mas por agora considera-se suficiente o facto de estar motivado para a acção.

de chegada) que coincidirá com a duração objectiva ou então verificará pontualmente variações de tempo consoante as suas indecisões e hesitações. Convém ter presente que esta máquina é uma máquina de dúvidas, em que o desenho surge como modo de indagar uma imagem.

Uma nota final acerca de desenho e percepção visual (ou expectativa)

Não se pode escolher tudo o que se pretende ver, há coisas que não se conseguirão ver sem a ajuda de instrumentos e que, mesmo com essa ajuda, devem ser alteradas para se encaixarem nos objectivos do observador que no caso do desenho são de visualização.

Esta nota aponta no sentido da necessidade do desenho como integrador de um processo de selecção.

Já Galileu Galilei²⁹⁴ sabia que os resultados das suas observações da Lua para serem tomados como verdadeiros teriam de ser alterados. Para as suas demoradas e cuidadas observações da Lua, Galileu realizou uma série de ilustrações em aguarela que alterou posteriormente por forma a acentuar o efeito de realidade que esses desenhos deviam provocar. Ou seja, as ilustrações das suas observações tiveram de ser conscientemente alteradas para concretizar as expectativas dos observadores.

*“Pelo menos desde meados do século XVII que vários astrónomos fizeram notar que, consideradas como descrições cartográficas da Lua, as gravuras do Sidereus Nuncius são muito deficientes. Mas a representação exacta dos detalhes lunares nunca foi a intenção de Galileu. As gravuras que apresenta são peças visuais de um argumento.”*²⁹⁵

294 Galilei, G. (1610). Sidereus Nuncius - O Mensageiro das Estrelas. Fundação Calouste Gulbenkian (2010), Lisboa.

295 Leitão, H. (2010). Estudo Introdutório. Sidereus Nuncius - O Mensageiro das Estrelas. F. C. Gulbenkian. Lisboa: 17-136. p. 63

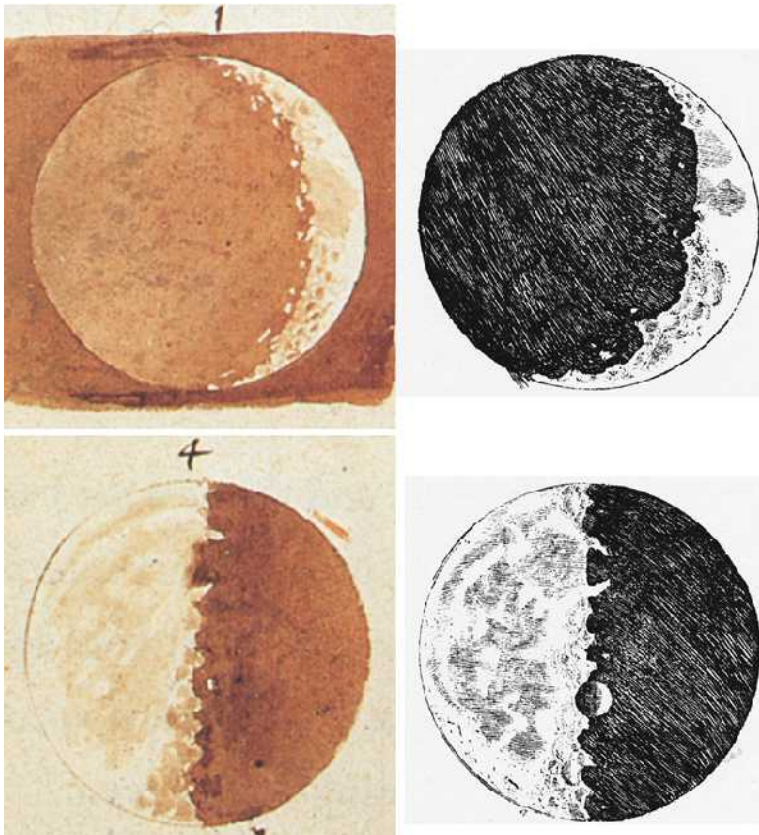


Figura : A Lua desenhada e redesenhada por Galileu Galilei, 1610

Esta observação conduz a uma hipótese que está subjacente a toda a tese:

A selecção das marcas a incluir e excluir num desenho é um processo fundamental para que o desenho seja percebido como verosímil. A máquina digital de desenhar permite que um desenhador com pouca experiência possa, através da repetição da sua utilização, gerar os seus processos de selecção de tal maneira que se possam tornar uma marca expressiva individual ao mesmo tempo que aproximam o observador do modelo.

Esta hipótese, apesar de surgir como fundo na investigação, permanecerá como uma hipótese fortalecida pelos dados da pesquisa conceptual e funcional, mas não será testada por se considerar que esses testes estão fora do âmbito da dissertação.

Posteriormente, com uma versão estável da máquina digital de desenhar e durante um intervalo de tempo alargado, serão realizados os testes para aferir acerca da verdade desta hipótese. Para desenhadores com nenhuma, pouca ou muita experiência.

CAPÍTULO 3

**Desenhar com a máquina digital de
desenhar, ligar partes**

Desenhar – ligar partes

“Notice things. Connect what you've noticed. Connect it into a picture. Think of how the picture might be changed; and act to change it.”

Neal Stephenson, *“The Confusion”*²⁹⁶

O utilizador da máquina irá realizar um desenho recorrendo a um meio linear, a uma caneta. O desenho que resulta desta acção tem a linha como principal meio de expressão e essa linha é acima de tudo uma linha de contorno.

Neste capítulo será abordada a linha de contorno e o modo como o desenhador a utiliza para procurar fazer o seu desenho.

A linha de contorno é o elemento do desenho ao qual se aplicam restrições com vista a ir reduzindo o número de opções possíveis para aquilo que se está a desenhar e desse modo se tornar cada vez mais visível e inteligível aquilo que se desenha.

A primeira propriedade de uma linha de contorno, para além da extensão e direcção, é o facto de servir para distinguir e ao distinguir está a incluir algo e a excluir algo. A certeza quanto ao que foi incluído e ao que foi excluído só é dada quando o desenhador sabe o que a linha está a contornar. Até lá, um sistema de predições e de restrições serve como guia para o seu processo de desenho. As restrições da linha de contorno servem para sinalizar ou ajudar a sinalizar a forma que se contorna, algumas dessas restrições são

296! Stephenson, N. (2005). *The confusion*. London, Arrow, p. 538

conhecidas como primitivas: borrões (*blobs*²⁹⁷), pontos, linhas e regiões.

As primitivas derivam das saliências que irão gerir os movimentos do desenhador.

Ao desenhar utilizando a máquina, como também se verifica ao desenhar um modelo à vista²⁹⁸, pode dizer-se que se está a tornar visível o processo de ver pelo desenho.

O processo de desenho utilizando a máquina é uma aumentação, como o movimento de uma lente que indaga e desacelera um processo que em si é discreto. Esta aumentação origina uma extensão temporal maior, dispondo o desenhador a desenhar durante mais tempo. Esta duração reflecte a atenção que é dedicada ao processo e enfatiza a consciência do processo.

Aos alunos que realizaram alguns testes com a máquina foi perguntado quanto tempo acharam que tinha decorrido desde o início até ao fim da experiência, tendo a maioria respondido com um valor muito próximo do valor real.

Pode, tendo estes dados como base, concluir-se que a atenção dedicada ao desenho se deve à peculiaridade do dispositivo que, pelas suas restrições (relação entre acção de desenhar e sítio onde

297! Rawson, P. S. (1969). *Drawing*, London: Oxford University Press.

298 O processo de desenho de um modelo à vista distingue-se do processo com recurso à máquina por se saber de antemão o que se está a desenhar, tornando o processo num conjunto de ligações que permitam mostrar aquilo que se está a ver, ao mesmo tempo que se vão descobrindo as ligações para o fazer. Este processo de conhecimento é discreto, não é facilmente observável. No caso da máquina o processo cognitivo é posto a descoberto, é possível reconhecer as restrições que a máquina coloca ao desenhador e as restrições que o desenhador acrescenta ao seu processo por forma a prosseguir com o seu desenho. As restrições são visíveis por exemplo nas hesitações perante uma junção de um qualquer tipo (que serão descritas mais adiante).

se vê o efeito dessa acção: uma superfície de fixação e algoritmo), induz o desenhador a um estado de desenho²⁹⁹. Será este estado que leva o desenhador a não olhar para o papel onde está a traçar? Parece que sim, tendo questionado os mesmos alunos acerca deste facto, todos responderam que “não se lembraram disso” (de olhar para o papel).

O desenho tem lugar sobre a projecção do traço³⁰⁰ sobre a imagem a copiar e é acerca dessa acção que tratam as páginas seguintes.

John Willats, no seu livro “*Art and Representation*”³⁰¹, descreve duas estruturas formais que normalmente se utilizam para a construção de imagens e que se apresentam como dois tipos de sistemas: os sistemas de desenho e os sistemas denotativos. Estes dois sistemas não são estanques, notando-se que entre si há muito em comum.

Os sistemas de desenho “*dão-nos conta das relações espaciais entre objectos*”³⁰² e podem ser centrados no objecto como é o caso das representações isomórficas ou das representações medievais que

299 O estado de desenho é aquele em que o desenhador se encontra durante um processo de desenho, quando toda a sua atenção está focada nesse processo. Parecendo não haver exterior, como se houvesse uma hiper-consciência do processo que ligasse o desenhador ao desenho, ou como se as duas partes fossem uma. Este estado de desenho é diferente do enunciado por Betty Edwards ((1999). *The new drawing on the right side of the brain*. New York, Jeremy P. Tarcher/Putnam) em que o desenhador se abstrai do mundo que o rodeia durante o tempo em que desenha, de tal modo que não tem consciência da duração.

300 A projecção no ecrã.

301! Willats, J. (1997). *Art and representation, new principles in the analysis of pictures*. New Jersey, Princeton University Press.

302 Willats, J. (1990). The draughtsman's contract: how an artist creates an image. *Images and understanding : thoughts about images, ideas about understanding*. H. B. Barlow, C. Blakemore and M. Weston-Smith. Cambridge, New York, Cambridge University Press: 235 - 254, p. 237 - “(...) [the drawing systems, like perspective,] give an account of the spatial relationships between objects...” .

mostram os objectos nas relações entre as suas partes não tendo em conta a unidade com o resto da cena visual, ou seja, a medida de cada objecto refere-se à sua própria unidade ou padrão de medida. Estes sistemas de desenho têm um carácter permanente ou fixo.

Os sistemas de desenho de carácter transitório são os que se centram no observador (e, no caso presente, no desenhador), como é o caso da perspectiva linear. Estes sistemas centrados no observador são os que mais se aproximam da experiência visual do mundo, pois as relações espaciais que aí se marcam são as que referem um mundo em mudança, ou seja, as coisas são representadas num determinado enquadramento que lhes atribui o sentido percebido. São, dos sistemas de desenho, aqueles que mais têm em comum com os sistemas denotativos.

Os sistemas denotativos são aqueles que *“que nos dizem como é que as várias marcas na superfície das imagens se relacionam com objectos no mundo real”*³⁰³.

Por exemplo: uma linha pode significar uma aresta ou um ponto pode significar uma esquina. Sabe-se que a aresta existe independentemente do facto de ser ou não visível ao observador. As marcas que se organizam num conjunto de ligações para formar a impressão de aresta denotam a aresta. O cérebro irá *“interpretar este padrão (...) de modo a extrair características como as arestas; tal como tem de fazer quando interpreta uma determinada disposição luminosa de uma cena real quando esta atinge a retina”*³⁰⁴. O cérebro extrai saliências que, no caso em estudo, são reconhecidas como

303 Idem, *“the denotation systems are which say how the various marks on the picture surface are related to objects in the real world.”*

304 Idem, p.244 - *“[“the brain ”] has to interpret the pattern (...) in order to extract features such as edges, just as it has to do when interpreting the array of light from a real scene as it falls on the retina.”*

primitivas da imagem com a forma de borrões, pontos, linhas e regiões.

As primitivas que denotam o objecto ou uma parte de um objecto (ex: linhas de contorno das faces de um prédio, ou uma quebra num contorno, ou um espaço negativo) numa imagem fotográfica são as mesmas que denotam esse objecto num desenho feito com a máquina. As primitivas são o elemento mínimo do modelo que indicam ao desenhador qual o movimento seguinte.

As marcas inscritas na superfície do desenho têm características da imagem, pois são extraídas da imagem e traçadas no desenho num movimento simultâneo ou quase simultâneo entre o reconhecimento da primitiva e a sua anotação no desenho. Este movimento permite ao desenhador prosseguir para a parte seguinte (indiciada pela primitiva) do seu desenho e é este movimento que irá aumentar as restrições e reduzir o número de opções disponíveis para o reconhecimento do objecto do desenho.

“Por alguma razão os seres humanos aceitam alguns sistemas denotativos como base para desenhos convincentes ou ‘realistas’, apesar das relações entre as marcas e as intensidades de luz reais na cena não serem directas. Outros (...) não serão aceites e faz parte do treino de um artista aprender qual é qual”³⁰⁵.

A máquina de desenhar que se apresenta pode fazer parte do treino do artista ao ser um dispositivo pelo qual o desenhador pode gradualmente ir assumindo o controlo do seu desenho, acentuando (ou seleccionando) as marcas que melhor denotam a cena que vai tomando forma à medida que as várias partes desenhadas lhe

305 Idem, p. 246 - *“For some reason humans will accept some denotation systems as the basis for convincing or ‘realistic’ drawings, although the relationships between the marks and actual light intensities from the scene are not at all direct. Others (...) we wil not accept, and it is part of an artist’s training to learn which is which.”*

permitem ir afinando as suas predições e excluindo as primitivas que se vão tornando desnecessárias para a inteligibilidade do desenho³⁰⁶. Com o uso repetido da máquina espera-se que o desenhador possa criar o seu sistema de desenho baseado num sistema denotativo. Deste modo desenhar é ver e conhecer.

Willats reconhece que há uma permeabilidade entre sistemas e apresenta um sistema híbrido³⁰⁷. Este sistema tanto é centrado no objecto como no observador, como sucede no caso do desenho com a máquina. Ao iniciar o seu desenho, o desenhador só tem aquilo que vai vendo e traçando: um conjunto de marcas que representam primitivas de um objecto desconhecido, encerradas no único contorno conhecido do círculo transparente móvel; e é sobre este objecto que o desenho se desenrola até que as primitivas comecem a denotar algo mais que sentidos e mudanças de direcção (junções). Quando o observador começa a reconhecer o padrão de um enquadramento visual e a situar o objecto numa cena, o sistema passa a ser centrado em si. Nesse momento e até que haja uma certeza quanto às predições que se vão realizando, há um jogo entre os dois sistemas. Pode dizer-se que o sistema de desenho centrado no objecto e o sistema denotativo, como são propostos por Willats, se encontram e acabam por coincidir na utilização da máquina, neste tipo específico de desenho de cópia.

306 Esta recombinação do desenho enfatiza o seu carácter modular. Ao aumentar o número de interacções entre as partes descobertas algumas tornam-se descartáveis ou recombinaíveis. Certas partes do desenho podem restar em suspensão como partes indiferenciáveis que auxiliarão o desenhador a confirmar a sua predição.

307! Willats, J. (1990).

As primitivas de uma imagem ou de um desenho coincidem no ecrã, circunscritas pela circunferência da área que as desvela. Este círculo marca uma região que é a primeira primitiva do desenho a ter em conta e é uma primitiva que não será traçada. Há outras primitivas da imagem que não serão traçadas, mas por opção do desenhador, como foi visto.

O primeiro elemento do desenho a seguir à circunferência, coincide com ela e parte de uma analogia com a descrição de borrão (*blob*) feita por Philip Rawson.

Uma *blob* é, para Rawson, um símbolo do irrepitível, do jogo do acaso. Um borrão pode fazer parte de uma representação de um objecto real (de um modelo real), ou de um modelo da imaginação (como os borrões de Cozens), ou significar-se a si mesmo.

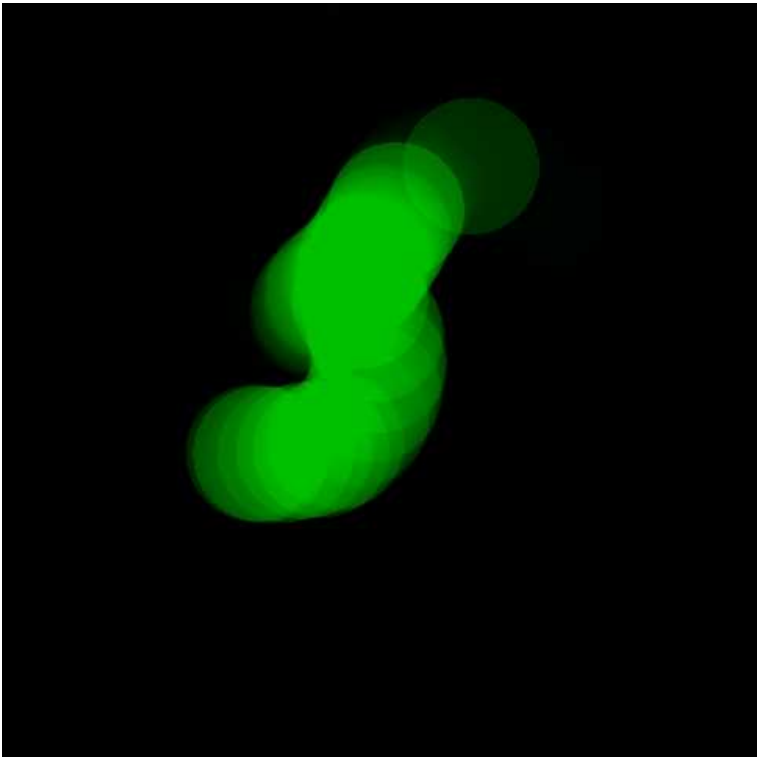


Figura : Sequência de borrões no patch em pd

*“Claro que os borrões, mais do que qualquer outro símbolo gráfico, têm o seu significado dependente da capacidade do observador em detectar neles associações sugeridas pelo contexto em que se encontram. Os borrões, são assim, um elemento importante daquilo que, em sentido figurado, se pode chamar o princípio de indeterminação. Nas artes figurativas podem ser encontrados, especialmente, quando o artista procura evitar que uma forma seja demasiado restringida pelo seu contorno.”*³⁰⁸

Se se considerar o círculo transparente no *patch* em pd como um borrão sujeito às restrições do algoritmo, pode entender-se o círculo como um borrão que se move (figura 85) e que em cada momento vai tornando visíveis novos elementos para um enquadramento visual³⁰⁹ que irá auxiliar o desenhador na tarefa de reconhecimento.

Ao desenhador vão sendo dadas as pistas para que possa ver e tentar desvendar aquilo que está a desenhar. Enquanto desenha as linhas que vai descobrindo (desvelando) vai reconhecendo nelas as arestas do modelo que copia. Deste modo, a *blob* de Rawson pode

308 Rawson, P., (1969) pp. 82-83 - “Of course blobs even more than other graphic symbols depend for their meaning upon the spectator's being ready to read into them associations to which the suggested context gives rise.(...) Blobs are thus an important element in what one might figuratively call the principle of indeterminacy. In representational art they may be found especially when the artist wishes to avoid a tight definition or limitation of a form by his contour.”

309 “De um modo geral a percepção assimila a circunscrição e a sua envolvência (situação espacial, equivalente ao enquadramento visual) utilizando imensas características da envolvência como indicadores da origem da circunscrição.” Kennedy, J. M., I. Juricevic, et al. (2003). *Line and Borders of Surfaces: Grouping and Foreshortening. Looking into pictures: an interdisciplinary approach to pictorial space*. H. Hecht, R. Schwartz and M. Atherton. Cambridge, Massachussets; London, England, A Bradford Book, The MIT Press. p. 326 - “Generally, perception takes in the border and its setting and uses as many features of the setting as indicators of the origin of the border.”

contribuir para o sistema de predição. Claro que é uma *blob* adequada a um processo, pertencente a um algoritmo, com raio definido, com trajectória mensurável e não exactamente um borrão informe e casual. Mas não se deve deixar de notar que esta descrição de borrão, como indicador de um sentido, ajuda a transformar o círculo transparente num operador com um valor próximo da linha. Apesar de não produzir um traço visível é um produtor de ligações e é uma marca.

Se inicialmente o círculo transparente é uma mancha colocada ao acaso³¹⁰ na superfície do desenho, com a continuação da acção o desenhador apercebe-se de que há um conjunto de regras que a transformam num borrão que permite o estabelecimento de ligações entre as partes que ele vai tornando visíveis.

“(...) O significado de cada linha vai-se tornando claro, pelo contexto das outras linhas, com as quais a mente tem de a relacionar, e pelo seu contexto, indiciador de uma realidade notacional, por exemplo, a borda de um robe, ou um cabelo ou a face de uma rocha.”³¹¹.

A linha desenhada no papel e no ecrã é sempre a mesma. Em si ,é uma linha neutra que não sofre nenhum tipo de variações com a inclinação ou com a pressão, não sendo possível, por isso, torná-la num elemento de expressão subjectiva ou de indicação de variações texturais e luminosas. É, no seu entendimento enquanto parte de um sistema que liga a outras partes, um sistema modular, que se deve entender a força da linha. As várias escolhas do desenhador, na

310 O utilizador da máquina tende a iniciar o seu processo no centro do ecrã, mas não deixa de ter toda a sua superfície para colocar a primeira marca.

311 Rawson, P. S. (1969). *Drawing*, London: Oxford University Press, p.92 - “(...) The meaning of any single line is further clarified both by its context of other lines, with which the mind has to relate it, and by its context as an index to a notional reality, for example, the edge of a robe, or hair or a rock face.”

relação entre as marcas que vê e as que irá traçar na construção do seu enquadramento visual para representar o objecto, é que podem indiciar a sua expressividade, a marca subjectiva do seu génio visual. Para Rawson o desenho é o traço (a marca) de “um ponto que se move”³¹².

No *pacth* em *pd* verifica-se este registo da linha como uma sequência de coordenadas que corresponde ao registo do movimento de um ponto sobre o plano de desenho (ou janela).

No desenho utilizando a máquina procura-se um traço que denote o objecto que serve de modelo, que haja uma coincidência entre os contornos (ou linhas que se distinguem ou que distinguem o modelo) e as linhas que os traçam.

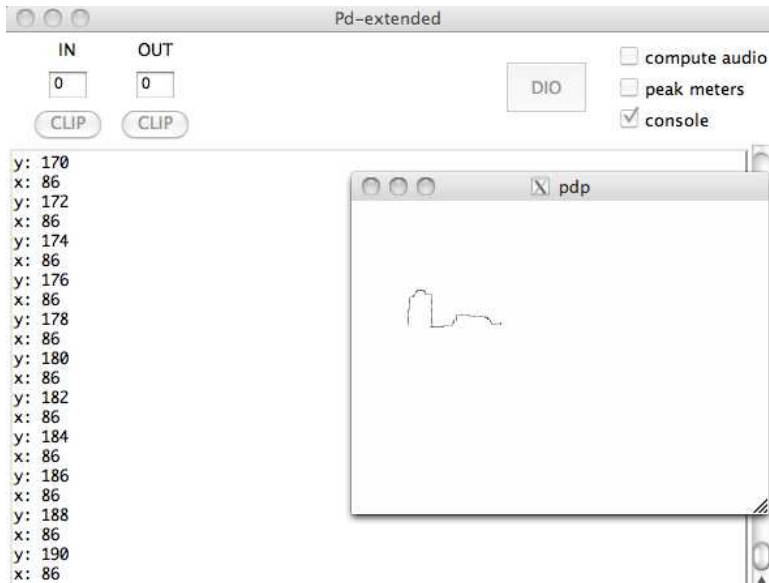


Figura : Registo do movimento do ponto (x, y) na janela do patch em *pd* (*pd window*)

312 Rawson, idem, p. 84 - “The line is a trace left by a moving point. Its essence is that it has directional value in relation to the co-ordinates of the field. If the point is an inflexible one, like the silverpoint or stylus, its line will be a trace without many qualities other than its direction and track.” ,

No entanto, a mão do desenhador é também a mão do observador que pode não ter treino ou não ter firmeza. O que acontece de facto, é que as linhas traçadas pelo desenhador coincidem com as do objecto, denotando-o, mesmo quando na sua aparência (como traços sobre o papel) tal não acontece. Os gestos que o desenhador faz têm uma intenção denotativa e acima de tudo é essa a marca, ou traço, que aproxima o desenho do seu modelo e não só as sobreposições ou coincidências exactas. O ponto que se movimenta sobre o modelo representa essa intenção e o seu traço liga esse movimento da intenção denotando o modelo e mostrando o processo de reconhecimento/predição (ou busca).

Pode observar-se a linha seguindo o contorno de um objecto desconhecido, mas é sem dúvida um contorno que se reconhece como tal e o que se contorna no início são os indícios de um objecto desconhecido.

A distinção que daqui emerge pressupõe que se reconhece o sentido do contorno: aquilo que contém e que não contém. Esta distinção surge durante o processo de desenho, quando, através de um conjunto de ligações o desenhador começa a formar uma imagem daquilo que está a desenhar. O que se liga são as partes mais pequenas do modelo que vão sendo dadas a ver através de pequenas marcas a que se chama primitivas ou regiões da imagem, ou do desenho – no caso de um desenho com a máquina.

As primitivas da imagem vão sendo descobertas e traçadas pelo movimento do desenhador sobre as superfícies (papel e ecrã) onde o desenho ocorre. São as mais pequenas partes salientes³¹³ de uma imagem que, no caso em estudo, podem não ser facilmente

313 As saliências são o elemento que move o foco de atenção do observador no estabelecimento de relações espaciais, pode dizer-se que são marcas que indiciam as ligações a estabelecer para que os contornos extraídos possam ser representações.

detectáveis sem um enquadramento visual. Um exemplo dessa dificuldade surge na possível confusão que uma linha pode originar: o nosso sistema perceptivo visual tendendo para a estabilidade opta pela continuidade, esta preferência pode originar erros de entendimento e conseqüentemente de construção da forma visual. Por exemplo (ver figura 87), uma quebra de contorno (A e B) pode ser entendida como um contorno comum (C), de tal maneira que duas faces de um objecto possam ser entendidas como uma face de um objecto (D).

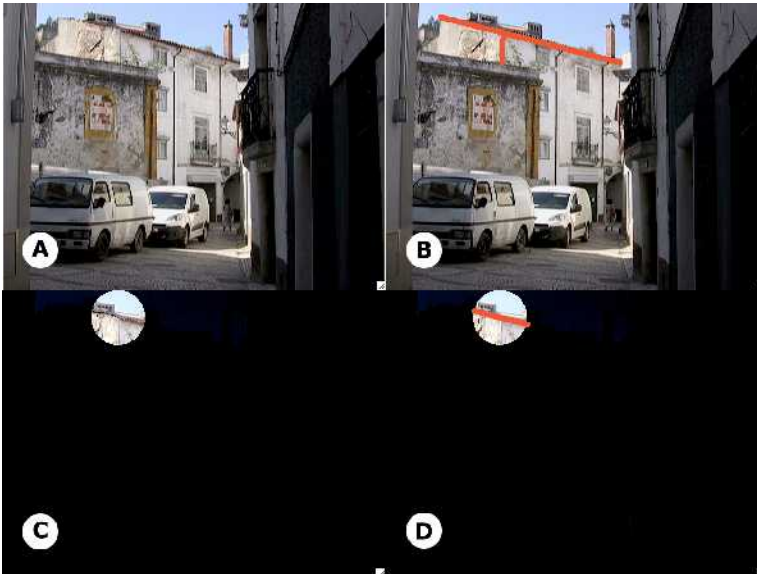


Figura : Continuidade - contorno comum e quebra de contorno

Na imagem acima (figura 87) há um terceiro elemento que pode indiciar uma falsa sobreposição, a junção da linha vertical com a linha oblíqua forma uma junção com a forma de um "T"³¹⁴ que é ignorada

314 A junção em "T" é processada pela inteligência visual como uma sobreposição, ou seja, representa uma situação tridimensional em que a perna do "T" continua por detrás do seu traço horizontal, que representa o limite de uma superfície que continua para cima.

devido à prioridade visual (por força da continuidade) que a oblíqua assume no entendimento daquela parte da imagem e do desenho.

É importante referir que a ordem pela qual se vai traçando a imagem e fazendo o desenho assume um papel fundamental na construção do enquadramento visual que irá reger as prioridades na construção da cena visual, ou das ligações que se estabelecem. Ou seja, e tendo como exemplo a imagem em análise, se o contorno da aresta vertical (C) tivesse começado a ser desenhado de baixo para cima, não se verificaria nenhuma ambiguidade e o desenhador teria optado por continuar o seu desenho para baixo para a direita ou para cima para a esquerda. De facto, a junção é uma falsa junção em “T”, trata-se de uma junção em “Y”, que denota uma quebra numa face ou uma junção de duas faces com inclinações diferentes. Se o desenhador chegar a este ponto vindo de baixo, este “Y” torna-se evidente, não haverá dúvidas de que ali existe uma quebra apesar de haver um contorno comum que tem uma direcção comum.

As junções são primitivas de dimensão zero (ponto) que resultam do encontro de diversas linhas (de contorno). As linhas de contorno (dimensão um) denotam arestas, contornos de oclusão (contornos que interrompem a continuidade do objecto para um dado ponto de vista ou que tapam a totalidade ou parte de um ou mais objectos), ou a extensão e curvatura das superfícies. As junções são o limite das arestas, auxiliando o desenhador nas decisões que toma quanto aos seus gestos com a caneta sobre a superfície de desenho. São restrições.

As primitivas das imagens e dos desenhos são representadas nas imagens e nos desenhos como marcas que podem estar presentes de forma física (como marcas de tinta ou de outro material) ou podem manifestar-se implicitamente, como é o caso dos contornos

interrompidos ou incompletos, em que se percepção o objecto como um todo apesar do seu contorno estar interrompido³¹⁵. Há marcas que estão implícitas pela indicação de outras que são explícitas.

Por exemplo: duas linhas concorrentes sobrepostas por uma outra superfície indiciam o seu ponto de intersecção³¹⁶.

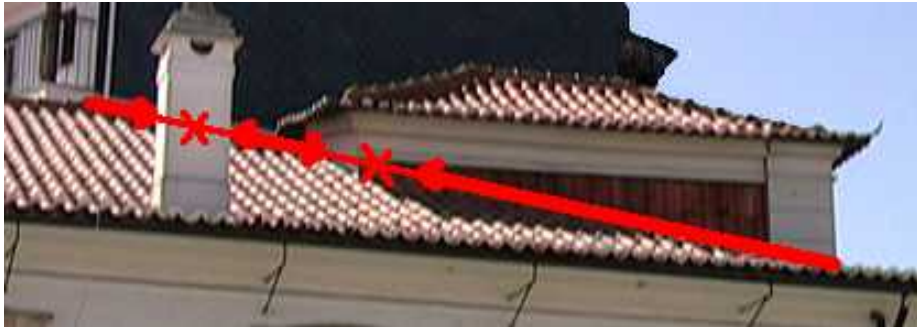


Figura : Contorno interrompido e continuidade

Este ponto onde as linhas se encontram pode não ser explícito, mas continua visível para a inteligência visual do desenhador. No exemplo representado nesta imagem os pontos de junção correspondem a duas primitivas implícitas da imagem, os pontos indicados serão os pontos onde as linhas se intersectam ou completam. Os pontos de junção ou primitivas de dimensão zero são os que se formam na interrupção da linha por outra que se lhe sobrepõe.

As junções são designadas pelas letras 'Y', 'L' e 'T' por existir uma analogia visual entre si e as linhas descritas para cada uma das

315 “Como Koenderink e Doorn (1982) disseram, não é possível ver toda a superfície de um objecto opaco e regular a partir de uma única posição, visto que partes da sua superfície irão necessariamente ocluir-se por si mesmas.” Willats, J. (1997), p. 97 - “As Koenderink and van Doorn (1982) said, it is not possible to see the entire surface of an opaque smooth object from a single position because parts of the surface are necessarily occluded by itself.”

316 Como se verifica no caso do triângulo de Kanizsa, o cérebro procede a uma conclusão amodal da forma.

junções. Há outras linhas que indiciam junções, como a linha que termina e a linha que se funde.

Assim, uma junção em 'Y' denota uma esquina em que a linha vertical representa a aresta mais saliente ou a aresta mais recuada, sendo os dois braços oblíquos do 'Y' as arestas de duas faces que se tocam na linha vertical. Se as duas linhas oblíquas tiverem a direcção inversa (encontrando-se na vertical vindo de baixo para cima) verifica-se uma interpretação semelhante. Uma junção em 'Y' implica um sistema centrado no observador que se localiza em determinada posição relativamente à cena visual ou à sua imagem (neste caso verifica-se um reconhecimento da dimensionalidade da cena denotada pela sua imagem).

A junção em 'L' denota um canto, como o fim de uma aresta ou a continuação de uma superfície para trás de si própria, por exemplo: um cilindro visto de frente tem quatro junções em 'L' que denotam um rectângulo, ou seja, para que não se verifique ambiguidade e haja continuidade é necessário que exista um enquadramento visual, que no caso do cilindro pode ser a sua textura ou sombra própria. Assim, o observador entende a continuidade e dimensionalidade do objecto (apesar de não ser visível).

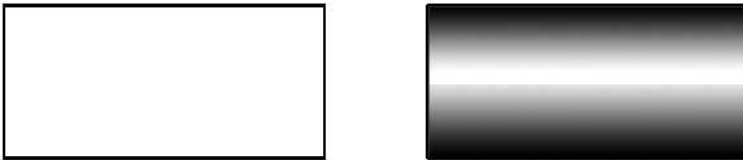


Figura : Junção em 'L', rectângulo ou cilindro?

Uma junção em 'T', como se viu, denota uma aresta vertical que passa por trás de uma superfície de frente para o observador, implicando o reconhecimento da posição do objecto em relação ao observador.

As junções têm a capacidade de denotar características de uma cena ou imagem, mas não garantem que a cena ou imagem reconhecidas correspondam ao objecto real, há sempre espaço para a ambiguidade e para múltiplas opções. As junções são uma parte importante do processo de reconhecimento enquanto se desenha com a máquina, mas deve ter-se sempre em conta que se trata de um processo de estabelecimento de relações entre partes, de uma construção da percepção.

Há dois tipos de linha que denotam junções implicitamente: a linha que termina e a linha que se funde (figura 90). A primeira é uma linha que acaba, não se ligando a nada, muitas vezes dentro de um contorno e que pode denotar por exemplo: um vinco, ou uma racha. A segunda é uma linha que se funde com o fundo, podendo este fundo ser uma figura ou o fundo (neste caso a linha denota algo – por ex: uma aresta) ou que se desvanece com a distância.

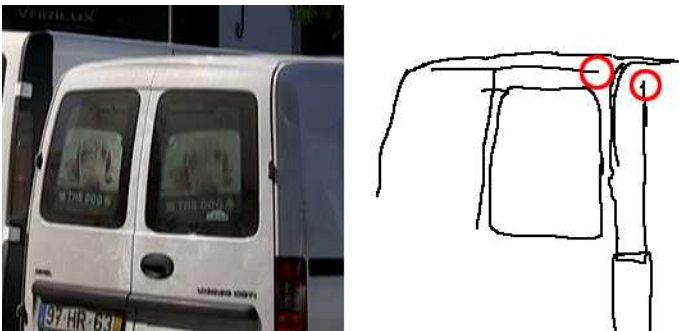


Figura : Duas linhas que terminam fundindo-se com a figura, denotando uma dobra

As junções têm importância para a definição e reconhecimento de um objecto desenhado ou de uma imagem, mas não devem ser entendidas como o único elemento do desenho ou da imagem que serve o desenhador no seu sistema de reconhecimento e predições. Sabe-se que há agrupamentos que produzem arestas e que estas arestas se encontram produzindo junções de diferentes tipos,

servindo como pistas para a organização espacial das partes do objecto desenhado. As junções podem sinalizar oclusões, mudanças de direcção, o fim ou a continuidade de uma superfície, variações de iluminação, variações de textura, paralaxes ou profundidade. Além das junções há outras linhas que podem ser entendidas como o contorno de algo definido porque não há junções para a sua delimitação e a sua organização espacial pode conduzir o desenhador a ver arestas onde não há arestas ou a procurar um objecto onde ele não está³¹⁷. A ambiguidade pode originar predições erradas.

As texturas e outros indícios que são entendidos como contexto ou enquadramento visual, tornam-se importantes para que as linhas sirvam para distinguir as partes umas das outras, sustentar a continuidade e poderem ser correctamente entendidas. No caso da máquina de desenhar este contexto é relevante, pois, ao desenhador, a imagem só é dada a ver por partes e algumas dessas partes podem não ter nenhuma junção, levando-o a gerir o seu desenho com recurso ao enquadramento visual e à memória para tentar reconhecer o que está a desenhar.

317! Kennedy, J. M., I. Juricevic, et al. (2003). Line and Borders of Surfaces: Grouping and Foreshortening. Looking into pictures: an interdisciplinary approach to pictorial space. H. Hecht, R. Schwartz and M. Atherton. Cambridge, Massachusetts; London, England, A Bradford Book, The MIT Press, pp. 321-354

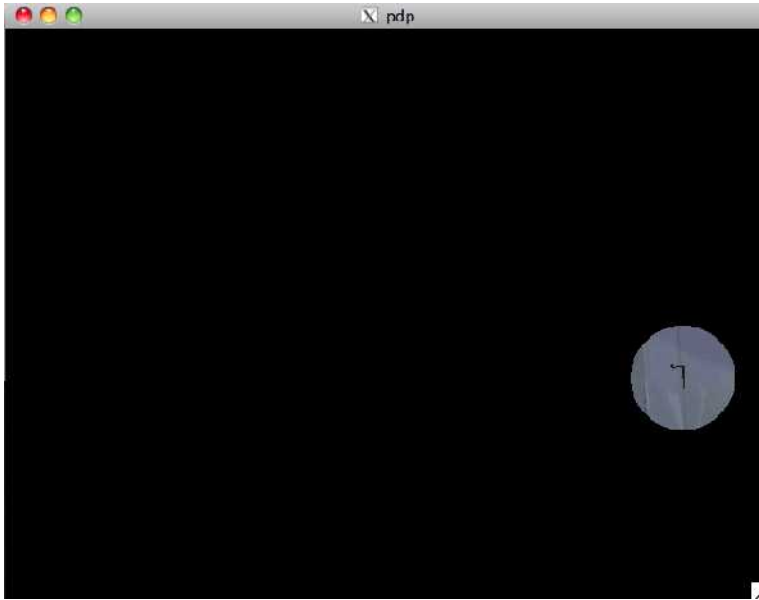


Figura : Duas linhas paralelas indiciam largura e extensão

“... como o contorno, a acreção e a rasura requerem o agrupamento para nos apontarem para uma delimitação contínua. Assim como o contorno, são ambíguos e podem utilizar o contexto para nos dizerem que devem ser vistos com uma determinada relação de forma-fundo ou outra.”³¹⁸

Ao utilizar a máquina o desenhador está a apagar e a acrescentar marcas ao seu campo visual que se vão revelando como continuidades ou como quebras na imagem que se copia, servindo assim como pistas ao seu reconhecimento e como sinais indicando direcções ao gesto de desenhar. São estes acrescentos e apagamentos que criam o conjunto de ligações que formam o enquadramento visual.

318 Idem, p. 352-3 - *“... like outline, accretion and deletion require grouping to tell us about a continuous border. Also like outline, they are ambiguous and can use context to tell us to see them with one foreground-background relation or another.”*

Este modo de ir acrescentando marcas à medida que se apagam outras, com o objectivo de descobrir a imagem que está a ser copiada, indica o carácter modular do processo.

Como se observa pela utilização da máquina, o reconhecimento do modelo que se está a desenhar não é instantâneo, é um processo de construção assente no reconhecimento e na predição e é tanto mais demorado quanto menos inteligíveis ou em maior quantidade são as primitivas que se apresentam ao desenhador.

O processo é um jogo entre a estabilidade e o desequilíbrio. O reconhecimento acentua a estabilidade, gerando a possibilidade de se estabelecer uma continuidade que agrupe toda a cena de acordo com a expectativa. Este processo pode ser demorado e exige a atenção e imersão do desenhador, pois até toda a superfície da imagem ter sido desenhada e vista o desenhador não tem a certeza absoluta do seu desenho³¹⁹.

Este desenho irá, então, coincidir com o desenho que esteve a realizar.

*“Por encerramento eu pretendo dizer uma área da superfície de um desenho cuja forma está de algum modo definida. (...) Os encerramentos definem áreas da superfície do desenho e o termo 'encerramento' não traz consigo nenhuma sugestão específica quanto à presença ou ausência de corpos objectivos.”*³²⁰

319 Este desenho refere-se ao ajustamento das partes, ou à estabilidade dos agrupamentos relativamente a um enquadramento visual final. O carácter modular do processo permite que, apesar da aparente independência das partes, haja integração. Cada parte desenhada e entendida irá persistir na construção deste desenho, podendo haver apagamentos e acréscimos que servirão para dirigir a direcção que o desenho pode ir tomando em cada novo movimento.

320 Rawson, idem, p. 144 - *“By enclosure I mean an area of the surface of a drawing the shape of which is in some way defined. (...) Enclosures define areas of the drawing surface; and the term 'enclosure' carries no specific suggestion as to the presence or absence of objective bodies.”*

As *enclosures* referidas por Rawson são equivalentes às regiões de que se fala de seguida.

Uma região é uma área de uma imagem ou de um desenho que encerra (através de uma delineação física ou subjectiva) ou denota qualquer coisa.

As primitivas de duas dimensões são chamadas regiões e não precisam de ter um objecto, o sistema perceptivo visual agrupa as primitivas em formas mais ou menos definidas (estabilidade) que supõe serem parte de uma continuidade que é a imagem.

Três tipos de encerramento (ou região) são apresentados por Rawson, as regiões de formas positivas, as regiões de formas negativas e as regiões de formas que não são nem negativas nem positivas, ou seja, os casos em que se verifica os contornos de uma forma serem dados sem relação a um fundo, não há um espaço negativo que se possa definir como tal, pois é sempre parte de outra forma (não há uma relação figura/fundo, mas também não há uma relação figura/figura clara), ou como se viu na imagem anterior (figura 91), não há elementos suficientes para definir um tipo de espaço (as duas linhas paralelas referem-se a uma região alongada sobre um fundo, ou a três regiões distintas?).



Figura : Videoplace, de Myron Krueger e The Manual Input Sessions de Golan Levin e Zachary Lieberman

No caso das duas obras ilustradas na imagem (figura 92), sucedem os três tipos de região, embora sem que haja ambiguidade. Nos dois

exemplos há um duplo reconhecimento das regiões, pelo observador e pelo *software*. As regiões que se reconhecem denotam dois espaços, um positivo e um negativo, alternadamente, pois partilham de um contorno comum, embora não se verifique bi-estabilidade como no vaso de Rubin.

No caso de *Videoplace*, a região espaço negativo serve de fundo para encurralar uma entidade que de outro modo flutuaria no ecrã a mando dos gestos do participante. Mas automaticamente se reconhece a região maior que são as duas mãos enlaçadas. Neste caso há um enquadramento visual que origina o reconhecimento das mãos permitindo que a interação ocorra.

No caso das *Manual Input Sessions*, passa-se algo de semelhante mas o espaço negativo é completamente preenchido por uma forma que se autonomizará assim que a região altere a sua configuração. Neste caso, não há espaço negativo, verificando-se uma situação de ambiguidade em que o fundo é uma forma, apesar de haver todas as primitivas que permitem entender o contrário.

O desenhador agrupa primitivas para formar regiões e este agrupamento é descrito por Rawson e aqui apresentado como um conjunto de dois grupos: agrupamento por padrões ³²¹ e agrupamento

321 Rawson, P. (1969), pp. 185-186 - "1. A number of similar notional objects may be seen as a group. For example, a group of hands, feet, or heads may emerge from a welter of notional objects and support a shape-concept.; 2. Objects similar in size or scale may form a group. For example, human figures of a similar apparent size will be grouped and will indicate, say, a given region of distance in notional space, as for example, a 'foreground'; 3. Things similar in shape may form a group. The things in question may be notional objects which are normally similar in shape anyway; so that this grouping may often reinforce group type 1. But the similarity in shape may, more subtly, work amongst purely graphic elements, such as linear or enclosure forms; 4. Things similar in tonality form groups. Obviously the points of highest light or of deepest dark in a drawing may form one or more groups according to how they are placed on the surface. Where there are too many dispersed patches to a tone - for example, a mid-tone - they are not easy to assemble or recognize as grouped. It is not accidental that many of the most conscious craftsmen in tone amongst draughtsmen, such as Rembrandt, have cut down the number of deep darks in their drawings into small manageable groups. In their paintings they have done the same with the chief highlights; 5. Things of similar color form groups; 6. Things of similar plastic projection form groups. (...); 7. Things of similar texture form groups; 8. Groups

por proximidade³²². Entende-se com facilidade que um grupo não exclui o outro e que, no caso do desenho com a máquina, o agrupamento ocorre numa acção entre a continuidade do traço e o reconhecimento que se vai verificando. O agrupamento não tem que ser marcado, é uma construção visual. Assim como as regiões.

As regiões são uma aumentação das primitivas para o estabelecimento de um enquadramento visual. Uma região, como se depreende da definição de Rawson só existe se denotar alguma coisa, ou seja, são as suas relações com as outras partes de uma imagem que a colocam nessa imagem e não noutra. As regiões são a restrição mais visível no processo de desenho com a máquina, agrupam partes que contêm primitivas e surgem circunscritas pela circunferência da transparência. Este encerramento pela circunferência é uma restrição de duplo sentido, pois tanto pode auxiliar no entendimento da imagem a ser copiada, como criar atrito a esse entendimento ao interromper regiões (tapando ou apagando partes de regiões que se tornam ininteligíveis para o desenhador). Em ambos os casos é um modo de aceder à imagem.

Como se viu anteriormente o desenho com a máquina é regido por um sistema híbrido de desenho e denotativo.

containing the same number of things form groups. For example, a cluster of three heads, one of three hands, another of three feet, may form a group; 9. (nota 323); 10. Things disposed as a sequence at recognized intervals in space will form a group, as for example the rungs of a ladder or, more subtly, the rhythmic elements of a design; 11. Occasionally the proeminent suggestions of a linear pattern such as a triangle or a curve can suggest a group amongst elements which have no other common group-factor..”

322 Rawson, P. (1969), pp. 185-186 - “9. Things, even disparate things, which are physically close to one another, and either separated from other things or surrounded by an enclosure of some kind, will form a group. There are innumerable variants of this type of group.”

Para concluir este capítulo, retoma-se este sistema a partir de uma questão de Maynard que insiste na existência de uma distinção entre primitivas do desenho e da imagem. Esta distinção deve-se essencialmente a uma diferença na correspondência na dimensionalidade das marcas no desenho em relação às marcas na imagem. Isto é, uma primitiva que numa imagem pode ser entendida como tridimensional (representando uma primitiva tridimensional na cena visual), num desenho pode ser bidimensional ou ter apenas uma dimensão, sendo necessária a criação de relações com outras primitivas para que seja entendida como tridimensional (ou representando tridimensionalidade). Este conjunto de relações pode originar uma região e no, caso das regiões, a distinção entre desenho e imagem é mais acentuada se não houver um conhecimento das relações entre as partes, pois num desenho um conjunto de primitivas que formam uma região pode ser reconhecido como uma figura ou não, ao passo que numa imagem o acesso ao reconhecimento e à formação de um sentido é mais imediato.



Figura : No desenho uma nuvem pode parecer uma montanha, na fotografia é uma nuvem

O caso do desenho com a máquina continua a ser um híbrido. Ao tratar-se de uma *interface* de desenho, o desenhador reconhece as primitivas com a dimensionalidade característica do desenho, atribuindo-lhe a dimensionalidade denotada pelas primitivas da cena visual no momento seguinte. No caso do desenho de cópia o desenhador reconhece primeiro a linha, junção ou região no desenho para, de seguida, no processo de enquadramento visual, atribuir uma dimensionalidade que corresponda ao modelo a ser copiado.

*“Contudo, as primitivas da imagem são apenas isso: primitivas, ou seja, unidades básicas para usar em combinação e, como sempre, as relações multiplicam os significados.”*³²³.

A máquina de desenho é um dispositivo que procura criar restrições a esta multiplicidade de sentidos.

323 Maynard, P. (2005). Drawing distinctions : the varieties of graphic expression. Ithaca, N.Y. ; London, Cornell University Press ; [Bristol : University Presses Marketing, distributor], p. 75 - *“However, picture primitives are just that: primitives, that is, basic units for use in combination, and, as ever, relationships multiply meanings”*

CAPÍTULO 4

O desenho de calque - o desenho com a máquina é uma cópia

O desenho com a máquina é uma cópia

“Uma vez que o propósito de algumas marcas que fazemos é o de levar as pessoas a imaginar que vêm as coisas e visto que para que isso aconteça as pessoas têm de ver essas marcas, porque não levar essa visão ao acto de imaginar, emprestando assim a força e imediatez da percepção à imaginação?”³²⁴

O desenho de contorno é uma forma de aproximação à nossa experiência das coisas.

O utilizador da Camera Obscura ou da Camera Lucida sabe que a sua tarefa será a de transformar uma imagem projectada sobre uma superfície num conjunto de marcas nessa superfície³²⁵. O desenhador irá traçar por cima da imagem os contornos das suas partes, irá fazer uma cópia. Este é um desenho de cópia particular, pois não se trata de uma imitação mas sim de uma translação de um meio óptico e informático (filtrado pela máquina e pela disposição do utilizador) para o meio do desenho. O desenhador ao fazer a cópia terá de traçar marcas onde não existem marcas traçadas, de modo a que o seu desenho seja parecido com o modelo.

324 Maynard, P. (2005). Drawing distinctions : the varieties of graphic expression. Ithaca, N.Y. ; London, Cornell University Press ; [Bristol : University Presses Marketing, distribuidor], p. 92, *“Given that the purpose of some of the marks we make is to get people to imagine perceiving things, and given that to do this people must see those marks, why not take that seeing into the action of imagining, thereby borrowing for the imagining the force and immediacy of actual perception?”*

325 Que é percebida como sendo mais ou menos real, pois o desenho com a Camera Lucida parece ter lugar numa superfície virtual. Esta virtualidade da superfície onde se desenha e a sua distância àquela onde a imagem é projectada observa-se com facilidade em utilizadores pouco experientes que notam dificuldade em tocar com a ponta do riscador no papel, tendo tendência a traçar no ar, num gesto análogo ao do passo em falso.



Figura : Desenho com Camera Lúcida

Este capítulo tenta abordar esta particularidade do desenho de cópia. Conseguir construir (através das relações entre as partes) uma imagem convincente pode significar que não existe uma única parte que corresponde exactamente àquilo que se toma como modelo. Este é um processo de selecção em que o desenhador decide o que deve incluir e excluir como marca, com vista a criar a maior parecença possível.

A propósito das semelhanças entre a cópia e o original ou protótipo, Gombrich³²⁶ refere o fotógrafo que tira a fotografia a uma determinada paisagem em certas condições de luz e que posteriormente irá tentar reproduzir na sua câmara escura, através de um processo de revelação onde a luz é manipulada de acordo com factores que também incluem a subjectividade (as marcas, emoções e memórias) do fotógrafo. Para o observador, esta fabricação de uma imagem não

326! Gombrich, E. H. (1977). Art and illusion : a study in the psychology of pictorial representation. London, Phaidon.

é suficiente para que proceda à sua identificação com o protótipo – uma dada paisagem vista a partir de um certo ponto e em determinadas condições de luminosidade. As condições de observação também são importantes à identificação de uma com a outra. O enquadramento da situação de observação (construção onde também se incluem as condições de iluminação ambiente) irá dirigir o olhar do observador para a correspondência ou não do reconhecimento da coisa fotografada. Como se viu anteriormente, o reconhecimento implica memória e crença. Acerca deste assunto Gombrich transcreve a descrição que John Constable faz da sua experiência com o recém inventado Diorama³²⁷:

*“É em certa medida uma transparência; o espectador encontra-se num quarto escuro, é muito agradável e provoca uma grande ilusão. Encontra-se fora dos limites da arte, pois o seu objecto é o engano. A arte agrada porque recorda, não porque engana”*³²⁸

Constable refere o espanto provocado pelo dispositivo do Diorama como demonstração da realidade da representação. O espanto provoca no espectador uma impressão de verdade. O mesmo se passa actualmente com as tecnologias de produção de imagens em

327 O Diorama era, no início do séc. XIX, um espectáculo espantoso que criava representações através da manipulação luminosa de paisagens pintadas em diversas camadas de superfícies (de grande dimensões) translúcidas.

328 Gombrich, E. H. (1977). idem, p. 33 - *“It is in part a transparency; the spectator is in a dark chamber, and it is very pleasing, and has great illusion. It is without [i.e., outside] the pale of the art, because its object is deception. The art pleases by reminding, not by deceiving.”* Uma descrição do diorama pode ser encontrada em Marion, F. and A. d. Neuville (1867). *L'Optique. ... Ouvrage illustré* 0301 ... par A. de Neuville, etc, Paris, p. 289, *“Le diorama, inventé par Daguerre, ne ressemble que par ses effets aux appareils précédents [fantasmagoria, dissolving views, poliorama] (...). Comme son étymologie indique, ses tableaux son vus à travers et sont, par conséquent, peints des deux côtés de la toile transparente. Comme le polyorama, il ya sur cette toile une successiion de deux effets bien différents; mais cette succesion n'est plus produite par una appareil de fantasmagorie; elle est uniquement due à la transparence de la toile et à une double disposition d'éclairage..”*

alta definição ou 3D. Ao espectador é dada a experiência de uma realidade para lá da cópia, ou a experiência de uma cópia sem modelo possível. Trata-se de um tipo de imagem desenhado para que seja suficiente ao reconhecimento dos seus objectos³²⁹. Este efeito (de espanto) termina assim que se verifica uma adaptação da experiência do espectador.

*“Quando o cinema introduziu o 3D, a distância entre a expectativa e a experiência era tal que muitos gozaram a emoção de uma ilusão perfeita. Mas a ilusão desaparece assim que a expectativa se realiza; passamos a tê-la como certeza e queremos mais.”*³³⁰

A imagem produzida na máquina digital de desenhar visa a experiência da coincidência da imagem com o seu objecto. O mesmo se passa na Camera Obscura como máquina de visualizar e como máquina de desenhar: há um filtro que reduz a quantidade de informação e que altera as relações luminosas entre as partes da imagem, tornando-a espantosa e fácil³³¹ de traçar (copiar por cima). O espanto diz respeito ao movimento que se inicia para gerar a coincidência da experiência com a expectativa³³² e a facilidade da

329 Relativamente à imagem em HD e 3D é comum ouvir-se dizer: “é tal e qual”, ou “parecia mesmo”, ou ainda “mais real que a coisa”. Uma organização próxima daquela das linhas num desenho, destinada a transferir para o observador a experiência visual da coisa representada. Sem a aparência da novidade.

330 Gombrich, E. H. (1977), p. 53-54 - “*When the cinema introduced '3D', the distance between expectation and experience was such that many enjoyed the thrill of a perfect illusion. But the illusion wears off once the expectation is stepped up; we take it for granted and want more.*”

331 Como se vê mais adiante esta facilidade é mais aparente que funcional, pois há que contar sempre com as expectativas e predições do desenhador.

332! Gombrich, E. H. (1977)

cópia advém da simplificação, caucionada por esta coincidência, da imagem e das diferentes partes que a integram.

A coincidência da experiência com a expectativa ocorre porque se constrói o enquadramento, ou estrutura para que a experiência do observador corresponda à sua expectativa, esta é uma definição possível para cópia. A expectativa é gerada por uma associação de memórias a um determinado estímulo e se o estímulo estiver sintonizado com as memórias, o observador experiencia a imitação. Ou seja, a coincidência não tem de ser entre uma memória específica da cena visual e a representada na imagem, o que se afirma é que esta coincidência pode ocorrer porque a expectativa tem origem numa crença construída pelo sistema visual e é essa crença que produz a ilusão da cópia. Daí as imagens das coisas parecerem-se com os seus objectos sem que se conheçam esses mesmos objectos. E daí também que se diga que um desenho é igual, ou que corresponde à imagem que está na sua origem³³³. Para Gombrich as representações parecem-se com os seus objectos se o observador tiver relativamente a elas a mesma experiência que tem relativamente à coisa que representam.

Num desenho de representação, ou de cópia, as marcas utilizadas para distinguir os objectos da superfície onde se encontram (e uns dos outros) servem para enriquecer a impressão da representação ser uma translação do seu objecto, do meio para a superfície de

333 Apesar de serem dois tipos de imagem diferentes, uma é fotográfica e a outra pertence a um sistema de desenho. A razão que traslada uma para a outra é o que Willats apelidou de sistema denotativo: “*Ao passo que os sistemas de desenho mapeiam relações espaciais na cena em relações espaciais correspondentes na imagem, os sistemas denotativos mapeiam as primitivas da cena em primitivas da imagem.*”, Willats, J. (1997). *Art and representation : new principles in the analysis of pictures*. Princeton, N.J. ; Chichester, Princeton University Press, p. 15 - “*Whereas the drawing systems map spatial relations in the scene into corresponding spatial relations in the picture, the denotation system map scene primitives into picture primitives.*”

representação³³⁴, ao invés de contribuir para a sua percepção como uma representação gráfica. O observador descreve o objecto representado, não descreve a representação do objecto, e quanto melhor as marcas denotarem o objecto (numa adequação no mapeamento das primitivas da cena às primitivas do desenho³³⁵) maior será a certeza da realidade do objecto representado. Deste modo, a cópia só é possível porque se reconhece no desenho a coisa desenhada e porque este reconhecimento resulta da imaginação do observador, de ele conseguir extrair da superfície do desenho as marcas que se relacionam com o modelo. Trata-se de um processo de segmentação³³⁶ assente nas diferenças entre as partes e entre estas e o mundo. A imaginação³³⁷ participa assim na construção da percepção do modelo. De tal modo que, por vezes, o observador vê o que não se encontra explícito na representação.

O filósofo Daniel Dennett³³⁸ aborda a imaginação como uma tarefa do cérebro que ao aceitar uma sugestão visual a transforma numa expectativa. Daniel Dennett refere como exemplo a observação de uma pintura de Bellotto: “*Vista de Dresden com a igreja Frauenkirche*

334 O tradutor pode ser também um repetidor automático.

335 O mapeamento pode ser o das marcas reconhecidas no desenho com as que se esperam no objecto. Um mapeamento assente em predições.

336 Como se verifica em Ullman, S. (1996, p. 258). Ver nota acerca de segmentação, partes, porções e reconhecimento, no capítulo 2 sobre percepção visual (nota 244).

337 O reconhecimento de uma representação, de acordo com Michael Podro, é um produto em que o trabalho da imaginação é o de ligar as partes atribuindo sentido entre elas relativamente ao modelo. Podro, M. (1998). *Depiction*. New Haven, CT, Yale University Press, parte 1, pp. 5-28, p. 28, “*The concern of this chapter has been to sketch out how depiction utilizes vision in the work of imagination.*”

338! <http://www.ted.com/talks/podtv/id/102> (consulta: 08/06/2009)

à esquerda” (1747). Bellotto foi um discípulo de Canaletto e a sua pintura é tão rica em detalhe e realismo como a do seu mestre. Nesta *vista* podem observar-se pessoas a atravessar uma ponte que aparece quase em último plano, sendo o seu grau de detalhe de tal modo elevado que o observador se sente impelido a aproximar-se para se certificar. Acontece que, ao aproximar-se da pintura, o observador depara com uma série de borrões de tinta habilidosamente colocados, não com o que esperava. O que parecia ser um fino detalhe das carroças, pessoas e trajes não passa de uma série de manchas coloridas. Esta sugestão de detalhe é dada através do enquadramento que a pintura fornece, complementado com o conhecimento do observador transformado em predição. Daniel Dennett afirma que o que aconteceu foi a criação de uma expectativa através da aceitação de uma sugestão de detalhe. De facto o observador viu as caras e os detalhes dos trajes das pessoas na ponte, mas viu tudo isso na ponte na sua mente, não na sua representação na superfície pictórica.

A construção desta percepção parece ter lugar inicialmente nos receptores retinianos de baixa frequência espacial, dedicados ao processamento de imagens com pouco detalhe, embora a impressão do observador seja a que se observa no processamento de altas frequências espaciais³³⁹. Esta ilusão de alta frequência é provocada pela sugestão implícita nos borrões coloridos, cuja disposição e enquadramento produz uma predição confortavelmente enganadora³⁴⁰.

339 Um processo oposto ao do desenhador que no decorrer de um desenho de representação vai atentando aos detalhes da forma e à sua articulação para seleccionar as partes que se irão transformar em marcas sobre o papel. Um desenho de representação à vista passa geralmente por uma fase em que o desenhador transforma *inputs* de alta frequência espacial em *outputs* de baixa frequência espacial.

340 Rawson, P. S. (1969). *Drawing*, London: Oxford University Press, p. 82, “Claro que os borrões, mais do que qualquer outro símbolo gráfico, para terem

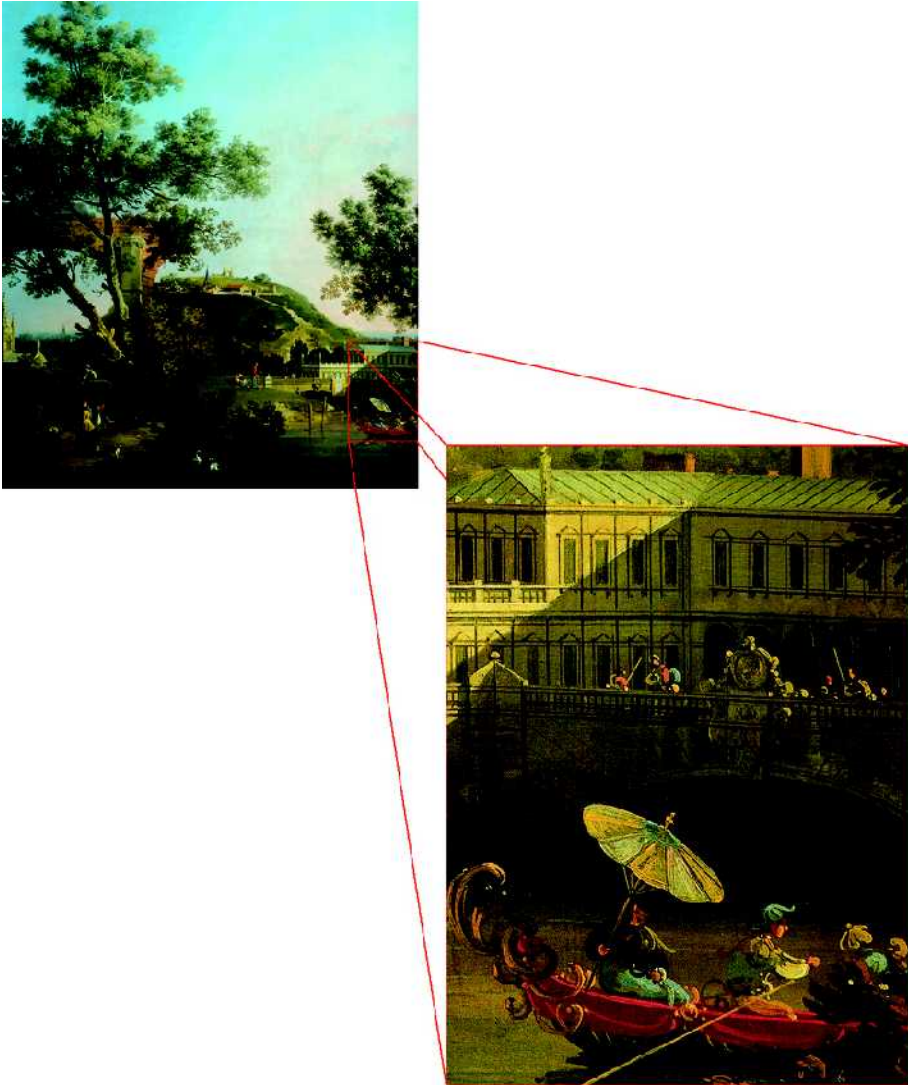


Figura : Canaletto, Capriccio e detalhe

A imagem aqui apresentada (figura 95) é de uma pintura de Canaletto, “*Capriccio: Paisagem com uma Ruína e Reminiscências*”

significado dependem da capacidade do espectador em encontrar neles associações sugeridas pelo contexto em que se encontram.”; “Of course blobs even more than other graphic symbols depend for their meaning upon the spectator’s being ready to read into them associations to which the suggested context gives rise.”

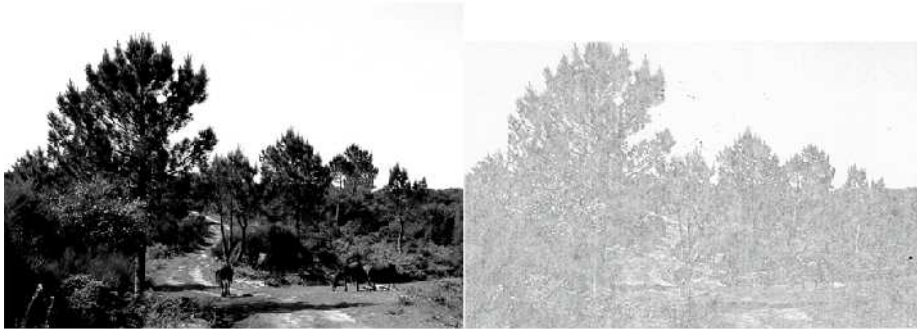
de Inglaterra” (1754, 132 x 106,5 cm). Trata-se de uma invenção, mas, apesar de tudo, o detalhe com que as imagens se apresentam aos olhos do observador conduzem-no ao reconhecimento das coisas (continuam a ser descritas como figuras numa ponte e não marcas que denotam figuras numa ponte). Como se pode verificar comparando a imagem completa com a do detalhe das figuras no barco e em cima da ponte, o cérebro procede à construção de uma imagem que não se encontra na pintura (nem em lado nenhum)³⁴¹.

Os desenhos que se apresentam de seguida (figura 96) foram feitos por estudantes da Unidade Curricular Desenho 1 do Curso de Design Gráfico e Multimédia da ESAD.CR, do Instituto Politécnico de Leiria. A proposta foi copiar uma imagem fotocopiada de uma fotografia de paisagem a preto e branco. A cópia foi feita com recurso a papel de esquisso sobreposto à imagem, sobre o qual o estudante traçou o desenho.

As imagens que aqui se apresentam correspondem pela ordem de descrição à primeira imagem (fotocópia), imagem a copiar (fotocópia por baixo de papel de calque/esquisso) e os desenhos dos estudantes.

341 G.P. Guarienti, autor de um dicionário de pintores publicado durante a vida de Canaletto, citado em Links, J. G. and Canaletto (1999). Canaletto. London, Phaidon, p. 117 “*Ele pinta com tal exactidão e habilidade que o olho é enganado e acredita verdadeiramente que está a ver a coisa real e não uma pintura.*” ; “*He paints with such accuracy and cunning that the eye is deceived and truly believes it is the real thing he sees, not a painting.*” . Rawson, P. S. (1979). Seeing through drawing. London, British Broadcasting Corporation, p. 35 - citado em Maynard, P. (2005). Drawing distinctions : the varieties of graphic expression. Ithaca, N.Y. ; London, Cornell University Press ; [Bristol : University Presses Marketing, distribuidor], p. 139, “*O desenho nunca copia as coisas de forma ingénua; cria uma convicção de realidade nas nossas mentes através dos seus termos muito específicos.*”; “*Drawing never copies things in a simple-minded way; it creates a conviction of reality in our minds in its own special terms.*”

De acordo com Jeff Hawkins³⁴² a imaginação ocorre quando a predição se torna no *input* da percepção, ou seja, quando as imagens percebidas têm origem numa predição formada por uma sugestão. Seguindo este raciocínio pode compreender-se de que modo se reconhece num desenho, ou numa parte de um desenho o seu modelo, ao ponto de se considerar o desenho como uma cópia exacta do modelo.



fotocópia de fotografia de paisagem a preto e branco

papel de calque sobre a fotocópia



desenho 1

desenho 2

Figura : Imagem e cópias

No *Desenho 1* pode observar-se o trabalho do desenhador a tentar colocar no papel o que a imagem filtrada pelo papel de esquisso sugere: traçou os contornos das silhuetas das figuras contra o fundo vazio; reconheceu as figuras incluídas por estes contornos como

342! Hawkins, J. and S. Blakeslee (2004). *On intelligence*. New York, Times Books, pp. 200-202

sendo árvores e procurou acentuar esse reconhecimento traçando os seus troncos e ramos. Este novo desenho é gerado pela sugestão e guiado pela predição, ou como se disse acima é um produto da imaginação. Pode observar-se que a figura da árvore em primeiro plano tem o contorno do seu tronco encerrado por uma linha no seu topo inferior, criando a ilusão (para um observador que se abstraia das sugestões do desenhador) de uma árvore que flutua e que os contornos das partes luminosas da imagem (correspondentes, na imagem na fotocópia, à claridade dos troncos de outras árvores) foram entendidos como os contornos dos troncos de outras árvores, assinaladas pelo recorte das suas copas. O delineamento das árvores é a tarefa primária para este desenhador. A importância dada a que se reconheça a floresta chega a inverter os valores de claro/escuro da superfície central (que representa um caminho) através de um traçado oblíquo e contínuo, para que não haja conflito com os contornos dos troncos.

A diferença para o *Desenho 2* é grande. O desenhador do *Desenho 2* tentou ser objectivo, copiando somente as marcas que se encontravam salientes na folha de papel de esquisso e optou por excluir quase todas as marcas que pudessem denotar o que se encontra representado. Este desenho demorou menos cinco minutos a fazer do que o anterior. Indicando que o desenhador optou por não procurar soluções para as sugestões da imagem.

Estes dois desenhos representam dois extremos possíveis do que pode ser realizado por um utilizador da máquina digital de desenho. Embora nenhum destes desenhos pareça sugerir um enquadramento que leve o observador a referir-se ao seu modelo em vez de se referir à cópia, as duas estratégias conduzem o observador à identificação da coisa representada.

A tarefa do desenhador, ao utilizar a máquina digital de desenho, será a de conseguir incluir as marcas suficientes e a não excluir as necessárias para que o observador reconheça o modelo. Neste processo espera-se que o desenhador veja mais, ou seja, que conheça melhor o seu modelo através da análise e interacção das suas partes³⁴³ de tal modo que a experiência do desenho aumente a sua experiência da realidade.

Gombrich aponta o desenhador como sendo o trasladador³⁴⁴ de um tipo de imagem para outro, como o fotógrafo faz na sua câmara escura quando tenta trasladar para a imagem fotográfica a experiência da cena visual (que nunca é completamente visual).

Desde o século XV e especialmente a partir do século XVII, devido ao desenvolvimento das máquinas de visualizar e de desenhar (microscópios e telescópios, perspectógrafos, Cameras Obscuras) que a imagem produzida com recurso a um instrumento tecnológico é tida como garantia da verdade do seu modelo.

Num contexto de revolução dos sentidos do observador através da utilização de instrumentos que sirvam para os ampliar³⁴⁵ e até suprir

343 Rawson, P. S. (1969). *Drawing*, London: Oxford University Press, p. 35, “Desenhar é a criação de relações que são elas mesmas uma função do todo. Um bom desenho não apresenta uma colecção de partes separadas, apresenta o todo unificado: não as unidades, mas o sistema de ligação.” ; “*Drawing is the creation of relationships which are themselves a function of the whole. A good drawing does not present a collection of separated items, it presents the unified whole: not the units but the system of connection.*”

344 *Translator*, em inglês pode significar tradutor, julgo que o termo mais adequado seja trasladador, o que leva a cabo uma translação, ou que copia igual de um sítio para o outro.

345 Estes instrumentos são nomeados como o telescópio e o microscópio.

as suas imperfeições, Robert Hooke escreveu no prefácio da sua *Micrographia*:

*“Desta maneira, apresento ao mundo os meus esforços imperfeitos que, apesar de poderem não ser considerados, espero que, no entanto, possam em alguma medida ser úteis ao desenho basilar de uma reforma na Filosofia. Nem que seja porque mostram que não há grandes exigências para a alcançar, nenhum esforço de imaginação, ou exactidão de método ou profundidade da contemplação (embora a sua inclusão possa produzir uma compostura muito mais perfeita), senão uma mão sincera e um olho exacto para examinar e anotar as coisas tal como aparecem.”*³⁴⁶

Hooke não pretende descartar o pensamento do trabalho da observação³⁴⁷, mas acredita que a verdade das coisas está na sua observação mediada por instrumentos desenhados para revelar o infinitamente grande e o infinitamente pequeno e não nas suposições informadas por um tipo de imaginação amparado pelas suas próprias fabricações. Será este o enquadramento que o leva a afirmar que:

346 Hooke, R. (1998). "Micrographia, or, Some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses [electronic resource] : with observations and inquiries thereupon.", p. 9 *“In this kind I here present to the World my imperfect Indeavours ; which though they shall prove no other way considerable, yet, I hope, they may be in some measure useful to the main Design of a reformation in Philosophy, if it be only by shewing, that there is not so much requir´d towards it, any strength of Imagination, or exactness of Method, or depth of Contemplation (though the addition of these, where they can be had, must needs produce a much more perfect composure) as a sincere Hand, and a faithful Eye, to examine, and to record, the things themselves as they appear.”*

347 Idem, prefácio - p. 10, *“São tantas as ligações das quais a verdadeira Filosofia depende que se alguma delas se perder, ou enfraquecer toda a cadeia corre o risco de se dissolver; deve começar pelas mãos e pelos olhos e prosseguir através da memória para ser continuada pela razão, e nem sequer deve parar aí, devendo regressar às mãos e aos olhos novamente”; “So many are the links, upon which the true Philosophy depends, of which, if any one be loose, or weak , the whole chain is in danger of being dissolv´d ; it is to begin with the Hands and Eyes, and to proceed on through the Memory, to be continued by the Reason; nor is it to stop there, but to come about to the Hands and Eyes again.”*

*“A verdade é que a Ciência da Natureza já se encontra há demasiado tempo sujeita ao trabalho do cérebro e da fantasia: é agora tempo de regressar à plenitude e solidez das observações de coisas materiais e óbvias.”*³⁴⁸

John Willats³⁴⁹ recorda, a propósito da verdade na aparência das coisas, que a perspectiva é um sistema criado para garantir que através da regulamentação da relação da representação com o seu espectador a verdade se torna presente. A perspectiva é aceite como garantia da verdade. Referindo-se ao filme *The Draughtsman's Contract*³⁵⁰, Willats recorda que a experiência de Mr. Neville (o desenhador contratado para realizar uma série de desenhos com representações fiéis da propriedade do seu cliente) com o seu perspectógrafo só o aproxima da verdade, não indicando a verdade acerca das coisas. O perspectógrafo criou no desenhador a expectativa de uma correspondência entre o seu desenho e a cena visual prevista de tal maneira que quando confrontado com a verdadeira (real) disposição das coisas na cena perde a compostura. A consciência processa as aparências das coisas descartando as sensações transitórias, ou processando as suas constâncias, recordando ao observador que para além dos seus olhos que recebem os estímulos do exterior existe um sistema visual que os transforma, construindo a sua experiência do mundo visual.

348 Ibidem, p. 9 - *“The truth is, the Science of Nature has been already too long made only a work of the Brain and the Fancy : It is now high time that it should return to the plainness and soundness of Observations on material and obvious things.”*

349! Willats, J. (1990). *The draughtsman's contract: how an artist creates an image. Images and understanding : thoughts about images, ideas about understanding*. H. B. Barlow, C. Blakemore and M. Weston-Smith. Cambridge, New York, Cambridge University Press: 235 - 254.

350! Greenaway, P. (1982). *The Draughtsman's Contract*. U.K., BFI: 103 min.

Mr. Neville percebe de uma maneira terrível que a verdade na representação é fruto da conveniência da mente de quem observa que, como já foi referido, também é um trasladador entre a sua experiência e as suas expectativas.

O desenho feito com recurso à máquina digital de desenho será sempre o produto do seu desenhador, também ele um observador. Será uma cópia exacta das escolhas e actos que traçam a imagem dada a ver através do filtro da máquina e, neste sentido, será sempre uma representação da verdade.

Como se tem vindo a propor, esta cópia pode ser uma forma de conhecer melhor:

“Se uma imagem ou desenho for copiado e a maneira do gesto for imitada, embora com liberdade tal que não se obedeça a todos os traços... trata-se na verdade de uma tradução [translação].”³⁵¹

Ou seja, o desenho que resulta do traçar sobre a imagem projectada não será nunca um desenho universal para aquelas circunstâncias, mas será uma representação da realidade nessas circunstâncias. Sendo de esperar que seja sempre reconhecível, por se tratar de uma operação sobre as constâncias da cena representada. De tal maneira que será referido o modelo e não o seu desenho.

Espera-se que os filtros sirvam para tornar mais evidentes as invariantes das imagens projectadas e, por conseguinte, as invariantes dos objectos a que se referem. A imagem suficiente será aquela que contiver a melhor informação de um objecto por forma a que para o desenhador o processo de extracção, ou de inclusão/exclusão de marcas esteja simplificado. Ou seja, espera-se

351 Jonathan Richardson the Elder, citado em, Petherbridge, D. (2010). The primacy of drawing : histories and theories of practice. New Haven, Yale University Press, p. 269, “*if a picture, or drawing be copied and the manner of handling be imitated though with some liberty so as not to follow every stroke ... [it] is truly a translation.*”

que o desenhador tenha espaço para que a sua subjectividade, num modo mais ou menos consciente, se manifeste na translação e traçar do desenho, duas actividades que se complementam numa espécie de sistema de retroalimentação. Com a utilização repetida da máquina espera-se que o desenhador vá adquirindo e afinando um modo ou estratégia de extracção e translação das marcas presentes na imagem para o desenho, desenvolvendo as suas qualidades de detecção das primitivas da imagem que denotam as primitivas da cena, traçando-as sabendo que está a estabelecer uma relação com o objecto no mundo, descartando a imagem do meio (a imagem produzida pela máquina, ou suficiente) no processo de reconhecimento. Foi dito que é de esperar que o desenhador passe por uma experiência de contracção subjectiva do tempo, em que o tempo percebido parece ser de menor duração que o tempo objectivo. Um dos factores que contribui para esta contracção pode ser a motivação do desenhador que também pode estar relacionada com as estratégias que se vão desenvolvendo para proceder à extracção das saliências necessárias e suficientes à representação. O desenhador sabe que a linha configura a coisa representada mas que não é o que representa a coisa, a linha encerra a coisa porque a pode configurar, é esse o papel da linha no desenho de representação. As escolhas do desenhador são orientadas neste sentido de a linha configurar qualquer coisa parecida com o modelo, pois sabe que o observador não vai ver nem as linhas, nem a sua disposição, mas vai ver e reconhecer o que a sua disposição configurar. Por isso se pode dizer que um desenho de uma coisa é a própria coisa (“uma casa” ao invés de “o desenho que representa uma casa”)³⁵². A linha serve para distinguir as partes de uma cena

352 Não perdendo de vista o que Patrick Maynard diz acerca do que parece ser o desenho de uma coisa: *Maynard, P. (2005), p. 106, “o aspecto visual mais saliente dos desenhos é que se parecem com desenhos e que os desenhos de representação se*

umas das outras e do fundo, sendo o fundo geralmente uma parte, ou figura. O desenhador também sabe isso e procura delinear os parecidos, distinguindo-os ao mesmo tempo que tenta assegurar um fundo contra o qual possam ser reconhecidos, onde haja a diferença. Pode acontecer como no caso do Desenho 3 (figura 97), realizado por um aluno da Unidade Curricular Desenho 1, do curso de Design Gráfico e Multimédia da ESAD.CR, do Instituto Politécnico de Leiria.



Figura : Desenho 3

Ao centro reconhece-se a figura de um animal que parece ser um burro. O estudante optou por inverter os valores de claro/escuro em

parecem normalmente com aquilo que são: desenhos de representação.” ; “...the most salient visual aspect of drawings is that they look like drawings, and that depictive drawings normally look like what they are: depictive drawings.” O observador de um desenho de representação reconhece a coisa desenhada no desenho e é por isso que se refere ao desenho como sendo o desenho de uma coisa. Como se viu com a pintura de Canaletto, os borrões configuram uma cena com pessoas num barco, mas não é isso que as suas marcas. O artista, como o observador, cria uma configuração destinada a provocar o reconhecimento e é essa configuração que extingue o espaço entre o que é (conjunto de borrões) e o que se vê, uma cena com pessoas num barco. O desenho de uma coisa é sempre o desenho de uma coisa, porque se reconhece nele essa coisa e não porque as suas marcas a configurem com exactidão. No caso presente opta-se pelo reconhecimento da coisa desenhada como o objecto observado, ou seja, o desenho de um pinhal representa um pinhal e o observador ao reconhecer o pinhal nomeia o desenho como sendo o desenho de um pinhal.

torno dessa figura, embora tivesse assumido que essa envolvente fosse uma figura contra um fundo branco – a mancha negra contornada pelos limites laterais e inferiores da moldura da imagem e o recorte da parte superior que parece configurar um tipo de floresta. O desenhador decidiu esta inversão (podendo ou não ter consciência da operação), pois o seu interesse foi o de criar um contorno para a figura do animal³⁵³, procurou a estabilidade abrindo um buraco no desenho. Neste caso a imaginação do estudante foi utilizada para que a sua experiência coincidissem com a sua expectativa em detrimento das suas intenções iniciais e de parte da composição, mas não em detrimento do reconhecimento da cena por parte de um observador.

O desenhador deve julgar o tempo a passar mais rapidamente quanto mais desenvolvidas tem as suas aptidões para ver e extrair, ou seja, quanto mais coincidente for a sua experiência com a expectativa. Deste modo, é de crer que a sua motivação aumenta consoante aumenta a sua segurança quanto ao acto de desenhar a cópia³⁵⁴.

O que ficará por determinar é o tempo de adaptação à máquina e a sua relação com uma possível perda de motivação do desenhador e subsequente abandono da máquina. Semelhante à que se verifica com a adaptação do espectador ao cinema em 3D, em que, passado o espanto e verificada a coincidência da experiência com a

353 Rawson, P. S. (1969). *Drawing*, London: Oxford University Press, p. 95, “Quando uma linha é inscrita numa superfície plana de desenho, primeiro a mente toma-a funcionalmente como um separador”; “When a line is recorded on a flat drawing surface the mind always accepts it first as functionally a separator”

354 Tendo em atenção a referência feita por Scott Snibbe e Golan Levin ao processo de interacção como o produto da interacção num sistema em que o utilizador vai adquirindo um sentido de experiência fluída e com ele a confiança e motivação para a sua utilização - Snibbe, S. S. and G. Levin (2000). Interactive dynamic abstraction, ACM (consulta: 02/09/2009).

expectativa, passa a modo de espera pela próxima invenção que o surpreenda.

O mesmo se passa com os jogos verificando-se que em terminando a fricção, isto é, tendo sido ultrapassadas todas as restrições o jogador desinteressa-se do jogo³⁵⁵. Ou, terminada a fricção e deparando com o seu fim, o jogador interrompe a sua actividade, regressando à realidade.

Com a máquina algo semelhante pode acontecer. O desenhador ao terminar o desenho deixa de desenhar. Sendo que terminar o desenho é descobrir o seu fim, ou seja, a partir do momento em que o desenhador tem a certeza do objecto do seu desenho (quando descobre o seu modelo, interrompendo o processo de reconhecimento e predição), as suas marcas deixam de ser uma descoberta para serem uma repetição e é pela repetição (entendida como o nivelamento de um estímulo e não como uma forma de consolidação cognitiva) que o desenhador se adapta, deixando de prestar atenção à sua acção, terminando o processo e desistindo do desenho.

355! Penny, S. (2004). "Representation, enaction and the ethics of simulation.", em <http://www.electronicbookreview.com/thread/firstperson/machanimate>, (consulta:16/02/2009)

Nota acerca do tipo de imagem produzido pela máquina digital de desenhar

Ao referir a Camera Obscura como um filtro que iria produzir uma imagem adequada ao processo gerado pela máquina, procurou acentuar-se a noção de que a baixa frequência espacial (ou resolução) da imagem assim produzida seria a adequada. Por duas razões: por ser uma imagem atraente que com facilidade conduz um observador à posição de desenhador; e por produzir partes maiores e por conseguinte produzir contornos (ou articulações entre as partes) mais distintos, ajudando assim o desenhador no seu processo de desenho.

Este segundo ponto revela-se problemático, pois o desenhador assim que começa a utilizar a máquina deixa de ter acesso à totalidade da imagem a copiar (a imagem atraente torna-se inútil) e as partes maiores, ao não se incluírem nas áreas descobertas, são percebidas como borrões. Estes borrões não denotam nenhum objecto ou parte de objecto e dificilmente são percebidos como primitiva de uma imagem. Os borrões são ligados por linhas (também elas borrões com uma extensão) resultantes das suas justaposições que aparentemente não contornam nenhuma parte, ou seja, não distinguindo ou não permitindo a distinção de um borrão do outro não é possível atribuir um significado à linha³⁵⁶. Deste modo a linha não

356 Acerca da linha sem contornar conta-se a história da autoria de C. S. Lewis como é descrita por Carlos Montes em Montes, C. (1999). Descripción y construcción del Universo. Las lecciones del dibujo. Cátedra. Madrid, Cátedra: 483 – 512, p. 499 - “*Trata-se da história de uma desgraçada mulher que é encerrada numa masmorra; ali dá à luz um filho que cresce naquele triste lugar, sem outro contacto exterior para lá das paredes e do solo da cela, já que a janelinha que ilumina o lugar se encontra inacessível, no alto, e dela não se divisa paisagem alguma. Aquela mulher era artista, e foi-lhe permitido levar consigo uns blocos de desenho e uns lápis. À medida que o menino crescia, a mãe afdigava-se a explicar-lhe como era a realidade exterior - os campos, as cidades, os rios, as montanhas, as ondas sobre a praia -*

denota mais do que a si mesma, tornando-se no contorno de coisa nenhuma, ou melhor, não sendo linha de contorno. O problema passa a ser o de não haver indícios para iniciar um desenho de cópia – se não há uma marca que denote a possibilidade de um sentido para o traço, destinado a iniciar um processo de reconhecimento, então não há maneira de um desenhador inexperiente conseguir criar uma predição que oriente a sua acção.

Neste caso, só um desenhador com alguma experiência é que se dispõe a iniciar uma exploração, geralmente através do varrimento da superfície do desenho, em busca de uma imagem que lhe forneça o enquadramento visual que irá supervisionar o seu processo.

A um desenhador inexperiente não é negado o acesso ao processo de desenho com a máquina digital de desenhar, se for curioso e tiver vontade de desenhar pode iniciar uma exploração que o pode conduzir ao varrimento visual e a um sentido para a busca de saliências que se poderão tornar nas marcas indicadoras de um sentido para o seu desenho – um enquadramento visual.

Algo análogo se passa nas diferenças na utilização da Camera Obscura e da Camera Lúcida.

A primeira produz uma imagem atraente e suficiente e a segunda produz uma imagem distante (à distância da haste que segura o prisma e o olho do observador) e fragmentária – o desenhador só consegue ver o seu modelo através das áreas que a dimensão do prisma admite.

por meio de seus cuidados desenhos. O filho, atencioso, tentava fazer-se uma ideia de quanto lhe dizia e desenhava sua mãe. Mas um dia, o menino expôs-lhe algo que a fez vacilar, e pensar que seu filho teria podido crescer com uma concepção bastante errónea de tudo o que ela lhe explicava. “Não crerás - perguntou-lhe a mãe entrecortadamente - , que o mundo real está formado por linhas desenhadas a lápis? “, ao que respondeu o seu filho com surpresa, “Como!?, não há traços a lápis? “, enquanto sua inteira noção do mundo exterior, até então debilmente imaginada, se tornava num imenso vazio, uma vez que as linhas e traços do lápis, único meio que lhe permitiam imaginá-lo, lhe tinham sido suprimidas.

A imagem na máquina digital de desenhar é produzida por uma câmara com um princípio de funcionamento semelhante ao da Camera Obscura, mas é dada ao desenhador através de uma área circular mais pequena que a sua totalidade. O desenhador só irá vendo uma área da imagem através da movimentação do círculo sobre a imagem. Em cada movimento conhece mais uma parte da unidade, como na utilização da Camera Lúcida.

É esta redução da quantidade da imagem dada a ver de cada vez num processo de descobrimento orientado pela percepção da continuidade³⁵⁷ que servirá de motivação à manutenção do desenhador na sua acção de desenhar para ver mais e para conhecer melhor.

357 Como tem sido referido, a percepção da continuidade é fundamental para que o desenhador entenda a sua acção como uma busca por uma unidade.

CAPÍTULO 5

Descrição da máquina digital de desenhar

Objectivos

O presente trabalho pretende apresentar as condições que levam a que possa ainda hoje ser pertinente utilizar uma tecnologia que conheceu o seu auge há dois séculos atrás. Esta utilização, ou actualização de uma utilização, procura criar as condições para que o desenhador tenha uma experiência de aumentação da sua percepção.

Um novo *médium* envolve uma redefinição da realidade e do autêntico através das experiências que proporciona³⁵⁸. A experiência da mediação torna-se real e é deste modo que a realidade se redefine. No caso presente pretende-se uma nova experiência do real mediada pelo desenho e por um dispositivo de 'apresentação-mediação' baseado no acto de desenhar.

O desenho utilizando a máquina é um acto performativo reflexo das percepções do desenhador, pois o gesto corresponde à sua busca visual (muitas das vezes segundo um padrão notado em alguns desenhadores ao executar o desenho de um objecto com um só gesto: a equivalência entre gesto e linha única leva a que procedam a um traçar de contornos multiplicado ou repetido, como forma de evitar violar as figuras reconhecidas e, assim, definidas). Deixando entender que, apesar de não se conseguir saber se ou como segmentam o objecto em partes, o reconhecimento da figura conduz à sua delineação, ou à procura dessa delineação. Os erros que se

358 Manovich, L. (2005). "Understanding meta media." *1000 days of theory*. Retrieved 20/06/2007, from www.ctheory.net/articles.aspx?id=493, "(...) by combining interfaces and formats of traditional media with the new information representation and manipulation techniques which come from software, we arrive at new media forms. These forms respect the conventions of old media while offering us new ways to represent reality and human experience."

notam neste tipo de desenho advêm geralmente de uma incapacidade em transladar o que se está a ver para o desenho – o desenhador é incapaz de seleccionar as marcas necessárias à representação a que se propõe (área a área num processo de busca de continuidade), pois por vezes as marcas seleccionadas referem-se a distinções entre partes que não estão visíveis, que são trabalho da inteligência visual. A translação que se espera do desenhador implica o entendimento (consciente ou não), no acto de desenhar, de que aquilo que se percepção está para lá do espectro do visível, armazenado e em estado fluído na sua mente³⁵⁹.

O desenhador utiliza a máquina para mediar a sua experiência de observação através do desenho e é essencial que tenha consciência da experiência com a máquina para que possa ser percebida como real, isto é, a máquina é desenhada como um meio de facilitação de uma imagem, com restrições destinadas a enriquecer a experiência cognitiva do desenhador e por conseguinte a redefinir a sua experiência de construção da realidade.

A máquina está concebida para que o desenhador possa ver mais e conhecer melhor o que está a desenhar - ou a ver através do desenho. Este conhecimento do modelo significa acima de tudo o entendimento de que o desenho é uma arte de ligação através do descobrimento de que a unidade se constitui por uma relação de partes, ou seja, que a unidade (o modelo, ou cena visual) é a construção de um enquadramento visual onde participa a inteligência visual do desenhador. Esta unidade não é identificada à partida pelo

359 Petherbridge, D. (2008). Nailing the Liminal: the Difficulties of Defining Drawing. *Writing on Drawing*. S. GARNER. Chicago, The University of Chicago Press: 27-39, p. 32, “*Se o desenho ensina os artistas a olhar, então a sua prática diária é uma afirmação da importância da visão exterior assim como da íntima, a perceptiva e a conceptual.*” ; “*If drawing teaches artists how to look, then its everyday practice is an affirmation of the importance of outer as well as inner vision: the perceptual and the conceptual.*”

desenhador e é através de um processo de ligações que o desenhador irá construindo a percepção da unidade e, possivelmente, no fim do processo poderá reconhecer a identificar a unidade com o modelo.

O processo de desenho com a máquina digital de desenhar aumenta a percepção de se estar a desenhar uma unidade ou de que o modelo é uma composição, mas não obriga à identificação do modelo (daí o modelo poder ser uma composição abstracta ou informe).

Este processo é o cerne da experiência do desenhador na utilização da máquina digital de desenhar, pois ao desenhador é proporcionada a consciência do processo em detrimento do foco no final.

Com a criação de uma máquina digital de desenhar procura-se que através da experiência da sua utilização o desenhador percepcione a realidade como sendo constituída por camadas interligadas de reconhecimento, geradas pela percepção e pela memória através de estruturas de discriminação, predição e expectativa.

O modelo do presente projecto assenta num carácter inquiridor, gerido pela expectativa, ou seja, cabe ao desenhador verificar num processo de desenho, regulado por diversas restrições explícitas e implícitas, se a sua predição ou se as suas expectativas se verificam ou não.

A máquina que se apresenta constitui-se por módulos³⁶⁰ e a cada módulo corresponde um conjunto de características de outras máquinas anteriores ou contemporâneas ou da inteligência visual.

360 Manovich, L. (2005). "Remixing and remixability." Em www.manovich.net/DOCS/Remix_modular.doc. (consulta: 20/06/2007) , "It is modularity without a priori defined vocabulary. In this scenario, any well-defined part of any finished cultural object can automatically become a building block for new objects in the same medium."

A máquina digital de desenhar funciona como uma máquina de visualização do processo de desenho do seu utilizador, estando desenhada para que as suas acções e decisões sejam visíveis. As restrições físicas e de *software* foram elaboradas tendo em conta os elementos do desenho e percepção visual que se notam em acção no desenho de cópia e no desenho à vista.

Tratando-se de uma máquina nova foram realizados diversos testes para verificar se as expectativas em relação ao seu funcionamento coincidiam com a sua utilização. As três últimas versões da máquina (5, 6 e 7, descritas mais adiante) são o resultado de um processo de afinação em direcção aos objectivos propostos.

A descrição da máquina digital de desenhar e do seu funcionamento será de acordo com estes objectivos: o desenho mediado pela máquina digital de desenhar é uma experiência de aumentação que permite ao desenhador ver mais e conhecer melhor o modelo. Este processo de desenho destina-se a incrementar no desenhador a consciência de que ver (uma imagem ou cena visual) é um acto cognitivo e que desenhar é conhecer e pensar.

Descrição da máquina digital de desenhar

A descrição da máquina será uma descrição geral havendo de seguida uma descrição de cada versão desenhada como um melhoramento das anteriores.

A máquina digital de desenhar apresenta-se como uma remistura da Camera Obscura com a Camera Lúcida mediada por um dispositivo digital. É também uma remediação³⁶¹, pois apropria-se de dois *media* anteriores para digitalmente aumentar a experiência do utilizador.

A Camera Obscura

A Camera Obscura é um meio de mediação entre a realidade e a sua representação oferecendo ao observador a experiência de imersão

361 Bolter, J. D. and R. Grusin (2000). Remediation, understanding new media. Cambridge, Mass; London, Eng., The MIT press, p.59; p. 61 “*The word derives from the Latin remederi - 'to heal, to restore the health'. We have adopted the word to express the way in which one medium is seen by our culture as reforming or improving upon another.*” ; “*(...) remediation is reform in the sense that media reform reality itself.*”

numa imagem projectada da realidade³⁶². Para além desta propriedade projectiva e atraente, actualmente presente em quase todos os computadores e outros aparelhos electrónicos portáteis na forma de mini ou micro câmara de vídeo, a Camera Obscura é uma máquina de desenhar traçando por cima da imagem por si produzida. As características de criação de um tipo novo de imagem que ainda hoje prevalece e de máquina de desenhar traçando sobre essa imagem são adoptadas para a criação desta nova máquina digital de desenhar – a par com o facto de a imagem ser produzida numa caixa negra.

Com a Camera Obscura o desenho é directo, traça-se sobre a imagem para que se está a olhar. Esta cópia é geralmente desatenta, o desenhador traça directamente sobre a imagem preenchendo a superfície do desenho com os contornos das regiões presentes na imagem sem se preocupar com as suas denotações e, por isso, sem se preocupar com as partes que se articulam para produzir o desenho. O desenhador não se preocupa com o que está a desenhar sabendo que no final o seu desenho há-de assemelhar-se à imagem que está a ver. Trata-se de uma actividade mecânica orientada para um resultado final – saber que se está a fazer parecido.

Ainda hoje um desenhador utilizando uma Camera Obscura põe a sua fé na objectividade do dispositivo.

Esquecendo-se que é a parte mais importante do desenho admira-se por o resultado não corresponder (na maioria dos casos) às suas expectativas.

362 A imersão do observador refere-se à sua experiência perceptiva, a um deixar-se levar pelo deslumbramento da imagem e não à imersão do corpo do espectador num ambiente tridimensional.

A imagem que se dá a ver numa Camera Obscura resulta de uma produção da escuridão, o que se vê corresponde a uma janela num quarto escuro e vê-se tanto mais quanto a cortina destapa a janela.



Figura : Caixas negras com cortinas

A Camera Lúcida

A Camera Lúcida é um instrumento de desenho que ainda hoje é utilizado em laboratórios para desenhar o que se vê através de um microscópio.

A experiência de desenhar com a Camera Lúcida é uma experiência de desmembramento.

O desenhador traça sobre uma imagem projectada num plano virtual que é ligeiramente oblíquo ao plano do papel. O desenhador ao espreitar através do prisma da Camera Lúcida vê a sua mão a agarrar um lápis sobreposto à imagem do modelo sobreposta à folha de papel onde desenha. A sua acção será a de traçar os contornos da imagem na folha de papel, como na Camera Obscura (embora a qualidade das imagens difira). Há duas restrições que dificultam o desenho: a rigidez do olhar e a distância da imagem ao papel.

A distância da imagem ao papel significa que ao poisar a ponta do lápis sobre o papel o desenhador sente o equivalente a um passo em falso provocado pelo facto do plano virtual não ser coincidente com o do papel. Este passo em falso é a primeira falha na propriocepção que o desenhador experiencia mas à qual rapidamente se adapta.

A rigidez do olhar é a restrição mais difícil de superar por obrigar à imobilidade do pescoço, cabeça e olho do desenhador, pois só assim se consegue fixar a coincidência visual da imagem e do lápis sobre a folha de papel³⁶³. Imobilizado o olho, o desenhador inicia o seu desenho e é nesse momento que percebe que a mão que observa a traçar sobre o papel parece não ser sua, sente-a à distância como numa laparoscopia. O desenho com uma Camera Lúcida assemelha-se a uma tele-operação presencial (uma operação a uma distância tal que o operador a pode observar directamente). A rigidez do olhar refere-se a cada área do modelo a ser desenhada, isto é, o desenhador pode mover o olho através do prisma descortinando outras partes do modelo para desenhar. Como acontece com os movimentos sacádicos dos olhos para completar uma cena visual ou para varrer o campo visual, a Camera Lúcida pode produzir um desenho em que a continuidade do modelo é uma propriedade essencial. Pode utilizar-se a Camera Lúcida para desenhar uma cena através da continuidade das suas partes sem que ocorra distorção. Este agrupamento de partes processa-se através da observação sucessiva de áreas contíguas ou justapostas que se tornam partes através do desenho.

363 Hockney, D. (2001). Secret knowledge, rediscovering the lost techniques of the old masters. London, Thames & Hudson, p. 28, “*The Camera lucida is not easy to use. Basically it is a prism on a stick that creates the illusion of an image of whatever in front of it on a piece of paper below. (...) If you're using the camera lucida to draw, you can also see your hand and pencil making marks on the paper. But only you, sitting in the right position. (...). You must use it quickly, for once the eye has moved the image is really lost.*”

A Camera Lúcida é um *media* que, à semelhança da Camera Obscura, serve para desvelar através do desenho.

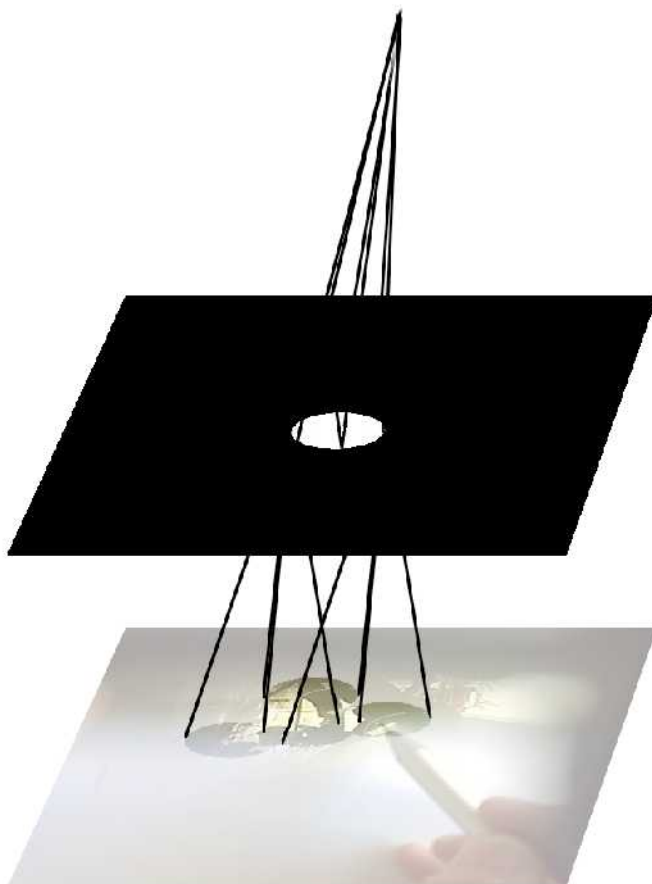


Figura : o olho pode varrer a cena visual, como um foco de luz³⁶⁴

A Máquina Digital de Desenhar

A Camera Obscura é um meio para desenhar desatentamente, ou sem consciência do desenho e também é um produtor de imagens. A Camera Lucida é um meio para desenhar atentamente, ou com consciência do desenho e também é um meio que proporciona uma experiência de desenho à distância.

A máquina digital de desenhar mistura estas características e exige do desenhador que se entregue a um processo de desenho em que ver mais e conhecer melhor são os dois produtos a que o desenho resultante dá forma. Esta máquina é concebida para que o desenhador tenha uma experiência cognitiva de aumento mediada por um processo de desenho.

O processo de desenho com a máquina digital de desenhar é de descoberta, reconhecimento, predição e ligação de partes. Para que este processo ocorra é apresentada ao desenhador uma imagem que é um rectângulo negro. Este rectângulo corresponde a uma cortina ou sombra que se projecta sobre a imagem a desenhar e, de facto, em *Pure Data* é uma *layer* negra que se sobrepõe à imagem. Ao mover a caneta o desenhador está a traçar sobre a imagem, ou melhor, sobre uma *layer* transparente colocada entre a *layer* negra e a imagem e também está a mover um círculo *alpha* que se sobrepõe à *layer* negra tornando-a transparente na área onde se encontra. O movimento da caneta faz com que uma nova área ou região da imagem seja descoberta ao mesmo tempo que a anterior é coberta. Deste modo o desenhador vai descobrindo e reconhecendo as primitivas da imagem que está a desenhar e criando um sistema de ligações que lhe permite reconhecer as partes da composição que está a desenhar. O desenho descoberto pelo desenhador no ecrã nunca é aí totalmente visível pois a *layer* negra está a tapar a *layer*

do desenho. No entanto, o desenhador tem sempre um registo do seu processo na folha de papel onde está a traçar. Assim, o desenhador tem um mapa que ao mesmo tempo que indica onde já traçou também serve como indiciador de possíveis enquadramentos visuais para uma possível unidade³⁶⁵, ou seja, também serve como sistema de reconhecimento.

A máquina digital de desenhar constitui-se por três módulos principais que são o *input*, o processo digital e o *output*. Os três módulos são integrados e interdependentes.

O módulo digital é responsável pela interacção entre o desenhador e a imagem, ou seja, é ao módulo digital que cabe a gestão do processo de desenho.

O módulo digital³⁶⁶

O módulo digital é programado em *Pure Data*, na versão pd-extended 0.42.5, sobre a abstracção 'pdp_pen' de Yves Degoyon.

Esta abstracção permite ao utilizador desenhar linhas sobre uma imagem vídeo em tempo real capturada por uma câmara de vídeo *firewire* ou armazenada num ficheiro. O desenho é realizado através da manipulação das coordenadas do cursor por via de um rato ou de outra interface física que no caso da máquina digital de desenhar é uma *ink pen* e uma *tablet Intuos s4* da marca *Wacom*.

365 O desenhador procura congruência, uma unidade que se equilibre e satisfaça a sua inteligência e irá agrupar as várias partes do modo mais económico para a construção de um sentido, denotado por um enquadramento visual que pode verificar-se verdadeiro ou falso com o evoluir do processo.

366 As abstracções em *Pure Data* das versões aqui apresentadas encontram-se no ANEXO 6, incluído no DVD em anexo.

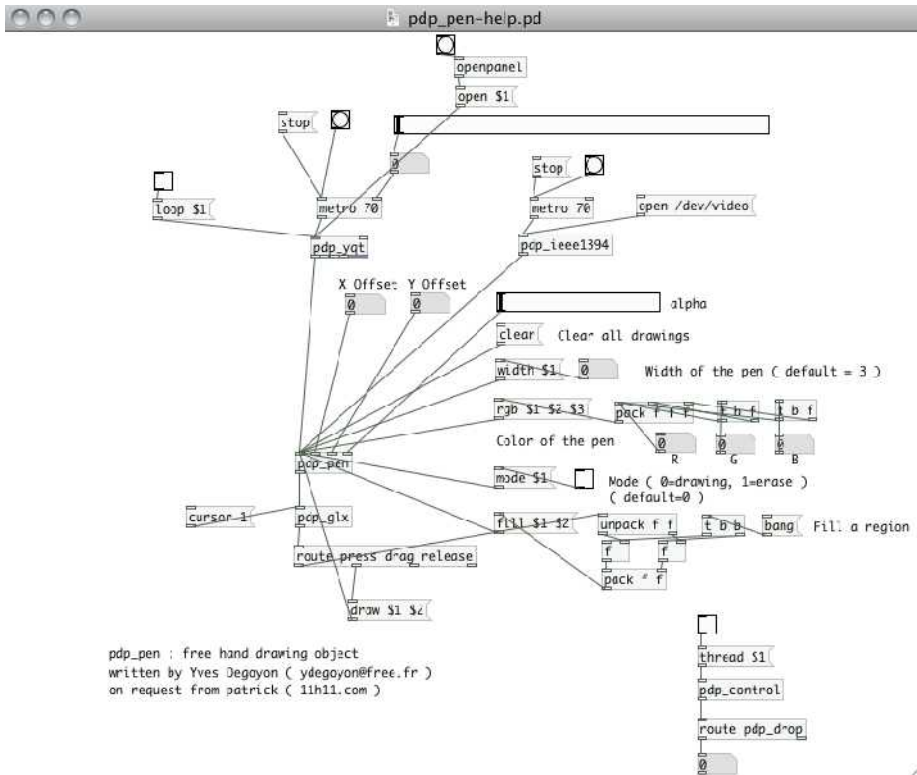


Figura : pdp_pen

O desenhador pode escolher a cor e espessura da linha a utilizar, pode utilizar o cursor como borracha para apagar parte do seu desenho e pode apagar todo o desenho através de uma mensagem 'clear' (todas estas opções são vedadas ao utilizador da máquina digital de desenhador). Todas estas acções podem ser observadas na janela gerada pela abstracção 'pdp_glx' onde ocorrem.

É sobre esta abstracção ('pdp_pen') que o *patch* para este módulo se constrói, constituindo-se por quatro sub-módulos principais que correspondem a quatro camadas na imagem que o desenhador vê:

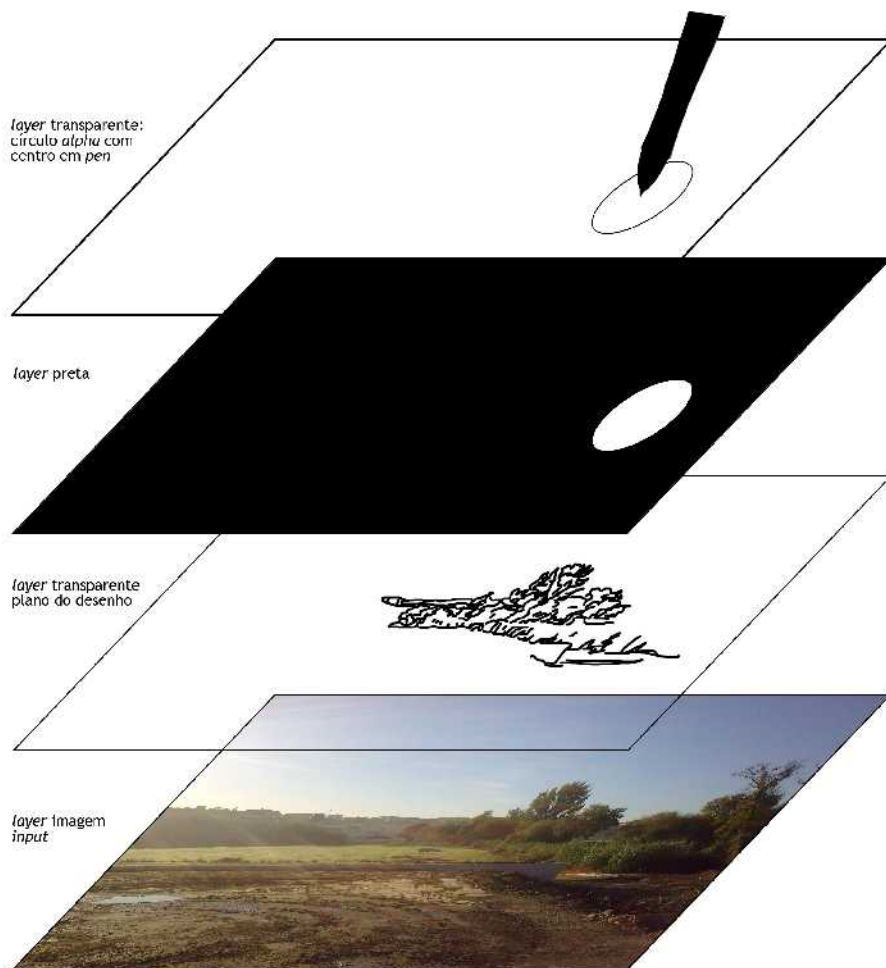


Figura : Os 4 sub-módulos principais do módulo digital

Versão 1 da máquina digital de desenhar

Diagrama da versão 1 da máquina digital de desenhar:

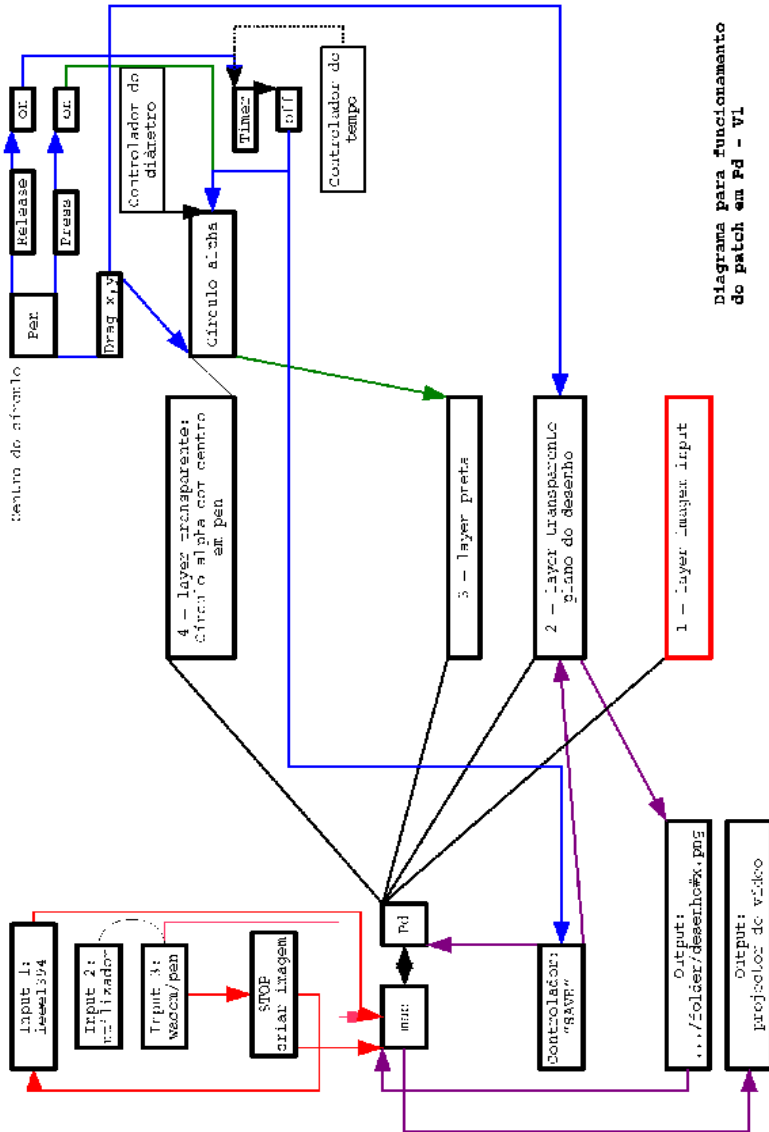


Figura : Ao centro os 4 módulos principais do patch inicial

Layer imagem input

A função deste módulo é a de gerar a imagem que o desenhador irá desenhar a partir de um fluxo de imagens que recebe.

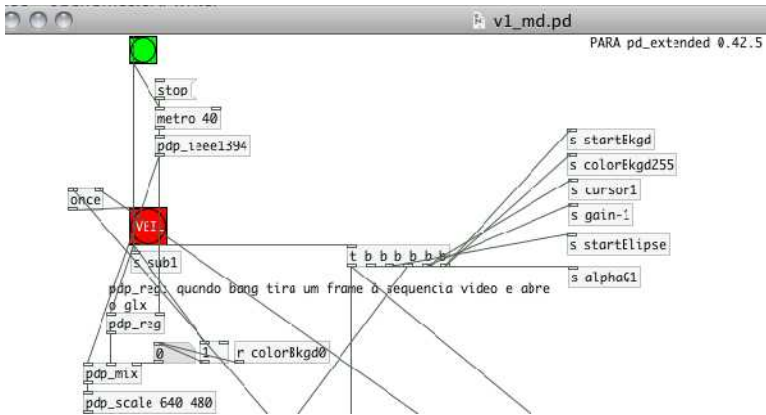


Figura : input

Há duas entradas para a informação a ser processada que são a entrada da imagem a ser copiada e a entrada para a *tablet*. A imagem a ser copiada terá origem numa câmara de vídeo *firewire* ou num ficheiro vídeo pré-gravado³⁶⁷. As acções do desenhador transmitidas ao *software* através da acção da caneta sobre a *tablet*, ou mais especificamente as acções da caneta sobre um papel de desenho sobre a *tablet*, são de dois tipos: parar a imagem e traçar sobre a imagem, ou fazer com que termine o processo. Esta terceira opção verifica-se sempre que o desenhador levanta a caneta do papel durante mais do que um determinado tempo previamente definido (*subpatch 'pd tempo'*).

³⁶⁷ O ficheiro vídeo pré-gravado será utilizado nas situações em que se verifique ser impraticável a utilização de uma câmara de vídeo que é o meio preferido pelas suas relações com a Camera Obscura no que toca à formação da imagem em tempo real - a imagem produzida é a daquilo que se encontra em frente à lente em cada instante.

O módulo “*layer* imagem *input*” é constituído por dois módulos que são a imagem e as operações do desenhador.

A imagem é captada pela abstracção 'pdp_ieeee1394' e iniciada ou reiniciada sempre que recebe uma mensagem 'bang' através do objecto 'metro' (metro 40). A abstracção 'pdp_ieeee1394' está conectada às abstracções 'pdp_reg' e 'pdp_mix', responsáveis pelo estado da imagem (parada ou em fluxo) e pela selecção e encaminhamento para o próximo módulo.

As operações do desenhador são um módulo que persiste ao longo de todo o processo através das transformações que operam em todos os restantes módulos.

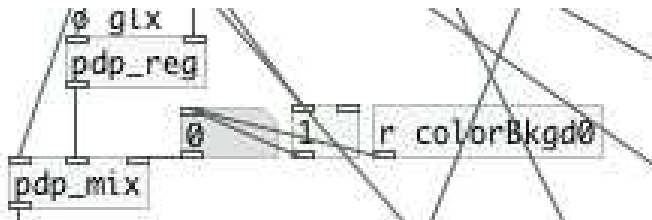


Figura : pdp_mix

No início do processo a acção de pressão da caneta sobre a *tablet* irá originar uma mensagem 'bang' na abstracção 'once'³⁶⁸ que será transmitida para a mensagem 'bang' (*veil* – a vermelho) responsável por enviar um 'bang' ao *inlet* mais à esquerda de 'pdp_reg' que irá gravar e enviar para o seu *outlet* a imagem que estiver a ser processada nesse instante. Esse *outlet* está conectado à abstracção 'pdp_mix' que serve para tornar visível ou a imagem recebida directamente de 'pdp_ieeee1394' (valor '0', *inlet* mais à esquerda) ou a

368 Esta é uma abstracção construída por Hans Zmoelnig e Thomas Musil, IEM KUG, Graz, Austria e funciona de modo a que só admita uma mensagem 'bang' uma vez até receber no seu *inlet* da direita um 'bang' que reinicie o seu estado.

imagem guardada por 'pdp_reg' (valor '1', *inlet* ao centro), sendo o valor '1' accionado por 'veil'.

A mensagem 'bang' (veil) irá fazer disparar os objectos 'send'³⁶⁹ conectados ao objecto 'trigger' (t b b b b b b). Estes objectos são responsáveis pelo início de alguns processos no módulo “layer transparente: círculo *alpha* com centro em *pen*”. Irá também disparar o objecto 's sub1' que inicia o módulo *subpatch* 'pd CriaFicheiro_Desenho', responsável por gravar o ficheiro com o desenho resultante do processo.

O *input* corresponde à camada mais profunda da imagem que é dada a descobrir pelo desenhador, ou seja, à imagem que irá desenhar. As marcas do desenhador enquanto traça sobre a imagem são processadas pelo segundo módulo e apresentadas na segunda camada:

Layer transparente ou plano do desenho

Esta camada é essencialmente uma adaptação da abstracção 'pdp_pen' de Yves Degoyon e apesar de ser independente funciona integrada com o módulo *input* e com os restantes dois.

Para o funcionamento deste módulo são necessárias a imagem gravada e enviada por 'pdp_reg' através de 'pdp_mix' e a acção da *pen* pelo desenhador que é enviada através da detecção do movimento do cursor sobre a janela de 'pdp_glx'. Ao mover a caneta sobre o ecrã o desenhador está a enviar para a abstracção 'pdp_glx' as coordenadas (x, y) do cursor que são coincidentes com a ponta da caneta. O objecto 'route' (*route press drag release*) que está conectado a 'pdp_glx' tem os três *outlets* mais à esquerda activos,

^{369!} Os objectos 'send' (ou 's') enviam mensagens sem fios para os objectos 'receive' (ou 'r').

transformando os valores que recebe em informação que será processada pelo presente módulo, mas também pelos módulos “layer preta” e “layer círculo *alpha* com centro em *pen*”.

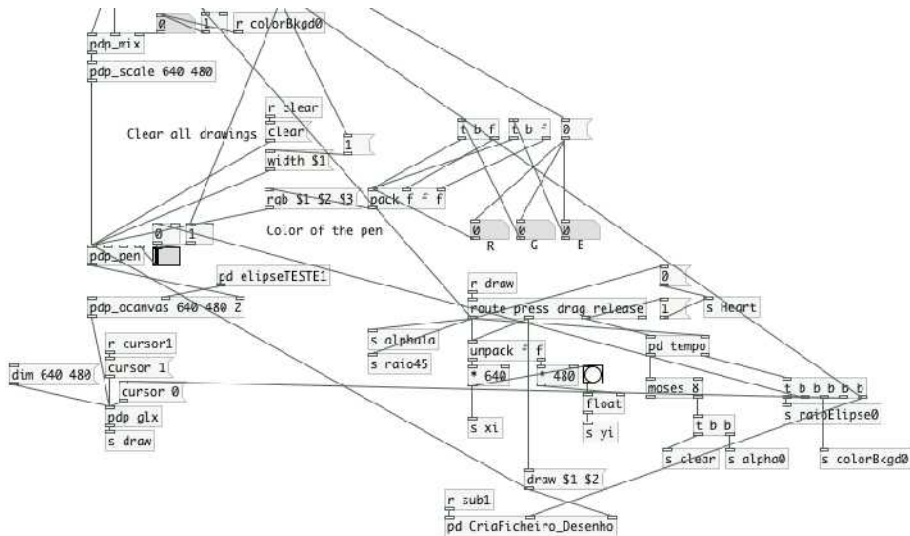


Figura : Módulo layer transparente ou plano do desenho

Como se viu anteriormente a abstracção '*once*' recebe um '*bang*' para iniciar o processo encabeçado por *veil*, essa mensagem é enviada pelo *outlet* mais à esquerda de '*route*', a que corresponde a instrução *press*. Quando o desenhador pressiona a caneta sobre a *tablet* a informação *press* é enviada a '*once*' e também ao objecto '*unpack*' (*unpack f f*, com a função de separar os valores correspondentes às coordenadas '*x*' e '*y*' do ponto) que está ligado ao módulo que controla o círculo transparente.

O segundo *outlet* mais à esquerda de '*route*' corresponde à instrução *drag*, ou ao movimento da caneta sobre a *tablet*. No módulo que estamos a analisar este *outlet* é ligado ao objecto '*draw*' (*draw \$1 \$2*), sendo as variáveis *\$1* e *\$2* correspondentes respectivamente aos valores das coordenadas '*x*' e '*y*' do cursor. Esta mensagem é

enviada ao *inlet* mais à esquerda de 'pdp_pen' que irá transformá-la num conjunto de pontos justapostos que formam as linhas com que o desenhador traça sobre a imagem. Também é enviada ao *subpatch* “pd CriaFicheiro_Desenho”.

A abstracção 'pdp_pen' recebe a imagem, a espessura e a cor do traço pelo seu *inlet* mais à esquerda sendo o seu *inlet* mais à direita dedicado a tornar esse traço visível ou invisível através da variação dos valores de *alpha* (limitados a zero e a um, ou transparente e opaco). A visibilidade do traço é activada através de uma mensagem 'bang' enviada por *veil* (que, como se viu, está dependente do início da acção pelo desenhador).

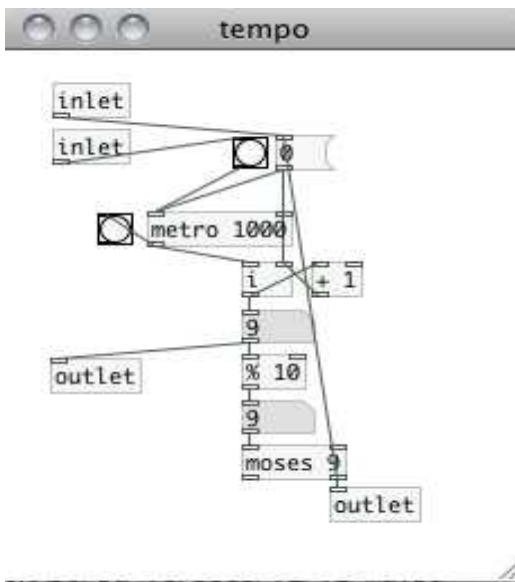


Figura : pd tempo

O objecto 'route' também está ligado ao *subpatch* “pd tempo”. Este *subpatch* tem dois *inlets* ligados a 'route', sendo o mais à direita conectado à instrução *drag* e o mais à esquerda à instrução *release*. Isto significa que sempre que o desenhador levanta a caneta do papel um contador é iniciado em “pd tempo” (*inlet* da direita) e que

sempre que o desenhador inicia ou retoma o desenho antes do fim da contagem esse contador é colocado no seu valor zero (*inlet* da esquerda).

Este contador encontra-se programado para uma contagem de 10 segundos (o objecto *metro* 1000 emite um *bang* por segundo ou em cada 1000 milisegundos e o objecto *% 10* emite um *bang* sempre que conta dez unidades no seu *inlet*), ou seja a partir do momento em que é accionado através do comando '*release*'. A contagem é interrompida e o contador colocado no valor zero sempre que uma instrução '*press*' é enviada para a mensagem '0' do *subpatch*.

Quando o contador atinge o valor '10' (na realidade o valor é '9' uma vez que a contagem tem início no '0') várias mensagens são enviadas através do *outlet* mais à direita :

para o *inlet* mais à direita da abstracção '*once*' reiniciando-a; para a abstracção '*pdp_glx*' através da mensagem '*cursor 0*', fazendo com que o cursor deixe de ser visível sobre a janela do desenho; para o módulo "*layer* transparente: círculo *alpha* com centro em *pen*" tornando o módulo invisível através da mensagem '*s colorBkgd0*' que também é enviada para '*pdp-mix*' através do valor '0' que torna visível a imagem recebida directamente de '*pdp_ieee1394*'; para o objecto '*float*' (com o valor '0') conectado ao '*slider*' (*hslider*) ligado ao *inlet* mais à direita de '*pdp_pen*' - esta mensagem torna o módulo de desenho transparente; e novamente para o módulo "*layer* transparente: círculo *alpha* com centro em *pen*" tornando o círculo invisível (com o valor do raio igual a '0'), e através do *outlet* mais à esquerda é enviada uma mensagem para o objecto '*moses*' (*moses* 8) que envia uma mensagem para o seu *outlet* mais à direita quando recebe o valor '8' no seu *inlet* mais à esquerda, essa mensagem irá activar a mensagem '*clear*' ligada a '*pdp_pen*' fazendo com que o

desenho se apague (entretanto um ficheiro criado por “pd CriaFicheiro_Desenho” já terá sido guardado através da instrução recebida de “pd tempo”), uma segunda mensagem (‘s alpha0’) é enviada por ‘moses’ tornando o módulo “*layer transparente: círculo alpha* com centro em *pen*” transparente.

Layer preta

Este terceiro módulo tem por função tapar as imagens produzidas pelos dois anteriores. Deste modo tanto a imagem como o desenho ficam escondidos ou velados.

Este módulo está integrado com o módulo “*layer transparente: círculo alpha* com centro em *pen*” que se encontra representado no *subpatch* “pd ellipseTESTE1”.

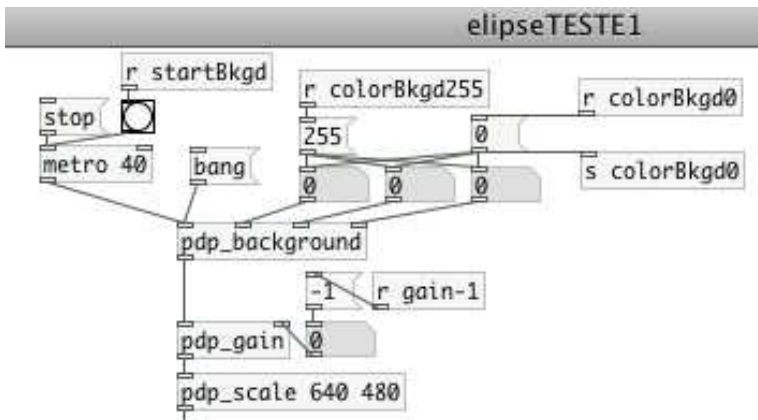


Figura : Layer preta

Para criar uma camada preta sobre as duas anteriores foi utilizada a abstracção ‘pdp_background’.

Esta abstracção destina-se a criar um fundo de uma cor para a janela de ‘pdp_glx’ e no caso presente há duas cores que são utilizadas: o branco e o preto.

Para que 'pdp_background' seja accionada é necessário enviar um 'bang' ao objecto 'metro' (*metro* 40). Esta mensagem é recebida através da mensagem 'r startBkgd' enviada por 'veil' (ou seja, quando o desenhador faz pressão com a caneta sobre o papel accionando a abstracção 'once').

A mensagem 'r colorBkgd0' atribui o valor '0' às três variáveis (RGB) da cor fazendo com que a cor de fundo da janela seja o preto, sendo igualmente recebida de 'veil'.

Esta imagem preta irá sobrepor-se às anteriores através da abstracção 'pdp_ocanvas' (*pdp_ocanvas* 640 480 2) que irá tornar visíveis na janela as diferentes camadas de informação que recebe nos seus *inlets* mais à direita. No caso presente os argumentos são: 640 480 para a dimensão das imagens a ser enviadas para o *outlet* e 2 para o número de *layers* a dispor.

O *outlet* de 'pdp_background' não se conecta directamente a 'pdp_ocanvas' (através de 'pdp_form') indo ligar-se a 'pdp_gain' que recebe o valor '-1' através da mensagem 'r gain-1' enviada por 'veil'. Esta abstracção é necessária para que a camada preta possa ser tornada transparente na área do círculo do próximo módulo e para que não ocorra a saturação das *layers* sobrepostas criando manchas na imagem negra.

A abstracção 'pdp_scale' (*pdp_scale* 640 480) serve para redimensionar a imagem criada à escala da janela de desenho.

Este módulo é o fundo do módulo seguinte:

Layer transparente: círculo *alpha* com centro em *pen*

Trata-se do módulo que corresponde à última camada do sistema. Encontra-se integrada com o módulo 'layer preta'.

Este módulo é responsável pelo círculo transparente e pelo seu movimento sobre a imagem que permite ao desenhador ver e conhecer o que está a desenhar em várias partes.

O raio do círculo transparente tem o valor '45' que corresponde à área de maior resolução do campo visual de um desenhador (ou área foveal), correspondente à área ocupada pelo polegar de um observador com o braço esticado.

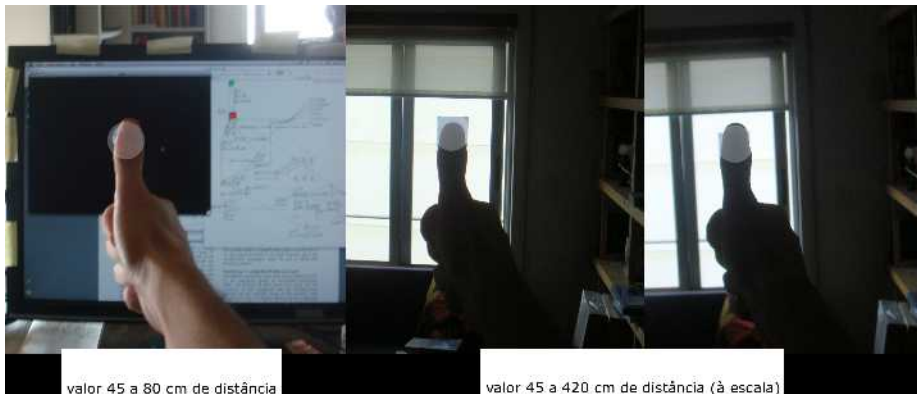


Figura : À área foveal corresponde o círculo com um raio de valor 45

A função deste módulo é a de abrir uma brecha no véu negro que esconde a imagem e tal acontece através da criação de um círculo que torna transparente a área da camada preta correspondente à sua área.

O círculo é criado pela abstracção 'pdp_form' que se destina à criação e adição de formas geométricas em pdp. O seu funcionamento é simples: cria-se uma forma que vai ser adicionada a um *input* vídeo com recurso a um conjunto de argumentos que correspondem aos seus atributos de forma, cor e posicionamento na janela. No caso presente este *input* vídeo foi substituído pela abstracção 'pdp_background'.

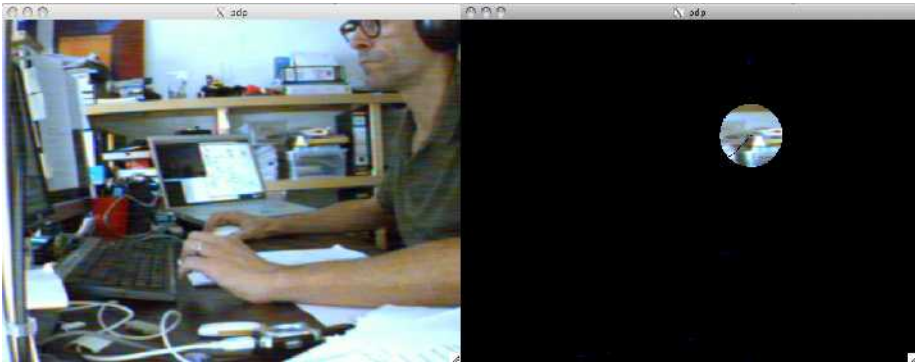


Figura : Imagem input e círculo transparente sobre layer preta

Quando o desenhador pressiona a caneta contra o papel um '*bang*' (*veil*) é enviado para a mensagem de criação da elipse '*ellipse*' (*ellipse -45 -45 45 45 0 1 0*, os argumentos são a posição inicial (x,y) da elipse, os raios maior e menor – iguais para criar um círculo – e a cor, verde para se tornar transparente) através da mensagem '*startEllipse*'.

Os argumentos iniciais vão ser transformados pela acção do desenhador e para que possam afectar o movimento, o tamanho, a cor e a opacidade do círculo há oito *inlets* no objecto '*pdp_form*': o terceiro e quarto *inlets* contando da esquerda para a direita controlam a posição do círculo na janela e recebem as mensagens '*r xi*' e '*r yi*' vindas da instrução '*drag*' do objecto '*route*' (*route press drag release*) que indicam a posição da ponta da caneta na janela. Deste modo sabe-se que a posição da ponta da caneta corresponde à posição do centro do círculo.

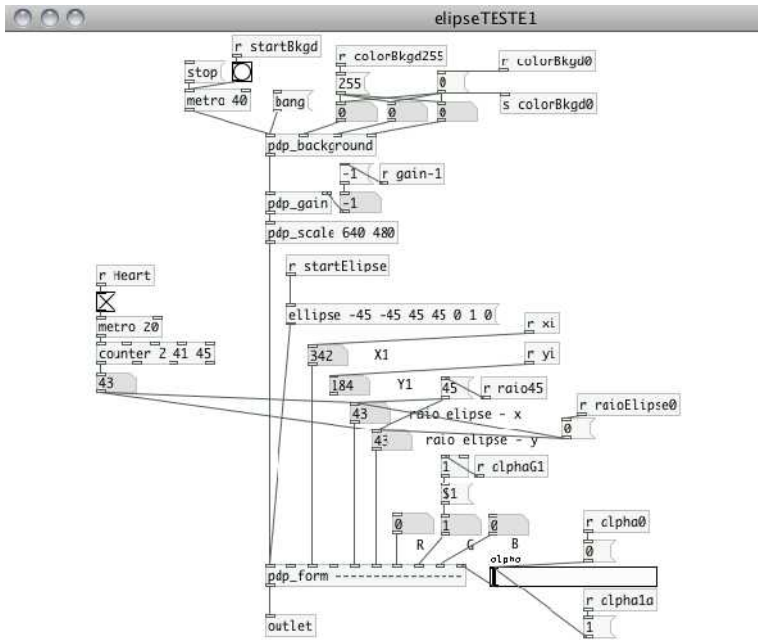


Figura : Criação do círculo transparente

Os dois *inlets* imediatamente à direita dos anteriores controlam a dimensão do círculo, sendo os seus valores sempre iguais para que não ocorram distorções na forma. Estes *inlets* recebem instruções com duas origens diferentes que serão descritas à medida que ocorrerem ao longo da sequência de eventos provocados pela utilização da máquina.

A primeira instrução é a mensagem 'r raio45' com origem na instrução *drag* do objecto 'route'. Esta mensagem sucede-se à criação da forma *ellipse* e envia o valor '45' como argumento para o tamanho do raio do círculo.

Esta instrução é recebida ao mesmo tempo que a mensagem 'r alphaG1' é recebida com o valor '1' pelo terceiro *inlet* contando da direita para a esquerda que corresponde à cor verde que se atribui ao círculo (este valor é o mais baixo depois do zero numa escala que

varia entre o '0' e o '255', permitindo que o círculo se torne totalmente transparente). Os dois *inlets* à esquerda e à direita deste têm o valor '0' por defeito e correspondem respectivamente às cores vermelho e azul.

Quando o desenhador pressiona a caneta contra o papel também envia a mensagem com o valor '1' através de 's alpha1a' para o *inlet* mais à direita da abstracção que corresponde ao canal *alpha* da forma tornando a *layer* preta transparente naquela área.

São estes os passos quase simultâneos para a criação do círculo transparente de dimensão '90' que se posiciona de acordo com os movimentos da caneta enquanto é manipulada pelo desenhador.

As mensagens seguintes resultam das hesitações ou do término da utilização.

Quando o desenhador levanta a caneta do papel dá início aos processos da instrução *release* do objecto '*route*': o *subpatch* "pd tempo" e a mensagem 's Heart' (que pode ser terminada com a instrução *press* do mesmo objecto). Esta mensagem inicia o objecto '*counter*' (*counter 2 41 45*, em que os números correspondem aos argumentos: dois sentidos – ascendente e descendente, valor mínimo e valor máximo para a contagem) que funciona enviando os valores que gera para os *inlets* de '*pdp_form*' com a função de determinar o valor do tamanho do círculo. Este objecto ao enviar valores entre 41 e 45 com sentido crescente e decrescente para o tamanho do círculo irá criar uma ilusão de movimento de pulsação, anunciando ao desenhador que o processo está prestes a terminar.

Como se viu na descrição do módulo anterior o *subpatch* "pd tempo" é responsável pela finalização automática do processo de desenho após um período de tempo contado a partir do momento em que o

desenhador levanta a caneta do papel (instrução *release* do objecto 'route').

O *outlet* mais à direita de “pd tempo” envia a mensagem 's raioellipse0' responsável por transformar o círculo que se encontra a pulsar num círculo de dimensão '0' imediatamente antes de o *inlet* mais à direita de “pdp_form” receber a instrução 'r alpha0' que envia a mensagem de valor '0' para o canal *alpha* do círculo tornando o módulo invisível.

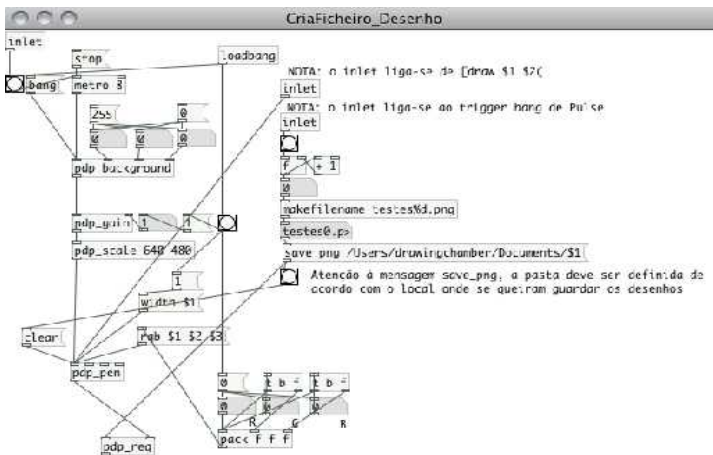


Figura : Subpatch pd CriaFicheiro_Desenho

O *subpatch* “pd CriaFicheiro_Desenho” (figura 111) é um módulo que apesar de ser referido não foi integrado como o quinto módulo do sistema por se tratar de um módulo que é independente e que não tem efeito no funcionamento da máquina até à sua quinta versão (a integração da sua utilização será descrita com o a descrição da quinta versão da máquina).

Este módulo regista os movimentos da caneta sobre um fundo branco e grava automaticamente num ficheiro “.png” os desenhos criados durante o processo após receber o 'bang' de “pd tempo”.

Os dois módulos restantes são o *Input*, ou a imagem da cena visual a ser desenhada e as acções do desenhador; e o *Output*, ou o resultado visível das operações do desenhador conforme são processadas pelo módulo digital.

O módulo Input

A imagem que irá ser desenhada é capturada ou por uma câmara de vídeo *firewire* ou de uma lista de vídeos pré-gravados. Ambas as fontes de imagens se encontram conectadas ao módulo digital: a câmara de vídeo através de um cabo e a lista de vídeos através de *software*.

As acções do desenhador ocorrem através de uma *ink pen* e de uma *tablet Intuos s4* da marca *Wacom*. Esta interface encontra-se conectada ao módulo digital através de um cabo USB 2.0.



Figura : Tablet e Ink Pen Wacom Intuos S4

A *tablet* não é visível para o desenhador, encontrando-se escondida dentro de uma prancheta de madeira. A intenção de esconder a *tablet* dentro de uma prancheta de desenho é a de conduzir a experiência do desenhador para a utilização da caneta sobre o papel como meio de desenho e de evitar que se concentre demasiado no facto de a máquina ter um funcionamento essencialmente digital. No entanto, é importante que o desenhador tenha a consciência desta mediação digital e é por essa razão que as suas operações produzem transformações que são apresentadas projectadas num ecrã.

Pretende-se que o desenhador tenha a consciência de que as suas operações são manipulações sobre um meio digital ao mesmo tempo que reconhece o processo de desenho tradicional (enraizado na utilização de duas máquinas de desenhar) como o mediador dessas operações. Ou seja, ao criar atrito entre o desenhador e a máquina digital a experiência da realidade por parte do desenhador é alterada (ou aumentada) pela sua consciência dessa experiência³⁷⁰.

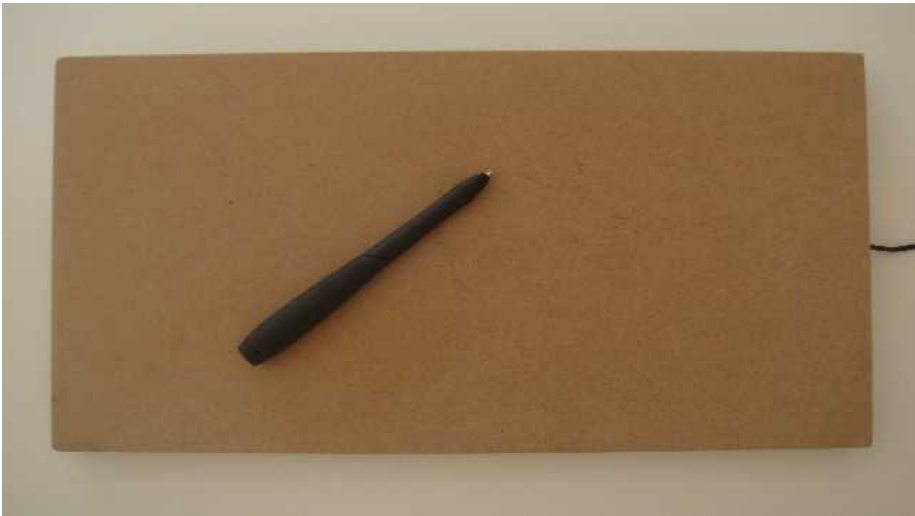


Figura : Prancheta de madeira e Ink Pen

370 Bolter, J. D. and D. Gromala (2003). Windows and mirrors : interaction design, digital art, and the myth of transparency. Cambridge, Mass ; London, MIT, p. 27, “*If we only look through the interface, we cannot appreciate the ways in which it shapes our experience*”, No mesmo livro (p. 67), os autores apresentam um quadro onde se estabelece uma relação entre uma estratégia de transparência e de reflexividade no desenho de interfaces digitais: “

	Strategy of Transparency	Strategy of
		Reflectivity
Goal	<i>information delivery</i>	<i>compelling</i>
<i>experience</i>		
Metaphor	<i>interface as window</i>	<i>interface as mirror</i>
Response by user	look through interface	look at interface

These two strategies form a continuum: no digital design can achieve pure transparency or pure reflectivity.”

O módulo Output

Este terceiro módulo é a imagem projectada das operações do desenhador que tem a função de ser o *input* do desenhador.

Há três *outputs* de tipos diferentes:

o desenho no papel, que o desenhador vai traçando ao longo de todo o processo e que (de acordo com os testes realizados) revela ter como função ajudar o desenhador a recuperar a linha onde a possa ter interrompido ao levantar a caneta (*release*) – este é, no final do processo, o único *output* físico, ou seja, o desenho que fica na mão do desenhador é este;

o desenho projectado no ecrã, que o desenhador nunca vê como uma unidade mas que prevê como essa unidade (esta previsão se posta em relação com o facto de o desenhador não olhar para o papel em busca de uma confirmação que a corrobore, serve como demonstração de que o desenhador vê uma construção do seu *génio criativo para a visão*, ou seja, vê o que espera ver) e a imagem projectada que é o seu modelo sob o processo que controla – este controle é um sistema de *feedback* pois o *output* das acções do desenhador vai constituir-se no *input* para a continuidade das suas acções. Este sistema é semelhante ao do desenho à vista com a diferença de que neste caso o desenho se sobrepõe ao modelo. Como se pode constatar da análise dos testes realizados, os desenhadores não olham para o papel onde estão a fazer o desenho, olhando para o ecrã onde o desenho aparece projectado sobre o modelo. Pode concluir-se que os desenhadores assumem a superfície de projecção como o plano do desenho. Esta sobreposição ocorre de um modo diferido, em que o traço só surge sobre o traçado após o desenhador ter previsto a aparição da marca que o denota

como contorno ou outra parte - e este movimento é o do desenho à vista como refere John Tchalenko³⁷¹.

Nas versões 5, 6 e 7 o *output* é composto pela projecção desta imagem e pela projecção do desenho como está a ser criado pelo *subpatch* “pd CriaFicheiro_Desenho”.

O terceiro *output* é o criado pelo *subpatch* “pd CriaFicheiro_Desenho”. O desenho que resulta do processo de utilização da máquina pelo desenhador, que é semelhante ao que fica na folha de papel com a diferença de este ter sido gerado e guardado digitalmente, nunca sendo visível ao desenhador ou sendo pouco visível ao desenhador (nas versões 5, 6 e 7, quando o desenhador termina o processo ainda tem alguns segundos antes que o desenho desapareça da sua vista). Esta não existência (ou desaparecimento) conduz finalmente o desenhador ao seu desenho na folha de papel e ao reconhecimento das suas operações para a realização deste outro desenho que afinal é o que resta como marca de todo o processo.

Das conclusões da análise aos testes da primeira versão da máquina digital de desenhar podem retirar-se duas notas que estão na origem da segunda e seguintes versões.

A primeira nota refere-se a uma demasiada transparência na utilização: os desenhadores agiram como se o módulo digital não estivesse presente, ou como se fossem as suas operações a actuar directamente nas transformações que ocorriam no ecrã à sua frente sem uma mediação digital. Esta observação coincide com a conclusão de que o desenhador utiliza o ecrã como a superfície onde

371! Tchalenko O, J. (2001). Eye-hand coordination in portrait drawing: A case study, London: Camberwell College of Arts.

http://www.arts.ac.uk/research/drawing_cognition/eyehand.htm (consulta: 03/12/2008)

está a desenhar (como uma projecção do papel onde, de facto, está a traçar), acrescentando um excesso de transparência ao sistema que, como foi referido, se procura evitar. A segunda versão da máquina reflecte uma tentativa de criação de atrito que provoque uma resposta no desenhador no sentido de ele reconhecer que há uma mediação digital a provocar as transformações iniciadas com as suas acções. Só a partir da quinta versão é que este problema teve uma abordagem em que através de restrições físicas ao controle da máquina (interface) o desenhador passou a ter consciência da interacção como uma relação entre si e o resto da máquina e não como uma luta entre os dois.

A segunda nota relaciona-se com o tipo de imagem a ser desenhada e surge a partir da análise ao teste SP2, onde se sugere que a imagem de *input* seja uma imagem definida. Este problema só será resolvido nas versões posteriores à segunda.

Na segunda versão foi colocado algum cuidado na criação de um sistema que originasse uma imagem criada numa Camera Obscura, esperando que este tipo de imagem fosse um motivo para os potenciais desenhadores abordarem a máquina e a utilizarem.

Versão 2 da máquina digital de desenhar

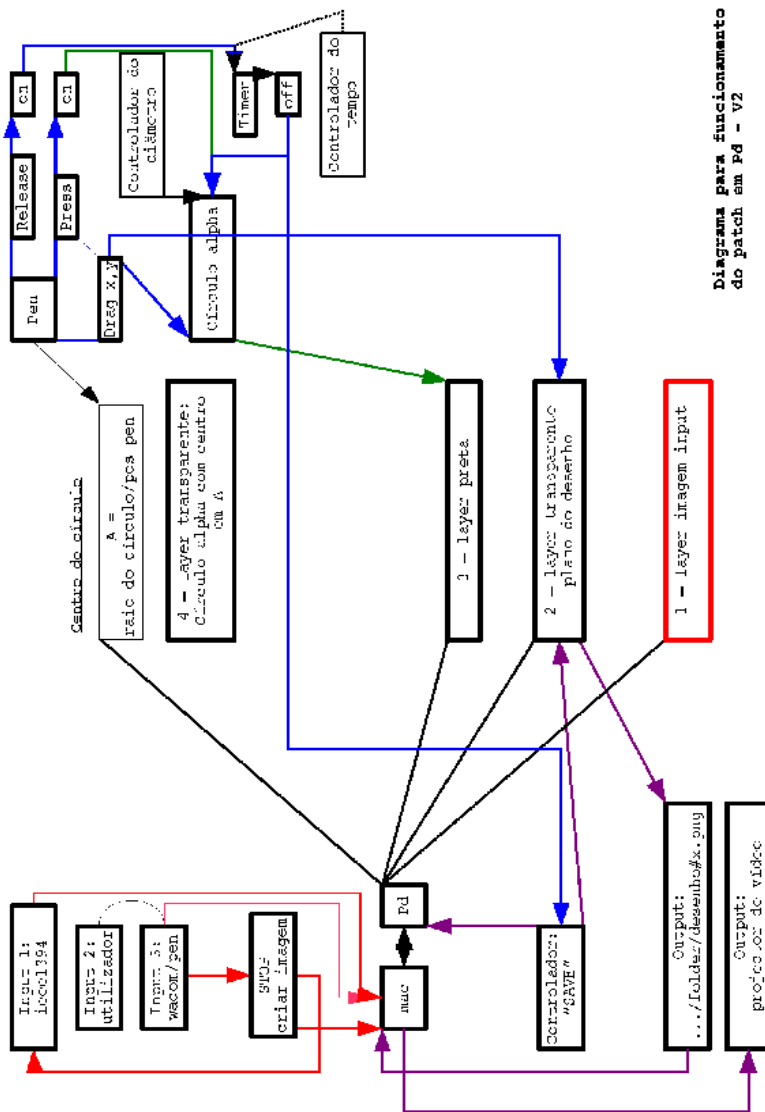


Diagrama para funcionamento do patch em Pd - V2

A segunda versão da máquina tem duas alterações relativamente à primeira.

O círculo *alpha* não tem o centro coincidente com a posição da ponta da caneta e a imagem é produzida por uma Camera Obscura a partir de ficheiros de vídeo pré-gravados.

A primeira alteração é no módulo digital da máquina, mais propriamente no módulo “*layer* transparente: círculo *alpha* com centro em *pen*”, que para a presente versão deve passar a ser denominado “*layer* transparente: círculo *alpha* com centro perseguindo *pen*”.

O que é que isto significa?

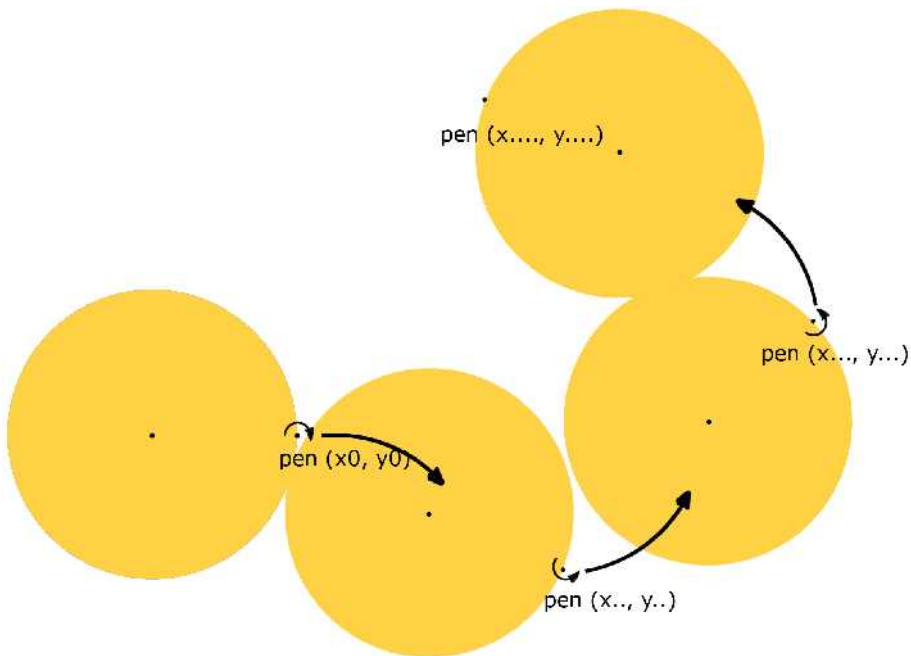


Figura : O centro do círculo persegue a ponta da caneta

A ponta do cursor (x, y) correspondente à posição da ponta da caneta situa-se sobre a circunferência do círculo que se move em reacção ao movimento do cursor, perseguindo-o de tal maneira que o ponto do centro do círculo está sempre atrás do ponto do cursor. Deste

modo o desenhador nunca consegue ver a parte que irá ser desenhada de seguida sendo obrigado a ser mais preciso nas suas predições. Isto significa que ao desenhador se exige mais atenção no seu processo de reconhecimento, pois o que está a desenhar é o que está a ver e os seus gestos (os movimentos da caneta) são de acordo com o que adivinha que deve estar a seguir. Por não permitir uma verificação anterior ao traço este método é uma restrição forte às opções do desenhador e ao seu modo de traçar. O percurso do traço é no sentido do que se espera encontrar a seguir, como se a ponta da caneta se movesse no escuro a tactear os contornos das coisas que se vão fazendo notar à medida que passa por elas, e este fazer-se notar acontece como um *feedback* pela passagem do círculo transparente sobre a área onde se acaba de desenhar, confirmando ou não a predição

Todas as primitivas e partes passam a ter importância, ou melhor, deve haver uma consciência das suas relações e uma atenção maior às alterações que possam ocorrer nessas relações e que possam afectar o sistema de predições que se vai desenrolando. O processo de selecção é dificultado por este acumular de partes com potencial importância para o que se espera vir a desvelar pelo desenho, uma vez que o desenhador tentará traçar todas as marcas possíveis para não perder a continuidade da cena coberta (enquanto se tratar de uma cena desconhecida).

Torna-se difícil promover a estabilidade e esta é a restrição que se pretende para ser responsável por uma interacção mais profunda com a máquina³⁷². Na primeira versão da máquina a estabilidade

372 O processo visual ao tender para a estabilidade e para a coerência ordena os padrões de busca do desenhador. Quanto mais acertados se verificam os seus reconhecimentos e predições maior será o estímulo para permanecer focado no processo.

promove a selecção e a certeza das predições, sendo o elemento do sistema com a função de reduzir o número de opções para a cena a ser desenhada.

A outra restrição é o movimento do círculo em relação à ponta da caneta que se torna o seu centro de translação e de rotação. Esta restrição opera sobre o movimento do círculo fazendo com que este se mova como se perseguisse o cursor, criando algum ruído visual na percepção do desenhador. Este ruído afecta a continuidade e sentido de construção de uma unidade desejados para o processo de desenho e verificou-se contrário a uma boa utilização da máquina por se sobrepor à restrição anterior.

Ao módulo digital é acrescentado o *subpatch* "pd RODA".

Este módulo tem como função transformar os valores da posição do cursor (ou da ponta da caneta (x_i, y_i)) nos valores da posição do centro do círculo (x_0, y_0) .

Este módulo calcula o valor das posições das coordenadas do centro da circunferência a partir das coordenadas de duas posições consecutivas do cursor e da distância a que se pretende colocar o centro da circunferência do cursor, de modo a que se crie a impressão cinética de o círculo perseguir a ponta da caneta (para onde a caneta se desloca o círculo segue).

Para programar esta abstracção foram importantes os conselhos e orientações do professor Sérgio Valentim, docente na ESAD.CR – IPL pela indicação da utilidade da função arco de tangente 2 (abstracção 'atan2') para a determinação da posição de um ponto relativamente a uma circunferência.

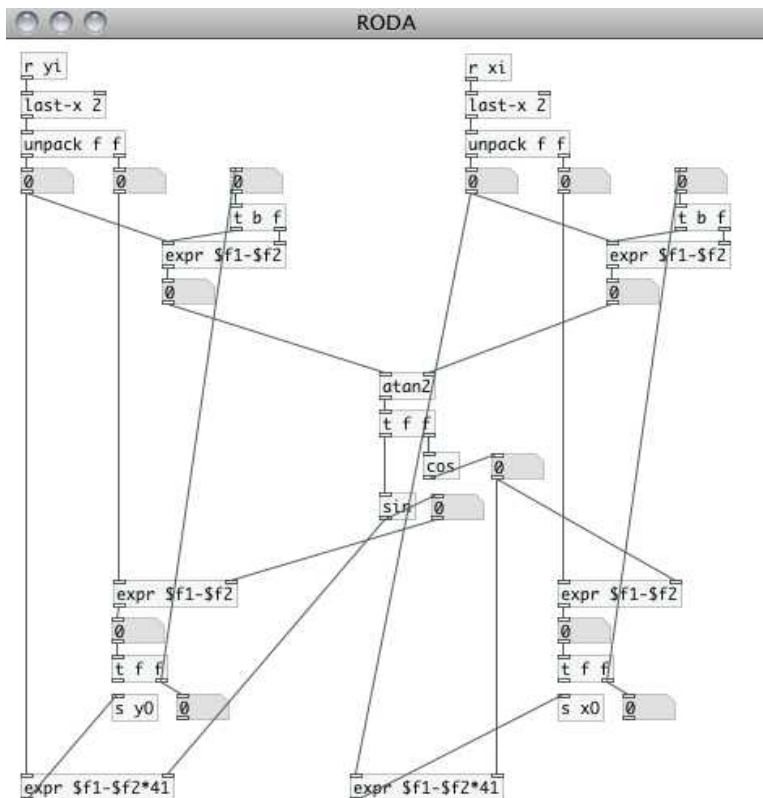


Figura : Subpatch pd RODA

O módulo *input* também foi alterado, tendo-lhe sido acrescentado um gerador de imagens em Camera Obscura (figura 116).

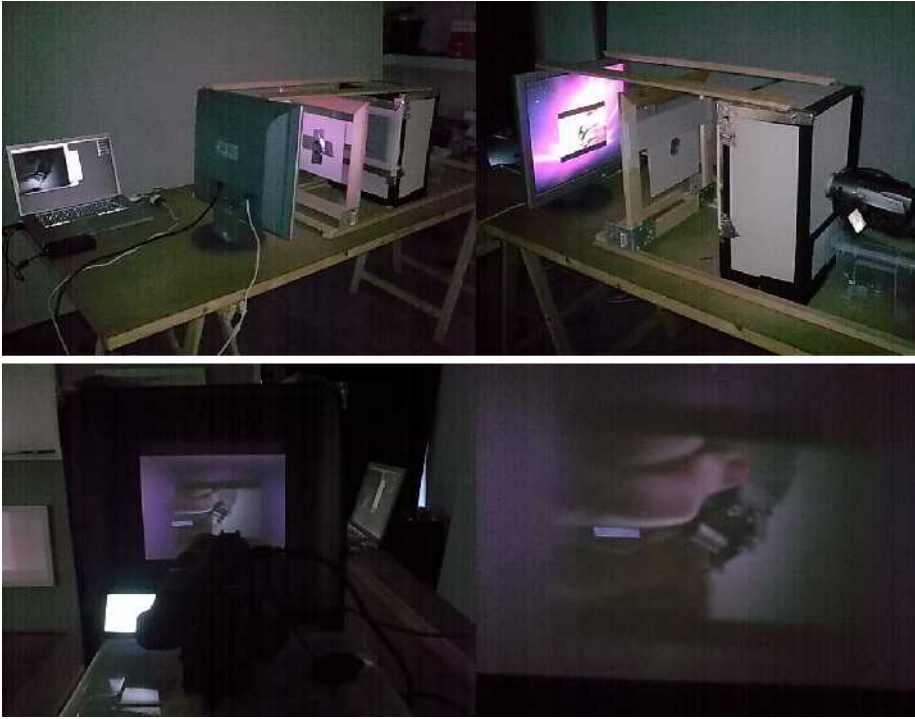


Figura : Uma Camera Obscura como input para a câmara firewire

Partindo da hipótese de que uma imagem produzida por uma Camera Obscura é mais interessante e espantosa do que uma imagem produzida por um dispositivo electrónico como uma câmara de vídeo, foi criado um aparato que transformava uma imagem vídeo numa imagem gerada numa Camera Obscura.

Este aparato compõe-se de um ecrã que apresenta as imagens vídeo e uma lente que conduz as imagens do ecrã para a superfície de projecção/ecrã. Esta superfície é translúcida (papel de calque) admitindo a passagem de luz para o seu verso que funciona como ecrã. A imagem que surge projectada no ecrã tem as características de uma imagem produzida numa Camera Obscura: é invertida, menos luminosa que o modelo (embora a luminosidade seja relativa ao ambiente) e menos definida devido à sua baixa resolução.

Esta perda de definição é importante por reduzir a quantidade de informação presente na imagem e por essa razão a tornar mais acessível ao desenhador (a imagem torna-se, supostamente, suficiente). A hipótese inicial propunha que a imagem a copiar fosse desse tipo, mas verificou-se na segunda versão da máquina que tal hipótese não é válida por não ter previsto o seguinte: um observador entende rapidamente uma imagem gerada numa Camera Obscura porque tem acesso à sua unidade com um só olhar, mas um desenhador utilizando a máquina digital de desenhar não tem acesso a essa unidade com um só olhar, precisa de criar um sistema de ligações entre partes para criar uma previsão da unidade ou do seu enquadramento visual. Ou seja, cada área que é dada a desenhar deve ser entendida como uma área de baixa resolução por não conter toda a informação necessária ao entendimento da unidade, se a unidade também for uma imagem de baixa resolução (de baixa frequência visual) então cada área visível durante o processo poderá não ter nenhum indício que a integre como parte de um enquadramento ou de uma cena visual, como uma espécie de primitiva de nada.

A imagem assim produzida é mais cativante mas revela-se inadequada a esta utilização.

Trata-se de uma constatação que já tinha sido notada na análise do teste SP2 à primeira versão, em que a imagem era capturada directamente através de uma câmara de vídeo *firewire* sem a mediação da Camera Obscura.



Figura : Montagem do aparato em estúdio e na exposição no Museu da Ciência da Universidade de Coimbra

Conforme foi anteriormente referido, a imagem enviada para a Camera Obscura provinha de um ficheiro pré-gravado alojado numa pasta num directório de um computador (com o sistema operativo Ubuntu 10.04) programado para apresentar numa sequência aleatória um vídeo de um conjunto de catorze vídeos realizados para esta versão da máquina.

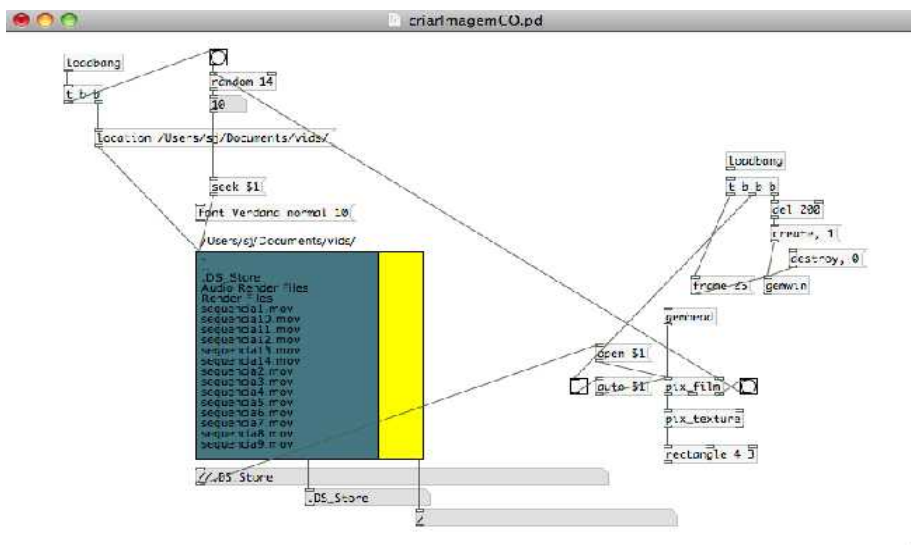


Figura : Patch com lista dos 14 vídeos

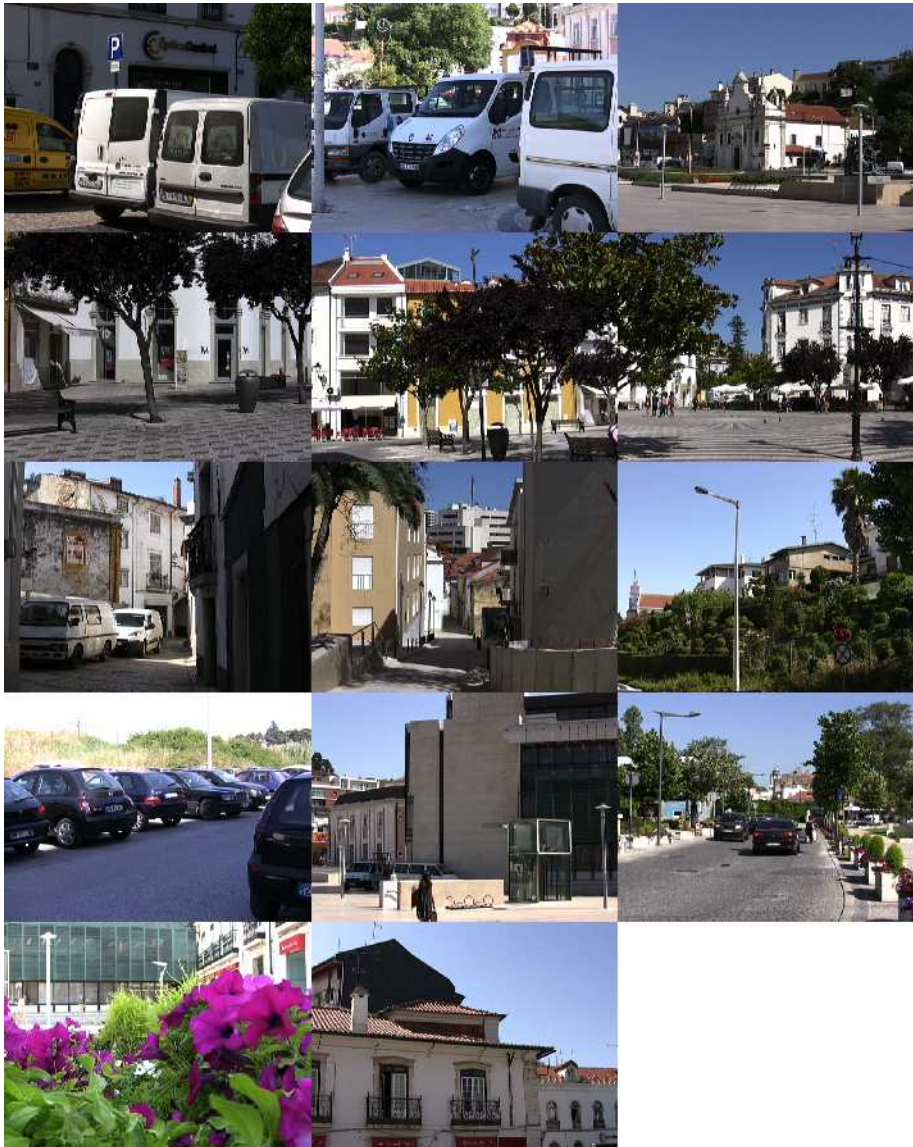


Figura : Stills dos vídeos das 14 cenas pré-gravadas

Os vídeos são de cenas fixas filmadas com a câmara de vídeo na mão. As cenas constituem-se por objectos facilmente reconhecíveis mas que nas suas relações formam enquadramentos visuais ricos em pistas visuais. Para além da clareza visual de cada cena procurou-se algum nível de ambiguidade nas relações figura/fundo e na

comunhão de contornos. As filmagens foram feitas sem nenhuma alteração nas cenas por forma a ser o mais fiel possível ao princípio de que com uma Camera Obscura o que estiver em frente à sua óptica transforma-se em imagem.

Cada vídeo tem uma duração de cerca de 30 segundos.

A terminar este aparato encontra-se uma câmara de vídeo *firewire* ligada ao computador que gere o processo de desenho. O *input* para o sistema é igual ao da primeira versão (e das seguintes), mas a origem das imagens, como se viu, é bastante diferente. Todo este aparato (excluindo o PC com o sistema operativo *Linux*) encontra-se encerrado dentro de uma caixa de madeira assente em dois cavaletes. Um dos topos dessa caixa serve de superfície/ecrã para a projecção do *output*.

Um dos problemas que se notou relativamente à qualidade da imagem e que contribuiu para que a sua resolução ainda fosse mais baixa foi a fraca qualidade da imagem da câmara de vídeo *firewire* condições de fraca luminosidade. Foram feitas experiências com três câmara diferentes dentro da caixa: *Unibrain fire-i*, *Canon hv-20* e *Sony DCR-TRV110E* e em todas elas se verificou uma quebra significativa entre a imagem projectada no ecrã do *input* e a imagem projectada no ecrã do *output*. Reforçando a hipótese colocada relativamente à não necessidade de utilizar uma imagem produzida numa Camera Obscura.



Figura : V2, utilização

Conclusão

A segunda versão da máquina digital de desenhar foi experimentada numa exposição no Museu de Ciência da Universidade de Coimbra que decorreu durante o mês de Junho de 2011.

Houve uma série de problemas técnicos decorrentes de uma deficiência na programação do calendário das acções do computador Mac mini (onde se encontra instalado o módulo digital da máquina) que originaram uma constante sobreposição na gravação dos ficheiros de desenho e de vídeo gerados. O último desenho a ser realizado foi um desenho sem significado para a presente proposta e denota a dificuldade que se verificou na utilização da máquina por parte dos desenhadores.

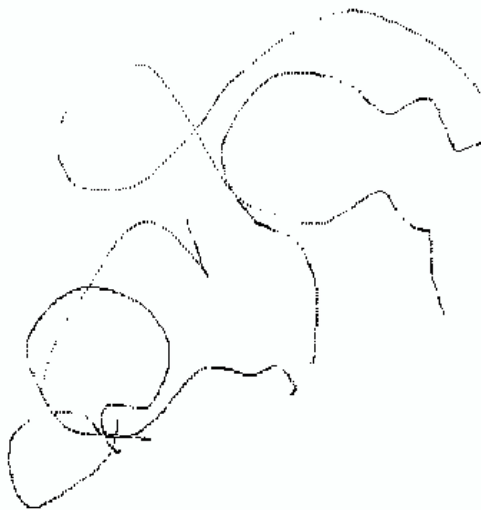


Figura : V2, desenho final

De uma observação presencial pode concluir-se que esta versão da máquina exige que o desenhador tenha disponibilidade para uma fase longa de adaptação à sua utilização (aprendizagem) para compreender as relações entre os movimentos da sua mão com os movimentos do círculo transparente e a sua percepção do processo, com vista a criar um sistema de reconhecimento e predição que possa ser de alguma eficácia enquanto processo de desenho.

Posteriormente serão realizadas novas experiências com diferentes tipos de desenhadores, com e sem experiência e de diferentes idades. Estas experiências serão realizadas fora do âmbito desta dissertação.

Versão 3 e versão 4 da máquina digital de desenhar

As versões 3 e 4 da máquina digital de desenhar são fruto de uma reflexão imediata às experiências com a versão 2. Ambas as versões se centram no recobro da qualidade do *input* e na manipulação do círculo transparente como meio de incrementar a experiência de utilização da máquina e por conseguinte de melhorar a proposta de aumento do processo de ver mais e conhecer melhor associado ao desenho.

A versão 5 é uma primeira conclusão acerca desta reflexão e será na sua descrição que o presente trabalho irá prosseguir.

Versão 5 da máquina digital de desenhar

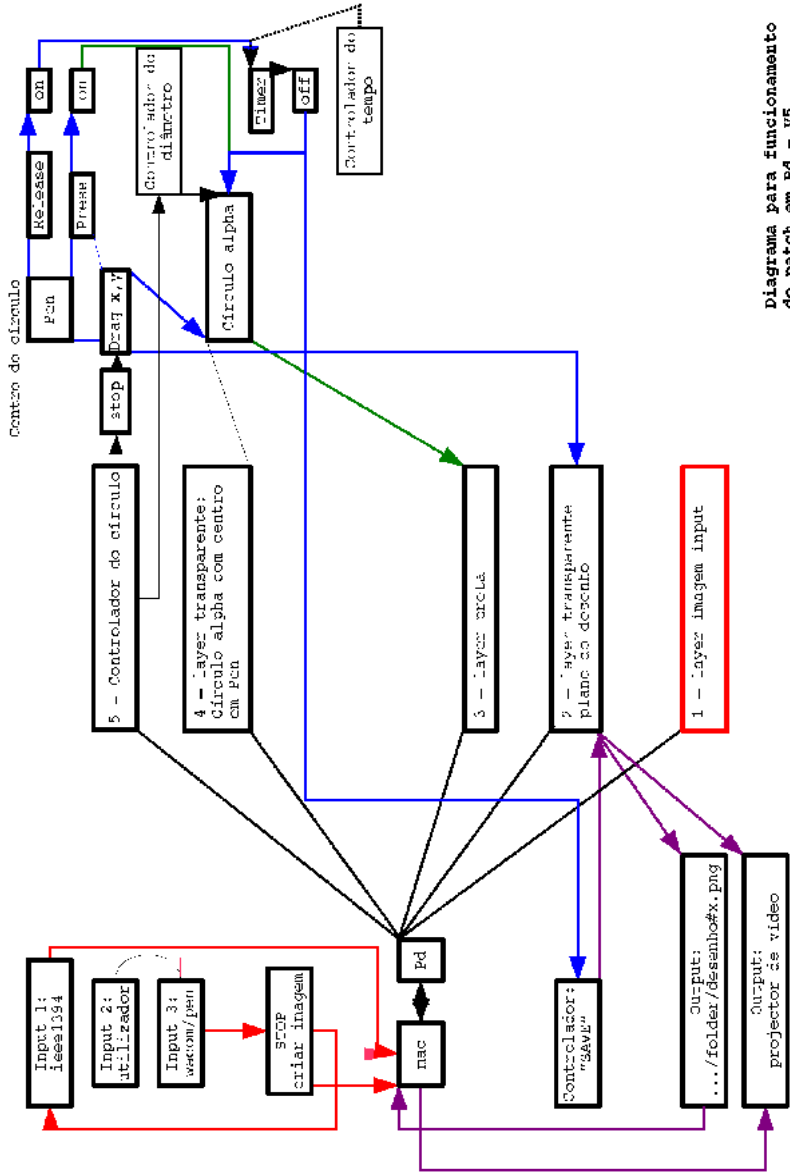


Diagrama para funcionamento do patch em Pd - V5

A quinta versão da máquina digital de desenhar resulta de uma reflexão sobre as conclusões da segunda versão., mantendo a necessidade de criar algum atrito na utilização que force o desenhador a permanecer focado na sua acção sem que a máquina se transforme num meio inutilizável³⁷³ como aconteceu com a deslocação do cursor para periferia do círculo.

Na terceira e quarta versões da máquina (que são consideradas como uma transição para a quinta) experimentou-se criar um meio que permitisse o movimento da caneta dentro da área do círculo sem que este se movesse – na terceira versão com recurso a um teclado de computador e na quarta versão com recurso a um interruptor ligado a uma placa *Arduino Uno*.

As coordenadas do centro do círculo voltam a ser coincidentes com as coordenadas da ponta da caneta, mas através da pressão de uma tecla ou de um botão tornou-se possível parar o movimento do círculo enquanto se traçam as marcas no seu interior. Este modo de desenhar permite um maior controlo sobre o que se está ver ao admitir que se proceda a uma busca visual mais fina e também a uma selecção de marcas a incluir ou a excluir mais em acordo com as previsões que se vão criando.

À necessidade de marcar em movimento, de fazer o traço coincidir com a marca que se prevê e reconhece, é acrescentada a opção de seleccionar a marca a traçar de acordo com o enquadramento visual reconhecido nesse momento.

Todo este processo deriva de um novo elemento na interacção, ou quinto módulo, que faz a interface entre a percepção do desenhador e o computador – o módulo controlador do círculo.

373 Conforme foi referido, esta dificuldade na utilização não será um impedimento para que novas experiências se realizem por via de melhoramentos que possam ser feitos tanto ao nível da interface como de programação.

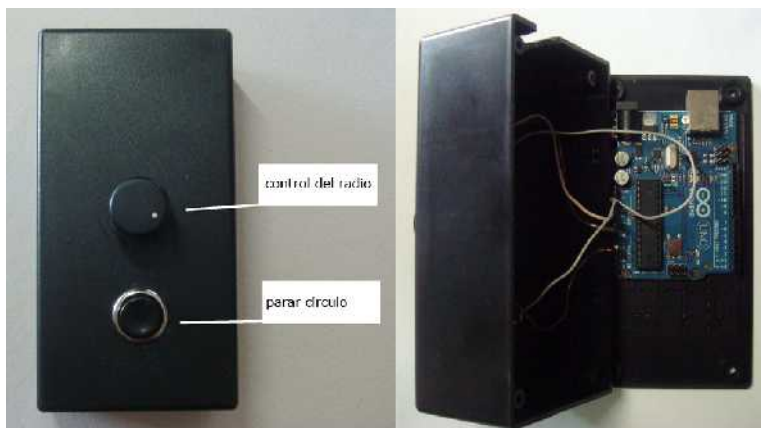


Figura : Controlador do círculo. Caixa preta, por fora e por dentro

O módulo controlador do círculo na quinta versão da máquina digital de desenhar é composto por dois botões – um (em baixo) de pressão para parar o movimento do círculo (autonomizando o movimento da caneta) e outro (em cima) de rodar para controlar a dimensão do círculo. Estes dois botões comunicam via USB 2.0 com o *patch* em *Pure Data* (módulo digital) através de uma placa *Arduino Uno* que se encontra dentro da caixa preta que representa o módulo controlador. O *patch* em *Pure Data* permanece com a estrutura base conforme foi descrito para a primeira versão sendo acrescentadas alterações no módulo *input* e incluído um novo “módulo controlador do círculo” (ou “pd arduinoRAIOelipse”). Na quinta versão, para além de se acrescentar o módulo controlador do círculo também se acrescentou uma nova imagem ao ecrã do módulo *output*.

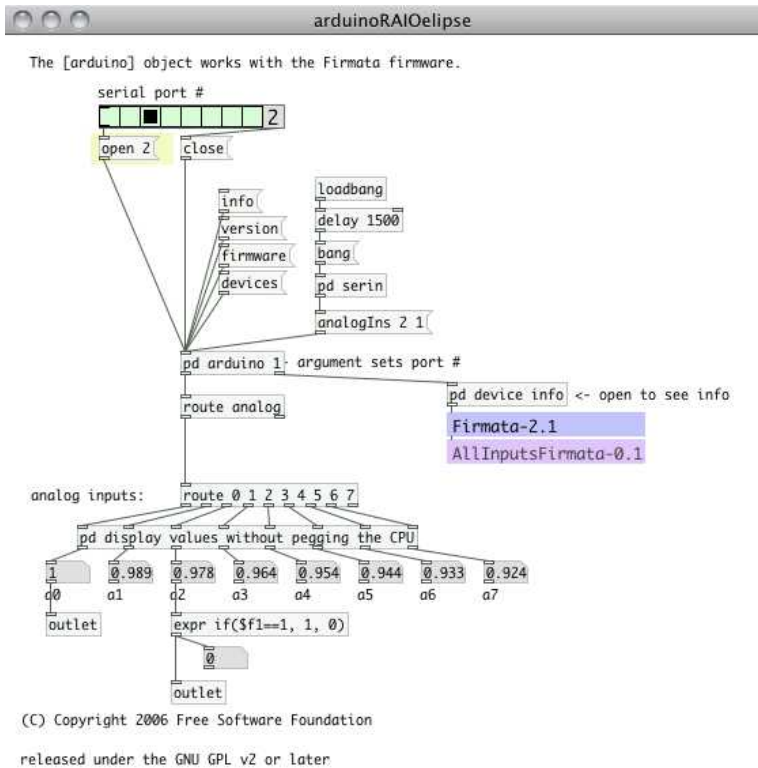


Figura : Subpatch pd arduinoRAIOelipse

Este *subpatch* é realizado sobre o *patch* “arduino-test.pd” incluído no pacote “pduino” de Hans-Christoph Steiner³⁷⁴. As alterações ao original não são nenhuma, tendo-se procedido a uma limpeza através da remoção de todos os objectos que não eram úteis para esta versão da máquina.

Como se encontra programada, a presente abstracção recebe sinais através das portas de entrada '0' e '2' da placa *Arduino* a que estão ligados, respectivamente, os botões de pressão e de rodar do módulo

374 “This package includes a Pd object and a matching Arduino firmware. It allows you to control the Arduino board from Pd without having to program in Arduino's C++”, conforme se pode ler no ficheiro de texto README que acompanha o pacote.

controlador do círculo. A ligação deste *subpatch* aos restantes é efectuada através dos dois *outlets* a que se conectam o primeiro e terceiro *atoms* a contar da esquerda no *subpatch* “*pd display values without pegging the CPU*”. Ao segundo *outlet* (mais à direita) foi acrescentada uma expressão entre si e o *atom* que corresponde ao botão de pressão do “módulo controlador do círculo”. Esta expressão serve para limitar os valores que são enviados pelo *outlet* a '0' (estado normal) e a '1' (pressionado).

O *outlet* mais à esquerda no *subpatch* está conectado a uma cadeia de operações que têm por função limitar os valores do botão de rodar entre '45' e '60', ou seja, à medida do raio do círculo ('45') ou a um terço maior ('60') – uma volta do botão corresponde a um incremento de '15' ao valor da dimensão do raio do círculo. Esta cadeia de operações termina na mensagem 's controlRAIO' que é recebida no *subpatch* “*pd ellipseTESTE1*”. Os valores desta mensagem são enviados para os dois *inlets* que controlam a dimensão do círculo e para o contador que gera a pulsação do círculo transparente quando o *subpatch* “*pd tempo*” é iniciado.

O *outlet* mais à direita no *subpatch* “*pd arduinoRAIOellipse*” está conectado à mensagem 's eli1' que tem a função de activar ou desactivar o *toggle* responsável pelo valor da variável na expressão que controla a relação de dependência do centro do círculo ao ponto que corresponde à ponta da caneta que o desenhador manipula. Quando o valor é '0' o círculo movimenta-se com a caneta, quando o valor é '1' o círculo pára e a caneta pode continuar a movimentar-se, dependendo das intenções do desenhador.

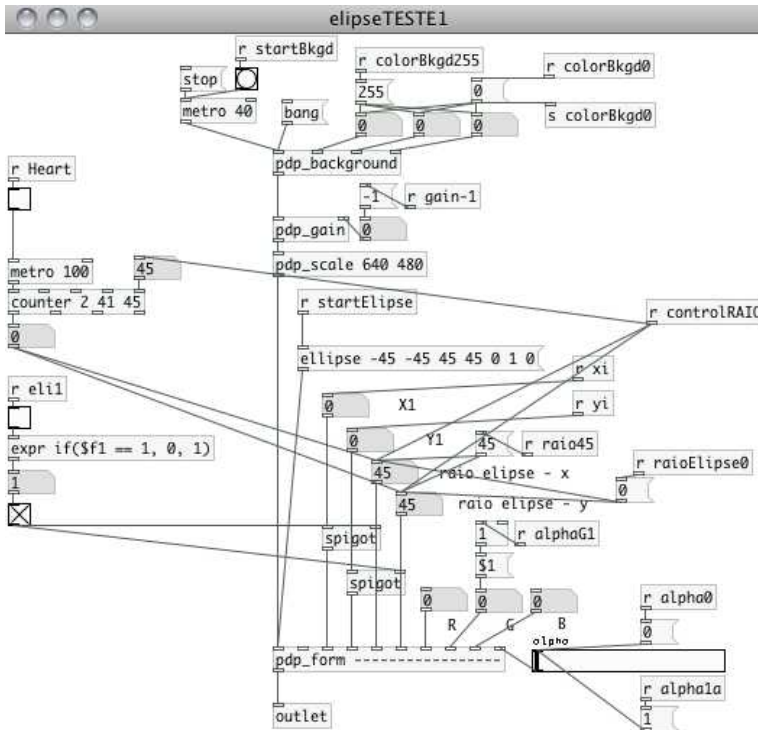


Figura : Subpatch pd elipseTESTE1, na versão 5

O módulo controlador do círculo permite ao desenhador utilizar as duas mãos para realizar o seu desenho de uma forma mais simples e mais eficaz. Tendo maior controlo sobre as suas acções, ou sobre o resultado das suas acções pode focar-se no que está a ver sem se demorar com a possibilidade de ter consciência dos movimentos de uma mão, como com o brinquedo para desenhar chamado *Etch-A-Sketch*.

Este brinquedo funciona através de traços que se fazem sobre uma superfície coberta com pó de alumínio (destapando essa superfície). Esses traços são controlados através da manipulação de dois botões de rodar (os dois botões brancos situados na parte inferior da imagem). O desenhador produz traços horizontais girando o botão da esquerda e traços verticais girando o botão da direita. Através da

coordenação dos movimentos das duas mãos pode desenhar todo o tipo de linhas, sem alterar a sua espessura.

Ao desenhar utilizando este brinquedo o desenhador foca a sua atenção nas linhas produzidas, deixando de ser importante a consciência que tem dos movimentos das mãos. Pelo contrário, parece que a ocupação das duas mãos o auxilia a centrar-se na actividade de desenhar.

A acção das duas mãos no *Etch A Sketch* pode considerar-se simétrica, pois concorrem para produzir um efeito (o desenho) sendo o seu grau de importância é equivalente, nenhuma das mãos tem uma função preponderante – nenhuma vale mais do que a outra.

No caso da quinta versão da máquina digital de desenhar as duas mãos têm uma função que pode ser considerada assimétrica, visto que a mão que segura e manipula a caneta é sem dúvida a que tem um papel essencial em todo o processo. A mão contrária tem um papel importante, pois permite ao desenhador abstrair-se das suas acções motoras para se focar no que está a ver. Se a mão que manipula o módulo controlador do círculo não for utilizada o processo não se altera, mas se à mesma mão não for atribuída uma função, retirando o módulo controlador do círculo (como na primeira a segunda versões), então o processo é diferente (como se viu pela descrição da primeira e segunda versões).

O sistema *Sketchpad*³⁷⁵ desenvolvido por Ivan Sutherland entre 1959 e 1964 como parte da sua tese de Doutoramento, é um exemplo de uma máquina de desenhar em que a utilização das duas mãos se revela essencial para o seu bom funcionamento. Este sistema pode ser descrito como uma linguagem não verbal para comunicar com o computador, sendo o ênfase colocado no processo de

375! Sutherland, I. (1963).

experimentação e de detecção de problemas como um processo modular (o modo como o sistema se organiza em *rings*, admitindo que as unidades se segmentem em partes sem perder as suas propriedades de relações internas, estrutura, topologia e ligações), ao contrário dos métodos até então utilizados que se focavam numa delineação muito clara do problema e dos passos para o testar e procurar solucionar³⁷⁶.

*“Só vale a pena fazer desenhos no computador se se conseguir mais de um desenho do que somente um desenho”*³⁷⁷

O *Sketchpad* funciona através da acção de uma caneta (*light pen*) sobre um ecrã que reage à sua posição, sendo as funções de transformação atribuídas à posição do cursor controladas pela mão que não segura a caneta, através da manipulação de botões.

As actividades que exigem duas mãos como a que se refere na versão 5 – em que o desenhador segura a caneta para desenhar com uma mão e pressiona ou roda um botão para controlar uma transformação na interacção – são geralmente mais rápidas na sua execução, mais fáceis de aprender (quase não necessitam de tempo para serem entendidas), são mais precisas e menos cansativas do que as mesmas actividades levadas a cabo com uma só mão (por exemplo: através de variação de pressão da *pen*, ou pela pressão de um botão nela embutido ou através de um gesto como parar a caneta durante um determinado tempo até que a transformação ocorra)³⁷⁸.

376 De acordo com a apresentação do professor Steven Coons no filme de apresentação do sistema *Sketchpad*: http://www.youtube.com/watch?v=USyoT_Ha_bA

377 Idem, p. 110, *“It is only worthwhile to make drawings on the computer if you get something more out of the drawing than just a drawing.”*

378! Li, Y., K. Hinckley, et al. (2005). Experimental analysis of mode switching techniques in pen-based user interfaces, ACM.

A segunda grande modificação que ocorre nesta versão não foi experimentada em nenhuma das versões anteriores. Trata-se da inclusão da imagem do desenho que está a ser realizado pelo desenhador na projecção do módulo *output*.

Esta inclusão deriva da conclusão da análise dos testes realizados para a primeira versão, em que se constatou que os desenhadores não recorrem à folha de papel para se certificarem daquilo que estão a desenhar, como acontece num desenho à vista, mas que procuram o seu desenho no ecrã.

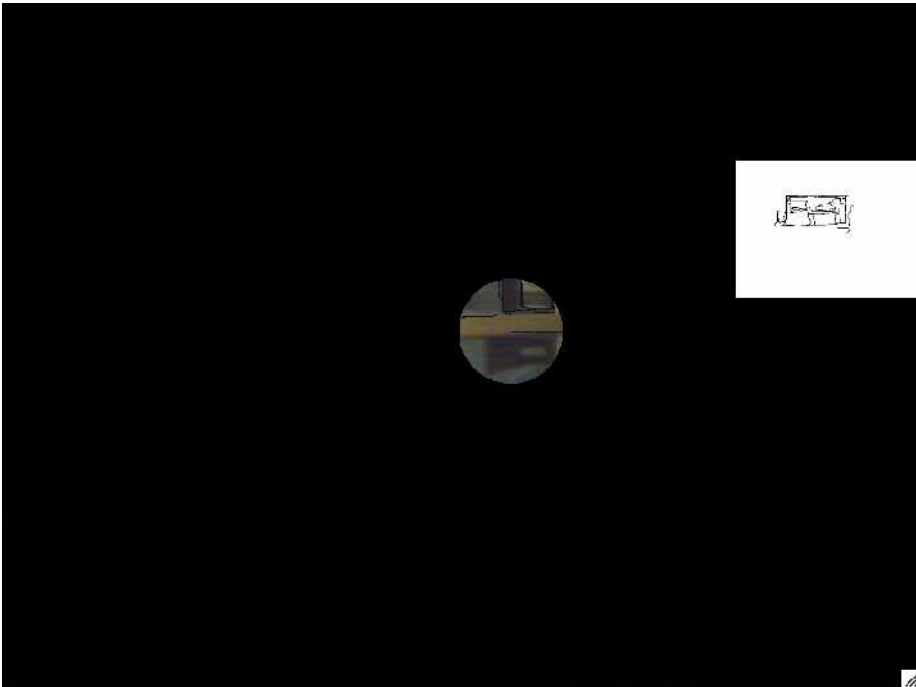


Figura : Desenho incluído na projecção do módulo *output*

A coincidência da superfície de desenho com a imagem a ser desenhada é uma característica do desenho de cópia que, como foi referido, não aumenta a experiência cognitiva do desenhador mas que na presente máquina tem o efeito oposto, ou de aumento dessa experiência. Também se conclui da análise das utilizações que

o desenhador procura os traços invisíveis (tapados no processo) do seu desenho na projecção à sua frente, notando-se que distingue as duas superfícies e tratando-as alternadamente como modelo e como desenho do modelo.

Ao incluir uma imagem do desenho a ser feito no módulo *output* pretende oferecer-se ao desenhador acesso a um *feedback* visual das suas acções, ou a um mapa das ligações que vai criando. Esta imagem tem o propósito de ser um auxiliar no sistema de reconhecimento e predição, permitindo ao desenhador um movimento de busca visual mais consciente ou focado ao tornar visível o enquadramento visual que se vai construindo.

Esta imagem é uma substituição do desenho a ser feito na folha de papel ao mesmo tempo que é uma translação do desenho que se traça sobre a imagem – como um pantógrafo – sem que o desenhador tenha consciência disso.

O desenhador irá ver o efeito das suas acções sobre as duas áreas da projecção e entendê-las como sendo directamente geradas, sem que note o espaço físico que as separa e que o separa delas (como acontece no desenho de uma coisa à vista).

Ao incluir a imagem do desenho a ser realizado na projecção do módulo *output* pretende-se que o atrito seja actuante no processo e não no produto das acções. Ou seja, ao se colocar o desenho que está a realizar à frente do desenhador oferece-se uma transparência que tem como resultado a consciência do processo. Este *feedback* visual também é uma restrição.

A sexta versão da máquina digital de desenhar é uma variação da quinta, em que o módulo controlador do círculo é sujeito a uma ligeira alteração na sua manipulação, produzindo uma acção diferente no círculo transparente.

Versão 6 da máquina digital de desenhar

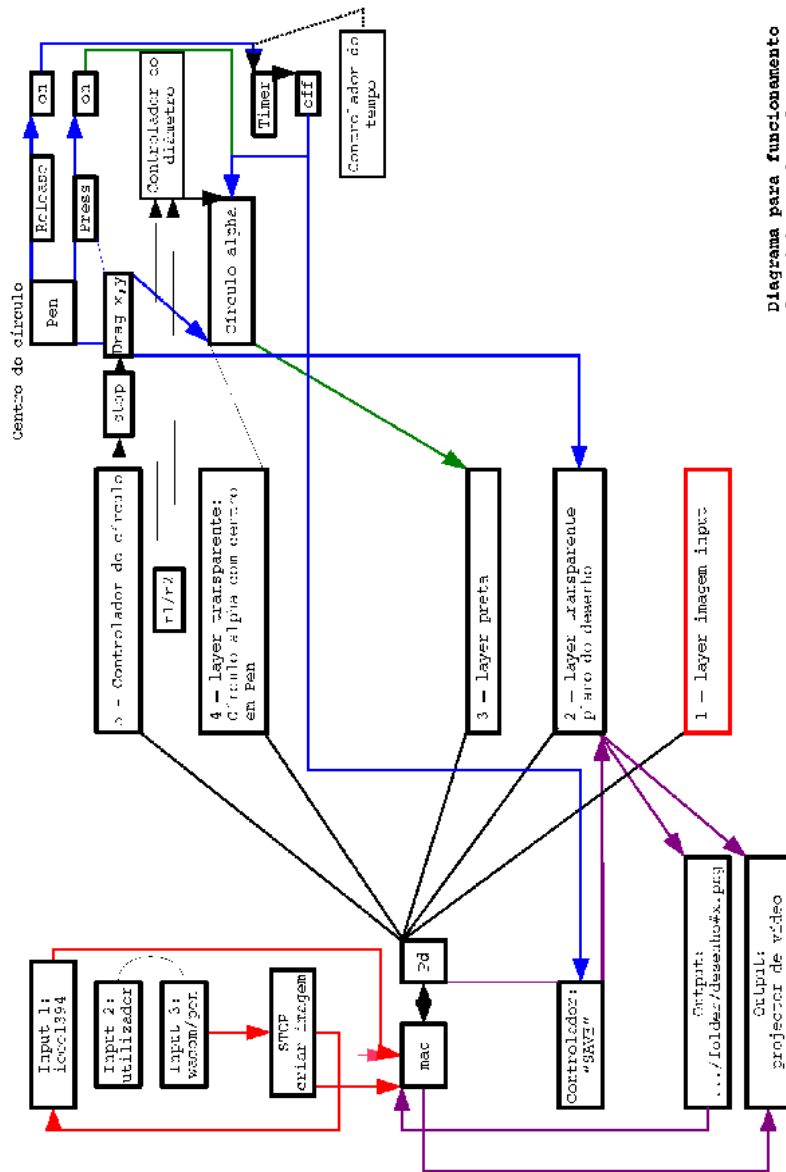


Diagrama para funcionamento do patch em Pd - V6

A diferença para a quinta versão encontra-se no módulo controlador do círculo e no efeito que produz sobre o círculo transparente.



Figura : Versão 6, módulo controlador do círculo

Este módulo é composto por três botões de pressão conectados à placa *Arduino Uno* e que afectam o comportamento do círculo transparente.

Os dois botões mais pequenos (preto e vermelho) são responsáveis pelo aumento e reposição do tamanho dos dois raios (sobre o eixo 'x' e sobre o eixo 'y') do círculo, ou seja, pressionando sucessivamente cada um dos botões o círculo distorce-se no sentido do eixo a que cada um corresponde.

A acção de pressionar aumenta o raio do círculo mas também o diminui, ao atingir um limite definido a contagem que era crescente torna-se decrescente. A cada movimento de pressão no botão o raio é afectado um valor crescente ou decrescente.

Ao pressionar o botão vermelho o círculo transforma-se numa elipse com o seu raio maior coincidente com o seu eixo horizontal e

consequentemente ao pressionar o botão preto o círculo transforma-se em altura, transformando-se numa elipse com o raio maior coincidente com o seu eixo vertical.

Pressionando os dois botões em simultâneo provoca-se a alteração da dimensão do círculo – como acontece na quinta versão ao girar o botão. Aumentando ou diminuindo o seu tamanho consoante o número de vezes que se pressionem os botões.

O botão maior situado em baixo ao centro tem a função que já lhe estava atribuída na versão anterior – parar o círculo.

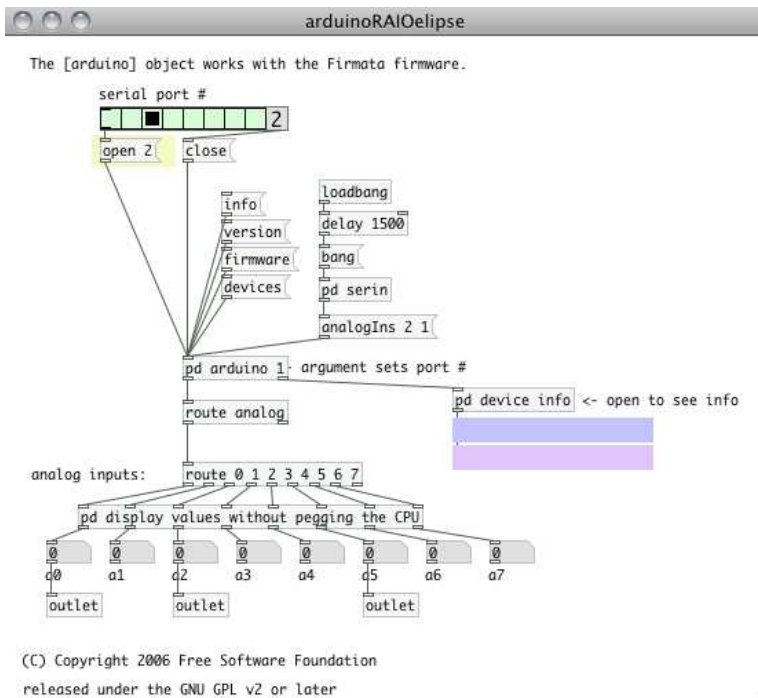


Figura : V6, subpatch pd arduinoRAIOellipse

O módulo digital altera-se no *subpatch* “pd arduinoRAIOellipse” que passa a receber instruções de três *inputs* diferentes (botões de pressão) e a enviar três valores independentes através dos três *outlets* correspondentes a cada botão.

Os *outlets* que correspondem aos botões mais pequenos do módulo controlador (os dois *outlets* mais à esquerda) estão conectados a uma função que transforma os seus valores nos valores mínimos ('45') e máximos ('60') do círculo.

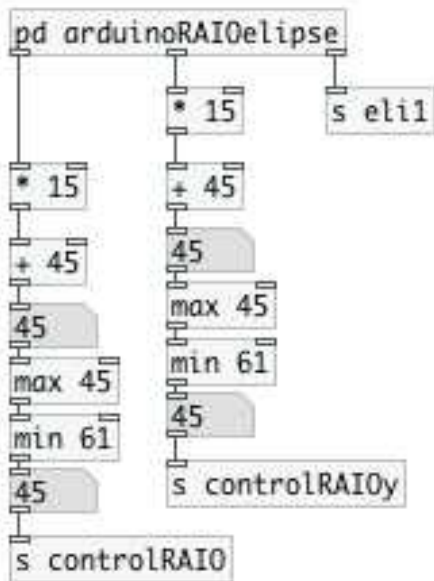


Figura : V6, transformação dos valores dos dois outlets

O *subpatch* “pd ellipseTESTE1” também é modificado para receber novas instruções que alteram o movimento e a forma do círculo transparente.

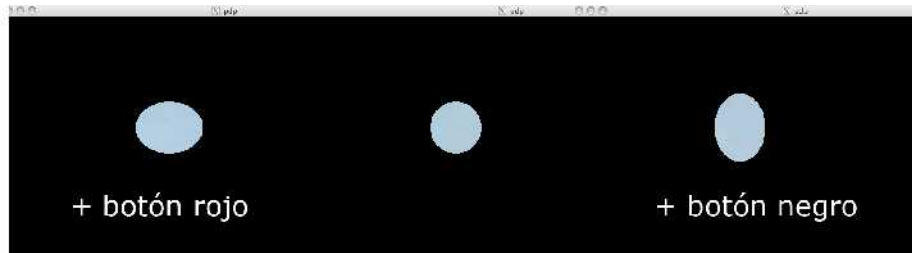


Figura : V6, transformação do círculo em cada eixo

Esta versão da máquina propõe uma interacção mais intensa através da manipulação do módulo controlador, mas acrescenta um nível de complexidade que parece poder perturbar o processo de desenho. O desenhador confronta-se com uma quebra na construção da continuidade e da estabilidade do seu processo perceptivo, pois os botões que controlam as dimensões do círculo exigem uma contagem de cliques para controlar o incremento do seu tamanho que perturbam a relação do desenhador com a máquina assim como a deformação do círculo que ao se transformar em elipse acrescenta uma nova forma à percepção do desenhador.

Apesar de se poder considerar a elipse como uma restrição destinada a criar algum atrito que previna a adaptação da visão do desenhador na utilização da máquina, não será eficaz por parecer prevalecer a perturbação introduzida no processo.

A inclusão neste capítulo desta versão aparentemente³⁷⁹ falhada da máquina deve-se ao facto de ter conduzido as investigações no sentido da sétima versão da máquina digital de desenhar.

379 Como se verá, na sétima versão repete-se esta manipulação dos raios do círculo, embora num contexto diferente em que a autonomia se transforma numa interdependência entre os vários elementos da mediação.

A sexta versão da máquina propõe uma autonomização da manipulação do círculo transparente relativamente à manipulação da caneta.

A sétima versão da máquina é a primeira versão em que se ensaia uma manipulação onde as duas mãos têm um papel relevante – próximo de uma simetria em termos de importância para o sistema, embora a mão que não desenha continue a ter uma função de suporte à acção de desenhar também pode servir como operadora do foco da atenção e, nesta operação, tornar-se a causadora da manutenção do “estado de desenho” do desenhador.

Versão 7 da máquina digital de desenhar

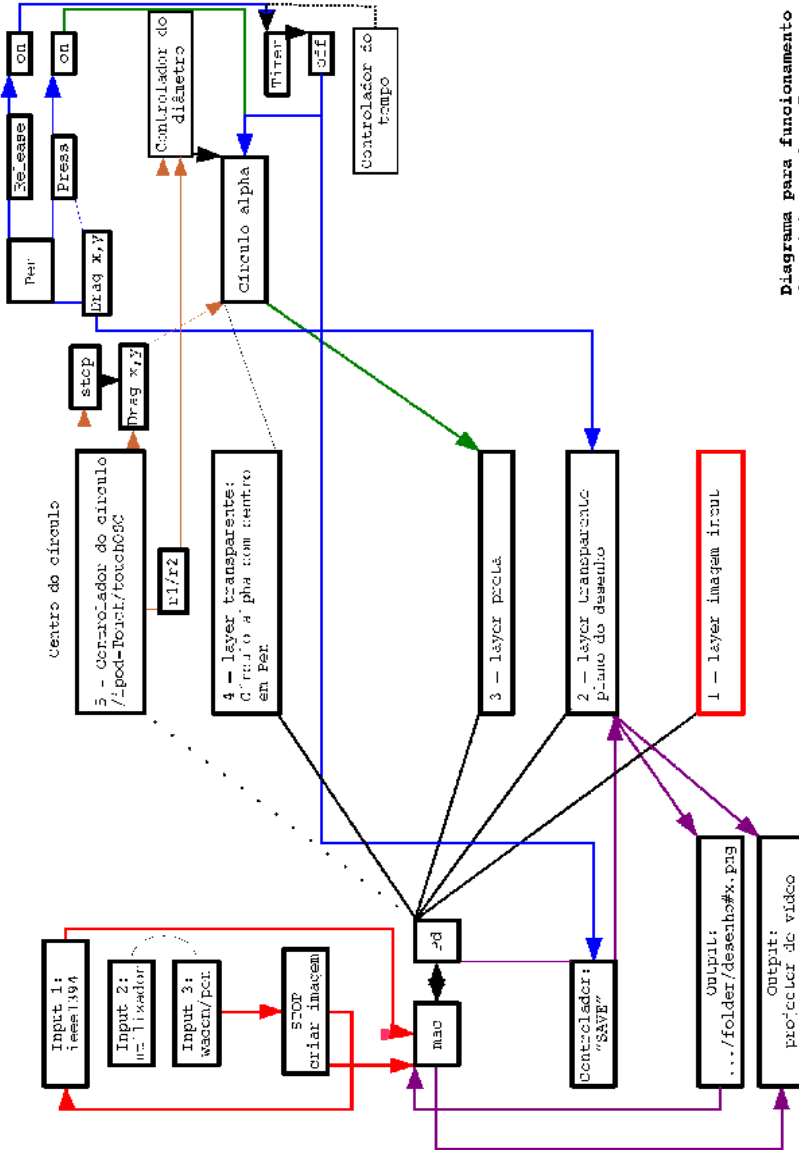


Diagrama para funcionamento do patch em Pd - V7

A sétima versão da máquina digital de desenhar tem um novo módulo controlador do círculo transparente que permite a introdução de uma nova interação, na qual as duas mãos desempenham um papel igualmente relevante no processo de desenho.

A mão que segura a caneta permanece inalterada na sua função de traçar, é a mão que desenha. A outra mão passa a ter a opção de poder manipular uma superfície que controla a posição e as dimensões do círculo transparente, independentemente da posição da caneta. Ou seja, a mão que não segura a caneta pode ser a mão exploradora.

Este novo tipo de interação é possível porque o módulo controlador é um *iPod-touch* que comunica com o *patch* em *Pure Data* através de um protocolo *OSC (Open Sound Control)* que se inclui na aplicação *TouchOSC*³⁸⁰. No caso desta versão da máquina a aplicação tem como função enviar as mensagens geradas pela interação do desenhador com a superfície do ecrã do *iPod-touch*, módulo controlador do círculo transparente, para o computador por via de uma rede *wi-fi*.

O *iPod-touch* serve de comando remoto (através de uma rede *wi-fi*) para as transformações do círculo transparente, movimentando-o e alterando-o nos seus raios horizontal e vertical.

380 <http://hexler.net/software/touchosc> : “*TouchOSC is a modular OSC and MIDI control surface for iPhone / iPod-touch / iPad. It supports sending and receiving Open Sound Control messages over a Wi-Fi network using the UDP protocol.*”

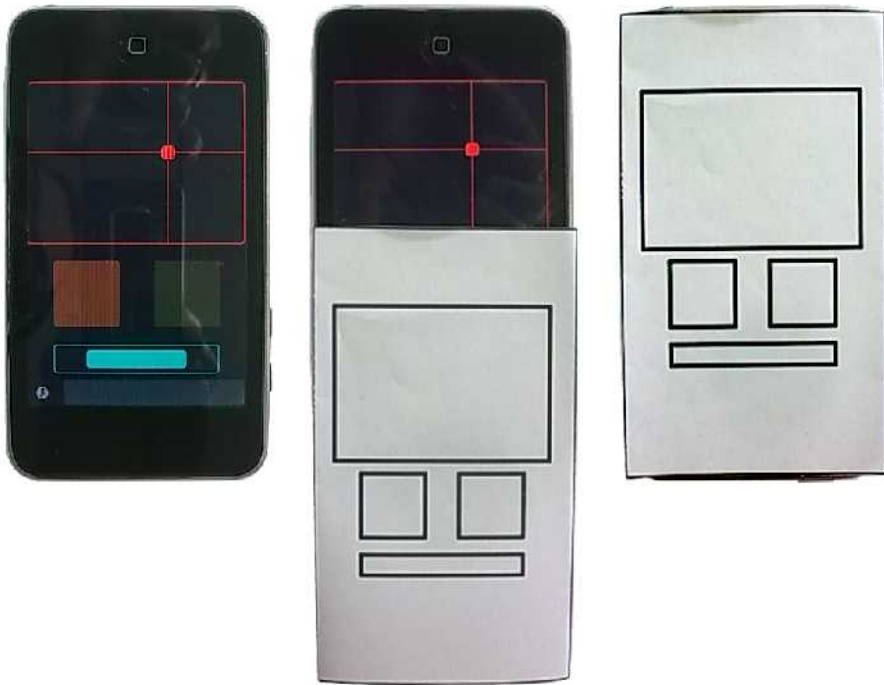


Figura : V7, módulo controlador do círculo transparente (iPod-touch com layout desenhado no touchOSC editor e com a interface em papel com as correspondências às áreas activas da superfície do iPod touch)

A decisão de manter as restrições nas duas dimensões do círculo deve-se ao facto de se ter considerado que se deveria experimentar esta acção num novo contexto de interacção, pois o incremento da experiência de manipulação da máquina com as duas mãos a assumir uma função directora no processo torna a distorção na forma do círculo integrada no processo. Ao permitir a manipulação dos dois eixos do círculo propõe-se um maior nível de interacção com a máquina, ou um maior uso da mão por parte do desenhador admitindo uma aumento da experiência de utilização. A função destes dois botões é relativa a esta aumento, sendo a sua utilidade enquanto acesso à imagem colocada num segundo plano. Ou seja, pretende-se que o desenhador saiba que pode controlar os

dois raios e que o conhecimento desse poder participe na sua relação com a máquina.

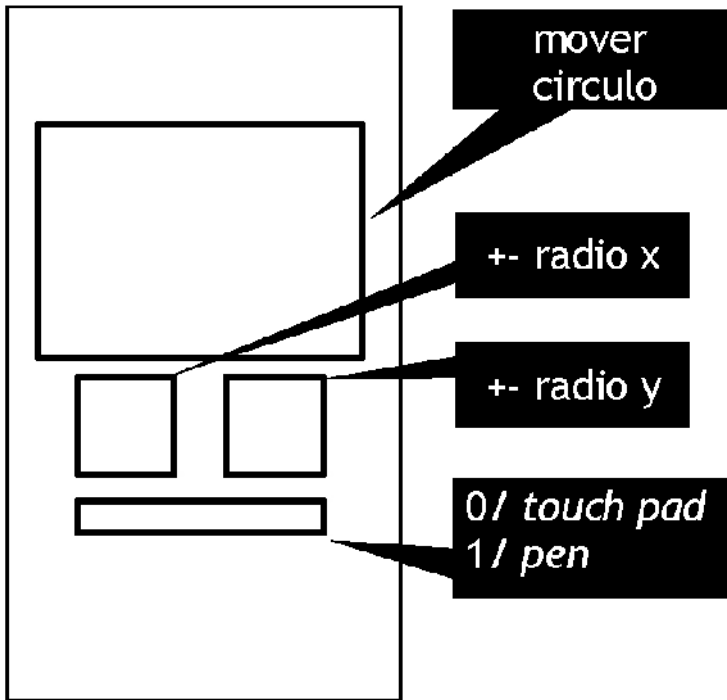


Figura : V7, interface do módulo controlador do círculo transparente

A interface que serve de acesso ao controlador remoto é em papel. Há um invólucro em papel que cobre o *iPod-touch* onde estão impressas as áreas correspondentes às várias partes com as diferentes funções na superfície do *iPod*. Há um retângulo maior na parte superior (“mover círculo”) que funciona como *xy pad* – a superfície sobre a qual o dedo se move para controlar a posição do centro do círculo transparente; por baixo desse retângulo há dois quadrados (“+- radio x” e “+-radio y”) que funcionam de um modo semelhante aos botões do controlador da versão 6, através de uma sucessão de pressões o raio correspondente é alterado; e há um botão rectangular comprido (“0/ touch pad; 1/ pen”) que serve de

interruptor: na posição desligado (0/ *touch pad*) permite ao desenhador controlar o círculo com o movimento do dedo sobre o rectângulo maior e na posição ligado (1/ *pen*) permite que o movimento do círculo transparente seja controlado pela posição da ponta da caneta.

O *feedback* desta manipulação é visual, informando o desenhador das operações computacionais da sua acção³⁸¹. Esta interpretação da sua acção não é a que lhe interessa. Ao desenhador interessa a percepção de que o dedo que aponta para o papel está a operar sobre o círculo transparente, é esta a sua interpretação do *feedback* visual. Ao desenhador interessa saber que a sua acção sobre o papel está a ter um efeito directo sobre o círculo. A mediação digital é uma caixa negra pois a percepção do intervalo entre a sua acção sobre o papel e a visualização do efeito dessa acção é inexistente.

Optou-se por uma interface em papel a cobrir o *iPod-touch* para que todo o controle do desenho transmita a impressão de ser analógico, para que a experiência do desenhador seja através da manipulação dos materiais tradicionais do desenho: a caneta e o papel (uma superfície e um riscador).

A opção pelo papel como meio para aumentar a experiência do desenhador também se foca no material da interacção, ao mover os dedos sobre o papel é, como se viu, oferecida ao desenhador uma experiência de interacção directa sobre a superfície onde está a desenhar³⁸²: é a acção da sua mão sobre o papel que provoca as

381 Hornecker, E. and O. Shaer (2010). "Tangible User Interfaces: Past, Present and Future Directions." *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction* 3(1-2): 1-137. p. 4: "*Serving as direct, tangible representations of digital information, these augmented physical objects often function as both input and output devices providing users with parallel feedback loops: physical, passive haptic feedback that informs users that a certain physical manipulation is complete; and digital, visual or auditory, feedback that informs users of the computational interpretation of their action.*"

382 Moggridge, B. (2007). *Designing Interactions*. Cambridge, Massachusetts;

transformações na posição e forma do círculo sobre a superfície do desenho (um papel que é percebido projectado num ecrã).

A superfície de vidro do *iPod-touch* funciona como um tipo de distrator que acrescenta uma camada de aparência de alta tecnologia que serve para desviar o foco da atenção do desenhador, ou que traz demasiada transparência ao sistema. A interface do controlador em papel é um distrator de outro tipo: o desenhador reconhece a superfície táctil como uma superfície de controle tangível à qual normalmente estão associadas operações de carácter lúdico e de experimentação que não envolvem o cumprimento de um objectivo ou de uma tarefa pré-estabelecida³⁸³.

Ao se apresentar um controlador em papel propõe-se uma experiência mediada pelo tacto em que a distância entre mão e acção não seja aparente, isto é, ao retirar o aparelho do campo de visão do desenhador (escondendo-o) o modo como se conecta ao desenho (rede *wi-fi*) deixa de ser importante e as suas acções passam a ter uma aparência directa (uma acção sobre o papel provoca um efeito na superfície de desenho/ecrã). A superfície do desenho tem uma nova dimensão de extensão, ao prolongar-se unindo as três superfícies presentes no processo – o papel onde a caneta traça, o papel onde a mão controla o círculo e o ecrã onde os efeitos destas acções se tornam visíveis formam uma grande superfície do desenho.

London, England, The MIT Press, p. 527, Iroshi Ishii acerca de *TUI - Tangible User Interfaces*: “*The tangible representation is tightly coupled with the computation inside the computer, but the representation is physical, so that it serves as a control mechanism, allowing people to directly grab and manipulate. By doing so, they can control the internal computation of digital information.*”

383 Gaver, W. W., J. Bowers, et al. (2004). [The drift table: designing for ludic engagement](#), Citeseer, Vol. 4, pp. 885-900, p. 888, “*Ludic activities are, by definition, non-utilitarian. If a system can easily be used to achieve practical tasks, this will distract from the possibilities it offers for more playful engagement.*”

Deste modo pode dizer-se que as duas mãos têm uma operação simétrica e que é esta simetria que estende a superfície do desenho, tornando-a contínua (deve ter-se em mente que todo o processo se desenrola sobre uma premissa de continuidade).

O controlador conecta-se ao módulo digital através do protocolo OSC.

O módulo digital da sétima versão da máquina digital de desenhar é alterado para integrar o novo módulo controlador. Há duas alterações principais no módulo digital que se destinam a acolher o novo controlador e as suas operações.

A inclusão da abstracção 'newPadMachine.touchOSC' que gere a comunicação entre o *iPod-touch* e o computador, recebendo os valores gerados pelo desenhador e transformando-os em valores que irão operar transformações no movimento e forma do círculo e, conseqüentemente, o *subpatch* 'pd ellipseTESTE1' também sofre adaptações ao novo controlador.

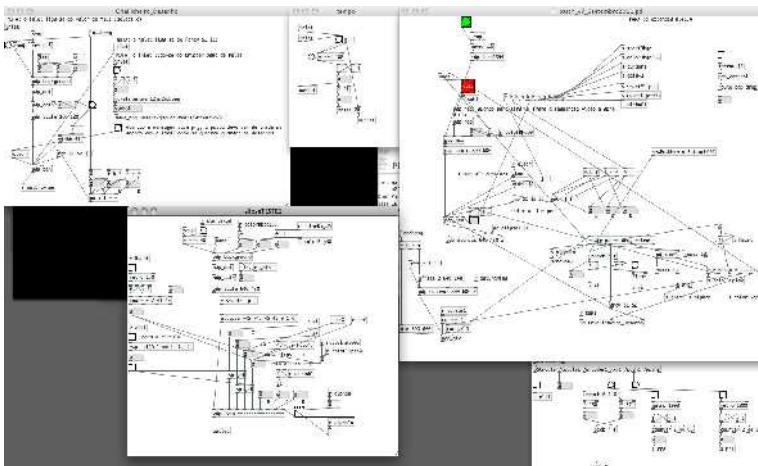


Figura : Patch da versão 7 com os diferentes módulos visíveis

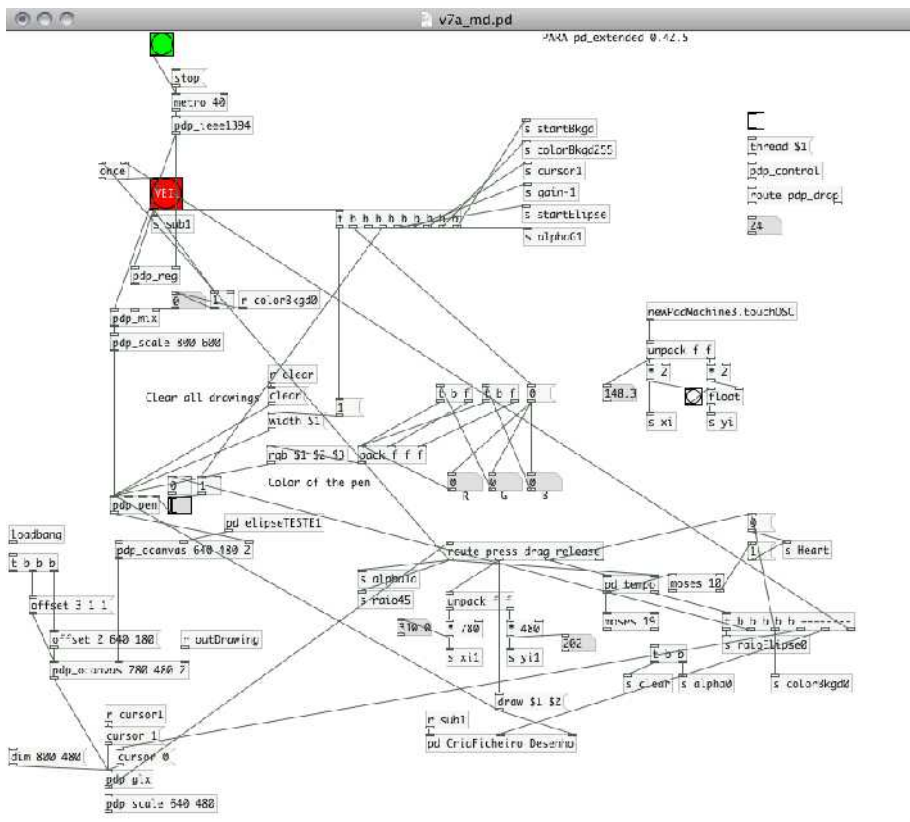


Figura : V7, módulo principal do patch em Pure Data

A abstracção 'newPadMachine3.touchOSC' foi criada por uma aplicação *Java* que está incluída no pacote da aplicação *touchOSC*. A aplicação *touchOSC* também traz incluído no seu pacote um editor de *layout* que permite o desenho da interface pretendido para a interacção entre o desenhador e o *iPod-touch*. A interface anteriormente apresentada foi criada através dessa aplicação.

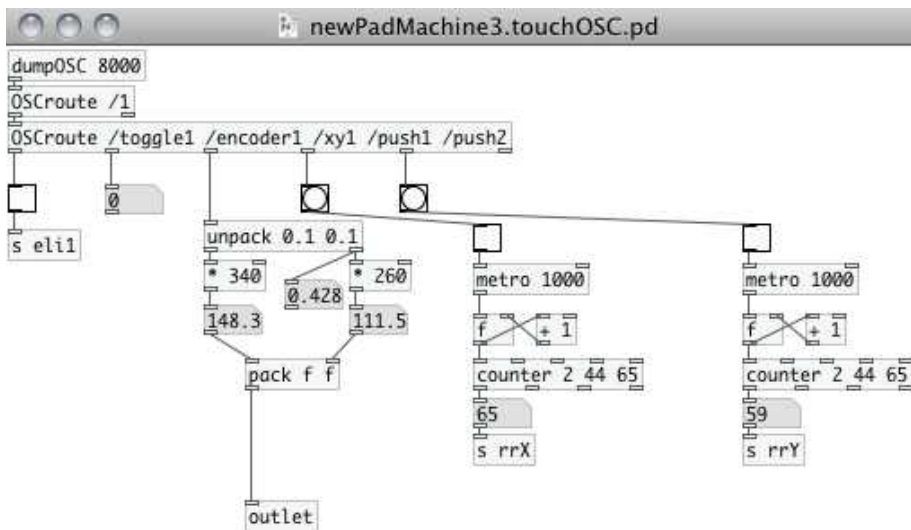


Figura : Abstracção newPadMachine3.touchOSC

O ficheiro *Java* com a aplicação '*touchosc2pd*' permite exportar o *layout* criado no editor para uma abstracção em *pd* (*newPadMachine3.touchOSC*) que está alterada por forma a que haja um interruptor ('*toggle1*') a conectar o movimento da mão sobre a interface de papel ao círculo no ecrã; a que a escala do movimento se mantenha e que o mapeamento do gesto da mão corresponda ao movimento do círculo no ecrã ('*xy1*'); e para que os botões de pressão alterem a dimensão dos raios horizontal e vertical do círculo ('*push1*' e '*push2*').

Estas operações estão conectadas ao *subpatch* '*pd ellipseTESTE1*' que irá funcionar de acordo com os valores recebidos.

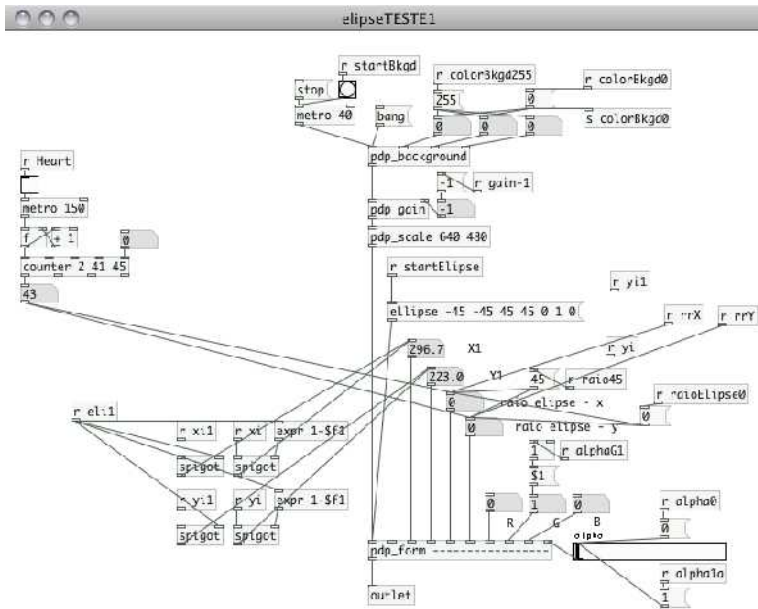


Figura : V7, subpatch pd ellipseTESTE1

Esta versão da máquina digital de desenhar foi desenvolvida num processo de reflexão sobre as versões anteriores e parece ser a que melhor cumpre o objectivo inicial de proporcionar uma experiência de aumentação cognitiva no desenhador.

Ao utilizar a máquina o desenhador tem a impressão de maior controle sobre as suas operações. A simplicidade da interface em papel tem implícito o seu modo de manipulação, que se baseia na alteração de parâmetros de restrição ao funcionamento da máquina. Estas restrições visam o foco do desenhador no processo de desenho sem que o forcem a sentir estranheza em relação ao acto de desenhar, como foi verificado na segunda versão.

Ao propor a opção de uma manipulação a duas mãos, sendo a manipulação do círculo transparente realizada pelo movimento de um dedo sobre vários rectângulos desenhados num papel, é oferecida ao

desenhador uma restrição inconsciente à possibilidade de uma pretensa inabilidade para o desenho.

Coloca-se a hipótese de que esta restrição seja a que admite uma maior liberdade de experimentação ao desenhador, pois ao reconhecer uma superfície tátil pode reconhecer o carácter lúdico e de exploração que geralmente lhe estão associados e aja sem o preconceito da falta de jeito geralmente associado ao desenho. Ao não associar a manipulação da superfície a um objectivo concreto acentua-se o carácter processual do desenho colocando o desenho entre parêntesis.

Esta hipótese permanecerá por provar até que possam ser realizados testes de utilização com desenhadores com diferentes níveis de experiência de desenho.

A sétima versão da máquina é a última a ser desenvolvida no contexto desta dissertação.

Próximas versões – uma ideia

Uma próxima versão da máquina implica uma reestruturação do modo de apresentação e de interacção com a máquina, ou uma nova maneira de desenhar utilizando uma máquina digital de desenhar baseada nos mesmos princípios da actual mas há qual se acrescenta um sentido de deslocação espacial d desenhador.

Esta intenção assenta na observação do dispositivo “*Drift Table*” de Andrew Boucher e Bill Gaver³⁸⁴.

A *Drift Table* é uma mesa de café desenvolvida como uma peça de *design* interactivo doméstico e de carácter essencialmente lúdico. Trata-se de uma mesa pequena que tem um ecrã circular ao centro onde se pode observar Inglaterra vista do céu. Ao utilizador é dada a possibilidade de olhar para a mesa e ter a sensação de estar a flutuar sobre Inglaterra, olhando para baixo através da janela/visor/ecrã. A mesa é sensível à distribuição do peso sobre a sua superfície, provocando alterações na direcção do filme de acordo com as áreas mais pesadas (*drift* = deriva).

384 Moggridge, B. (2007). *Designing Interactions*. Cambridge, Massachusetts; London, England, The MIT Press, p. 585 e “The Drift Table is a coffee table with a small viewport showing a slowly changing aerial view of the British landscape. Shifting weights on the table changes its apparent height, direction and speed.”, em Gaver, W. W., J. Bowers, et al. (2004). *The drift table: designing for ludic engagement*, Citeseer. (consulta: 01/11/2011)



Figura : Drift Table

CAPÍTULO 6

Utilização da primeira versão da máquina digital de desenhar

Testes de utilização da primeira versão da máquina digital de desenhar

Objectivos dos testes

Os testes realizados para a primeira versão da máquina digital de desenhar têm dois objectivos que destinam a verificar se as minhas expectativas estão ou correctas, ou a apontar numa boa direcção ou erradas. As expectativas prendem-se com a questão principal deste estudo que é “Um desenho de cópia utilizando a máquina digital de desenhar pode ser uma maneira de ver mais e de conhecer melhor?” Utilizando a expressão de Hoffman³⁸⁵: “será que o processo de desenhar utilizando a máquina que se apresenta é um processo que dá a ver a *inteligência visual* do desenhador em acção?”

As expectativas resumidas nestas duas expressões já foram abordadas e explicadas em outros capítulos acerca da percepção visual, do desenho de cópia e do desenho produzido pela máquina. Na utilização da máquina estas expectativas são postas em acção e os testes destinam-se a colocá-las em causa. Os testes servem para isto, para testar.

Voltando aos objectivos:

O primeiro objectivo relaciona-se com a utilização da máquina e é dirigido a tentar perceber se a máquina está bem desenhada. Procura saber-se se o desenhador tem dificuldades em utilizar a máquina, se há elementos a mais ou a menos (tanto em termos de *hardware* como de *software*) e se a definição da imagem é importante para o tipo de máquina que se apresenta, ou seja, se uma imagem produzida por uma Camera Obscura pode ser utilizada como cena visual ou se a sua definição difusa a torndemasiado indistinta para ser desvelada área a área (dentro do círculo transparente), ou seja, se aquilo que a caracteriza é um impedimento ao entendimento da

385! Hoffman, D. (1999). *Visual Intelligence, how we create what we see*. New York, W. W. Norton & Co.

continuidade entre as partes. O primeiro objectivo é de saber se a máquina está bem desenhada ainda antes de pensar na interface física (que se apresenta na segunda versão da máquina digital de desenhar).

O segundo objectivo é de ordem conceptual e destina-se a verificar se o desenhador conhece melhor o que está a desenhar e se vê mais o que está a desenhar. As questões que se colocam são no sentido de averiguar se o desenhador entende o enquadramento visual como a estrutura que compreende as ligações entre as várias partes, se o seu processo é no sentido desse entendimento e se há indícios de que uma utilização repetida da máquina possa aumentar esse entendimento (através por exemplo dos processos de selecção das partes a traçar). Procuram-se analisar os processos de desenho em relação ao sistema de reconhecimento e de predição que fundamentam o funcionamento da máquina. Este objectivo destina-se a aferir a relação do desenhador com a máquina digital de desenhar com vista a saber que tipo de alterações devem ser introduzidas, por forma a que o desenhador tenha uma experiência de conhecimento através de um processo de desenho. Ou verificar que estes fundamentos não se adequam ao tipo de máquina proposto e iniciar uma nova pesquisa.

Conclusão

Dos treze testes analisados há um (AM1) que se distancia dos restantes por resultar num desenho feito com uma linha de contorno de silhueta. Pela análise do teste depreende-se que a desenhadora traçou uma linha contínua sobre o limite que separa a forma do fundo, ou seja, a desenhadora reconheceu a cena visual e traçou uma linha que coincidiu com uma busca visual indiferente ao facto de haver relações entre partes e regiões constituindo o enquadramento visual. Não se nota um processo em que se dê importância ao enquadramento visual ou a uma cena composta por uma relação entre partes. Ou seja, não se nota um processo, toda a acção da desenhadora foi no sentido de circunscrever a silhueta descartando o carácter exploratório proposto pela máquina. O desenho assim realizado aproxima-se de um desenho de cópia de uma imagem com recurso a papel de calque³⁸⁶ e a máquina aparece como sendo tão transparente como esse papel.

Este afastamento da máquina é único no contexto dos testes e por não se relacionar com o processo proposto pela máquina digital de desenhar não foi tido em consideração na conclusão final.

Dos doze testes restantes há dois (MS1 e MS2) que interessa destacar porque o desenhador adaptou a utilização da máquina a uma estratégia de varrimento coincidente com uma busca visual. O desenhador criou uma grelha de pontos (de baixo para cima e da esquerda para a direita) onde foi clicando para criar uma rede de transparências que lhe permitiu conhecer o modelo. O traço não é contínuo por causa deste pontilhar, mas o desenho não aparece como uma colagem de partes. A estratégia do estudante foi a de

386

Conforme a descrição do Desenho 2 no capítulo acerca de desenho de cópia.

conhecer as partes e entender as suas ligações relativamente à unidade. O varrimento não é efectuado todo de uma vez, mas sim à medida que são necessárias mais partes para ligar. O desenhador descobre novas regiões através de novos pontos e procede à sua decomposição em partes que denotem a sua relação com a cena visual. Esta estratégia permite confirmar o reconhecimento de uma cena e gerir um sistema de ligações baseado nas predições originadas pelo reconhecimento. O desenhador parece não visualizar a cena toda, como AM1, preferindo que a sua acção seja um processo de reconhecimento e predição orientado por um enquadramento visual que vai sendo descoberto e que tem como resultado o desenho de uma unidade.

Esta estratégia está na origem da versão número 7 da máquina digital de desenhar, na qual o círculo transparente se torna independente da caneta passando a ser controlado pela mão que não desenha. Deste modo uma mão controla o movimento e dimensão do círculo e a outra controla o traço sobre a superfície de desenho.

Relativamente à utilização da máquina pode concluir-se que os utilizadores necessitam de se habituar à distância entre a mão que desenha e a imagem projectada, por duas razões: a propriocepção – o desenhador tem que colmatar a distância entre a mão e o olho num processo automático e relativamente rápido, semelhante à habituação da falha na propriocepção entre o olho e a mão na utilização da Camera Lúcida; e a diferença de escala que transforma todas as oscilações da caneta numa aparente distorção da linha a ser traçada (resultado da ampliação do gesto). Esperava-se que o desenhador olhasse para o papel³⁸⁷ onde desenhava para se

387! Tchalenko O, J. (2001). Eye-hand coordination in portrait drawing: A case study, London: Camberwell College of Arts.

http://www.arts.ac.uk/research/drawing_cognition/eyehand.htm (consulta: 03/12/2008)

certificar da justeza dos seus gestos, mas tal não aconteceu. O desenhador só olhava para o papel quando, levantando a caneta, o círculo se apagava e necessitava de retomar o traço onde o “tinha deixado”.

Para ultrapassar este último problema foi acrescentada uma janela à projecção, onde se pode ver o desenho conforme está a ser traçado sobre o papel ao lado da imagem com o círculo transparente (versão 5 da máquina digital de desenhar).



Figura : V5, imagem capturada do ecrã

Exceptuando MS1 e MS2 a maioria dos desenhadores inicia o seu desenho ao centro da superfície de desenho. Como foi descrito, a estratégia de MS(1 e 2) faz com que o desenho tenha início no canto inferior esquerdo do plano de desenho.

Iniciando o desenho ao centro os desenhadores mostram uma disposição neutra face ao que pode ser que vão desenhar. Não há nenhuma predição ou expectativa quanto ao modelo/cena visual.

Todos os desenhadores procedem a uma busca visual a partir do reconhecimento inicial e a maioria procede de acordo com o que as primitivas da imagem denotam. A busca visual obedece a uma ordem de reconhecimento e predição, ou seja, o reconhecimento está na origem de uma predição que orienta o gesto do desenhador no sentido do que ele espera que seja outro reconhecimento que se relacione com o primeiro, indiciando uma nova predição, num sistema de criação de restrições que vai afunilar as opções para a predição do que será a unidade. Esta predição acontece quando se reconhece uma unidade nas relações entre as partes (enquadramento visual)³⁸⁸. Como se pode observar, há vários níveis de reconhecimento que correspondem ao processo de desenho. A maioria dos desenhadores começa por reconhecer primitivas que denotam saliências de uma forma visual qualquer. Seguindo com um traço essa denotação, num processo de segmentação e agrupamento em regiões, o desenhador reconhece partes de um quadro visual que sabe (por estar num processo de desenho) relacionarem-se com outras partes de uma cena visual, ou unidade. Todos os desenhadores procedem ao agrupamento das partes com a finalidade de criar uma rede de elementos distintos de uma composição. Este processo de distinção é importante para que os desenhadores possam reconhecer a unidade³⁸⁹, pois ao distinguir os grupos e as partes uns dos outros, o desenhador encontra-se mais próximo de reconhecer o que cada

388 Quando se verifica estabilidade nessa relação, ou coerência, é quando o desenhador reconhece a unidade. Este reconhecimento é devido ao efeito de estabilidade e não significa que haja uma real correspondência entre a expectativa/predição e a cena real. Trata-se de um processo de desenho e não de um desenho orientado para um objecto.

389 Mais uma vez este reconhecimento da unidade não significa que o desenhador saiba qual é o seu modelo, mas sim que entenda as diversas relações entre as partes como as ligações dentro de uma unidade. O desenhador reconhece a unidade, não o que ela representa.

grupo denota (em princípio um objecto do mundo real). É no processo de segmentação e agrupamento que se verifica o recurso ao varrimento, pois o desenhador ao não conseguir continuar a proceder à distinção entre elementos compositivos inicia um varrimento. Geralmente com o propósito de recuperar a cena, ou seja, de encontrar a ligação que perdeu e de poder retomar o processo de distinção. Também se verificaram casos em que o desenhador recorreu ao varrimento em busca de marcas (primitivas ou partes) que não tenham sido vista ou que tenham permanecido na periferia do foco de interesse – que geralmente se situa entre o símbolo do cursor e o espaço à sua frente, relativamente ao movimento da caneta.

Pode concluir-se com base na análise aos testes realizados que o processo de desenho com esta máquina digital de desenhar é diferente do processo de desenho de cópia com papel de calque e que se distingue de qualquer outro processo de desenho por colocar o desenhador num papel de explorador de um plano negro em que as suas ferramentas são a sua inteligência visual e em especial as suas capacidades para reconhecer e para prever. O desenhador vai revelando a imagem que está a desenhar ao mesmo tempo que vai revelando os seus processos perceptivos visuais pelo desenho.

Os estudantes que participaram nos testes revelaram que a máquina é de utilização simples e acessível. A máquina pode ser melhorada no sentido de absorver mais o desenhador na sua utilização como forma de o imergir no processo de desenho. Para que esta relação seja mais intensa pode colocar-se o desenhador na posição de utilizar as duas mãos: uma manipulando a caneta e a outra manipulando um controlador do círculo transparente.

Antes de concluir pela inclusão deste controlador para o círculo transparente foi realizada uma segunda versão da máquina digital de desenhar em que se tentou incrementar o atrito na relação entre posição da caneta e posição do círculo (esta experiência é descrita na apresentação da segunda versão da máquina digital de desenhar). Os testes realizados conduziram à conclusão de que apesar de se tratar de uma máquina teoricamente apelativa a experiência provou não ser utilizável. Na segunda versão a imagem que se formava como cena visual era produzida por uma Camera Obscura. Apesar de a imagem como unidade ser apelativa verificou-se que dada a ver área-a-área não havia marcas visíveis suficientemente claras para que o desenhador as interpretasse como denotando algo ou até que as entendesse como uma saliência. Esta verificação está de acordo com a questão levantada nas conclusões para os testes de SP2, onde se acrescentou uma nota acerca deste assunto.

Duas coisas podem acontecer com o uso continuado da máquina como modo de conhecer melhor o que se está ver: o desenhador vai-se tornando mais consciente do seu processo de desenho e essa consciência conduzi-lo-á a uma selecção das partes a traçar como uma forma de desenvolver a sua subjectividade no desenho. Se cada desenhador aborda modelos semelhantes com resultados diferentes em duas utilizações, espera-se que, continuando a utilizar a máquina, cada desenhador desenvolva estratégias de filtragem do visível para o desenho.

As versões 5, 6 e 7 da máquina digital de desenhar ao darem mais liberdade ao desenhador dão-lhe a oportunidade de ver e seleccionar o que traçar com maior controlo sobre a relação entre o desenho e o

seu sistema de reconhecimento e predição. Esta liberdade não é mais do que algum grau de controlo sobre as restrições da máquina.

Descrição dos testes

Os testes que aqui são documentados e analisados foram realizados por um grupo de 8 estudantes da Unidade Curricular Desenho 1 do 1º semestre do Curso de Design Gráfico e Multimédia da EASD.CR, entre os dias 9 e 16 de Novembro de 2010, na ESAD.CR.

Os testes apresentados têm o propósito de servirem de elementos para a análise de uma experiência com a primeira versão da máquina digital de desenhar.

Dos testes realizados 13 foram documentados através da gravação vídeo das acções dos estudantes.

Foi utilizada uma câmara de vídeo para filmar o estudante a interagir com a máquina e uma gravação do ecrã para gravar o resultado dessa interacção³⁹⁰.

No final foi guardada uma imagem do desenho realizado, num formato digital como um ficheiro .png numa pasta associada ao *patch* em *Pure Data* e o desenho sobre papel realizado pelo estudante com recurso à caneta *Wacom ink pen*.

Os testes apresentados correspondem ao resultado de uma selecção efectuada a partir da documentação recolhida. Os restantes testes não têm informação suficiente que permita uma análise das acções dos estudantes.

Os 8 estudantes experimentaram a máquina em dois dias diferentes. Como são estudantes de desenho não tiveram grandes dificuldades em adaptar-se à caneta e à *tablet*, embora se tenha verificado que o seu olhar se fixou no ecrã e que não tenham olhado para a folha onde se realizava o desenho.

³⁹⁰ Os ficheiro vídeo com estas gravações constituem o ANEXO 7, incluído no DVD em anexo.

Alguns destes testes são referentes á segunda utilização da máquina por parte dos alunos porque a documentação da primeira não teve elementos suficientes para análise.

Para os testes a máquina digital de desenhar (figura 141) era composta por um projector de vídeo e uma *tablet* e *ink pen Wacom Intuos s4* colocados em cima de uma mesa. O projector encontrava-se a uma distância de cerca de 1 metro da parede onde a imagem era projectada e sobre a *tablet* foi colocada uma folha de papel de máquina com o formato A4.

Os estudantes foram convidados a sentar-se numa cadeira em frente à mesa que se encontrava em frente à parede onde a imagem era projectada.

Ao lado da mesa encontrava-se um *MacBook Pro* com a primeira versão do *patch* em *Pure Data*. Uma câmara de vídeo *firewire* foi ligada ao computador para fornecer a imagem da cena visual montada para os estudantes desenharem. Os estudantes não conheciam a cena visual que iriam desenhar e foi composta uma cena visual diferente para cada estudante.

Foi feita uma breve introdução ao funcionamento da máquina e às suas duas restrições temporais: levantando a caneta do papel iniciava um *counter* que ao fim de 2 segundos apagava o desenho da projecção e que ao fim de 5 segundos terminaria todo o processo.

Os estudantes ficaram à vontade para iniciar o processo quando entendessem e para realizarem pequenos ensaios com vista a aprender a lidar com a distância entre a caneta e o desenho projectado.

Notou-se a necessidade de aprenderem a relacionar-se com a diferença de escala entre os seus gestos com a caneta e os traços que apareciam projectados, especialmente porque a aparência dos traços projectados era muito pouco precisa visto que a mais pequena oscilação da mão aparecia ampliada várias vezes.

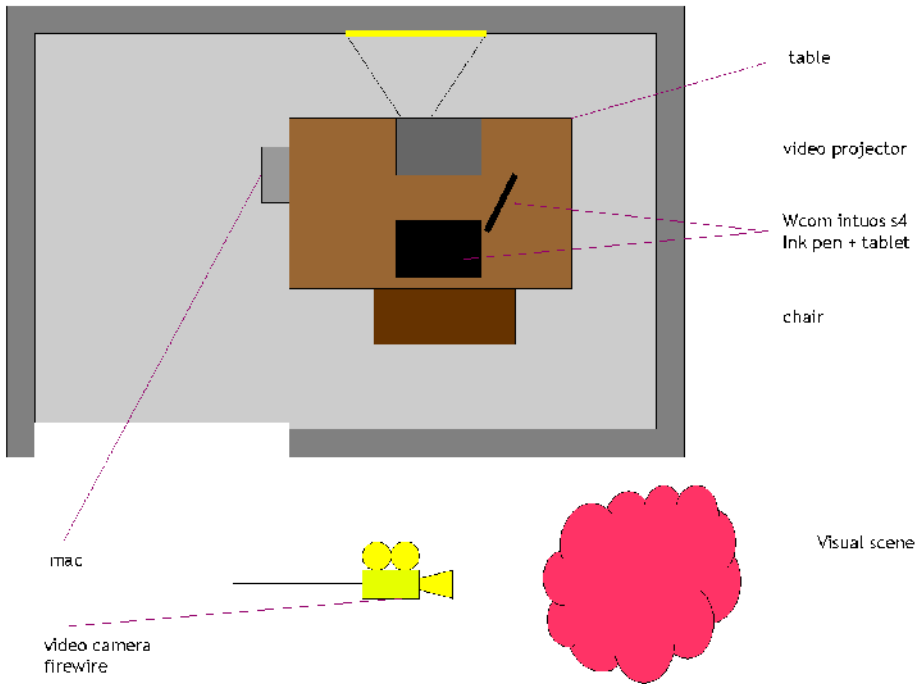


Figura : Esquema utilizado para os testes da versão 1

Fichas dos testes

Para estes testes as questões principais eram as da usabilidade e do entendimento do objecto pelo desenho: Quais os problemas verificados na utilização da máquina? e, O desenhador entende a cena visual como uma unidade composta por ligações e relações entre partes, verifica-se reconhecimento e predição? Ou seja, ao desenhar utilizando a máquina vê mais e conhece melhor?

Para cada teste foi elaborada uma ficha e uma conclusão com base na análise da ficha. No final elaborou-se um esquema gráfico destinado a ser uma visualização das conclusões dos testes que originou a conclusão aqui apresentada.

Estes testes foram realizados para a primeira versão da máquina e destinaram-se a verificar se a máquina funcionava, se era facilmente entendida e utilizada e se era possível analisar o processo de desenho de cada desenhador através de uma ficha consistindo de um grupo de parâmetros que são descritos em seguida:

1. Início do desenho

Em que parte da superfície de desenho o desenhador coloca a ponta da caneta para iniciar a acção. Nota-se alguma relação com o processo que aí se inicia ou com as estratégias adoptadas para a realização do desenho?

2. Frequência do olhar para o papel

Quantas vezes o desenhador olha para a folha de papel onde está a traçar. Sabe-se que num desenho à vista o desenhador olha com muita frequência para o modelo e para o papel, confirmando os seus gestos e as suas marcas em relação ao modelo. Neste caso procura-se saber se o desenhador olha

para o papel em busca da confirmação das suas expectativas, se o desenho corresponde ao modelo.

3. Duração (diferença entre tempo subjectivo e tempo objectivo). Esta mediação é aproximada, pois ao desenhador não foi pedido inicialmente que tentasse manter a consciência do tempo decorrido. No final do desenho foi questionado quanto à sua percepção do tempo decorrido. A intenção é saber se o acto de desenhar com esta máquina altera a percepção subjectiva do tempo e se essa alteração pode ser relacionada com a maior ou menor atenção (foco) dedicada ao desenho.
4. Tipo de traço: contínuo; interrompido
Dado o modo de funcionamento da máquina (onde se inclui o cronómetro que inicia uma contagem decrescente para terminar o desenho quando o desenhador levanta a ponta da caneta da superfície de papel) procura saber-se de que maneira o desenhador traça: com uma linha contínua ou com uma linha interrompida, ou muitas linhas.
5. Busca visual (a relevância do parâmetro é indicada por uma escala de três cores, de azul/fraca a vermelha/forte; como em 6, 7, 8, 9 e 10)
O desenhador reconhece as primitivas do objecto ou partes dele e cria um conjunto e predições que vai guiar os seus gestos? A busca visual é uma acção orientada pela expectativa. Procura saber-se se os gestos do desenhador denotam esta acção.

6. Varrimento: quebra de contorno; partes sem ligação; outro(s)
O varrimento é o scanning da superfície em busca de saliências (*pop-ups* visuais) que permitam o estabelecimento de um processo de reconhecimento e predição. Presume-se que geralmente ocorre quando a busca visual falha. Será assim? E se for acontece porque houve uma quebra de contorno, partes sem ligação ou outra alteração na imagem que interrompa a busca visual originando o varrimento?

7. Primitivas: detecção/extracção; tipo; desenha de acordo com o que a primitiva denota
O processo de desenho traçando sobre uma imagem é um processo visual de extracção de primitivas. Procura saber-se quais são as primitivas escolhidas pelo desenhador como mais salientes, se as consegue detectar (através do recurso ao varrimento ou de hesitações no tipo de traço) e se se deixa guiar pelas sugestões das primitivas (direcção, sugestão de continuidade, mudanças de direcção, denotação de objectos ou de partes de objectos, ligações). Este ponto é importante para se entenderem as predições e a ocorrência do reconhecimento. Surge em número 7 por ser necessária a recolha de outros dados que ajudem à contextualização do processo de extracção de primitivas.

8. Partes: circunscreve regiões (contorno/distinção) – espaço negativo/espaço positivo; reconhecimento das partes; ligação das partes (reconhecidas)
A extracção de primitivas produz partes (primitivas ou agrupamentos de primitivas que se reconhecem como parte de um objecto visual). A circunscricção de áreas do desenho

significa que o desenhador reconhece as partes ou que contorna regiões? A criação de espaços positivos ou negativos ajuda a compreender se há reconhecimento da parte, ou seja, o contorno de uma parte significa que se estabeleceu uma distinção dentro da cena visual. Este reconhecimento pode ocorrer em vários momentos, o desenhador pode regressar a uma área para a terminar depois de a ter reconhecido como parte através de um processo de enquadramento visual. Este processo também é a ligação das partes. A distinção significa que se estabelece uma relação entre várias partes. O reconhecimento deriva da capacidade de estabelecer ligações orientadas para o desenho da cena visual.

9. Selecção de partes para traçar: frequência

Neste ponto tenta perceber-se se o desenhador traça todas as partes que detecta ou se procede a uma selecção das que considera essenciais para o reconhecimento do objecto no desenho. Esta selecção reflecte-se como a expressividade ou subjectividade do desenhador, não há dois desenhadores que procedam da mesma maneira perante as mesmas primitivas. A extracção de primitivas e a selecção de partes para traçar são dois elementos que permitem entender se o desenhador está a entender o que está a ver através do desenho. A frequência desta selecção indica uma maior ou menor capacidade para extrair e traçar as marcas suficientes para que se reconheça no desenho a cena visual que se está a desenhar. A maior ou menor frequência da selecção de partes indicia a maior ou menor certeza quanto às predições do

desenhador? Quanto maior for o número de partes ligadas maior a certeza do reconhecimento da cena visual. Isto significa que o desenhador pode seleccionar melhor o que deve traçar ou não para tornar o seu desenho num objecto reconhecível por outros. Significando que entendeu que traçar todas as primitivas resulta num desenho muito confuso, onde não se distinguem as partes umas das outras, sendo todas as linhas equivalentes o agrupamento de partes torna-se quase impossível (como na imagem do dálmata, se não houver uma memória da forma de um cão torna-se impossível reconhecer e distinguir o dálmata no meio de todas as marcas visuais).

10. Contornos subjectivos

Neste caso procura saber-se se apesar de reconhecer as partes o desenhador traça o que conhece no seu reconhecimento ou o que vê.

O desenhador traça todas as linhas que compõem os objectos, mesmo as invisíveis (por ex: por oclusão)? Ou, inclusive no caso do traço contínuo, interrompe a linha?

Os contornos subjectivos, como se pode observar pelo exemplo do triângulo de Kanizsa, são uma operação da mente do observador e o que se procura neste ponto é saber se o desenhador está distraído ao ponto de traçar uma linha que é uma construção da sua mente visual. Penso que se tal se verificar pode estar a verificar-se uma espécie de adaptação, em que o desenhador já não está a ver o que está a desenhar mas a desenhar o que adivinhou no modelo.

Notas 1:

Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?

O desenhador reconhece a imagem como uma cena visual ou como um conjunto de partes sem ligação?

Verifica-se adaptação do desenhador?

O desenhador traça de forma automática ou procura entender o que está a desenhar?

Há reconhecimento?

O desenhador reconhece as marcas que vão surgindo no ecrã?

Há predição?

O desenhador orienta os seus gestos sabendo o que procura?

Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?

O desenhador sabe o que está a desenhar? A partir de que momento é que isso acontece?

Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?

O desenhador distingue as partes a partir de que momento?

Há identificação de partes sem percepção da unidade?

O desenhador sabe que partes está a desenhar mas não consegue prever a cena visual? Como procede?

Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)

O desenhador sabe que partes está a desenhar mas não as consegue integrar na cena visual? Como procede?

Importância do enquadramento visual.

O enquadramento visual é importante para o processo de reconhecimento e previsão que orienta o desenho?

De seguida são apresentadas as conclusões da análise de cada teste. No ANEXO 8 serão incluídas as fichas de teste e as indicações para a conclusão de cada teste.

Conclusões para cada teste

Ana Macário 1 AM1

Não olha para o papel para confirmar o desenho.

Traço contínuo explorando o contorno da silhueta da cena visual.

A busca visual centra-se na consistência da silhueta e numa distinção forte entre forma e fundo que pode ser entendida como a restrição que condiciona a sua busca visual. Esta restrição é confirmada pela inexistência de varrimento.

A detecção e extracção de primitivas assim como o reconhecimento e agrupamento de partes denota a estratégia de distinção entre forma e fundo através de uma só linha de contorno. Deste modo todas as partes são equivalentes tornando o enquadramento visual num elemento de pouca importância para o desenho, embora com alguma importância para o reconhecimento e predição, visto que a desenhadora reconhece as partes e as suas ligações não se interessando pelas linhas que transpõem a fronteira para dentro do espaço positivo (as junções são primitivas sem importância operativa).

Catarina Sacramento 1 CS1

A desenhadora utiliza uma linha contínua que é interrompida devido a uma quebra de contorno que obriga a um varrimento para a organização do enquadramento visual naquela área da cena. A busca visual é orientada pela denotação das regiões e pelo seu agrupamento e ligação em partes. As partes são encerradas (há uma selecção de partes, este encerramento não é todo marcado) e agrupadas a outras de acordo com a previsão denunciada pelo enquadramento visual. A desenhadora só reconhece a cena como

uma unidade no final do desenho porque a cena é abstracta – trata-se de uma composição com sólidos geométricos irregulares.

Catarina Sacramento 2 CS2

Neste desenho verifica-se um procedimento semelhante ao anterior sendo de notar que com o aumento do número de partes sem ligação (ou de agrupamentos não concluídos) o seu reconhecimento foi afectado. O aumento da importância dada ao espaço negativo indicia uma estratégia de busca com mais variáveis e, portanto, com maiores possibilidades de estabelecer ligações entre partes. As conexões entre partes para formar a unidade são geradas pelo varrimento despoletado pela quebra nas ligações. O varrimento, por ser um modo de ver sem objecto definido, admite que haja uma relação do olhar com as regiões periféricas. Aumentando as probabilidades de surgir uma região saliente (como *pop-up* visual) que crie uma associação pela memória de outra primitiva ou parte não observada anteriormente.

Filipa Wahnnon 2 FW2

(Não há dados gravados da primeira utilização)

Inicia o seu desenho ao centro da folha de papel significando que não tem expectativas quanto ao modelo ou cena visual.

O traço contínuo é conduzido por todos os contornos visíveis esforçando-se por não ser interrompido. Este esforço provoca a repetição e sobreposição de traços. Esta linha contínua não é cega, a desenhadora procura desenhar de acordo com o que as primitivas denotam e com o seu reconhecimento das partes. O reconhecimento é notável e produz agrupamentos e uma busca visual mais concentrada em verificar as expectativas ou predições. O traço é

interrompido quando há uma quebra de contorno que se traduz na quebra de ligações nas partes, ou seja, há uma interrupção no sistema reconhecimento/ predição que origina um varrimento visual. Os espaços negativos não são utilizados para tentar estabelecer relações entre as partes, não entram no seu processo de busca e de agrupamento. O enquadramento visual não tem em conta a totalidade do espaço (cena visual: espaço positivo e negativo), mas só o espaço ocupado (positivo).

João Bernardino 1 JB1

Inicia o seu desenho ao centro da folha de papel significando que não tem expectativas quanto ao modelo ou cena visual.

Utiliza um traço contínuo para desenhar os contornos das primitivas que são reconhecidas como partes. Os traços seguem as propostas denotadas pelas junções, acentuando as fronteiras entre as partes e as quebras entre objectos. Este processo é interrompido sempre que há uma quebra de contorno sem ligação a nenhuma parte ou primitiva que seja reconhecida na região a descoberto. A dificuldade na ligação entre as partes é aumentada pelo desinteresse no espaço negativo. Apesar do desenhador ter reconhecido a cena visual e estar consciente da sua unidade, a sua busca visual sofre algumas quebras por não haver coincidência entre a predição e a primitiva. Estas quebras traduzem-se na selecção de partes para traçar, o desenhador prefere ignorar algumas marcas em favor da unidade que reconhece. Penso que esta selecção que tende a ignorar primitivas retirando-as do desenho está na origem do desequilíbrio entre o desenho e a cena visual reconhecida. Ao ignorar o valor de marca das primitivas extraídas o desenhador está a vedar o acesso a uma

ligação posterior. Ao ignorar os espaços negativos o desenhador reforça este desmembramento da cena visual.

Penso que este é um exemplo do valor que o tempo tem para a utilização da máquina. É necessário tempo para que o processo de desenho possa ser um processo de ligações. Ao negar essa possibilidade opera-se uma cisão entre predição e reconhecimento e entre desenho e enquadramento visual.

Mariana Vidigal 1 MV1

Inicia o seu desenho ao centro da folha de papel significando que não tem expectativas quanto ao modelo ou cena visual.

Utiliza um traço contínuo que é interrompido quando há quebras de contorno sem ligações a partes, esta interrupção não se traduz numa interrupção na linha desenhada. A desenhadora contínua a traçar com a mesma linha enquanto procede ao varrimento. Este varrimento é uma acção de reconhecimento ou de recuperação de áreas periféricas não reconhecidas anteriormente. Reconhece a cena visual e tenta sustentar a sua unidade evitando traçar partes que não se encerrem ou que não estabeleçam ligações a outras. Por não dar importância ao espaço negativo há ligações que ficam mal estabelecidas, não denotando nenhuma parte ou agrupamento, mas admitindo a estabilidade da unidade da cena visual. O enquadramento visual é importante por permitir que certas ligações possam ser ignoradas, ou seja, o enquadramento visual admite agrupamentos de regiões que se apresentam como silhuetas de formas desconhecidas (se houvesse atenção ao espaço negativo estas formas poderiam ser confundidas com buracos).

Mariana Vidigal 2 MV2

Como em 1 e com maior recurso acidental aos espaços negativos. Neste desenho nota-se uma incongruência no agrupamento das partes visível nas marcas de traços interrompidos dentro de uma silhueta ao centro à esquerda. O desenho denota o reconhecimento da cena visual.

Mauro Santos 1 MS1

Inicia o desenho no canto inferior esquerdo. Este início deve-se a uma estratégia de reconhecimento peculiar e permitida pela máquina: reconhecimento por varrimento, o desenhador clica na imagem formando uma grelha de baixo para cima da esquerda para a direita. Este método não é contínuo, processa-se por regiões. O desenhador sempre que extrai primitivas que reconhece como partes contorna-as encerrando-as e procurando ligação com as mais próximas para proceder ao agrupamento. Quando não consegue agrupar procede a um novo varrimento. O reconhecimento das primitivas assume uma grande importância neste processo, pois as suas marcas estabelecem uma rede de ligações dentro de toda a imagem. Denota-se a consciência do enquadramento visual e da unidade da cena, apesar da cena só ser entendida no final (trata-se de uma composição com prismas irregulares).

Este método está na origem da versão nº 7 da máquina digital de desenhar. Esta versão tem dois controladores independentes: um para a caneta e outro para o círculo (controlado por um ipod-Touch através do *app TouchOSC*)

Mauro Santos 2 MS2

Como em 1. Nesta utilização o desenhador teve que adaptar o seu método aos borrões, ou seja, quando a área visível não apresenta

contornos que denotem qualquer tipo de continuidade o desenhador tem que repetir o varrimento, mas desta vez com o propósito de descobrir marcas que permitam qualquer tipo de ligação. A sua estratégia foi a de partir do geral para o particular, procurar grandes formas para contornar com silhuetas e depois procurar as primitivas que (dentro de um sistema de reconhecimento e predição) denotem as partes. Trata-se de um trabalho de reconhecimento de agrupamento para proceder à sua decomposição/segmentação, para reconhecer as partes para verificar se a predição estava correcta (se a silhueta reconhecida corresponde à expectativa).

Nelson Cristino 1 NC1

Inicia o seu desenho ao centro da folha de papel significando que não tem expectativas quanto ao modelo ou cena visual.

Utiliza um traço contínuo que corresponde a uma busca visual orientada para a extracção e circunscrição de partes. A sua selecção de partes para traçar segue um método de circunscrição de todas as partes reconhecidas agrupando-as por proximidade e segmentando-as à medida que reconhece a organização da cena. O enquadramento visual vai sendo desvelado e reconhecido à medida que as partes se vão articulando entre si para formar uma composição.

Nelson Cristino 2 NC2

Utiliza um traço contínuo que equivale à sua busca visual que só é interrompida quando se verifica uma quebra de ligações entre partes. O seu desenho é orientado pelo reconhecimento e predição e é essa a razão para não reconhecer as primitivas como denotando uma ordem (ou uma orientação do gesto) para o desenho. Ao ultrapassar

as primitivas centra-se nas partes e nas suas ligações, sendo as ligações estabelecidas de forma abstracta através de grandes saltos.

A selecção das partes a traçar é frequente e denota estes saltos.

Penso que o desenhador reconheceu a cena e tentou encontrar essa memória na imagem a ser traçada, o que significa que a selecção operada não se deve a uma escolha das marcas salientes e necessárias ao entendimento da cena no desenho mas sim a uma procura de coincidência com uma imagem na memória.

Ricardo Dantas 1 RD1

Utiliza um traço contínuo coincidente com uma busca visual orientada pelas denotações das primitivas. Desta forma descobre as partes que agrupa. Há consciência da unidade da cena visual e este processo de desenhar advém da tentativa de preservar essa unidade através da continuidade do traço. Este processo gera certezas quanto às predições realizadas e admite que o desenhador proceda a uma selecção de partes com a certeza de preservar a unidade reconhecida no enquadramento visual. Este processo pode ocorrer deste modo porque a cena visual está próxima na memória do desenhador e as ligações entre partes tornam-se facilmente previsíveis, não sendo necessário recorrer ao espaço negativo como elemento compositivo.

Susana Piteira 2 SP1

Utiliza um traço contínuo para a realização do desenho que coincide com a busca visual. Nota-se o recurso ao varrimento quando as partes deixam de ter ligações e esta interrupção na busca deve-se a uma perda do reconhecimento das partes, pois a desenhadora utiliza uma estratégia de circunscrição dos espaços positivos. Quando

procede ao varrimento também recorre ao espaço negativo como elemento de ligação entre as partes, ou como elemento onde pode reconhecer a composição. Nota-se uma grande selecção das partes a traçar, especialmente quando lida com o reconhecimento e traçado de espaços negativos, ou seja, ao reconhecer os espaços negativos procura as partes que compõem os espaços positivos (ou formas) e só agrupa as partes que possam corresponder ao enquadramento visual previsto.

CONCLUSÕES

Conclusões

Ao proceder à integração de duas máquinas de desenhar por meio de *software* criou-se uma nova máquina contendo hipóteses de funcionamento que anteriormente não eram possíveis.

A máquina digital de desenhar propõe a exploração da realidade por meio de um desenho que se processa pelo exame das suas partes, por via da busca de continuidade e de equilíbrio. Este procedimento é único para cada desenhador, o que significa que cada desenho expressa um ponto de vista enquadrado pelas condições da sua realização.

A Camera Obscura faculta a existência de múltiplos pontos de vista – é uma máquina de visualização de carácter público ou de partilha de um ecrã e terá tantos pontos de vista quantos os observadores ou espectadores - , não deixando de ser um sistema centrado no observador.

Os sistemas anteriores à *perspectiva artificialis* permitiam tantos pontos de vista quanto os objectos representados, são sistemas centrados no objecto.

A máquina digital de desenhar estabelece um jogo entre estes dois sistemas de representação como dois modos integrados de entender o desenho do objecto (ou cena) - o desenhador reconhece partes do objecto, desenhando-as como se se tratassem de um objecto, centrando-se na sua delineação enquanto procura a continuidade que admita uma representação estável para uma possível imagem ou unidade (objecto ou cena). O desenhador envolve-se num processo de mediação entre os dois sistemas de representação, tendo que se centrar nas partes do objecto para tentar perceber o enquadramento que as organiza como unidade visual, sendo esta percepção do

enquadramento responsável pela gestão do movimento do desenho ponto a ponto.

Tendo como referência a análise dos testes realizados, pode concluir-se que o desenhador flui entre um sistema centrado no objecto e um sistema centrado em si, construindo um enquadramento, até ser capaz de reconhecer a cena que desenha. Desde o momento em que ocorre este reconhecimento da unidade o desenhador passa a agir de acordo com as suas expectativas, podendo observar-se no seu processo de desenho a fixação num sistema de representação centrado em si. Esta fixação pode alterar-se para um novo estado de fluxo entre sistemas, pois caso as expectativas do desenhador não se verifiquem, o processo de desenho volta a ser de inquirição das partes descobertas com vista ao seu reconhecimento. Este processo varia de desenhador para desenhador, sendo comum o facto de todos terem como objectivo a verificação das suas expectativas baseadas em sucessivos reconhecimentos, ou seja, cada desenhador procura pelo desenho verificar se o que está a ver corresponde ao que espera ver – o desenho serve para gerir o levantar do véu que tapa o objecto.

Se os desenhos da mesma coisa diferem entre desenhadores, apesar de nos testes se terem notado estratégias semelhantes de desenho e busca visual, então a máquina digital de desenhar não baseia o seu funcionamento num ponto de vista unitário.

Esta diferença de pontos de vista tem semelhanças com o modo de utilização da Camera Lúcida para desenhar, cada desenhador selecciona para traçar as marcas que considera mais eficazes à sua representação do objecto³⁹¹.

391 Embora de um modo não declarado, a utilização da Camera Obscura para desenhar segue a mesma lógica, o desenhador traça as marcas que selecciona da imagem por as considerar salientes ou por as considerar importantes para a

Constatou-se, no entanto, que esta característica comum no modo de utilização das máquinas está na origem de alguma dificuldade na sua utilização. Há desenhadores que não conseguem extrair saliências do ambiente visual (cena ou objecto) com vista a fazer um desenho – com recurso a uma máquina, decalcando ou à vista.

Partindo da análise dos testes à primeira versão da máquina digital de desenhar à luz da pergunta que se coloca como hipótese (*Será possível criar e desenvolver uma máquina digital de desenhar que baseie o seu funcionamento na Camera Obscura e na Camera Lúcida e que permita ao desenhador ver mais e conhecer melhor o seu objecto?*) pode concluir-se que:

Se espera que o processo de desenho com a máquina digital de desenhar seja diferente de qualquer outro processo de desenho, por conduzir o desenhador à consciência do processo e dos mecanismos da percepção que o condicionam. Esta característica da máquina é mais notória nas últimas três versões, em que as restrições originam uma maior atenção por parte do desenhador, ao passo que na primeira versão se verificou haver factores a contribuir para que a consciência dos processos cognitivos envolvidos no desenho nem sempre ocorresse, ou que não ocorresse de forma contínua originando faltas de atenção e vice-versa;

O desenho da interface física e gráfica deve ser melhorado para que o desenhador se sinta imerso na interacção;

caracterização do objecto - a maior diferença entre as duas Cameras prende-se com o tempo para a realização do desenho, as saliências extraídas e seleccionadas como marcas a traçar no desenho variam em quantidade dependendo da máquina utilizada: mais marcas com a Camera Obscura, menos marcas com a Camera Lúcida.

Um desenhador habituado à prática do desenho adopta uma estratégia de busca visual mais eficaz, ao passo que outro desenhador (menos habituado ou ocasional³⁹²) tem dificuldade em adoptar algum tipo de estratégia de busca visual. Esta dificuldade nota-se tanto nos procedimentos de busca visual e varrimento, como no tipo de linha de contorno escolhido – um desenhador experiente extrai e selecciona as linhas salientes de cada parte do objecto, prevendo a sua continuidade sabendo que se deve tratar de uma figura estável (nota-se um treino da intuição e da imaginação) e um desenhador sem experiência traça grupos maiores que se distinguem entre si (silhuetas) não conseguindo detectar indícios de continuidade na segmentação dos grupos, apesar de reconhecer as partes; Esta dificuldade de segmentação foi tida em conta nas versões finais da máquina, tendo-se procedido a alterações que permitissem ao desenhador manipular o círculo transparente, esperando-se que a criação de um mecanismo de maior controle sobre o funcionamento da máquina possibilitasse uma maior disponibilidade ao olhar durante o processo de desenho;

Ao longo de cada utilização da máquina todos os desenhadores conseguem estabelecer uma estratégia de desenho baseada no reconhecimento e expectativa, apesar das dificuldades, notadas em alguns testes, de extracção e selecção das saliências e marcas que configuram os

392 O desenhador ocasional é aquele que deixou de desenhar quando terminou o ensino básico, com 11 ou 12 anos e que se convenceu de que não sabe desenhar porque “não tem jeito”. Na maior parte das vezes esta recusa deve-se à incapacidade para produzir uma imitação de um modelo e à crença de que desenhar é imitar. Nota-se que há não desenhadores onde esta recusa não se verifica, na maioria dos casos trata-se de pessoas que têm um contacto próximo com o desenho.

delineamentos do objecto;

O desenhador assume o ecrã como a superfície onde o desenho ocorre, abstraindo-se do facto de estar a desenhar sobre uma folha de papel e de ser esta acção a produzir as alterações que pode ver no ecrã. Esta atitude denota a consciência que o desenhador tem de estar a actuar num meio digital, não dando importância ao facto de estar a traçar directamente sobre o papel;

O facto de o desenhador se adaptar ao ambiente digital demonstra que é necessário criar restrições destinadas a acentuar o carácter híbrido da máquina – nas versões seguintes da máquina estas restrições foram sendo testadas, ao ponto de se julgar que a 7ª versão da máquina condiciona o desenhador a ter consciência desse carácter;

A máquina pode ser melhorada no sentido de absorver mais o desenhador na sua utilização como forma de o imergir no processo de desenho. Para que esta relação seja mais intensa procurou, nas últimas versões da máquina, colocar-se o desenhador na posição de utilizar as duas mãos: uma manipulando a caneta e a outra manipulando um controlador do círculo transparente. Antes de concluir pela inclusão deste controlador para o círculo transparente foi realizada uma segunda versão da máquina digital de desenhar em que se tentou incrementar o atrito na relação entre posição da caneta e posição do círculo (esta experiência é descrita na apresentação da segunda versão da máquina digital de desenhar);

A máquina é simples de usar, embora o sistema de restrições baseado em cronómetros se tenha revelado contrário às

expectativas, ao invés de incrementar a atenção, acrescentou stress à interacção, prejudicando o seu funcionamento.

Pode concluir-se, da aplicação da hipótese à primeira versão da máquina digital de desenhar, que, apesar de se verificar que os desenhadores percebem o seu objecto de um modo novo, ainda podem ser feitos melhoramentos destinados a tornar conscientes os processos de desenho como forma de ver mais e de conhecer melhor.

No capítulo em que se descrevem as restantes versões de máquina conclui-se que *“duas coisas podem acontecer com o uso continuado da máquina como modo de conhecer melhor o que se está ver: o desenhador vai-se tornando mais consciente do seu processo de desenho e essa consciência conduzi-lo-á a uma selecção das partes a traçar como uma forma de desenvolver a sua subjectividade no desenho. Se cada desenhador aborda modelos semelhantes com resultados diferentes em duas utilizações, espera-se que, continuando a utilizar a máquina, cada desenhador desenvolva estratégias de filtragem do visível para o desenho.*

As versões 5, 6 e 7 da máquina digital de desenhar ao darem mais liberdade ao desenhador dão-lhe a oportunidade de ver e seleccionar o que traçar com maior controlo sobre a relação entre o desenho e o seu sistema de reconhecimento e predição. Esta liberdade não é mais do que algum grau de controlo sobre as restrições da máquina.”

A máquina digital de desenhar, se conscientemente utilizada, promove o desenvolvimento das habilidades³⁹³ do desenhador para

393 Deanna Petherbridge (Petherbridge, D. (2003). *Meditations on a Dirty Word*, p. 3, refere ,em defesa do desenvolvimento da habilidade para o desenho (saber fazer ou *skill*), em contexto pedagógico, que não deve ser entendida como um entrave à criatividade ou idiosincrasia dos artistas, reduzindo os seus procedimentos a actos mecânicos, mas que pode ser um modo de aumentar as suas capacidades cognitivas e criativas se for suportada por ideias: *“Skill in Fine Arts, I maintain is only reducible*

perceber o que vê pelo desenho que surge, enquadrado pela máquina, como um modo de exploração do real.

Conclui-se que esteve correcta a premissa de conceber uma máquina constituída por módulos que facilitem o acesso ao entendimento do seu funcionamento e que criem restrições à sua utilização, numa aparente complexificação do funcionamento. Aparente porque as restrições foram desenhadas e desenvolvidas para provocar uma resposta física/sensorial e cognitiva no desenhador, com o objectivo de o imergir conscientemente na acção de desenhar, ou seja, foram criados os mecanismos que permitem ao desenhador enveredar por um processo de desenho atento.

Derivada desta conclusão está a alteração feita ao nível das interfaces tanto física como gráfica, na sétima versão da máquina digital de desenho o movimento, dimensão e forma do círculo transparente são manipuláveis através da mão que não desenha por via de um *iPod-touch* escondido por uma interface desenhada num papel – este encobrimento não pretende criar uma percepção errada relativa à interface, visando, pelo contrário, criar a consciência de que se está a operar a um nível digital através de um meio misto digital e analógico e que o processo de desenho é conduzido pela manipulação de um riscador sobre uma superfície que vai ficando marcada. A outra alteração, incluída nas duas versões anteriores da máquina, é ao nível da interface gráfica, ou ecrã, onde foi acrescentada uma imagem com o registo do desenho - uma duplicação em tempo real e à escala do desenho traçado sobre o papel.

Espera-se que desta interacção resulte uma augmentação da experiência do desenhador que faculte um maior conhecimento do seu desenho.

Outra conclusão que se observa da utilização das várias versões da máquina é a de que se trata de uma máquina que promove a consciência da selecção das marcas visuais a ser traçadas na superfície do desenho. Ao desenhador são disponibilizados os meios para que pratique a extracção e selecção das marcas do desenho como marcas salientes que atribuam o significado pretendido ao desenho. As melhorias efectuadas no algoritmo e nas interfaces facilitam a utilização atenta e o gozo ou prazer lúdico da interacção promovem a repetição.

Espera-se que, pela repetição na utilização, os desenhadores se tornem mais conhecedores do seu modo de fazer desenho, entendendo que desenhar é um processo de inquirição da realidade que produz conhecimento.

No contexto da sala de aulas esta máquina poderá servir como instrumento de demonstração e de entendimento dos mecanismos da inteligência visual na construção da percepção das coisas e do desenho como um sistema de ligações integrado num determinado enquadramento visual, ao qual o desenhador não é estranho (a experiência da construção visual dos objectos).

O desenhador irá desenvolver uma aprendizagem em que terá consciência da prática do desenho como um meio de aceder ao mundo. No seu livro *The Primacy of Drawing*, Deanna Petherbridge localiza a aprendizagem do desenho no território do desvelamento do mundo: "*Aprender a desenhar, embora já não seja uma actividade*

privilegiada nem na escola nem no ensino artístico especializado, mantém-se como uma actividade de enorme importância e potência para a educação como um todo. Aprender a observar, a investigar, a analisar, a comparar, a criticar, a seleccionar, a imaginar, a jogar e a inventar, constitui o verdadeiro paradigma de um funcionamento eficaz no mundo."³⁹⁴

Por se tratar de um sistema híbrido, esta máquina também serve como exemplo de remistura de diferentes *media* para a criação e aumento das suas capacidades³⁹⁵, ou como um meio novo de aumento das capacidades cognitivas do homem ou como um novo meio de inquirir a relação do homem com o mundo.

Pela sua abrangência tecnológica esta máquina também pode ser utilizada para ensaiar novas abordagens aos *media* que a constituem, de um ponto de vista teórico e teórico-experimental.

A modularidade da máquina permite uma nova abordagem aos processos de desenho e aos mecanismos da percepção como módulos do mesmo sistema.

Esta abordagem poderá indiciar a constituição de uma nova área no ensino da disciplina de desenho por meio das suas máquinas.

394 Petherbridge, D. (2010). *The primacy of drawing : histories and theories of practice*. New Haven, Yale University Press, p. 233, "Learning to draw, while no longer a privileged activity in either school or specialist art teaching, remains an activity of enormous importance and potency for education as a whole. Learning to observe, to investigate, to analyse, to compare, to critique, to select, to imagine, to play and to invent constitutes the veritable paradigm of functioning effectively in the world."

395 Manovich, L. (2006). Alan Kay's Universal Media Machine, "knowing well new capabilities provided by digital computers, they set out to create fundamentally new kinds of media for expression and communication. These new media would use as their raw "content" the older media which already served humans well for hundreds and thousands of years - written language, sound, line drawings and design plans, and continuous tone images, i.e. paintings and photographs. But this does not compromise the newness of new media."

Para uma apresentação num contexto artístico, esta máquina pode ser melhorada. Uma versão que contemple a sua exposição poderá seguir duas vias: deverá propor uma arquitectura que a enquadre, aumentando a sua atractividade através da declaração de uma das suas fontes (Camera Obscura); ou poderá ser tornada portátil, através da criação de controladores que caibam na palma da mão e que permitam a construção do desenho à distância.

Tratando-se de um meio que explora a interface entre a realidade e o seu desenhador, ou seja, como meio de questionar a percepção da realidade, a sua forma e modo de utilização exigem que o utilizador esteja disposto a desligar-se da sua percepção da passagem do tempo; esta exigência torna a máquina adequada situações onde o público não esteja de passagem.

Trata-se de um exemplo de máquina onde a arte se cruza com a ciência e nesse contexto a máquina está pronta para ser apresentada.

A sétima versão da máquina digital de desenhar sugere a continuidade na exploração das suas formas possíveis – e implícitas nas formas estão novas interacções que fomentando experiências diferentes alargarão o potencial especulativo da máquina.

Uma dessas novas formas foi apresentada no final do capítulo onde se descrevem as versões da máquina e aborda a máquina como um dispositivo que propõe uma deambulação sobre a imagem através do desenho. Uma deriva da mesa *Drift Table*, de Andrew Boucher e Bill Gaver.

Outra possibilidade de expansão está contida no aspecto público de visualização numa Camera Obscura, trata-se de explorar a

possibilidade de a máquina digital de desenhar poder ser utilizada como uma aplicação portátil destinada à criação e partilha de desenhos e sua manipulação, por exemplo por via da segmentação e manipulação partilhada das suas partes. Uma sugestão derivada do que Ivan Sutherland escreveu sobre o *Sketchpad* aplicado à artes.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Livros

AGUILLONIUS, Franciscus, Peter Paul Reproductions Rubens, and illustrations. *Francisci Aguilonii ... Opticorum Libri Sex, Philosophis Iuxta 0300 Ac Mathematicis Vtiles*: Antuerpiæ: Ex Officina Plantiniana, 1613.

ALBERTI, Leon Battista, and Rocío de la Villa. *De La Pintura Y Otros Escritos Sobre Arte*. Madrid: Tecnos, 1999.

ALEXANDER, Christopher. *Notes on the Synthesis of Form*. 6th ed. Cambridge, Mass.; London, Eng.: Harvard University Press, 1964.

ALPERS, Svetlana. *The Art of Describing, Dutch Art in the Seventeenth Century*. Chicago: The Chicago University Press, 1984.

BAKEWELL, F. C. *Great Facts: A Popular History and Description of the Most Remarkable Inventions During the Present Century*: Houlston and Wright, 1859.

BARBARO, Daniello. *La Pratica Della Perspettiva*. In Venetia: appresso Camillo & Rutilio Borgominieri fratelli, 1568.

BARLOW, H. B., Colin Blakemore, Miranda Weston-Smith, and Rank Prize Funds. *Images and Understanding : Thoughts About Images, Ideas About Understanding*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 1990.

BARLOW, Peter. *A New Mathematical and Philosophical Dictionary; Comprising an Explanation of the Terms and Principles of Pure and Mixed Mathematics, and Such Branches of Natural Philosophy as Are Susceptible of Mathematical Investigation, Etc. [with Thirteen Plates.]*. London: G. & S. Robinson, 1814.

BAUMGARTNER, Peter, Sabine Parry, and (eds). *Speaking Minds, Interviews with Twenty Eminent Cognitive Scientists*. New Jersey: Princeton University Press, 1995.

BION, N. *Traité De La Construction Et Des Principaux Usages Des Instruments De Mathématique*. Paris: Jean Boudot, Jacques Collombat, , 1709.

BION, Nicolas. *Traité De La Construction Et Des Principaux Usages Des Instruments De Mathématique. Avec Des Figures ... Quatrième Édition, Revue, Corrigée & Augmentée, Etc.* 4 ed. Paris: Paris: Charles-Antoine Jombert; Nion, fils, 1752.

BION, Nicolas, and Johann Gabriel Doppelmayr. *Nicolai Bion ... Neu-Eröffnete Mathematische Werck-Schule, Oder Gründliche Anweysung, Wie Die Mathematische Instrumenten ... Zu Verfertigen, Zu Probiren, Und ... Zu Erhalten. Aus Dem Französischen ... Übersetzt, Und ... Bey Dieser Dritten Auflage Vermehret, Von Johann Gabriel Doppelmayr*: 3 pt. Nürnberg, 1726.

BOLTER, J. David, and Diane Gromala. *Windows and Mirrors : Interaction Design, Digital Art, and the Myth of Transparency*. Cambridge, Mass ; London: MIT, 2003.

BOLTER, Jay David, and Richard Grusin. *Remediation, Understanding New Media*. Cambridge, Mass; London, Eng.: The MIT press, 2000.

BONANNI, P. *Micrographia Curiosa*, 1692.

BOYLE, Robert. *Tracts Written by the Honourable Robert Boyle, Fellow of the R. Society. Of a Discovery of the Admirable Rarefaction of the Air. New Observations About the Duration of the Spring of the Air. New Experiments Touching the Condensation of the Air by Meer Cold; and Its Compression without Mechanical Engins. The Admirably Differing Extension of the Same Quantity of Air Rarefied and Compressed*. London: T. N. for Henry Herringman, 1671.

BRITAIN, W. *The Magazine of Science*, 1842.

CALLEBAUT, Werner, and Diego Rasskin-Gutman. *Modularity, Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems, The Vienna Series in Theoretical Biology*. Cambridge, Mass; London, Eng: The MIT press, 2005.

CARDANO, Girolamo. *Hieronimi Cardani ... De Subtilitate Libri Xxi*. Ex officina M. Fezendat & R. Granjon: Parisiis, 1550.

CASTELLS, Manuel. *A Era Da Informação: Economia, Sociedade E Cultura, Vol 1: A Sociedade Em Rede*. 2 ed. 3 vols. Vol. 1. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996, 2000.

CHESELDEN, William. *Osteographia, or the Anatomy of the Bones*. London, 1733.

CLEE, Paul. *Before Hollywood : From Shadow Play to the Silver Screen*. New York: Clarion Books, 2005.

COLLIER, Graham. *Form, Space and Vision*. New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1972.

CRARY, Jonathan. *Techniques of the Observer, on Vision and Modernity in the Nineteenth Century*. Cambridge, London: The MIT Press, 1992.

DAMISCH, Hubert. *The Origin of Perspective*. Cambridge, Mass. ; London: MIT Press, 1994.

DESCARTES, Renée. *Discours De La Mèthode Pour Bien Conduire Sa Raison Et Chercher La Vérité Dans Les Sciences, Plus La Dioptrique, Les Météores Et La Géométrie...* Texte Imprimé. A Leyde: impr. de Jan Maire, 1637.

DOY, Gen. *Picturing the Self : Changing Views of the Subject in Visual Culture*. London ; New York: I.B. Tauris, 2005.

ECO, Umberto. *Travels in Hyperreality : Essays*. 1st ed. ed. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich, 1986.

EDWARDS, Betty. *The New Drawing on the Right Side of the Brain*. 2nd rev. ed. New York: Jeremy P. Tarcher/Putnam, 1999.

ELKINS, James. *The Object Stares Back: On the Nature of Seeing*. San Diego, New York, London: Harvest Book Harcourt, Inc., 1997.

ETTEN, H. van pseud. *Récréation Mathématique, Composee De Plusieurs Problemes Plaisants & Facetieux En Fait D'arithmetique, Goemetrie, Mechanique, Opticq, & Autres Parties De Ces Belles Sciences. The Preface Signed: H. Van Etten, I.E. Jean Leurechon.] Seconde Edition, Reveue, Corrigé & Augmenté*: Paris: Anthoine Robinot, 1626.

FIGUIER, Louis *Les Merveilles De La Science Ou Description Populaire Des Inventions Modernes. [2], Télégraphie Aérienne, Électrique Et Sous-Marine, Câble Transatlantique, Galvanoplastie, Dorure Et Argenture Électro-Chimiques, Aérostats, Éthérisation [Texte Imprimé] / Par Louis Figuiet*. Paris: Jouvett Furne, 1868.

FOSTER H., and Foundation Dia Art. *Vision and Visuality*: Bay Press, 1988.

FRADE, P. *Figuras Do Espanto: A Fotografia Antes Da Sua Cultura*: Asa, 1992.

FRIEDBERG, Anne. *The Virtual Window, from Alberti to Microsoft*. Cambridge, London: The MIT Press, 2006.

GALILEI, Galileu. *Sidereus Nuncius - O Mensageiro Das Estrelas*. Translated by Henrique Leitão. 2^a edição ed. Lisboa: Fundação calouste Gulbenkian - Serviço de Educação e Bolsas, 1610. Reprint, 2010.

GIBSON, Jerome J. *The Ecological Approach to Visual Perception*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1979.

GITELMAN, Lisa, and Geoffrey B. Pingree. *New Media, 1740-1915*. Edited by David Thorburn, *Media in Transition*. The MIT press: Cambridge. Mass; London, Eng., 2003.

GOLDBERG, Ken. *The Robot in the Garden : Telerobotics and Telepistemology in the Age of the Internet*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2000.

GOMBRICH, E. H. *Art and Illusion : A Study in the Psychology of Pictorial Representation*. 5th ed. ed. London: Phaidon, 1977.

GÓMEZ MOLINA, Juna José. *Máquinas Y Herramientas De Dibujo, Arte, Grandes Temas*. Madrid: Cátedra, 2002.

GÓMEZ MOLINA, Juan José, and Manuel Barbero Richart. *Las Lecciones Del Dibujo*. 2a ed ed, *Arte. Grandes Temas*. Madrid: Cátedra, 1999.

GRAU, Oliver. *Virtual Art, from Illusion to Immersion*. Cambridge, London: The MIT Press, 2003.

GRAVESANDE Willem Jacob 's. *Essai De Perspective*: La Haye, 1711.

GREGORY, Richard, John Harris, Priscilla Heard, and David Rose. *The Artful Eye*. Edited by The Softback Preview. New York: Oxford University Press, 1995.

GREGORY, Richard L. *Eye and Brain , the Psychology of Seeing*. 5th ed. New York: The Oxford University Press, 1998.

HALL, B. *Forty Etchings: From Sketches Made with the Camera Lucida, in North America, in 1827 and 1828*: Cadell & Co., 1830.

HARRISON, Charles, Paul Wood, and Jason Gaiger. *Art in Theory 1648-1815 : An Anthology of Changing Ideas*. Oxford, UK ; Malden, Mass.: Blackwell Publishers, 2000.

HAWKINS, Jeff, and Sandra Blakeslee. *On Intelligence*. 1st ed. New York: Times Books, 2004.

HECHT, E. *Óptica*. 2ª edição ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkain, 2002.

HECHT, Heiko, Robert Schwartz, and Margaret Atherton. *Looking into Pictures: An Interdisciplinary Approach to Pictorial Space*. Cambridge, Massachusetts; London, England: A Bradford Book, The MIT Press, 2003.

HILL, Edward. *The Language of Drawing*. New Jersey: Prentice Hall, Inc, 1966.

HOCKNEY, David. *Secret Knowledge, Rediscovering the Lost Techniques of the Old Masters*. London: Thames & Hudson, 2001.

HOCKNEY, David. *Secret Knowledge : Rediscovering the Lost Techniques of the Old Masters*. New and expanded ed. London: Thames & Hudson, 2006.

HOFFMAN, Donald. *Visual Intelligence, How We Create What We See*. New York: W. W. Norton & Co., 1999.

HOGG, Jabez. *The Microscope : Its History, Construction and Application*. fourteenth edition. ed. London: George Routledge & Sons, 1854.

HOOKE, Robert, and W. Derham. *Philosophical Experiments and Observations Of ... Dr R. H. ... And Other Eminent Virtuosos ... Publish'd by W. Derham*: London, 1726.

IVINS Jr., William M. *Prints and Visual Comunication*. 9 ed. New York: The MIT Press, 1953.

IVINS Jr, William M. *On the Rationalization of Sight*. New York: Da Capo Press, 1973. Reprint, 1975.

IVINS Jr, William M. *Art & Geometry; a Study in Space Intuitions*. New York,: Dover Publications, 1964.

JACKER, Corinne. *Window on the Unknown, a History of the Microscope*. New York: Charles Scribner's Sons, 1966.

JAY, Martin. *Downcast Eyes : The Denigration of Vision in Twentieth-Century French Thought*. Berkeley: University of California Press, 1993.

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

KEPLER, Johannes. *Ad Vitellionem Paralipomena, Quibus Astronomiæ Pars Optica Traditur; Potissimum De Artificiosa Observatione Et Æstimatione Diametrorum Deliquiorumque Solis Et Lunæ. Cum Exemplis Insignium Eclipsium, Etc*: Francofurti, 1604.

KIRCHER, Athanasius. *Ars Magna Lucis Et Umbrae in X. Libros Digesta. Quibus Admirandae Lucis & Umbrae in Mundo, Atque Adeo Universa Natura, Vires Effectusque Uti Nova, Ita Varia Novorum Reconditorumque Speciminum Exhibitione, Ad Varios Mortalium Usus, Panduntur. Editio Altera Priori Multo Auctior.* . Amsterdam: Johann Janssonius von Wesberge & Heirs of Elizaëus Weyerstraten, 1671.

KOFMAN, Sarah. *Camera Obscura of Ideology*. Translated by Will Straw. English edition ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1973.

LANE, E. W. *An Account of the Manners and Customs of the Modern Egyptians: Written in Egypt During the Years 1833, -34, and -35, Partly from Notes Made During a Former Visit to That Country in the Years 1825, -26, -27, and -28*: J. Murrary, 1871.

LANE, E. W., and J. Thompson. *Description of Egypt: Notes and Views in Egypt and Nubia*: American University in Cairo Press, 2000.

LEFÈVRE, W., and Wissenschaftsgeschichte Max-Planck-Institut für. *Inside the Camera Obscura: Optics and Art under the Spell of the Projected Image*. Vol. 333, Preprint / Max-Planck-Institut Für

Wissenschaftsgeschichte. Berlin: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2007.

LINDBERG, David C. *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler*. Chicago: University of Chicago Press, 1976.

LINKS, J. G., and Canaletto. *Canaletto*. Rev., updated and enl. ed. ed. London: Phaidon, 1999.

LOCKE, John. *Ensaio Sobre O Entendimento Humano*. Translated by Eduardo Abranches de Soveral. 2 vols. Vol. 1. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1690.

MANONNI, L. *A Grande Arte Da Luz E Da Sombra: Arqueologia Do Cinema*: Senac, 2003.

MANOVICH, Lev. *El Lenguaje De Los Nuevos Medios De Comunicación*. Barcelona: Paidós Ibérica, S. A., 2001.

MARION, Fulgence, and Alfred de Neuville. *L'optique. ... Ouvrage Illustrée ... Par A. De Neuville, Etc*: Paris, 1867.

MARR, David. *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. San Francisco: W. H. Freeman & Co., 1983.

MARTIN, Benjamin Optician. *Micrographia Nova: Or, a New Treatise on the Microscope, and Microscopic Objects ... To Which Is Added, an Account of the Camera Obscura, and the Solar Microscope, Etc. [with Folding Plates.]*. Reading: J. Newbery & C. Micklewright, 1742.

MASSIRONI, Manfredo. *The Psychology of Graphic Images : Seeing, Drawing, Communicating*. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum, 2002.

MAYNARD, Patrick. *Drawing Distinctions : The Varieties of Graphic Expression*. Ithaca, N.Y. ; London: Cornell University Press ; [Bristol : University Presses Marketing, distributor], 2005.

MITCHELL, William John. *The Reconfigured Eye*. 3rd ed. Cambridge, Mass.; London, Eng.: The MIT Press, 1992.

MOGGRIDGE, Bill. *Designing Interactions*. Cambridge, Massachusetts; London, England: The MIT Press, 2007.

NICÉRON, Jean François, and Marin Mersenne. *La Perspective Curieuse Du Reverend P. Niceron, Minime, Divisée En Quatre Livres. Avec L'optique Et La Catoptrique Du R. P. Mersenne Du Mesme Ordre, Mise En Lumiere Après La Mort De L'auteur, Etc: A Paris chez Jean Du Puis... 1663, 1663.*

OETTERMAN, Stephan. *The Panorama : History of a Mass Medium*. New York: Zone Books, 1997.

OZANAM Jacques. *Récréations Mathématiques Et Physiques Qui Contiennent Plusieurs Problèmes D'arithmétique... , De Géométrie, D'optique, De Gnomonique, De Cosmographie, De Mécanique, De Pyrotechnie Et De Physique. Avec Un Traité Nouveau Des Horloges Élémentaires ; Par M. Ozanam,... Texte Imprimé*. Amsterdam: Georges Gallet, 1696.

OZANAM, Jacques, and Jean Étienne Montucla. *Récréations Mathématiques Et Physiques ... Nouvelle Édition ... Refondue & ... Augmentée Par M. De C. G. F. [I.E. M. De Chanla, Pseudonym of J. E. Montucla. Nouvelle édition, totalement refondue et considérablement augmentée par M. de M*** [i.e. Jean Étienne Montucla]. ed. Vol. 2. Paris: Firmin Didot, 1790.*

PECKHAM, Joannes. *Perspectiva Communis*. Veneza, 1504.

PETHERBRIDGE, Deanna. *The Primacy of Drawing : Histories and Theories of Practice*. New Haven: Yale University Press, 2010.

PODRO, Michael. *Depiction*. New Haven, CT: Yale University Press, 1998.

Poliniere, P. *Experiences De Physique*. Paris: Jean de Laulne, Claude Jombert, Jacque Quillau, 1709.

POLINIÈRE, Pierre. *Experiences De Physique*. seconde édition ed. Paris: Jean de Laulne, Claude Jombert, 1718.

PORTA, Giambattista della. *Magiae Naturalis, Sive De Miraculis Rerum Naturalium Libri liii*: pp. 163. M. Cancer: Neapoli, 1558

PORTA, Giambattista della. *Ioan. Baptistæ Portæ Neap. De Refractione Optices Parte. Libri Nouem*: Neapoli: Apud Io. Iacobum Carlinum, & Antonium Pacem, 1593.

PORTA, Giambattista della. *Natural Magick ... In Twenty Bookes*. [Translated from the Latin.]: pp. 409. T. Young & S. Speed: London, 1658.

Rawson, Philip S. *Drawing*: London: Oxford University Press, 1969.

RAWSON, PHILIP S. *Seeing through Drawing*. London: British Broadcasting Corporation, 1979.

REYNOLDS, Joshua, and Edward Gilpin Johnson. *Joshua Reynold's Sir Discourses*. Chicago,: A. C. McClurg and company, 1891.

SALEN, Katie. *The Ecology of Games : Connecting Youth, Games, and Learning*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2008.

SNOWDEN, Robert J., Peter Thompson, and Tom Troscianko. *Basic Vision : An Introduction to Visual Perception*. Oxford: Oxford University Press, 2006.

SOLSO, Robert L. *Cognition and the Visual Arts*. Cambridge, Mass. ; London: MIT Press, 1994.

STEADMAN, Philip. *Vermeer's Camera : Uncovering the Truth Behind the Masterpieces*. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2001.

STEPHENSON, Neal. *The Confusion*. London: Arrow, 2005.

STOICHITA, Victor I. *A Short History of the Shadow*. London: Reaktion Books, 1997.

STOICHITA, Victor I., and Anna Maria Coderch. *La Invención Del Cuadro : Arte, Artífices Y Artificios En Los Orígenes De La Pintura*

Europea. 1{487} ed ed, *Cultura Artística*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2000.

STONE, Harriet. *Tables of Knowledge, Descartes in Vermeer's Studio*. Ithaca & London: Cornell University Press, 2006.

TALBOT, William Henry Fox. *The Pencil of Nature*. London: Longman & Co., 1844.

TIMBS, J., C. W. Vincent, and J. Mason. *The Year-Book of Facts in Science and Art*: Simpkin, Marshall, and Co., 1862.

ULLMAN, Shimon. *High-Level Vision, Object Recognition and Visual Cognition*. Cambridge, Mass; London, Eng.: The MIT press, 1996.

VAIL, A. *The American Electro Magnetic Telegraph: With the Reports of Congress, and a Description of All Telegraphs Known, Employing Electricity or Galvanism. Illustrated by Eighty-One Wood Engravings*: Lea & Blanchard, 1847.

VALENCIENNES, Pierre Henri. *Éléments De Perspective Pratique À L'usage Des Artistes*. Paris: l'auteur, Desenne, Duprat, 1799.

WADE, Nicholas J., and Michael T. Swanston. *Visual Perception, an Introduction*. 2nd ed. Sussex: Psychology Press, Ltd., 2001.

WARDRIP-FRUIJN Noah, and Nick Montfort. *The New Media Reader*. Cambridge, Mass. ; London: MIT, 2003.

WILLATS, John. *Art and Representation : New Principles in the Analysis of Pictures*. Princeton, N.J. ; Chichester: Princeton University Press, 1997.

WILLATS, John. *Making Sense of Children's Drawings*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, 2005.

ZAHN, J. *Oculus Artificialis Teledioptricus Sive Telescopium , ... Triplici Fundamento Physico Seu Naturali, Mathematico Dioptrico Et Mechanico, Seu Practico Stabilium*: Sumptibus Quirini Heyl, 1685.

ZAKIA, Richard D. *Perception and Imaging*. 2nd ed. ed. Boston [Mass.] ; Oxford: Focal Press, 2002.

ZEKI, Semir. *Inner Vision - an Exploration of Art and the Brain*. Oxford, New York: Oxford University Press, 1999.

ZIELINSKI, S. *Deep Time of the Media: Toward an Archaeology of Hearing and Seeing by Technical Means*, 2006.

Artigos

ALMEIDA, Jane de. "Drawn: On Zachary Lieberman Work." 2008.

BARTON, Jason J. S., Nathan Radcliffe, Mariya V. Cherkasova, and Jay A. EdELMAN. "Scan Patterns During the Processing of Facial Identity in Prosopagnosia." *Experimental Brain Research* 181, no. 2 (2007): 199-211.

BEDINI, S. A., and A. G. Bennett. "A Treatise on Optics' by Giovanni BOLANTIO, C. " *Annals of science* 52, no. 2 (1995): 103-26.

BIDWELL, Sheldon. "Tele-Photography." *Nature* 23, no. 289 (1881): 344-46.

BOUCHER, A., and W. Gaver. "Developing the Drift Table." *interactions: new visions of human-computer interaction* 13, no. 1 (2006): 24-27.

BUSCALIONI, Angela D., Alicia de la Iglesia, Rafael Delgado-Buscalioni, and Anne Dejoan. "Modularity at the Boundary between Art and Science." In *Modularity, Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*, edited by W. and D. Rasskin-Gutman Callebaut, 283-304. Cambridge, Mass; London, Eng: The MIT Press, 2005.

BUSH, Vannevar. "As We May Think." In *The New Media Reader*, edited by Nick Montfort Noah Wardrip-Fruin, 37-47. Cambridge, Mass; London, Eng.: Cambridge, London, 1945.

CABEZAS GELABERT L. "Las Máquinas De Dibujar: Entre El Mito De La Visión Objetiva Y La Ciencia De La Representación." In *Máquinas Y Herramientas De Dibujo*, edited by Juan José Gómez Molina, 83-348. Madrid: Cátedra, 2002.

CALABRETTA Raffaele, and Domenico Parisi. "Evolutionary Connectionism and Mind/Brain Modularity." In *Modularity*,

Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems, edited by Werner Callebaut and Diego Rasskin-Gutman, 309-30. Cambridge, Mass; London, Eng: The MIT Press, 2005.

CALLEBAUT, W. "The Ubiquity of Modularity." In *Modularity, Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*, edited by Werner Callebaut and Diego Rasskin-Gutman, 3-28. Cambridge, Mass; London, Eng: The MIT Press, 2005.

CALLEBAUT, W., and D. Rasskin-Gutman. "Evo-Patterns: Working toward a Grammar of Forms." In *Modularity, Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*, edited by W. and D. Rasskin-Gutman Callebaut, 181-84. Cambridge, Mass; London, Eng, 2005.

COHEN, Harold. "How to Make a Drawing." In *Science Colloquium, National Bureau of Standards*. Washington DC, 1982.

CRARY, Jonathan. "Modernizing Vision." In *Vision and Visuality*, edited by Hal Foster: Bay Press, 1988.

DALRYMPLE, Kirsten A., Alan Kingstone, and Jason J. S. Barton. "Seeing Trees or Seeing Forests in Simultanagnosia: Attentional Capture Can Be Local or Global." *Neuropsychologia*, no. 45 (2006): 871-75.

DREYFUS, H. "Telepistemology: Descartes Last Stand." In *The Robot in the Garden; Telerobotics and Telepistemology in the Age of the Internet*, 48-63, 2000.

DUNCAN, John, Claus Bundesen, Andrew Olson and Glyn Humphreys, Robert Ward, Søren Kyllingsbæk, Monique van Raamsdonk, Chris Rorden, and Swarup Chavda. "Attentional Functions in Dorsal and Ventral Simultanagnosia." *Cognitive Neuropsychology* 20, no. 8 (2003): 675-701.

ENGELBART, Douglas. "Augmenting Human Intellect." In *The New Media Reader*, edited by Noah Wardrip-Fruin and Nick Montfort, 95-108. Cambridge, Mass. ; London: MIT, 1962.

FARAH, Martha J., and Todd E. Feinberg. "Visual Object Agnosia." In *Patient-Based Approaches to Cognitive Neuroscience*, edited by Martha J. Farah and Todd E. Feinberg, 79-84. Cambridge, Massachusetts; London, England: The MIT Press, 2000.

FIORENTINI, Erna. "Camera Obscura Vs. Camera Lucida - Distinguishing Early Nineteenth Century Modes of Seeing." *Preprint / Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte* 307 (2006): 38.

FODOR, J. A., and Z. W. Pylyshyn. "How Direct Is Visual Perception? Some Reflections on Gibson "Ecological Approach"." *Cognition*, no. 9 (1981): 136-96.

GAVER, W. W., J. Bowers, A. Boucher, H. Gellerson, S. Pennington, A. Schmidt, A. Steed, N. Villars, and B. Walker. "The Drift Table: Designing for Ludic Engagement." 885-900: Citeseer, 2004.

GEORGE, Whale. "Why Use Computers to Make Drawings?" In *Proceedings of the 4th conference on Creativity & cognition*. Loughborough, UK: ACM, 2002.

GOER, Karin. "Painting Technique in the Seventeenth Century in Holland and the Possible Use of the Camera Obscura by Vermeer." In *Inside the Camera Obscura: Optics and Art under the Spell of the Projected Image*, 197-210. Berlin: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2007.

GRAU, Oliver. "History of Telepresence: Automata, Illusion and Rejecting the Body." 1999.

GRARY, Micahel. "El Camino Hacia La Fotografia." In *Huellas De Luz El Arte Y Los Experimentos De William Henry Fox Talbot*, 36-51. Madrid, 2001.

GREGORY, Richard L. "Perceptual Illusions and Brain Models." *Proceedings of the Royal Society* 171, no. B (1968): 179-296.

GRUDIN, J. "Partitioning Digital Worlds: Focal and Peripheral Awareness in Multiple Monitor Use." 458-65: ACM, 2001.

HOFBAUER, Jûrgen, and Marc Ries. "Is Pd Art? No and Yes. Two Attempts." In *Bang | Pure Data*, edited by Frank-Zimmer. Graz: Wolke Verlag, 2006.

HOFFMAN, D. D., and Whitman Richards. "Parts of Recognition." *Cognition* 18 (1983): 65-96.

HORNECKER, Eva, and Ori Shaer. "Tangible User Interfaces: Past, Present and Future Directions." *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction* 3, no. 1-2 (2010): 1-137.

JABLAN, Slavik J. "Modularity in Art." In *Modularity, Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*, edited by Werner Callebaut and Diego Rasskin-Gutman, 259-81. Cambridge, Mass; London, Eng: The MIT Press, 2005.

JACKSON, G., T. Shepherd, S. Mueller, M. Husain, and S. Jackson. "Dorsal Simultanagnosia: An Impairment of Visual Processing or Visual Awareness?" *Cortex* 42, no. 5 (2006): 740-49.

KANAI, Ryota, Naotsugu Tsuchiya, and Frans A. J. Verstraten. "The Scope and Limits of Top-Down Attention in Unconscious Visual Processing." *Current Biology* 16, no. December 5 (2006): 2332-36.

KANAI, Ryota, and Masataka Watanabe. "Visual Onset Expands Subjective Time." *Perception & Psychophysics* 68, no. 7 (2006): 1113-23.

KAY, Alan, and Adele Goldberg. "Personal Dynamic Media." In *The New Media Reader*, edited by Noah Wardrip-Fruin and Nick Montfort, 393-404. Cambridge, Mass. ; London: MIT, 1977.

KENNEDY, John M., Igor Juricevic, and Juan Bai. "Line and Borders of Surfaces: Grouping and Foreshortening." In *Looking into Pictures: An Interdisciplinary Approach to Pictorial Space*, edited by Heiko Hecht, Robert Schwartz and Margaret Atherton. Cambridge, Massachusetts; London, England: A Bradford Book, The MIT Press, 2003.

KOTLER, S. "Vision Quest a Half Century of Artificial-Sight Research Has Succeeded. And Now This Blind Man Can See. Behind the Bionic-Eye Breakthrough." *WIRED-SAN FRANCISCO*- 10, no. 9 (2002): 94-94.

KRUEGER, M. W. "Responsive Environments." 423-33: ACM, 1977.

KRUEGER, M. W., T. Gionfriddo, and K. Hinrichsen. "Videoplace - an Artificial Reality." 35-40: ACM, 1985.

KURTENBACH, G., G. Fitzmaurice, T. Baudel, and B. Buxton. "The Design of a Gui Paradigm Based on Tablets, Two-Hands, and Transparency." 35-42: ACM, 1997.

LATTO, Richard. "The Brain of the Beholder." In *The Artful Eye*, edited by Richard Gregory, John Harris, Priscilla Heard and David Rose, 66-94. New York: The Oxford University Press, 1995.

LEITÃO, Henrique. "Estudo Introdutório." In *Sidereus Nuncius - O Mensageiro Das Estrelas*, edited by Fundação Calouste Gulbenkian, 17-136. Lisboa, 2010.

LEVIN, Golan, and Zachary Lieberman. "Sounds from Shapes: Audiovisual Performance with Hand Silhouette Contours in the Manual Input Sessions." In *Proceedings of the 2005 conference on*

New interfaces for musical expression. Vancouver, Canada: National University of Singapore, 2005.

LEVIN, Golan, and Scott Snibbe. "Instruments for Dynamic Abstraction." In *Proceedings of the First Annual Conference on Non-Photorealistic Animation and Rendering, Annecy*. France, 2000.

LI, Y., K. Hinckley, Z. Guan, and J. A. Landay. "Experimental Analysis of Mode Switching Techniques in Pen-Based User Interfaces." 461-70: ACM, 2005.

MANOVICH, Lev. "Alan Kay's Universal Media Machine." 2006.

MAYR, Andrea. "Pd as Open Source Community." In *Bang | Pure Data*, edited by Frank-Zimmer. Graz: Wolke Verlag, 2006.

McSHEA, D. W., and C. Anderson. "The Remodularization of the Organism." In *Modularity, Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*, edited by Werner Callebaut and Diego Rasskin-Gutman, 185-205. Cambridge, Mass; London, Eng: The MIT Press, 2005.

MOLESINI, G. "The Optical Quality of Seventeenth-Century Lenses." In *Inside the Camera Obscura: Optics and Art under the Spell of the Projected Image*, 117. Berlin: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2007.

MONTES, Carlos. "Descripción Y Construcción Del Universo." In *Las Lecciones Del Dibujo*, edited by Cátedra, 483 - 512. Madrid: Cátedra, 1999.

NELSON, R. "Descartes's Cow and Other Domestications of the Visual." 1-21: Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

PALMER, Stephen E. "Gestalt Psychology Redux." In *Speaking Minds, Interviews with Twenty Eminent Cognitive Scientists*, edited by Peter BAUMGARTNER and Sabine Payr. New Jersey: Princeton University Press, 1995.

PETHERBRIDGE Deanna. "Meditations on a Dirty Word." 2003 (cópia de documento)

PETHERBRIDGE, D. "Nailing the Liminal: The Difficulties of Defining Drawing." In *Writing on Drawing*, edited by S GARNER, 27-39. Chicago: The University of Chicago Press, 2008.

SALEN, Katie. "Toward an Ecology of Gaming." In *The Ecology of Games: Connecting Youth, Games and Learning*, edited by Katie Salen. Cambridge, MA: The MIT Press, 2008.

SARASVATHY, Saras D., and H. A. Simon. "Effectuation, near-Decomposability, and the Creation and Growth of Entrepreneurial Firms." In *First Annual Research Policy Technology Entrepreneurship Conference at University of Maryland*, 2000.

SAVITSKY, Andrey. "An Exciting Journey of Research and Experimentation." In *Bang | Pure Data*, edited by Frank-Zimmer. Graz: Wolke Verlag, 2006.

SHELDRAKE, T. "On the Camera Lucida (Letter)." *Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts* XXIII (1809): 372-77.

SHELDRAKE, T. "On the Use of the Camera Lucida as a Substitute for the Camera Obscura." *A Journal of natural philosophy, chemistry, and the arts* 25 (1810): 173-77.

SIMON, H. A. "The Structure of Complexity in an Evolving World: The Role of near Decomposability." In *Modularity: Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*. , edited by Werner Callebaut and Diego Rasskin-Gutman, ix-xiii. Cambridge, Mass; London, Eng: The MIT Press, 2005.

SNIBBE, Scott, and Golan Levin. "Instruments for Dynamic Abstractions." In *Proceedings of the first annual conference on non-photorealistic animation and rendering*. Annecy, France, 2000.

SNIBBE, S. S., and G. Levin. "Interactive Dynamic Abstraction." 21-29: ACM, 2000.

STAUBERMANN, Klaus. "Comments on 17th Century Lenses and Projection." In *Inside the Camera Obscura: Optics and Art under the Spell of the Projected Image*, edited by W. Lefèvre, 141 - 45. Berlin: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2007.

STORK, D. G. "Optics and Realism in Renaissance Art." *Scientific American* 291, no. 6 (2004): 76-83.

TCHALENKO, O. J. "Eye-Hand Coordination in Portrait Drawing: A Case Study." (2001).

TREMBLAY, J. M. "Les Classiques Des Sciences Sociales: René Descartes, La Dioptrique (1637)." (2005).

TSE, P. U., J. Intriligator, J. Rivest, and P. Cavanagh. "Attention and the Subjective Expansion of Time." *Perception & Psychophysics* 66, no. 7 (2004): 1171.

WAGNER, G. P., J. Mezey, and R. Cakabretta. "Natural Selection and the Origin of Modules." In *Günter P. Wagner, Jason Mezey, Raffaele Cakabretta, Modularity. Understanding the Development and Evolution of Complex Natural Systems.*, the MIT Press, Cambridge, Ma, edited by Werner Callebaut and Diego Rasskin-Gutman, 33-49. Cambridge, Mass; London, Eng: The MIT Press, 2001.

WILLATS, John. "The Draughtsman's Contract: How an Artist Creates an Image." In *Images and Understanding : Thoughts About Images, Ideas About Understanding*, edited by H. B. Barlow, Colin Blakemore and Miranda Weston-Smith, 235 - 54. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 1990.

WILLATS, John. "Optical Laws or Symbolic Rules? The Dual Nature of Pictorial Systems." In *Looking into Pictures: An Interdisciplinary Approach to Pictorial Space*, edited by Heiko Hecht, Robert Schwartz

and Margaret Atherton. Cambridge, Massachusetts; London, England: A Bradford Book, The MIT Press, 2003.

WITTMAN, M. "The Inner Experience of Time." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364, no. 1525 (2009): 1955.

WOLLASTON, William Hyde. "Description of the Camera Lucida." *A Journal of natural philosophy, chemistry, and the arts* XVII (1807): 1-5.

ZEKI, Semir. "The Neurology of Ambiguity." *Consciousness and Cognition* 13, no. 3 (2004): 173-96.

ZEKI, Semir, and Andreas Bartels. "The Asynchrony of Consciousness." *Proceedings of the Royal Society* 265, no. B (1998): 1583-85.

Livros Eletrônicos

pd-graz. "Bang | Pure Data." edited by Frank Zimmer. Graz: Wolke Verlag, 2006.

DVD e vídeos online

BLACKTON, James. <http://youtu.be/wUgoY9eW3Wc> (20/04/2012)

DENNET, D. <http://www.ted.com/talks/podtv/id/102> (08/06/2009)

ENGELBART, Doug. Complete Demo,

<http://sloan.stanford.edu/MouseSite/1968Demo.html#complete>

(09/06/2009)

GREENAWAYy, Peter. "The Draughtsman's Contract." 103 min. U.K.: BFI, 1982.

KRUEGER, Myron. "Videoplace." 1988, [http://www.open-](http://www.open-video.org/redirect.php?)

[video.org/redirect.php?](http://www.open-video.org/redirect.php?)

[locationURL=http://www.ilibio.org/openvideo/video/chi/siggraph_06_](http://www.ilibio.org/openvideo/video/chi/siggraph_06_m4.mp4)

[m4.mp4](http://www.ilibio.org/openvideo/video/chi/siggraph_06_m4.mp4) (10/08/2010)

LEVIN, Golan e LIEBERMAN, Zachary. The Manual Input Sessions, Demo. <http://vimeo.com/2375069> (30/03/2012)

LIEBERMAN, Zachary. Drawn. <http://vimeo.com/4732884> (30/03/2012)

LOZANO-HEMMER, Rafael. Under Scan. [http://lozano-](http://lozano-hemmer.com/videos/underscan_lincoln_hd.mov)

[hemmer.com/videos/underscan_lincoln_hd.mov](http://lozano-hemmer.com/videos/underscan_lincoln_hd.mov) (30/03(2012)

O'SHEA, Chris. Out of Bounds. <http://vimeo.com/1333176>

(30/03/2012)

SKETCHPAD, http://www.youtube.com/watch?v=USyoT_Ha_bA

(09/04/2007)

SUGRUE, Chris. Delicate Boundaries. <http://vimeo.com/1007230>

(30/03/2012)

Teses

LEVIN, Golan. "Painterly Interfaces for Audiovisual Performance."
MIT, 2000.

SUTHERLAND, Ivan. "Sketchpad: A Man-Machine Graphical
Communication System." Massachusetts Institute of Technology,
1963.

Referências Online

- BARBARO, Daniele, <http://www.precinemahistory.net/1400.htm> (27/06/2007)
- CARDANO, Girolamo De subtilitate 1663, http://archimedes.mpiwg-berlin.mpg.de/cgi-bin/toc/toc.cgi?dir=carda_subti_016_la_1663;step=thumb (5/09/2010)
- DESCARTES, René, Méditations, 1637, http://abu.cnam.fr/cgi-bin/donner_html?medit3 (02/08/2007)
- HMD, <http://www.vrealities.com/hmd.html> (21/08/2008)
- LAKOFF, George. 1999. A Talk with George Lakoff. In The reality club, <http://www.edge.org/discourse/lakoff.html>. (18/09/2009).
- MANOVICH, Lev. 2005. Understanding Meta Media. In 1000 days of theory, eds. Arthur Kroker and Marilouise Kroker. www.ctheory.net/articles.aspx?id?=493 (20/06/2007).
- LOZANO-HEMMER, Raphael. <http://www.lozano-hemmer.com/texts/felixv3.doc> (03/01/2008)
- MANOVICH, Lev. 2005. Remixing and Remixability. In, www.manovich.net/DOCS/Remix_modular.doc. (20/06/2007).
- MANOVICH, Lev. 2008. Software Takes Command. In, http://softwarestudies.com/softbook/manovich_softbook_11_20_2008.pdf. (28/11/2009).
- Óculos e lentes, <http://www.aaofoundation.org/what/heritage/exhibits/online/spectacles/> (12/07/2009)
- OPEN SOURCE INITIATIVE, <http://www.opensource.org/docs/osd>. (02/11/2009).
- PECKHAM, Johannes: Prima Pars, [Propositio] 5: [On the analogy of eye & camera obscura]. In: Idem: Perspectiva communis. Veneza,

1504, [http://vision.mpiwg-berlin.mpg.de/visionDocs?url=http://content.mpiwg-](http://vision.mpiwg-berlin.mpg.de/visionDocs?url=http://content.mpiwg-berlin.mpg.de/mpiwg/online/permanent/vision/elib/Peckham_CO_1504/index.meta&mode=texttool)

[berlin.mpg.de/mpiwg/online/permanent/vision/elib/Peckham_CO_1504/index.meta&mode=texttool](http://vision.mpiwg-berlin.mpg.de/mpiwg/online/permanent/vision/elib/Peckham_CO_1504/index.meta&mode=texttool) (16/12/2011)

PENNY, Simon. 2004. Representation, Enaction and the Ethics of Simulation.

<http://www.electronicbookreview.com/thread/firstperson/machanimate>. (16/02/2009).

PORTA, G. d. (1558). Natural Magick ... in twenty bookes. [Translated from the Latin.], pp. 409. T. Young & S. Speed: London. Livro 17, capítulo VI,

<http://homepages.tscnet.com/omard1/jportac17.html#bk17VI> (28/11/2011)

RAMACHANDRAN, Vilayanur S., and Diane Rogers-Ramachandran. 2010. Reading between the Lines: How We See Hidden Objects. In Scientific American Mind,

<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=reading-between-the-lines>. (31/08/2010).

STAFFORD, Barbara Maria e Horst Bredekamp, acerca de hiper-realidade <http://www.tate.org.uk/tateetc/issue6/hyperrealism.htm> (12/03/2007)

SUGRUE, C. <http://csugrue.com/delicateboundaries/> (22/03/2012)

SUTTON, Ian. 2009. The Parable of the Two Watchmakers. In, <http://www.headwaysoftware.com/blog/2009/03/watchmakers-parable/> (04/05/2009).

Software

TOUCH OSC, <http://hexler.net/software/touchosc>

Pure Data, <http://Pd-graz.mur.at/label/book> e <http://puredata.info>

Outras Referências

"The Edinburgh Philosophical Journal: Exhibiting a View of the Progress of Discovery in Natural History, Comparative Anatomy, Practical Mechanics, Geography, Navigation, Statistics, and the Fine and Useful Arts.", EDINBURGH, Royal Society of, and Wernerian Natural History Society. II (1820).

"The Electrician: A Weekly Journal of Theoretical and Applied Electricity and Chemical Physics." 1862.

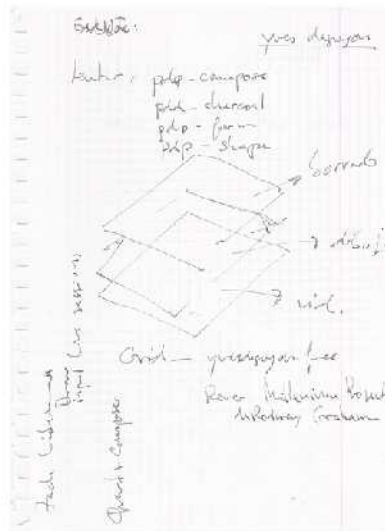
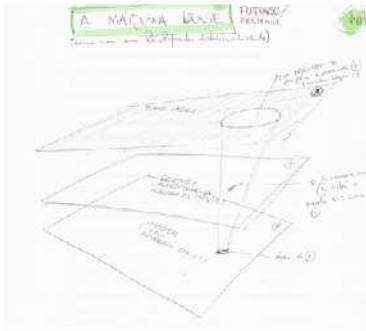
"Telegraphing Photographs." In Popular Mechanics. Chicago: Popular Mechanics Company, 1905.

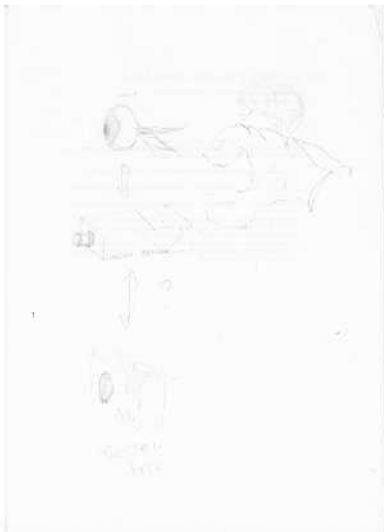
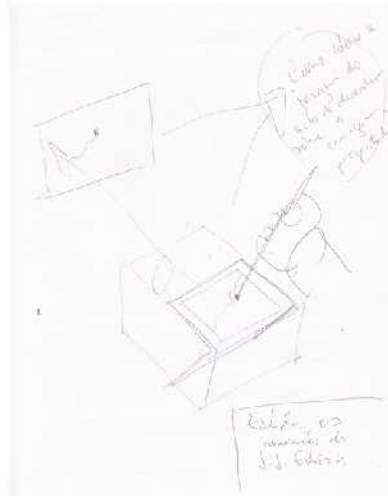
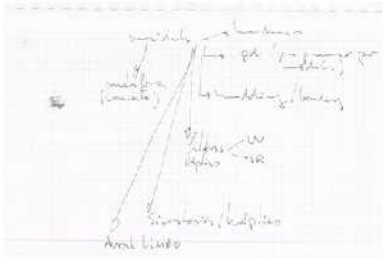
INDICE DE IMAGENS

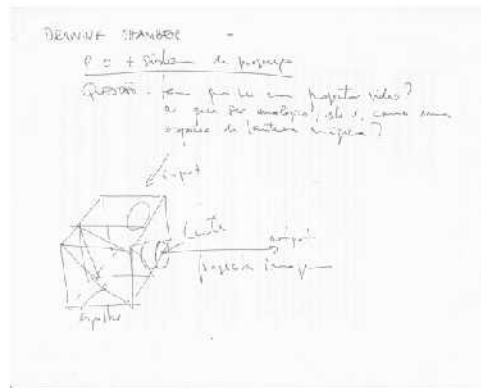
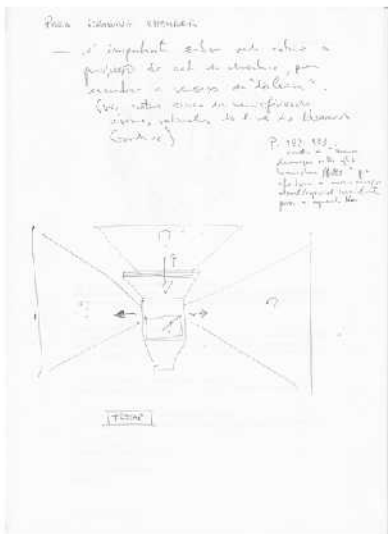
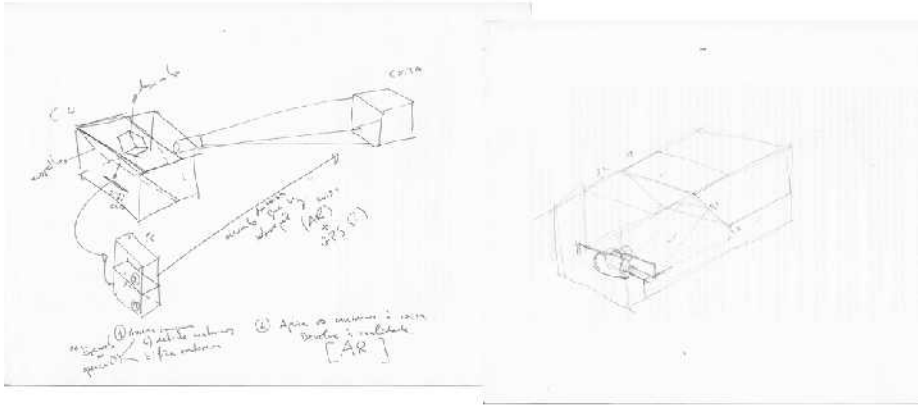
ANEXO 1

***Apontamentos e desenhos para a máquina
digital de desenhar***

Parte 1 - esboços para concepção da máquina







Staining Chamber
 → transfer to another DSC with
 for the... (2.15)
 the... (2.15) at... (2.15)

Miner con
 Clari de Epim (concentrat)

Prin... (2.15)
 2.15
 2.15
 2.15

Prin... (2.15)
 2.15
 2.15
 2.15

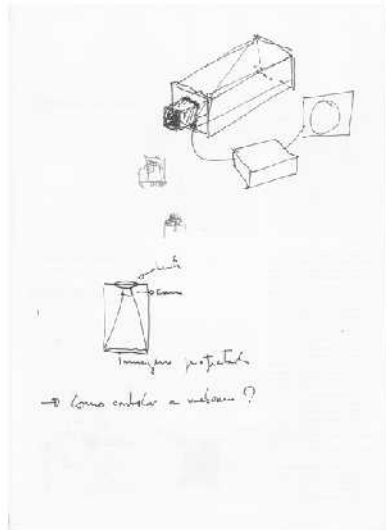
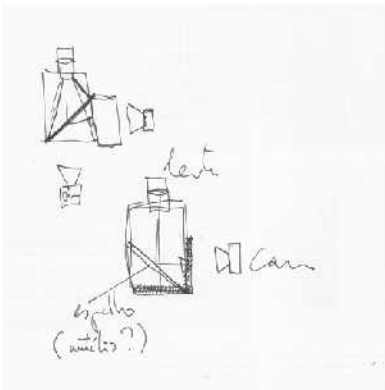
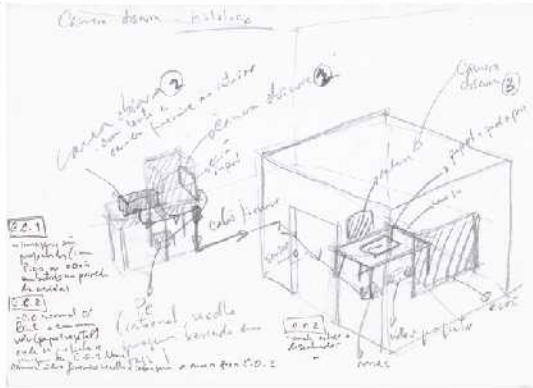
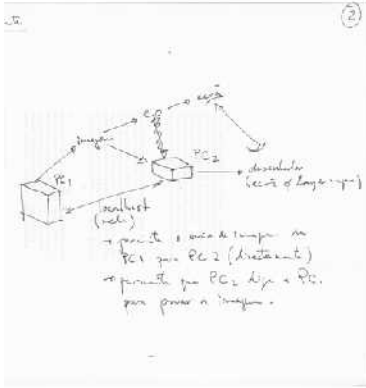
Hand-drawn diagrams and notes. A box is labeled '2.15' and '1000 (100)'. There are various scribbles and lines around it. A box is labeled '2.15' and '1000 (100)'. There are various scribbles and lines around it. A box is labeled '2.15' and '1000 (100)'. There are various scribbles and lines around it.

CONSTRUCȚIA - Probleme:

1. a. unghi, a paralela de imagine este copiată în
 parte se lasă din. Masă a imaginii este parte utilizată
 dintr-o masă a corpului parte se lasă, a imagine
 (fără te) (pe direcția p. l. l.)
2. Cum se construiește?
3. A imagine proiectată se lasă a o imagine actuală.
 Dintr-o imagine definită de mărimea imaginii, sau
 dintr-o imagine definită de mărimea imaginii, sau
 dintr-o imagine definită de mărimea imaginii, sau
4. A imagine proiectată se lasă a o imagine actuală.

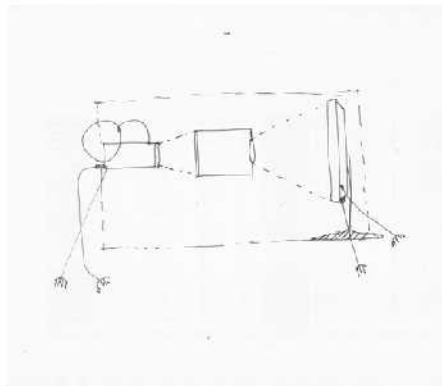
C. D. → pe direcția imaginii (fără p. l. l.) a p. l. l.?

→ a paralela de imagine
 (pe direcția imaginii, sau
 dintr-o imagine definită de
 mărimea imaginii, sau
 dintr-o imagine definită de
 mărimea imaginii, sau
 dintr-o imagine definită de
 mărimea imaginii, sau
 dintr-o imagine definită de
 mărimea imaginii, sau



→ FORMA DA MÁQUINA ?

1- manter a estrutura de base até ao fim
 2- definir a estrutura principal de base (estrutura principal de base)



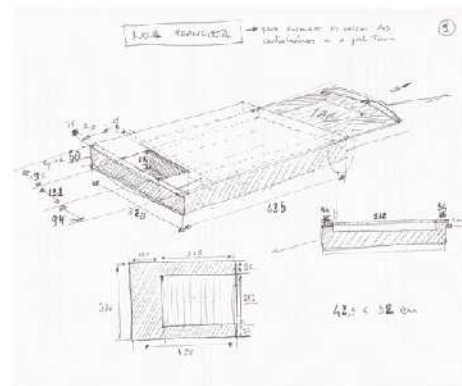
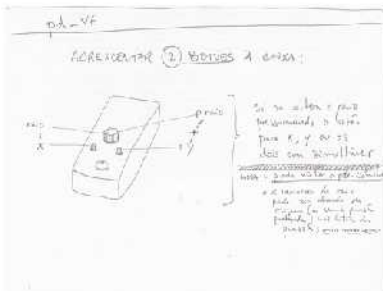
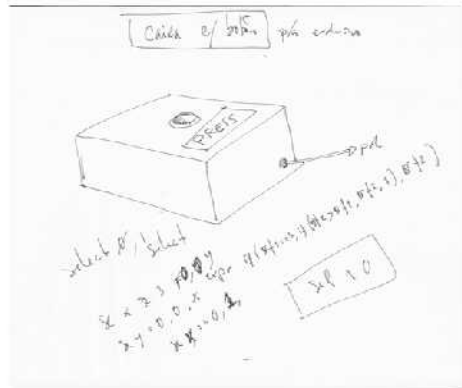
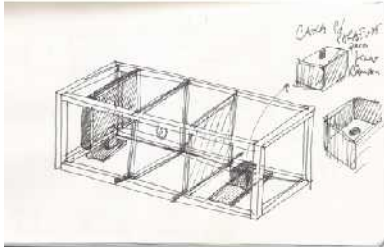
Expo
 local - área de física

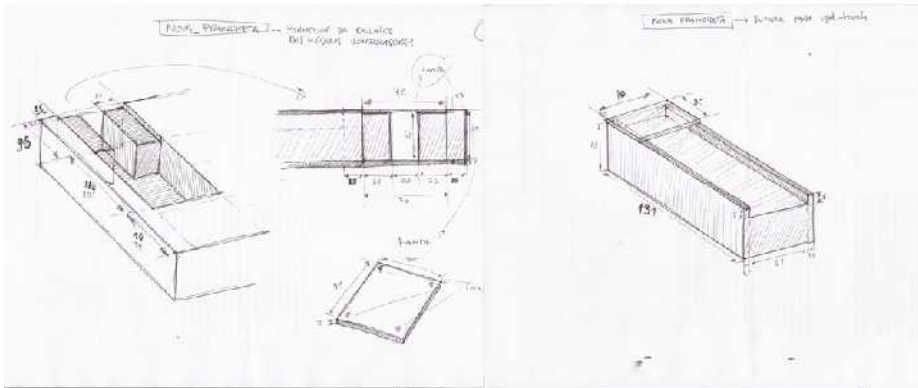
$x_f = a(x_f + x)$

Dadas as equações:
 - para a tabela
 - para o e.o. (equações) representando o sistema

Expo
 local - área de física

Dadas as equações:
 - para a tabela
 - para o e.o. (equações) representando o sistema





CONSTRUCCION DE UN CUBO CON SUS PUNTA PLEGADA
 PUNTA PLEGADA

→ Una vez se desdoba más se desdoba a modo de un triángulo, obtiene el otro triángulo (o el otro triángulo).
 (Luego se pegan los triángulos de los triángulos, pero se pegan entre sí y se pegan).

Diagram of a cube net with labels: 'cara superior', 'cara inferior', 'cara lateral', and 'cara lateral'. Below the diagram, there is a small square with a circle inside, labeled 'cara superior'.

2. cara superior
 3. cara inferior
 4. cara lateral
 5. cara lateral

→ cada una de las caras se pegan a la cara superior y a la cara inferior.

La forma de un cubo es una...

Diagram of a cube net with labels: 'cara superior', 'cara inferior', 'cara lateral', and 'cara lateral'. Below the diagram, there is a small square with a circle inside, labeled 'cara superior'.

→ cada una de las caras se pegan a la cara superior y a la cara inferior.

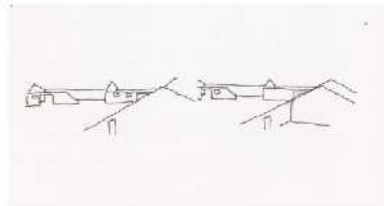
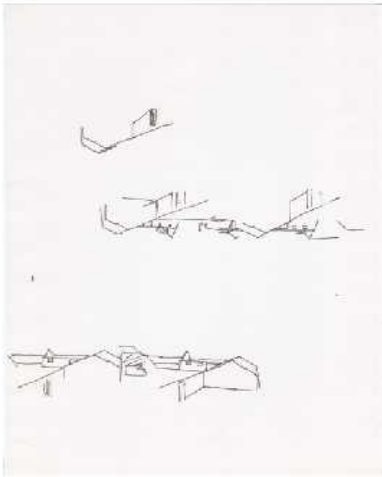
Parte 2 - desenhos realizados com a Camera Lúcida



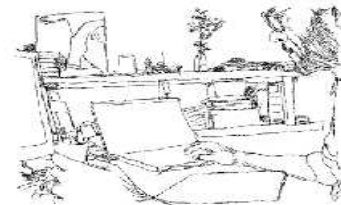
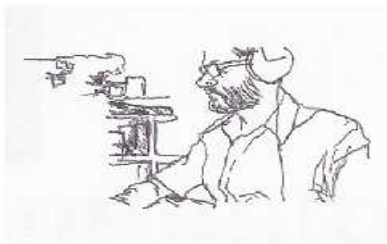




Parte 3 - desenhos realizados com uma Camera Obscura (delineamentos)



Parte 4 - desenhos realizados com a máquina digital de desenhar (versão 1)



**Parte 5 - ficheiros vídeo com a captura do ecrã da
parte 4**

(incluídos no DVD que se anexa)

ANEXO 2

desenho de calque 1 – à distância

Em 2008 foi apresentada na Oficina do Olhar do Mij|mo, Museu da Imagem em Movimento, em Leiria, uma experiência interactiva que convidava os visitantes a sentarem-se em frente a uma mesa para fazerem um desenho de calque à distância, copiando um objecto/cena projectado num ecrã à sua frente.

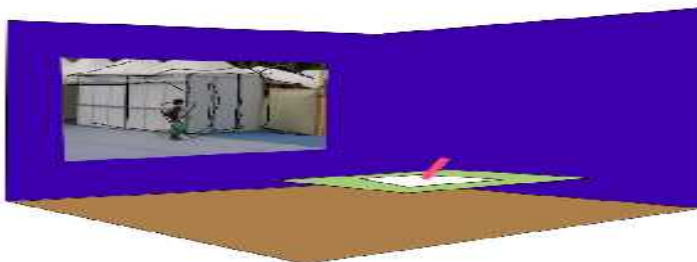


Figura : Imagem projectada num ecrã a ser copiada à distância

O dispositivo da instalação é simples: um ficheiro de vídeo é projectado num ecrã colocado em frente a uma mesa sobre a qual existe uma folha de papel e uma caneta, perto da mesa está colocada uma cadeira, convidando o visitante a sentar-se para desenhar a cena projectada.

A interacção funciona a dois níveis, um primeiro desconhecido do desenhador é constituído por um sensor que accionado faz uma pausa na sequência de vídeo, originando o objecto/cena a ser

desenhado; o segundo nível é explícito no convite a sentar-se à mesa para desenhar.

Quando o desenhador se senta e a imagem se fixa, inicia o seu desenho utilizando como lápis uma *pen* da marca *Wacom (Bamboo One)* sobre uma folha de papel. A *pen* não é riscadora e, portanto, sobre o papel ficam marcados uns vincos quase invisíveis, mas a acção passa-se no ecrã, pois é lá que o desenhador foca a sua atenção podendo ver o traço que está a fazer sobre o papel a acontecer sobre a imagem que está a decalcar.

Nesta experiência o desenhador realiza um desenho à distância, manipulando uma *pen* sobre uma folha de papel.

Como registo da sua acção guardam-se duas imagens: o ficheiro (.png) com o desenho realizado e uma cópia física e invertida do seu desenho sobre o papel, que está em contacto com um papel químico que marca os traços no verso da folha de papel, invisível ao desenhador.

Para além do carácter lúdico e didáctico da experiência, haviam mais dois objectivos: como é que um desenhador casual reage à imposição de desenhar uma imagem inesperada e como é que procede relativamente à distância que separa a acção do seu produto ou o gesto do desenho; neste caso o desenhado é colocado no papel de um tele-operador³⁹⁶, como se o desenho se processasse laparoscopicamente.

Relativamente à questão do modelo desconhecido conclui-se que não houve qualquer tipo de reacção de recusa ou de hesitação. Os únicos constrangimentos que se verificaram relacionaram-se com a estabilidade do sensor – tratando-se de um sensor de proximidade foi

396 Para saber mais acerca de tele-operação e conhecimento, consultar o ANEXO 4.

diffícil estabilizá-lo num intervalo de valores devido à configuração da sala (com muito mobiliário) – que por vezes accionava o movimento da imagem a meio da realização de um desenho. Este constrangimento acabou por funcionar como um factor de desinibição, pois o contexto de celebração do Dia Internacional dos Museus associado a este erro provocou uma aumentação do sentido lúdico da experiência.

O desenho realizado à distância tem dois constrangimentos que se notaram nas experiências realizadas, uma fase inicial de ajuste da propriocepção, em que o desenhador aprende a superar a distância entre o seu gesto e o traço – semelhante à utilização da Camera Lúcida em que ao poisar a ponta do lápis sobre o papel o desenhador sente o equivalente a um passo em falso provocado pelo facto do plano virtual não ser coincidente com o do papel - , esta aprendizagem é intuitiva e rápida; e a ampliação do gesto por via da distância de projecção, em que foi comum ouvir o comentário “os meus traços estão todos tortos”, pois todas as oscilações da mão são ampliadas no ecrã, gerando alguma insegurança no desenhador, sendo posteriormente anulada ao ter contacto com o desenho à escala real resultante da transferência para papel químico.

Para a realização da experiência foram utilizados dois computadores, dois projectores de vídeo, uma *pen* e *tablet Wacom Bamboo One*, um sensor de proximidade e um controlador *I-cube X Micro-Dig*, o *software Isadora* e *Pure Data*, papel químico e papel de máquina.

Um computador geriu o desenho, através da *pen* e da *tablet*, utilizando a abstracção em *Pure Data pdp_pen*; e o segundo computador geriu o controlador e o sensor utilizando uma programação em *Isadora*.

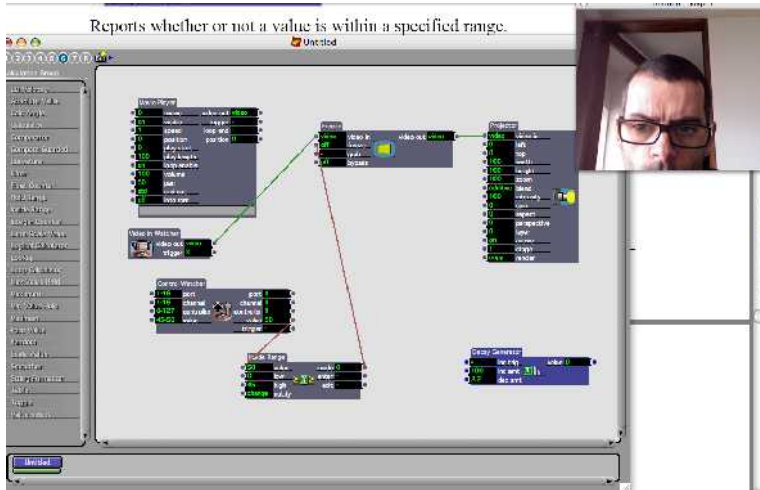


Figura : Programação em Isadora

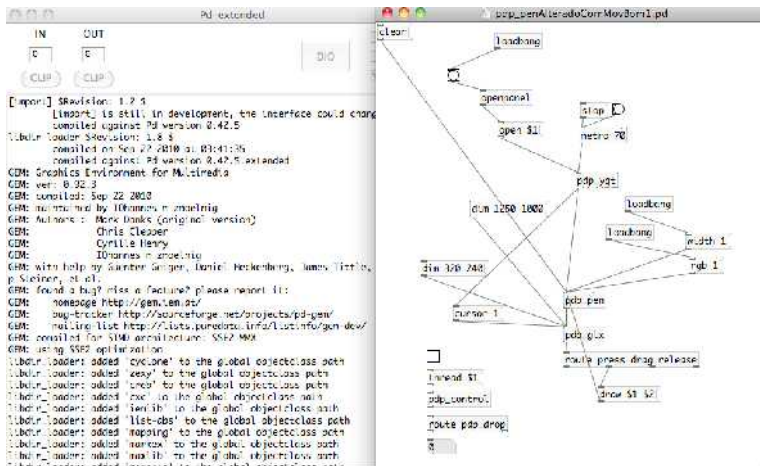


Figura : Abstracção em Pure Data

De seguida apresentam-se dois grupos de selecções de imagens documentando a experiencia: fotos da instalação e imagens com os desenhos resultantes da experiência



Figura : Vários utilizadores

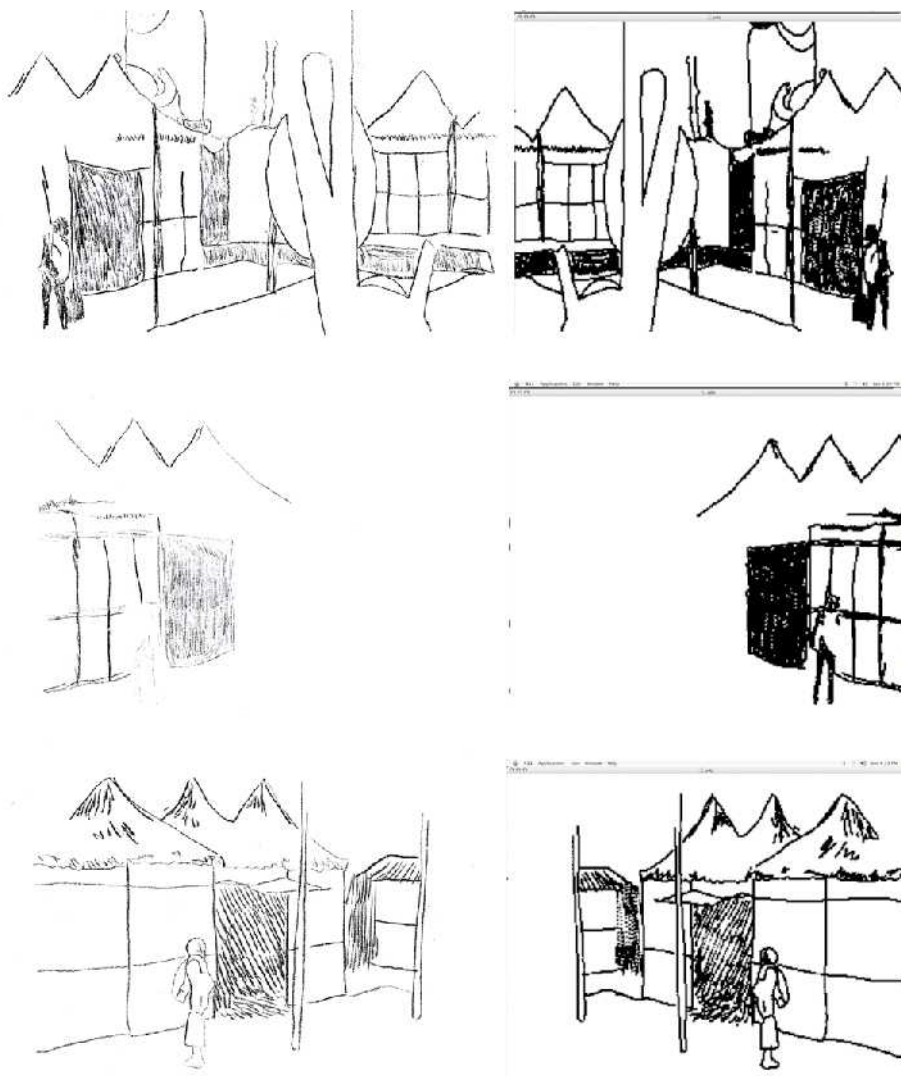


Figura : As imagens da esquerda referem-se aos desenhos transferidos para o papel e as da direita são capturas de ecrã do desenho em Pure Data

ANEXO 3

Desenho de calque 1 – contacto

Os desenhos que se apresentam de seguida foram feitos por estudantes da Unidade Curricular Desenho 1 do Curso de Design Gráfico e Multimédia da ESAD.CR, do Instituto Politécnico de Leiria. A proposta foi copiar uma imagem fotocopiada de uma fotografia de paisagem a preto e branco. A cópia foi feita com recurso a papel de esquisso sobreposto à imagem, sobre o qual o estudante traçou o desenho.

O objectivo deste exercício foi procurar perceber se há a adopção de diferentes estratégias para a cópia do desenho.



Figura : Imagem original

De seguida apresentam-se dois grupos de imagens divididos em três sub-grupos cada.

Os dois grupos correspondem ao desenho em que predomina a linha de contorno e ao desenho onde predomina a mancha; os três sub-grupos correspondem a estratégias de desenho do objecto através das sua segmentação em partes, através da separação entre silhueta e fundo e sem estratégia aparente (talvez por não ter existido reconhecimento ou por falta de tempo).

No capítulo 3 dedicado ao desenho de cópia é feita uma análise a uma selecção destes desenhos.

Linha

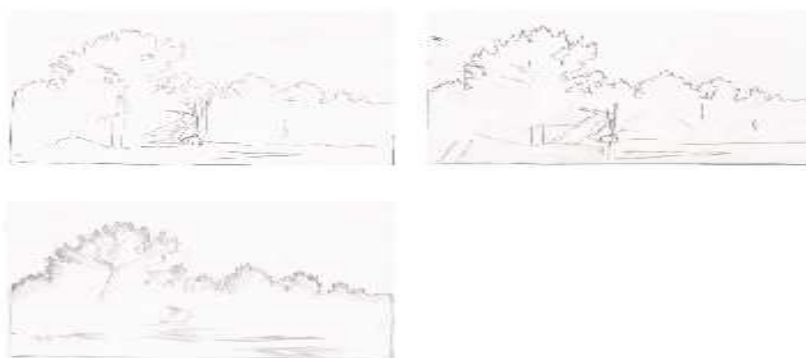


Figura : cópias 1

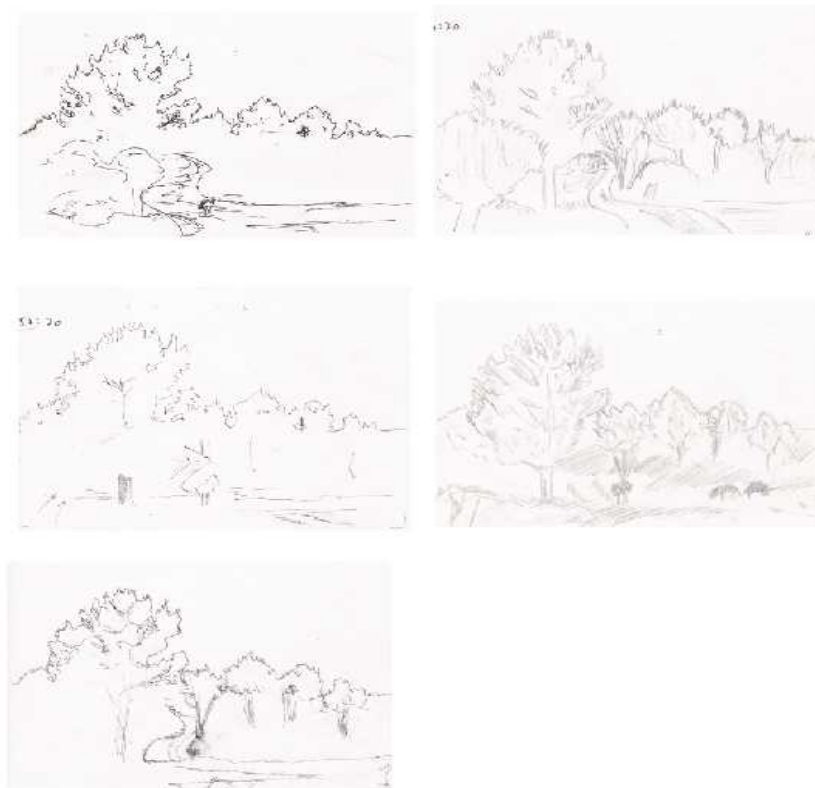


Figura : Cópias 2

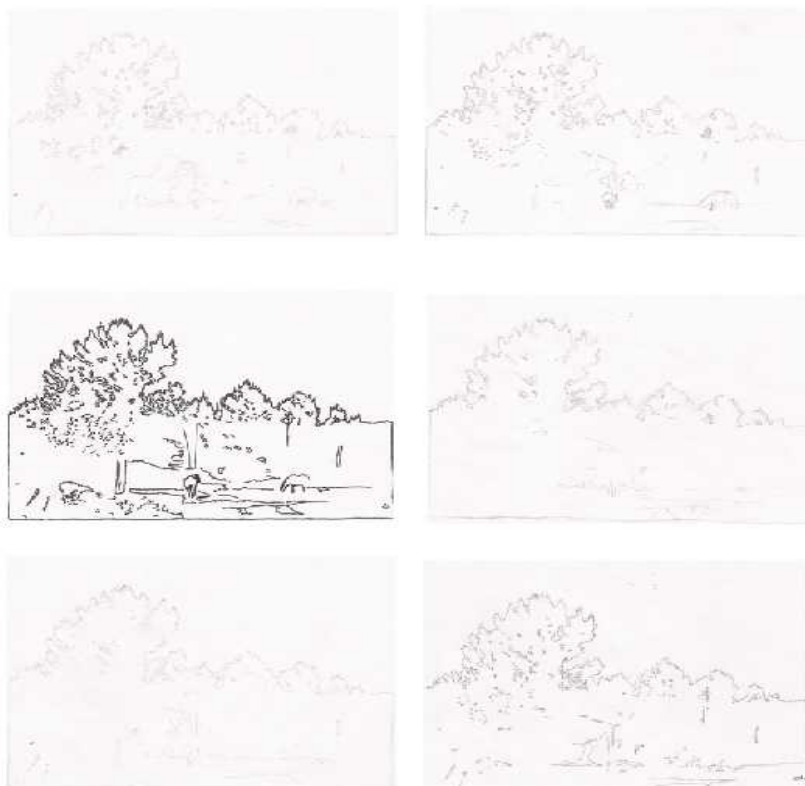


Figura : Cópias 3

Mancha

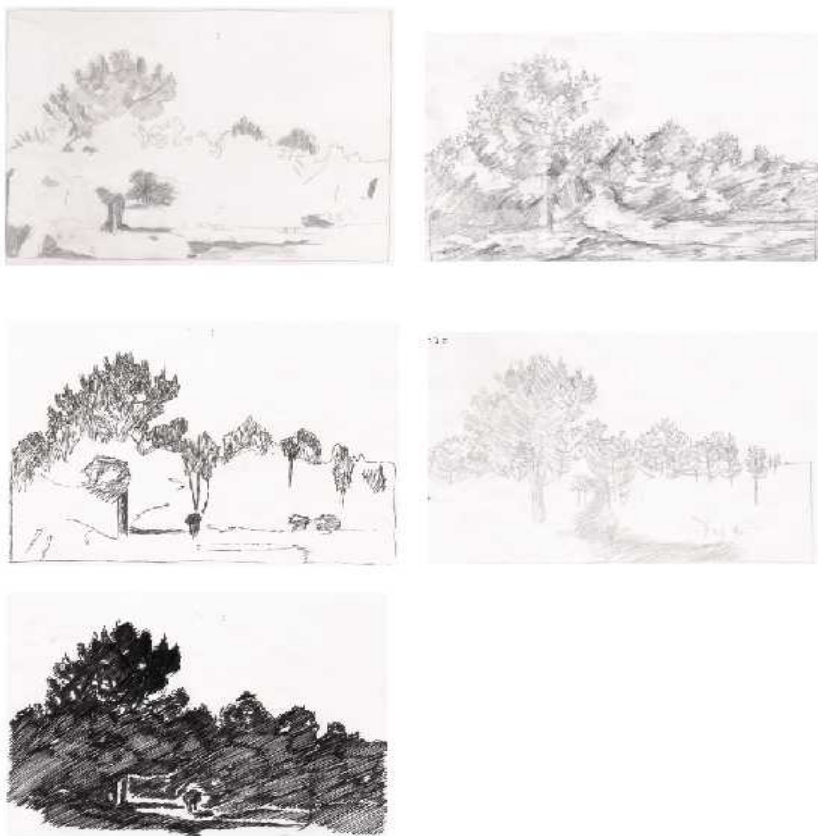


Figura : Cópias 4



Figura : Cópias 5

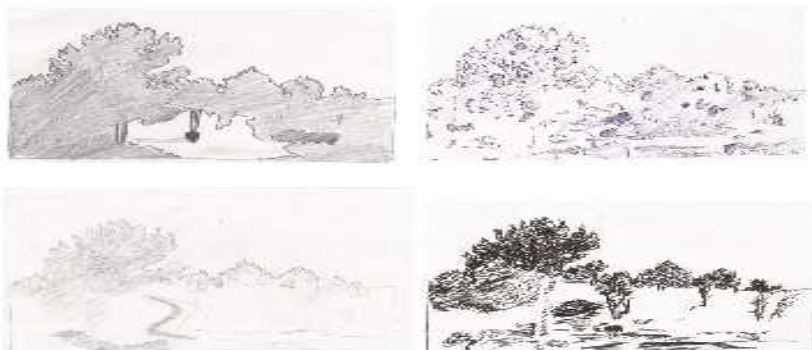
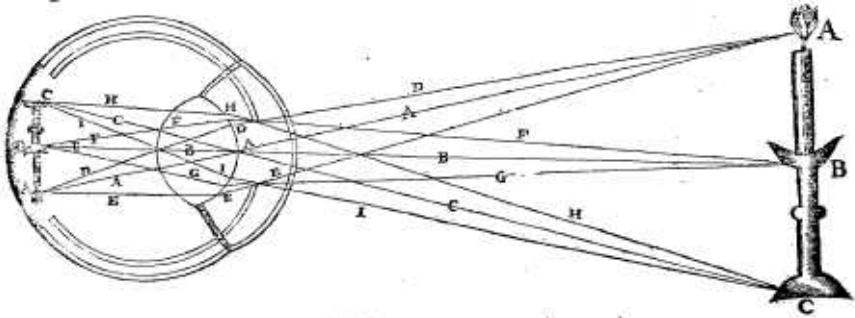


Figura : Cópias 6

ANEXO 4

A Camera Obscura como máquina de conhecer, o olho de Kepler, o olho de Descartes e tele-epistemologia



A *Camera Obscura* não foi só uma máquina de copiar as coisas que surgem à sua frente, também operou uma modificação no modo de as compor ou enquadrar.

Aqui faz-se referência a alguns aspectos que Kepler e Descartes introduziram no estudo da *Camera Obscura* ao a utilizarem numa analogia com a visão.

Esta nota tem interesse por abordar a questão da criação de conhecimento mediado pela máquina, objecto da máquina digital de desenhar, que se pretende como um meio que possibilite ver mais e conhecer melhor pelo desenho.

Kepler propôs um modelo de visão assente numa analogia com o funcionamento da *Camera Obscura*, que seria desenvolvido por

Descartes no seu tratado de óptica *La Dioptrique*³⁹⁷, vinte e seis anos depois.

*“Digo que a visão ocorre quando a imagem de todo o hemisfério do mundo que está diante dos olhos... se fixa na concavidade branco-avermelhada da superfície da retina.”*³⁹⁸

A sua teoria da visão é baseada em princípios mecânicos, sendo a explicação apoiada inteiramente no funcionamento da *Camera Obscura*, recorrendo aos escritos de Della Porta para a justificar. Colocando o observador a uma distância *segura* da coisa vista (ou dentro de uma tenda separado do mundo que desenha através das sua projecções).

Kepler torna o sujeito ausente do acto de ver. Ao objectivar a visão nega a presença de um outro mediador para a construção da percepção. A visão ocorre quando a projecção do “hemisfério do mundo” acontece no ecrã da retina, o processo transformador dos sinais luminosos da retina para o cérebro, em que participa o corpo como mediador bio-químico, são inexistentes. Como se vê, apesar de libertar a visão, este modo de olhar é ainda limitativo, colocando o sujeito fora do projecto visual do mundo³⁹⁹.

397 Descartes, R. (1637). Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences, plus la dioptrique, les météores et la géométrie... Texte imprimé. A Leyde, impr. de Jan Maire.

398 Lindberg, D. C. (1976). Theories of vision from Al-Kindi to Kepler. Chicago, University of Chicago Press, p. 203 - *“I say that vision occurs when the image of the whole hemisphere of the world that is before the eye ... is fixed on the reddish white concave surface of the retina.”*, em Kepler, J. (1604). Ad Vitellionem paralipomena, quibus Astronomiæ pars optica traditur; potissimum de artificiosa observatione et æstimatione diametrorum deliquiorumque solis et lunæ. Cum exemplis insignium eclipsium, etc., Francofurti, p. 168 (online: <http://imgbase-scd-ulp.u-strasbg.fr/displayimage.php?pos=-2245>)

399 E permanecerá limitado enquanto projecto de *“visibilidade que se faça a si mesma.”*, Frade, P. (1992), p. 38

Kepler desenvolveu a teoria da imagem retiniana ao concluir ser na retina que se formam as imagens que atravessam a pupila.

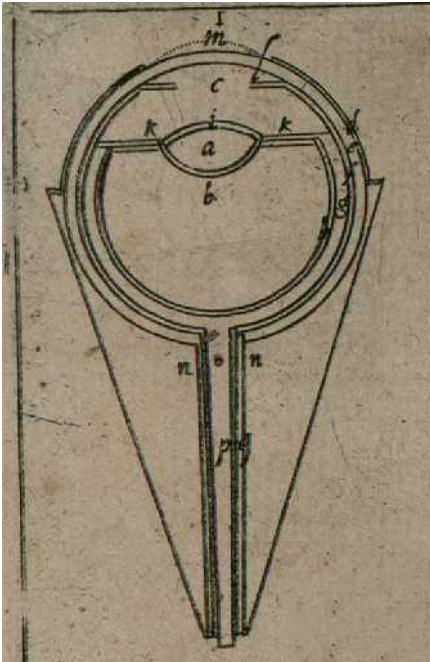


Figura : Kepler, esquema de olho, Ad Vitellionem ..., 1604

Esta teoria desenvolve-se partindo do estudo dos autores medievais⁴⁰⁰ e em acordo com a teoria da correspondência ponto a ponto entre um ponto do campo visual e um ponto do olho – na retina. Os raios luminosos não têm que ser obrigatoriamente perpendiculares ao ponto no olho, pois aqueles que são ligeiramente oblíquos para além de contribuírem para a visão periférica também servem para acentuar a luminosidade dos perpendiculares. Tantos raios obrigam a uma abordagem diferente ao olho, visto considerar-se que há raios fortes e raios fracos originadores de imagens diferentes. O olho torna-se muito mais complexo e Kepler investiga as

400 Como o título do seu tratado Ad Vitellionem paralipomena.... indica, o autor central da óptica kepleriana é Witelo.

características das lentes quanto às suas propriedades de focagem por analogia ao olho humano.

Kepler consegue demonstrar que toda a radiação de um ponto no campo visual, entrando no olho, deve ser reenviada a um ponto de focagem na retina, onde uma imagem invertida é ‘pintada’ (Kepler chama-lhe *pictura*⁴⁰¹) como numa Camera.

Na sequência dos estudos do funcionamento do olho como um ecrã (retina) e do estudo de lentes numa analogia com partes do olho (o cristalino), Kepler distinguiu dois tipos de imagem: A *imago*, sem substância física, que podia ser vista mas não podia ser medida e a *pictura* que podia ser focada em paredes ou outras superfícies e podia ser medida. O termo *pictura* tem a sua origem no mesmo termo que se refere às imagens pictóricas, à pintura. Tendo uma materialidade própria, muito diferente das coisas no mundo, é o tipo de imagem que se produz na retina (entende-se assim que a Camera Obscura tenha sido utilizada como modelo do olho e como aparato de importância científica permitindo medir o mundo, pois projecta-o fora do sujeito – o olho desencarnado – numa mesa ou numa parede; pelo menos até ao início do século XIX)⁴⁰².

401 “*Maybe it is significant that Kepler has used the term pictura to discuss the inverted retinal image, for this is the first genuine instance in the history of the visual theory of a real optical image within the eye - a picture, having an existence independent of the observer, formed by the focusing of all available rays on a surface.*” Lindberg, D. C. (1976). *Theories of vision from Al-Kindi to Kepler*. Chicago, University of Chicago Press, p. 202 - “*It is perhaps significant that Kepler employed the term pictura in discussing the inverted retinal image, for this is the first genuine instance in the history of the visual theory of a real optical image within the eye - a picture, having an existence independent of the observer, formed by the focusing of all available rays on a surface.*”

402 Em meados do século XIX o termo ‘imagem virtual’ surgiu num tratado de óptica do inglês Sir David Brewster (1831), onde afirma que a imagem virtual só é entendida no cérebro. Apesar de ser visível no olho é sem existência num plano tangível, não sendo recuperável para a representação, ou seja, mais *imago* que *pictura*, para utilizar a terminologia de Kepler. Enquanto a ‘imagem real’ é formada pela convergência dos raios luminosos e é visível para o olho. “*Both of these optical meanings for 'virtual' - an image produced in the brain without referent in the world, and an image produced out of some optical mediation - form precedents to the use of*

Estes instrumentos ópticos destinavam-se a acentuar a sensação de realidade, produzindo luz no meio da escuridão, ampliando todos os elementos que constituíam a imagem, acentuando os contrastes e revelando o movimento - emoldurando-os⁴⁰³. O mundo visível dentro da sala escura, assemelhava-se a um objecto de desejo, muito bem contornado⁴⁰⁴.

the term in the contemporary vernacular.” (Friedberg, A. (2006). The virtual window, from Alberti to Microsoft. Cambridge, London, The MIT Press, p. 9). A imagem virtual não é sinónimo de imagem produzida digitalmente, como se tem vindo a perceber - existe uma diferença na utilização deste termo no campo da ciência da óptica e no campo da ciência da informação e dos computadores, “*Computer terminology invokes 'virtual' to refer to a digital object or experience without physical existence.*” (idem, p. 10). Considerando a imagem virtual como existindo anteriormente à sua ‘definição’ no campo do digital, ou seja, como pintura, fotografia, cinema, televisão, ou ainda anteriormente como imagens produzidas por uma Camera Obscura, espelhos ou outra máquina de projecção, pode concluir-se que todas produzem representações mediadas num registo ‘virtual’. Assim, o termo virtual deixa de ser obrigatoriamente associado ao digital, deixa de ser específico de um tipo de *media* e pode ser uma propriedade ontológica dos *media*. Anne Friedberg considera que o virtual deve ser desvinculado enquanto termo exclusivo das tecnologias imersivas - “*framed images organize and structure perception and cognition in a very different way.*” (idem, p.11). A imagem percebida através de uma Camera Obscura entra nesta categoria de imagem virtual emoldurada, ou numa caixa (podendo a sua moldura ser arquitectónica). É uma imagem que aparece como projecção sem que se conheça o seu ponto de partida, ou melhor, sem que se conheça o estado actual do seu ponto de partida (objecto ou superfície do mundo, onde o corpo do observador não se encontra presente).

403 Características da imagem hiper-real, de acordo com Barbara Maria Stafford em *One Step Beyond*: “*aquilo que queremos dizer com hiper-real - que é algo que é artificialmente intensificado e forçado a tornar-se mais do que aquilo que era quando existia no mundo real*”, <http://www.tate.org.uk/tateetc/issue6/hyperrealism.htm> (consulta: 27/03/2007) - “*what we mean by the hyperreal - that is something which is artificially intensified, and forced to become more than it was when it existed in the real world.*”

404 É estranho que uma tecnologia que vem terminar definitivamente com as linhas de contorno, se apresente como uma máquina de fazer contornos. Mas, na realidade, o que a *Camera Obscura* produz são distinções maravilhosas entre as várias partes de uma imagem, criando relações intensas entre forma e fundo (será mais correcto dizer forma/forma), de modo que uma ideia de contorno se torna mais evidente. Deve pensar-se no contorno como o meio a utilizar para distinguir ou para tornar distinto. O que numa relação forma/forma significa que se todas as partes se equivalem, se todas as partes são positivas, então deve haver um contorno para cada forma ou parte que permita entender uma forma de cada vez em relação com o seu enquadramento.

Descartes, depois de Kepler, pôs as pessoas a olhar para si próprias a ver, uma espécie de olho sem corpo a olhar para as imagens do seu olho.

Em *La Dioptrique*⁴⁰⁵ Descartes estabelece a analogia entre a Camera Obscura e as operações do olho. Seguindo os passos de Kepler utiliza uma Camera Obscura para demonstrar um modelo e metáfora para a visão que perduraria até finais do século XVIII.

A experiência foi realizada numa sala escura: a luz do Sol atravessa a parede através de uma lente aí colocada e vai incidir sobre um lençol colocado à sua frente, no lençol pode ver-se projectada uma imagem do exterior.

*“Imaginem uma camera fechada exceptuando um único buraco, em que uma lente de vidro é colocada à frente deste buraco, com um lençol branco esticado a uma certa distância atrás dele de tal forma que a luz proveniente de objectos no exterior forma imagens no lençol. Agora diz-se que a sala representa o olho; o buraco a pupila e o lençol o humor cristalino...”*⁴⁰⁶

Descartes afirma que o mesmo se passa com o olho humano, onde as imagens são analogamente projectadas na retina. Para o provar

405 Descartes, R. (1637). Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences, plus la dioptrique, les météores et la géométrie... Texte imprimé. A Leyde, impr. de Jan Maire.

406 Descartes, *La Dioptrique*, 1637, citado de Crary, J. (1992). Techniques of the observer, on vision and modernity in the nineteenth century. Cambridge, London, The MIT Press. Na língua original em Tremblay, J. M. (2005). "Les classiques des sciences sociales: René Descartes, La dioptrique (1637), p. 33 - *“ainsi que quelques-uns ont déjà très ingénieusement expliqué, par la comparaison de celles qui paraissent dans une chambre, lorsque l'ayant toute fermée, réservé un seul trou et ayant nus au-devant de ce trou un verre en forme de lentille, on étend derrière, à certaine distance, un linge blanc, sur qui la lumière, qui vient des objets de dehors, forme ces images. Car ils disent que cette chambre représente l'oeil; ce trou, la prunelle...”*

recorre ao olho de um boi morto, operando-o⁴⁰⁷ e colocando-o no lugar da lente na parede. Esta experiência leva-o à conclusão de que o olho humano deve funcionar da mesma maneira: é um mecanismo que passa imagens para o cérebro/entendimento, sendo este quem irá produzir o conhecimento da coisa vista.

Descartes informa que a imagem se forma na retina, sendo de seguida enviada para o cérebro, onde será processada pela glândula pineal – a verdadeira interface entre o homem e o mundo, pois a percepção visual tem a sua origem nas imagens formadas nessa glândula após terem sido filtradas pelos canais nervosos que a ligam ao olho, em conjunto com o entendimento.

O olhar escrutinador deste modelo de visão tem de ser um olhar metódico⁴⁰⁸, distanciado e independente, capaz de julgar e distinguir a realidade das coisas. Este afastamento é aquilo a que Jonathan Crary se refere quando diz que *“Se no centro do método de Descartes se encontrava a necessidade de escapar às incertezas da mera visão humana e às confusões dos sentidos, a Camera Obscura é congruente com esta busca do conhecimento humano numa visão puramente objectiva do mundo.”*⁴⁰⁹ Um olho desencarnado, mecânico, sem emoções nada mais que um aparato de visão (morto como estava morto o olho do boi).

*“O acto de ver torna-se abstracto, neutral, positivista.”*⁴¹⁰

407 Retira uma fina película detrás da retina, substituindo-a por uma outra translúcida de modo que o olho possa ser atravessado pela luz e esta apareça como imagem aí projectada.

408 Com vista a descobrir a verdade, a não tomar um erro por verdade.

409! Crary, J. (1992)

410 Nelson, R. (2000). Descartes's cow and other domestications of the visual, Cambridge: Cambridge University Press: 1-21, assets.cambridge.org/97805216/52223/sample/9780521652223wsn01.pdf - (consulta:

Se o olho tem de ser analítico e minucioso na sua actividade, então o olho passa a ser uma máquina de representação. Como uma Camera Obscura, cega para o mundo exterior até produzir uma imagem projectada no interior, como uma pintura⁴¹¹.

Quando Descartes reafirma que no modo de funcionar da *Camera Obscura* se encontra o modelo de funcionamento da visão humana, coloca o homem dentro de uma sala escura, sem janelas, a ver as imagens da maneira que os seus olhos a vêem, com todo o equipamento necessário para que se forme uma imagem «direita» do mundo⁴¹². Trata-se de uma máquina que simula a visão, que oferece ao observador um mundo mediado como se fosse o percebido pelos seus olhos. Daí Descartes concluir que para conhecer deve fechar todos os seus sentidos, pois se o homem for capaz de analisar as imagens do mundo numa *Camera Obscura*, isto é, numa caixa toda fechada, sem janelas para o exterior, às escuras só com o furo equivalente à pupila, também poderá analogamente ver as imagens desse mundo dentro do seu cérebro, às escuras. Esta retirada do

5/07/2007), p. 6 - “... the act of seeing, at least in scientific circles, is on the way to becoming neutral, abstract and positivistic.”

411 “O funcionamento do olho kepleriano e, mais tarde, do olho cartesiano, vê-se como a encenação de um trabalho pictórico. A imagem (a *pictura* em Kepler, a *pintura* ou *quadro* em Descartes), forma-se sobre a parede branca da retina, ou seja, sobre a tela branca que se encontra sobre o fundo do olho. A pupila é uma «janela», a íris uma «tapeçaria», o olho, no seu conjunto, uma «caixa perspetiva»”. Stoichita, V. I. and A. M. Coderch (2000). La invención del cuadro : arte, artífices y artificios en los orígenes de la pintura europea. Barcelona, Ediciones del Serbal, p. 153 - “El próprio funcionamiento del ojo kepleriano y, más tarde, el del ojo cartesiano se ve como la escenificación de un trabajo pictórico. La imagen (la '*pintura*' en Kepler, la '*pintura*' o el '*cuadro*' en Descartes) se forma sobre la pared blanca de la retina (...), es decir, sobre la tela blanca que se encuentra en el fondo del ojo. La pupila es una '*ventana*', el iris una '*tapicería*', el ojo, en su conjunto, una '*caja perspectiva*'.”

412 Este colocar o homem dentro da sala é análogo a separar o olho do homem, colocando o olho no sítio da abertura na parede. O homem que observa é a mente que ajuíza dando origem à percepção da realidade.

mundo, por via de uma máquina é acentuada pelo próprio Descartes quando equivale as operações do olho humano às da Camera Obscura e as compara com o funcionamento do olho de um boi morto.



Figura : O olho sem e película atrás da retina, La Diotrique, 1668

Na descrição da sua experiência/conselho a quem deseje estudar este fenómeno da visão com um olho de boi a servir de lente e de superfície de projecção, Descartes refere uma abertura feita especificamente para o olho - uma janela:

"...Meta-se tal olho no furo de uma janela feita expressamente para este efeito (...) então vereis, talvez não sem admiração e prazer, uma

*pintura, que representará de forma bastante simples e em perspectiva, todos os objectos que estão para lá*⁴¹³.

Anne Friedberg⁴¹⁴ coloca o seu acento na analogia do olho com uma janela por esta relação da janela como e com a lente mediadora da visão ser essencial – *“uma janela-lente que produz uma pintura*⁴¹⁵. Esta imagem formada na retina – *pictura* – aparece invertida e é a partir deste exemplo de Camera Obscura (kepleriano⁴¹⁶) que Descartes forma as suas conclusões epistemológicas acerca da visão.

A *pictura* tem uma materialidade própria bastante diferente daquela que terá o objecto correspondente.

Devido ao seu cepticismo epistemológico, Descartes procurou encontrar as distinções entre a imagem e a sua representação (dedicou-se ao estudo de espelhos, lentes, telescópios, pintura e

413 Tremblay, J. M. (2005), p.34 - *mettiez cet oeil dans le trou d'une fenêtre fait exprès, (comme Z, en sorte qu'il ait le devant, BCD, tourné vers quelque lieu où il y ait divers objets, comme V, X, Y, éclairés par le soleil; et le derrière, où est le corps blanc RST, vers le dedans de la chambre, P, où vous serez, et en laquelle il ne doit entrer aucune lumière, que celle qui pourra pénétrer au travers de cet oeil, dont vous savez que toutes les parties, depuis C jusques à S, sont transparentes. Car, cela fait, si vous regardez sur ce corps blanc RST,) vous y verrez, non peut-être sans admiration et plaisir, une peinture, qui représentera fort naïvement en perspective tous les objets qui seront au dehors...*

414! Friedberg, A. (2006). *The virtual window, from Alberti to Microsoft*. Cambridge, London, The MIT Press.

415 Friedberg, A. (2006), p. 51 - “[... key etymological root for the window as mediating lens to vision -] a window-lens producing a pictura.”

416 *Ad Vitelionem Paralipomena*, 1604, neste tratado Kepler apresenta os princípios ópticos do ecrã retiniano. Hecht, E. (2002). *Óptica*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkain., p. 242 - “ ‘ A visão, digo eu, ocorre quando a imagem do... mundo exterior... é projectada... na retina côncava ’ . Esta afirmação só foi plenamente aceite depois de uma experiência levada a cabo em 1625 pelo jesuíta alemão Christopher Scheiner (e talvez cinco anos mais tarde, independentemente, por Descartes).”

automata), pois o olho que percepção é determinante do sujeito observador constituído através das suas operações.

Descartes assume uma posição dupla face à representação, pois se a imagem mediada por uma lente pode produzir o conhecimento do seu objecto, já a imagem de uma representação (por ex. uma gravura) não pode ter semelhanças com o objecto representado para que possa ser entendida.

É uma imagem tornada signo em vez de uma cópia dos objectos naturais. A representação tem assim um carácter simbólico em que as coisas colocadas sobre a superfície de representação (nos casos de imagens produzidas por meios indirectos, como a pintura, ou a gravura) para que possam assemelhar-se visualmente aos objectos a que se referem, devem seguir outras estratégias que não as da cópia⁴¹⁷.

Para o olho albertiano, existe uma maneira de colocar as coisas umas com as outras que permite ver aquilo que representam, por exemplo: um conjunto de borrões de tinta podem significar mais numa imagem do que o contorno preciso do objecto natural como será visto para inspecção da mente⁴¹⁸.

417 Como se verá no capítulo referente ao desenho de cópia na máquina digital de desenhar, esta estratégia diferente da de cópia também é uma estratégia de cópia.

418 Este conselho de Alberti, e também de da Vinci ou Cozens, é próximo do funcionamento actual da visão humana: *“(...)Com a corrente desligada a vista é de completa escuridão. Weiland carrega num botão e pergunta-me o que vejo:*

“- Formas cinzentas vagas. Grandes pontos. Arestas esborratadas.”

“- Consegues ver a porta? Consegues ir até à porta?”

“- Sim, claro, se queres que eu atropele o que está pela sala, tropece e caia

“- Está no modo de 5x5. Aguenta”, diz Weiland, *“vou subir a tua contagem de pixels para 32x32.”*

Weiland acredita que uma disposição de 32x32, 1024 pixels, deveria satisfazer as necessidades de visão.(...)

Ao meu lado consigo ouvir Weiland de volta do computador. Há um súbito banho de luz, como se visse o salto para o hiper espaço de Star Wars através de uma queda de água.

“- Consegues ver?”

“- Não exactamente.

Descartes não exclui o papel da imaginação das operações da mente, mas mantém-na refém do escrutínio da razão. A construção do mundo visual é tutelada pelo juízo acerca da verdade das coisas, procurando evitar criar ilusões.

Olhando directamente para fora da Camera (da sala), retirando a lente ou olho do animal morto vêem-se, através da janela, as coisas como elas aparentam ser, mas permanece a dúvida acerca da sua verdade, pois continua a ver-se sem a presença dos corpos, especialmente do corpo do observador que se encontra separado do mundo pelas paredes da sala, isolado do mundo na escuridão.

Esta objectivação do olho transforma o corpo num mecanismo, numa entidade mecânica, pois só depois do julgamento da visão é que o homem se torna sujeito, apercebendo-se retirado do mundo e a uma distância segura⁴¹⁹. A sua dúvida quando olha pela janela é se estará

“- Espera um pouco. Deixa-te ajustar.

“- OK. Tenho borrões, arestas e movimento.[meu ênfase]”

De repente as coisas tornam-se mais claras. O que momentos atrás era um ataque de criaturas gelatinosas transformou-se em portas e faces.

“- O que aconteceu?, pergunto eu, “aumentaste de novo a resolução?

“- Não”, diz Weiland, “é o teu cérebro a aprender a ver.”;

em “Vision Quest”, Kotler, S. (2002). “Vision Quest A half century of artificial-sight research has succeeded. And now this blind man can see. Behind the bionic-eye breakthrough.” WIRED-SAN FRANCISCO- 10(9): 94-94, p. 101 - “*With the power shut off, the view is complete darkness. Weiland flips a switch and asks me what I see. “Vague gray shapes. Big dots. Blurry edges.”; “Can you see the door? Could you walk to the door?”; “Yeah, I could, if you want me to trip over things and fall down.”; “That’s a 5-by-5 display. Hold on,” says Weiland, “I’m going to up your pixel count to 32 by 32.” It’s Weiland’s belief that a 32-by-32 array, 1,024 pixels, should satisfy most vision needs. This is probably 10 times the count on Dobelle’s implant and much closer to Normann’s design. Beside me I can hear Weiland futzing with the computer. There’s a sudden wash of light, like viewing the Star Wars jump to hyperspace through a waterfall. “Can you see now?”; “Not really.”; “Give it a minute, let yourself adjust.”; “OK, I’ve got blobs and edges and motion.” Suddenly, things become clearer. What moments ago was attack of the Jell-O creatures has become doorways and faces. “What happened?” I ask. “Did you up the resolution again?”; “No,” says Weiland, “that’s your brain learning to see.”*”

419 Esta distância é bem descrita por John Locke, anos mais tarde (Locke, J., 1690). Ensaio sobre o entendimento Humano. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.; Vol. 1, Livro 2, IX, 17, p. 200 - “...as sensações externas e internas são as únicas vias pelas quais verifico que o conhecimento chega ao entendimento. Tanto quanto posso divisar, estas são as únicas janelas pelas quais a luz pode entrar

perante seres com alma ou autómatos que se escondem por debaixo dos chapéus e casacos⁴²⁰, se a sua visão for submetida ao julgamento do espírito então poderá confiar nela, caso contrário tem a dúvida instalada.

No primeiro capítulo do livro editado por Ken Goldberg, *The Robot in the Garden*⁴²¹, Hubert Dreyfus refere-se a Descartes para dizer que agora, *“no final do século [XX], quando os filósofos estavam a começar a ver a ontologia cartesiana sujeito/objecto como sendo errada e os problemas epistemológicos por ela gerados como sendo pseudo-problemas, novas tele-tecnologias como o telefone celular, a teleconferência, a tele-comutação, as compras a partir de casa e as câmaras web na Internet, estão a ressuscitar as dúvidas epistemológicas de Descartes.(...) Agora, à medida que cada vez mais a nossa percepção se vai tornando indirecta (...) estamos a*

neste quarto escuro. Porque me parece que o entendimento não difere muito de um gabinete completamente escuro, que apenas tivesse uma pequena abertura que permitisse a penetração das aparências externas visíveis ou, por assim dizer, as imagens que penetram neste quarto escuro pudessem nele ficar, e se acumulassem ordenadamente, de modo a poderem ser encontradas quando a ocasião o exigisse, haveria uma grande semelhança entre este quarto e o entendimento no que diz respeito a todos os objectos da vista e às ideias acerca deles.”

420 *“se por acaso eu não olhasse por uma janela para os homens que passam na rua, à vista dos quais não posso deixar de dizer que vejo homens, do mesmo modo como digo que vejo a cera; e porém que vejo eu dessa janela, senão chapéus e casacos, que podem cobrir espectros ou homens falsos que só se movem através de molas? Mas eu julgo que são homens verdadeiros e assim compreendo, pelo único poder do juízo que reside no meu espírito, aquilo que eu acreditava ver nos meus olhos”*, *Méditations, Méditation seconde.*, http://abu.cnam.fr/cgi-bin/donner_html?medit3 (consulta: 02/08/2007) - *“si par hasard je ne regardais d'une fenêtre des hommes qui passent dans la rue, à la vue desquels je ne manque pas de dire que je vois des hommes, tout de même que je dis que je vois de la cire; et cependant que vois-je de cette fenêtre, sinon des chapeaux et des manteaux, qui peuvent couvrir des spectres ou des hommes feints qui ne se remuent que par ressorts? Mais je juge que ce sont de vrais hommes, et ainsi je comprends, par la seule puissance de juger qui réside en mon esprit, ce que je croyais voir de mes yeux.”*

421! Goldberg, K. (2000). *The robot in the garden : telerobotics and telepistemology in the age of the Internet*. Cambridge, Mass., MIT Press.

*chegar à conclusão de quanto do nosso conhecimento é baseado em inferências que vão para lá da evidência apresentada nos nossos ecrãs. Vemos que esta realidade mediada pode ser sempre colocada em questão. De facto, o cepticismo está a crescer de maneira razoável em face do crescimento da variedade de ilusões e tele-experiências agora disponíveis”.*⁴²²

A imagem na Camera Obscura representa uma mediação no conhecimento visual do mundo.

Viu-se que as tecnologias de observação ao colocar o mundo numa caixa podem servir para apresentar esse mundo como um espectáculo. A mesma lente que amplia o conhecimento também aumenta a experiência para o entretenimento.

A Camera Obscura pode representar a restrição da mediação entre o observador e o mundo. Desenhada para aumentar o conhecimento do mundo através da visão sem negar o carácter de aumentação da experiência perceptiva, não negando a possibilidade lúdica implícita nesta experiência.

422 Dreyfus, H. (2000). "Telepistemology: Descartes last stand." *The Robot in the Garden; Telerobotics and Telepistemology in the Age of the Internet*: 48-63, p. 54 - *"But now, at the close of the century, just as philosophers are coming to view the Cartesian subject/object ontology as mistaken and the epistemological problems it generated as pseudo-problems, new tele-technologies such as cellular phones, teleconferencing, telecommuting, home shopping, telerobotics, and Internet web cameras are resurrecting Descartes' epistemological doubts. (...) Now, as more and more of our perception becomes indirect, (...), we are coming to realize how much of our knowledge is based on inferences that go beyond the evidence displayed on our screens. We see that the reality mediated by this tele-technology can always be called into question. Indeed, skepticism is increasingly reasonable in the face of the growing variety of illusions and tele-experiences now available."* . Ou como diz Anne Friedberg, Friedberg, A. (2006), p. 55 - *"Descartes premised his own epistemological skepticism by questioning knowledge inferred from the senses. The newly fashioned term 'tele-epistemology' helps to describe the technological extensions of the original cartesian separation of the subject outside of/in front of the world. In contemporary terms, our relation to the world is mediated by diverse and various electronic prostheses linking us to distances across time and space. To extend Descartes's windowsill to the screen - much of our knowledge is derived from what we see on a screen. It is indirect and virtual, inferred from the mediated transmission of images, sound and, (yes) information."*

Descartes propõe o desmembramento do observador em olho e resto do corpo como forma de restringir a possibilidade de uma confusão sensorial afectar o julgamento do mundo visual, perturbando o seu conhecimento da verdade das coisas observadas. Ao propor um método racional como restrição ao conhecimento do mundo, Descartes foca o olhar do observador na análise dos objectos ao mesmo tempo que afasta qualquer possibilidade de aumento da experiência através de sensações estranhas à razão.

Esta separação entre olho e corpo destinada a garantir a verdade do mundo percebido e, por conseguinte, a integridade do sujeito que observa, revela-se oportuna para uma inspecção do mundo, mas contrária à construção de uma experiência visual⁴²³.

A máquina digital de desenhar procura um lugar para que a experiência cognitiva seja uma experiência de aumento. Ou seja, ao mesmo tempo que se cria um filtro que distancia a imagem do desenhador, procura criar-se uma experiência (por exemplo, por via do manuseamento da máquina) que o aproxima do conhecimento dessa imagem através do seu desenho.

423 Como se nota no capítulo 2, dedicado à percepção visual na máquina digital de desenhar.

ANEXO 5

Modularidade (da máquina digital de desenhar)

A máquina digital de desenhar é composta por várias partes entendidas como módulos num sistema modular.

A máquina que se propõe consiste de várias partes independentes e que se integram e interagem para formar o sistema. Cada parte da máquina deve ser entendida como um sub-sistema, ou módulo, que se decompõe noutros, numa rede de ligações e interacções até ser impossível qualquer tipo de divisão.

A opção por estudar a máquina como um sistema modular advém da verificação de que o seu desenho é modular e que a modularidade se adequa a duas partes que importam substancialmente para o projecto:

O desenho que se constrói, por partes que se vão interligando numa rede de sentidos. Como a construção de um padrão ao longo de uma superfície, em que a parte mais pequena (primitiva) é constituída por pontos, linhas e arestas (partes de contornos que se ligam, direcções, interagindo entre si e o desenhador conduzindo realização do desenho).

O *software* utilizado – *Pure Data* – que é modular por definição.

A máquina é composta essencialmente por quatro partes (quatro sub-sistemas): o desenhador, o *hardware* e o *software*. O desenho é o quarto sub-sistema que surge como sub-produto da interacção do desenhador com o sistema. Note-se que ao dizer que o desenho é um sub-produto a intenção é evidenciar o facto de ainda não existir, de surgir com o processo e de ser um registo desse processo. O desenho é o elemento essencial para o funcionamento do sistema.

Sem desenho a máquina não seria sequer necessária, as partes não existiriam, não se ligariam e não se organizariam formando uma configuração.

A máquina deve ser considerada como um processo com uma estrutura modular, composta no nível mais elevado da sua hierarquia por quatro partes: o desenho, o utilizador, o *hardware* e o *software*.

Este estudo acerca da modularidade serve para entender que um sistema modular pode ser decomposto até aos seus módulos mais pequenos (que continuam a poder consistir de várias partes ligadas e interagindo entre si) e que não é possível definir um módulo unidade único do modelo de máquina que proponho. O que se verá na conclusão é que foi possível encontrar um conjunto de características que podem ser comuns a todos os módulos na máquina, distribuindo-se com 'pesos diferentes' ao longo da superfície modular durante a duração do processo de desenho que se opera na máquina.

A análise ao estudo da modularidade centrou-se em três pontos principais:

O estudo da modularidade de organismos vivos nas áreas da biologia do desenvolvimento e evolutiva, ciências cognitivas, economia, vida artificial e arte. O estudo desta parte dedicada à análise de uma abordagem de cariz mais científico centrou-se no livro "*Modularity: understanding the development and evolution of natural complex systems*"⁴²⁴. Trata-se de uma colecção de textos de investigadores de diversas áreas que procuram entender o desenvolvimento e evolução dos sistemas através do estudo da sua modularidade. Acima de tudo trata-se de um conjunto heterogéneo e por vezes divergente de

424! Callebaut, W. and D. Rasskin-Gutman, Eds. (2005). Modularity. Understanding the development and evolution of natural complex systems. The Vienna series in theoretical biology. Cambridge, Mass; London, Eng, The MIT press.

abordagens ao conceito de modularidade, à sua utilidade e aplicação. Para além do livro referido acima integraram-se uma série de apontamentos que serviram como complemento ou exemplo, numa tentativa de aproximar os assuntos ao desenho.

O estudo que Lev Manovich tem vindo a desenvolver em torno da cultura do *software* na era dos novos *media* e do seu carácter modular⁴²⁵. A sua abordagem multidisciplinar à modularidade leva-me a concluir que as características essenciais dos módulos (independência, integração, persistência e repetição) são semelhantes às analisadas na primeira parte, para organismos vivos e outros sistemas comparados. Lev Manovich serve de charneira para a terceira parte da análise.

O *Pure Data* (Pd) como um sistema modular e com um forte pendor interactivo: de que maneiras a sua modularidade vai interagir com o meio e com o utilizador. Trata-se de um tipo de *software* (*open source*) que pela sua natureza fortemente modular origina comunidades – de programadores, utilizadores e espectadores.

No final apresenta-se um resumo onde se expõem as conclusões para que se possa fazer uma abordagem ao dispositivo máquina digital de desenhar como um sistema modular.

425 Manovich, L. (2001). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación*. Barcelona, Paidós Ibérica, S. A.; Manovich, L. (2005). "Understanding meta media." [1000 days of theory](#) (consulta: 20/06/2007), www.ctheory.net/articles.aspx?id=493 ; Manovich, L. (2005). "Remixing and remixability." (consulta: 20/06/2007), www.manovich.net/DOCS/Remix_modular.doc; Manovich, L. (2008). "Software Takes Command." (consulta 28/11/2009), http://softwarestudies.com/softbook/manovich_softbook_11_20_2008.pdf (a ser editado por MIT Press)

Parte 1 – A modularidade na ciência e na arte

Os sistemas modulares segmentam-se em módulos.

A modularidade tem utilidade por poder tornar mais simples os sistemas complexos⁴²⁶, ou seja, no meio de tantas interações entre as partes de um sistema complexo torna-se necessário conseguir procurar aquelas que podem descrever o sistema – os módulos e os seus agrupamentos.

Um módulo pode ser descrito como *“uma unidade que é parte de um sistema maior e ao mesmo tempo possui a sua identidade estrutural e/ou funcional.”*⁴²⁷ Daqui ressaltam duas características dos módulos: a independência e a integração que, como se verá, são duas características que se definem de acordo com o contexto em que são abordadas.

De acordo com Werner Callebaut esta caracterização de modularidade sugere dois critérios para os módulos: persistência e repetição. O primeiro critério refere-se à duração: devem permanecer identificáveis durante longos períodos de tempo (relativamente à duração do sistema); e o segundo, repetição, aponta para que os módulos de uma estrutura modular devam ser relativamente idênticos

426 Buscalioni, A. D., A. d. l. Iglesia, et al. (2005). Modularity at the boundary between art and science. Modularity, Understanding the development and evolution of natural complex systems. W. a. D. R.-G. Callebaut. Cambridge, Mass; London, Eng, The MIT Press; 283-304, p. 283, *“A modularidade advém da nossa necessidade de reduzir a complexidade das organizações naturais a um mundo mais compreensível”* ; *“We believe that modularity stems from a conscious necessity to reduce the complexity of natural organization into a more comprehensible world.”* z

427 Callebaut, W., *“The Ubiquity of Modularity”* , (citando Moss, L. em *“Deconstructing the gene and reconstructing molecular developmental systems”* , em *Cycles of contingency: Developmental systems and evolution*, (Oyama S, Griffiths PE, Gray RD, eds), 2001, p.90, Cambridge, MA: MIT Press), em Callebaut, W. and D. Rasskin-Gutman, Eds. (2005), p. 8, *“It is that of a unit that is a component part of a larger system and yet possessed of its own structural and/or functional identity.”*

por forma a que possam ser repetíveis e reutilizáveis (como blocos construtores de um sistema). Será constatado mais adiante que estes critérios para sistemas biológicos também se verificam na definição de modularidade de Lev Manovich. A repetição é uma característica dos módulos que surge na base de qualquer sistema modular, pois ao organizar estruturas de semelhantes, seja a que escala for, organizam-se estruturas modulares⁴²⁸. Recorrendo a estes critérios passa-se para uma abordagem aos objectos como uma estrutura composta por conjuntos modulares e a estudá-los nas suas repetições (como será notado mais adiante, estas repetições são sujeitas a gradações e a escalas variáveis). A repetição de um módulo relaciona-se com o tempo e com o espaço podendo operar-se divisões que o multiplicam e o transformam num padrão que pode ser conhecido. Como se pode observar, “*os sistemas modulares são sistemas em desenvolvimento*” que ou “*se encontram no processo de se tornarem modulares, ou são o resultado de uma organização modular*”⁴²⁹.

As organizações modulares têm geralmente propriedades compostas que se constituem pela repetição a várias escalas dos seus módulos. Esta repetição permite não só analisar toda a organização como também cada módulo. Pode deduzir-se acerca da emergência de

428 Callebaut, W. and D. Rasskin-Gutman (2005). EVO-PATTERNS: WORKING TOWARD A GRAMMAR OF FORMS. Modularity, Understanding the development and evolution of natural complex systems. W. a. D. R.-G. Callebaut. Cambridge, Mass; London, Eng: 181-184, p. 181, “*A modularidade é definida através de um processo que começa por reconhecer padrões, formas ou acontecimentos que se repetem a uma certa escala de observação. O modo como particionamos um objecto por forma a estudá-lo determina a nossa percepção da sua modularidade.*” ; “*Modularity is defined through a process that starts by recognizing patterns, shapes, or events that repeat at some scale of observation. The way we partition an object in order to study it determines our perception of its modularity.*”

429 Buscalioni, A. D., A. d. I. Iglesia, et al. (2005), p. 284, “*in the process of becoming modular or its final result.*”

padrões nas estruturas modulares que há propriedades dos módulos que se vão revelando pela repetição e pela ambiguidade⁴³⁰. Essas propriedades dos módulos tornam-se na informação induzida pelo sistema perceptivo (que também é modular). Um sistema modular é difícil de entender no seu todo, por ser um sistema complexo, mas é composto por subsistemas também modulares com as suas propriedades próprias e interagindo entre si de modos complexos e identificáveis.

Com a evolução dos sistemas modulares também se verifica uma evolução das suas propriedades, como se verá mais à frente.

No decorrer deste estudo serão abordadas algumas hipóteses de definição de módulo com vista a encontrar a que se adegue à modularidade da máquina de desenhar digital.

Por enquanto o estudo centra-se no funcionamento de dois sistemas modulares diferentes para modelos de funcionamento da mente e num modo de os tornar complementares.

430 Jablan, S. J. (2005). Modularity in Art. Modularity, Understanding the development and evolution of natural complex systems. W. Callebaut and D. Rasskin-Gutman. Cambridge, Mass; London, Eng, The MIT Press; 259-281. Se for dada a conhecer uma parte isolada de um sistema sem referências a esse sistema (um objecto isolado, ou uma porção insignificante conforme se descreve no capítulo sobre percepção visual), a ambiguidade pode ocorrer, tornando-se impossível a existência de uma interpretação natural única. Um módulo só o é quando se reconhece o sistema em que se insere, para criar um sentido único para esse sistema, que identifica e sinaliza esse sistema. Se o objecto for reconhecido como um módulo, mas isolado como uma possibilidade de pertencer a vários sistemas, então temos diferentes modularidades para o mesmo módulo e o problema de identificar a correcta, ou seja, aquela a que determinado módulo se refere quando se apresenta ao entendimento. A identificação correcta cria restrições que limitam o número de configurações para aquele módulo, a escolha entre uma figura possível e outra impossível reduz a quantidade de estruturas passíveis de ser construídas com o módulo (o módulo, de cada vez, é o mesmo mas também é outro). Esta é uma questão presente no desenho com a máquina - as partes que vão sendo desveladas pelo desenhador para a realização do seu desenho podem ser consideradas módulos de uma estrutura que é o desenho, mas que não se conhece e que se vai prevendo e reconhecendo. Os módulos, neste caso, servem para ir construindo na mente do desenhador e aos seus olhos uma estrutura que se refere a outros módulos que se encontram armazenados no seu cérebro na forma de memórias.

Para este estudo irá recorrer-se a duas áreas em contencioso nas ciências cognitivas, procurando partir da análise de textos de alguns dos seus autores encontrar uma relação que possa ser interessante para o estudo da modularidade da máquina de desenhar.

O contencioso entre as ciências cognitivas computacionais (assente no entendimento do funcionamento do cérebro como manipulação de símbolos num sistema computacional, segundo uma analogia entre o funcionamento do cérebro e o *software* dos computadores) e as ciências cognitivas neuronais (que rejeita a analogia mente/computador em favor das interações que ocorrem numa rede de neurónios) aponta para duas concepções diferentes dos módulos. A primeira é fortemente modularista e a segunda é aparentemente não modularista.

Irão abordar-se as duas em separado e expor no fim uma hipótese de encontro. Sempre que se considere oportuno e conveniente para a finalidade deste estudo, serão introduzidas notas com vista a complementar estas abordagens.

Para os cientistas cognitivos computacionais (ou cognitivistas) a mente computacional é formada por módulos fechados, ou seja, os módulos são unidades com funções especializadas, encerradas a todos os tipos de interferências e altamente especializadas no processamento de um determinado tipo de informação. Estes módulos são inatos, aparecem inscritos no código genético de cada indivíduo. Para os cognitivistas “a estrutura modular da mente é o resultado de uma pressão evolutiva”⁴³¹. Pode dizer -se que estes módulos são geridos essencialmente por restrições nas suas

431 Calabretta, R. and D. Parisi (2005). Evolutionary Connectionism and Mind/Brain Modularity. Modularity, Understanding the development and evolution of natural complex systems. W. Callebaut and D. Rasskin-Gutman. Cambridge, Mass; London, Eng, The MIT Press: 309-330, p. 310, “the modular structure of the mind is the result of evolutionary pressures.”

relações com o sistema, que é do tipo “*box and arrow*”⁴³² e que não possuem qualquer tipo de elasticidade⁴³³ – um sistema modular deste tipo está destinado evoluir num sentido pré-determinado, a crescer (desenvolver-se). Os módulos têm o seu desenvolvimento inscrito desde a nascença, não têm capacidade de aprendizagem, só de evoluir de acordo com uma regra (restrição) inata. Esta evolução acaba por parecer um contra-senso, pois se o sistema está destinado a crescer de uma maneira fechada não se pode notar que possa ser evolutivo, que tenha interacções que o possam alterar e assim evoluir em resposta a essas interacções. Os cognitivistas afirmam que a evolução se processa de um modo programado, através de selecção, contando para esta evolução o desenvolvimento dos sistemas e não a sua aprendizagem (que, havendo, já se encontra programada, inscrita no código genético do módulo), ou seja, as interacções (do tipo *box and arrow*) que se vão estabelecendo entre módulos podem aumentar e modificar-se por selecção gerando assim a evolução dos sistemas. Para este estudo interessam as restrições dos módulos e as suas relações com o sistema, mas também interessa o carácter

432 Uma estrutura do tipo “*box and arrow*” é uma estrutura que se baseia na organização de uma série de caixas negras com vista à produção de um resultado. Os módulos, dadas as suas características, têm um comportamento de caixa negra: apesar de se poderem conhecer as suas partes e o seu funcionamento, não se altera nem o seu funcionamento nem a sua estrutura, são elementos passivos num diagrama de ligações.

433 Uma definição de elasticidade interessante é de Paola Antonelli, Antonelli, P. (2008). *Design and the elastic mind*. New York, Museum of Modern Art, p. 14: “*A adaptabilidade é uma distinção ancestral da inteligência humana, mas as variações de ritmo instantâneas de hoje apelam a algo diferente: Elasticidade. O derivado da adaptabilidade + aceleração, a elasticidade é a capacidade para negociar a mudança e a inovação sem deixar que interfiram excessivamente com os ritmos e os objectivos de cada um.*”; “*Adaptability is an ancestral distinction of human intelligence, but today's instant variations in rhythm call for something stronger: elasticity. The by-product of adaptability + acceleration, elasticity is the ability to negotiate change and innovation without letting them interfere excessively with one's own rhythms and goals.*”

elástico da modularidade (o carácter adaptativo, a par do evolutivo, que será desenvolvido de seguida e mais à frente).

Para os cientistas cognitivos neuronais (ou conexionistas) a existência de módulos parece não se verificar – baseiam-se no funcionamento de modelos físicos retirados directamente do funcionamento do sistema nervoso (ao contrário dos cognitivistas, para os conexionistas a mente não é um sistema de manipulação de símbolos) - uma *“rede neuronal será o modelo teórico inspirado explicitamente pela estrutura física e modo de funcionamento do sistema nervoso”*⁴³⁴. Cada elemento na rede pode adoptar pesos diferentes em relação a esta, ou seja, os padrões formados pelas ligações assumem importâncias diferentes consoante as activações que se verifiquem na rede, provocando o aparecimento de diferentes padrões consoante as ligações que são activadas, verificando-se consequentemente variações na distribuição dos pesos nos padrões. A mente é um sistema que herda geneticamente uma capacidade geral para a aprendizagem através da experiência. Trata-se de uma posição anti-nativista, segundo a qual não há dados adquiridos na altura do aparecimento da mente, somente o início de um processo de desenvolvimento. Se existirem módulos estes serão o resultado de um processo de aprendizagem e nunca um dado pré-existente⁴³⁵.

434 Calabretta, R. and D. Parisi (2005), p. 314, *“Neural networks are theoretical models explicitly inspired by the physical structure and way of functioning of the nervous system.”*

435 Idem, p. 311-312 *“Os psicólogos do desenvolvimento que se encontram mais próximos do conexionismo tendem a pensar que os módulos não se encontram presentes no fenótipo desde o nascimento (em recém-nascidos e bebés), mas que se desenvolvem mais tarde ao longo da vida. (...) acreditam que os módulos se encontram em parte codificados no genótipo e que são o resultado de interações complexas entre informação geneticamente codificada e aprendizagem e experiência.”* ; *“Developmental psychologists (...) who are closer to connectionism tend to think that modules are not present in the phenotype from birth (in newborns or infants), but develop later in life (...) they believe that modules are only partially encoded in the genotype, and are a result of complex interactions between genetically encoded information and learning and experience.”*

Os autores argumentam que o conexionismo não tem de ser necessariamente anti-nativista, nem anti-modularista: “a maioria das arquiteturas de redes neuronais actualmente utilizadas nas simulações conexionistas são não modulares [porque] o conexionismo, para a formação do comportamento dos organismos, tende a enfatizar o papel dos mecanismos gerais de aprendizagem mais do que os módulos específicos herdados geneticamente”⁴³⁶. Os autores afirmam que este tipo de conexionismo deve ser modular, pois aproxima-se do funcionamento de um sistema tão complexo como o cérebro humano, que se constitui por milhões de milhões de interações entre milhões de milhões de neurónios organizados em partes distintas com diversos níveis de relacionamento, ou seja, a organização do cérebro é modular e qualquer modelo que o pretenda simular também deve ser modular.

Para tentar encontrar um ponto que ligue estas duas teorias apresentam um modelo do que designaram *conexionismo evolutivo*. É um modelo que tem as suas bases em experiências de vida artificial que pode servir para entender um tipo de modularidade que se aproxima do modelo que se procura:

“Ao contrário das simulações conexionistas tradicionais, as simulações de vida artificial envolvem não uma rede neuronal única em que através da experiência individual aprende alguma capacidade particular, mas uma população inteira de redes neuronais consistindo de uma sucessão de gerações de indivíduos, cada um dos quais nascido com um genótipo herdado dos seus pais.

436 Idem, p. 317, “most neural networks architectures actually used in connectionist simulations are nonmodular and because connectionism tends to underscore the role of general learning mechanisms rather than that of genetically inherited specific modules in shaping the behavior of organisms.”

*Recorrendo a um algoritmo genético a simulação mostra como a informação codificada nos genótipos herdados se altera ao longo de sucessivas gerações, pois a reprodução é selectiva e novas variantes de genótipos são constantemente acrescentadas à piscina genética da população através de mutações e recombinação sexual. No final da simulação pode verificar-se que os genótipos herdados têm em si o código das propriedades desejadas que representam restrições inatas ao desenvolvimento e ao comportamento das redes neuronais. Chamamos a este tipo de conexionismo conexionismo evolutivo.*⁴³⁷ A evolução sugerida pelo texto aponta no sentido do surgimento e desenvolvimento de módulos independentes.

Como já se viu, no primeiro grupo os módulos são fechados e altamente especializados, são módulos teóricos utilizados para explicar um modelo do funcionamento do cérebro. No segundo grupo, conexionista, os módulos verificam-se empiricamente e organizam-se hierarquicamente, através da experiência e observação directa do funcionamento do cérebro.

“O verdadeiro contraste entre os modelos de redes neuronais e os modelos cognitivos não se prende com a modularidade em si, mas sim com a natureza dos módulos e a questão de quais os modelos

437 Idem, p. 313, “*Unlikely traditional connectionist simulations, artificial life simulations involve not an individual network that on the basis of its individual experience learns some particular capacity, but an entire population of neural networks made up of a succession of generations of individuals. Each of which is born with a genotype inherited from its parents. Using a genetic algorithm, the simulation shows how the information encoded in the inherited genotypes changes across the successive generations because reproduction is selective and new variants of genotypes are constantly added to the genetic pool of the population through mutation and sexual recombination. At the end of the simulation the inherited genotypes can be shown to encode the desired neural network properties that represent innate constraints on development and behaviour. We call this type of connectionism evolutionary connectionism.*”

teóricos apropriados à explicação do comportamento e da cognição.”⁴³⁸ Para os autores existe um problema de correspondência entre estes dois tipos de módulos – teóricos e empíricos; pois se os primeiros se apresentam como simulação de um modelo físico observado do funcionamento do cérebro e da mente e os segundos se representam através de modelos do tipo *box and arrow*, como construções teóricas utilizadas para explicar dados comportamentais, então corre-se o risco de não se encontrar um terreno comum para a definição dos módulos num sistema modular que englobe estas duas concepções.

É o momento de rever o que se entende por modularidade num sistema conexionista e acrescentar mais alguns dados.

Se uma rede neuronal se desenvolver de acordo com a sua aprendizagem (por exemplo, relativamente a estímulos internos, sua relação com o ambiente exterior e à activação de capacidades motoras para o seu funcionamento e evolução), terá de organizar-se por forma a distribuir os pesos dos seus padrões de acordo com os *outputs* necessários à sua evolução (interacção com o ambiente), devendo, como acontece com o cérebro, organizar-se em áreas especializadas distintas que se relacionam entre si e com o exterior de acordo com as necessidades do sistema, estas áreas são módulos que se subdividem e se associam formando um sistema modular. Pode dizer-se, então, que uma rede neuronal tem um grau de modularidade, consistindo de “*sub-redes dedicadas às quais chamamos módulos*”⁴³⁹. A existência de módulos verifica-se útil na

438 Idem, p. 317, “*The real contrast between real neural network models and cognitive models does not concern modularity in itself, but rather the nature of modules and the question of what theoretical models are appropriate to explain behavior and cognition.*”

439 Idem, p. 321, “*(The neural network prefers to elaborate information about food and information about water) in dedicated subnetworks that we can call modules.*”

distribuição de pesos nos padrões de uma rede neuronal, existindo modularidade cada peso na ligação só pode corresponder a uma operação, pois só se verifica num determinado módulo, não afectando os restantes. Deste modo um processo pode decorrer com várias operações simultâneas.

Retém-se do estudo destes autores a seguinte conclusão: “O *conexionismo evolutivo (...) está mais interessado na riqueza da interacção entre a informação herdada geneticamente e a adquirida experiencialmente.*”⁴⁴⁰

Para o sistema modular que é a máquina digital de desenhar esta interacção entre os dados iniciais e aquilo que pode acontecer, aquilo em que o sistema se vai transformando é um ponto importante do seu funcionamento⁴⁴¹.

No capítulo “*Natural selection and the origin of modules*”⁴⁴², os autores referem as diferenças entre dois tipos de módulos complementares: os módulos de desenvolvimento e os módulos

440 Idem, p 327, “*Evolutionary connectionism (...) is more interested in the rich interplay between genetically inherited and experiential information.*”

441 As transformações acontecem porque a modularidade é um processo de desenvolvimento em que um conjunto de operadores é requerido. Estes operadores, quando aplicados a um módulo, originam os elementos de um sistema modular. Buscalioni, A. D., A. d. I. Iglesia, et al. (2005), p. 291, “*As transformações são qualquer tipo de mudança na posição espacial, ou qualidade física (forma, cor, frequência,...), ou qualquer mecanismo físico que induza um processo particular dentro do sistema. As transformações são os mecanismos que geram e alteram os sistemas modulares.*” ; “*Transformations are any kind of change in the spatial position or physical quality (shape, color, frequency, etc.) or any physical mechanism that induces a particular process within the system. Transformations are the mechanisms that generate and change modular systems.*”

442 Wagner, G. P., J. Mezey, et al. (2001). *Natural selection and the origin of modules.* Günter P. Wagner, Jason Mezey, Raffaele Cakabretta, Modularity. Understanding the development and evolution of complex natural systems., The MIT Press, Cambridge, MA. W. Callebaut and D. Rasskin-Gutman. Cambridge, Mass; London, Eng, The MIT Press: 33-49.

evolutivos. Numa primeira análise os dois afiguram-se como semelhantes, ambos se desenvolvem com alguma independência relativamente ao sistema, parecendo até que a independência relativamente ao contexto em que se desenrolam os processos do módulo de desenvolvimento pode significar o mesmo que a interdependência variável entre os módulos de um sistema modular evolutivo. Ambos os tipos de modularidade procuram desenvolver-se e evoluir mantendo a integridade das partes, sendo que o módulo evolutivo se distingue por permitir que a integridade se mantenha mesmo no caso da ocorrência de mutações, derivadas ou não de processos de aprendizagem.

“Intuitivamente, os módulos de desenvolvimento e de evolução deviam estar intimamente relacionados. Os processos de desenvolvimento determinam o modo como um gene influencia o fenótipo e portanto a existência de módulos de desenvolvimento devia influenciar a estrutura do mapa genótipo-fenótipo⁴⁴³. De um modo geral este argumento está correcto, mas falha em mostrar que os módulos de desenvolvimento mapeiam um a um os módulos evolutivos. Uma das razões é a de que os módulos de desenvolvimento podem ser distribuídos repetitivamente, como no caso dos membros anteriores direito e esquerdo. Cada um dos membros anteriores é um módulo de desenvolvimento independente, pois cada um é uma unidade de desenvolvimento independente com

443 O fenótipo são as características observáveis ou caracteres de um organismo como, por exemplo: morfologia, desenvolvimento, propriedades bioquímicas ou fisiológicas e comportamento. O fenótipo resulta da expressão dos genes do organismo, da influência de fatores ambientais e da possível interação entre os dois. O genótipo são as informações hereditárias de um organismo contidas em seu genoma. Nem todos os organismos com um mesmo genótipo parecem ou agem da mesma forma, porque a aparência e o comportamento, assim como os demais componentes do fenótipo, são modificados por condições ambientais e de desenvolvimento. Do mesmo modo, nem todos os organismos cujas aparências se assemelham possuem necessariamente o mesmo genótipo. Na wikipedia: <http://pt.wikipedia.org/wiki/fenótipo> - consulta: 05/01/2010

a sua capacidade própria para a auto-diferenciação. Contudo, de um ponto de vista relativo à variedade, os membros anteriores direito e esquerdo não são independentes, pois são expressão da mesma informação genética. Espera-se então que haja mutações que afectem ambos os membros anteriores simultaneamente e a variação genética está correlacionada. Daí que os dois membros anteriores sejam dois módulos de desenvolvimento do organismo diferentes e também sejam partes do mesmo módulo evolutivo."⁴⁴⁴

Esta correlação é importante para o desenho na máquina de desenhar digital, entendida como um sistema modular. No caso do desenho com a máquina verificam-se dois tipos de modularidade que se correlacionam de uma maneira próxima daquela que foi anteriormente citada. O desenho desenvolve-se dentro de um processo determinado pelos módulos da acção de desenhar⁴⁴⁵. Cada

444 Wagner, G. P., J. Mezey, et al. (2001), pp. 34-35, ênfase do autor, *"Intuitively developmental and evolutionary modules should be closely related. The developmental process determines how a gene influences the phenotype, and hence the existence of developmental modules should influence the structure of the genotype-phenotype map. This is a largely correct argument, but fails to show that developmental modules map one to one to evolutionary modules. One of the reasons why there is no simple one to one relationship between developmental and evolutionary modules is that developmental modules can be deployed repeatedly like in the case of the left and right forelimb bud. Each of the two forelimb buds are independent developmental modules since each is a self-contained developmental unit with its own capacity for self-differentiation. From a variational point of view, however, the left and right forelimbs are not independent since they express the same genetic information. Mutations are thus expected to affect both forelimbs simultaneously and the genetic variation of the two limbs is correlated. Hence the two forelimbs indeed are two different developmental modules of the organism, and are also parts of the same evolutionary module."*

445 A acção de desenhar é aquela que decorre de traçar a imagem que surge em cada área descoberta do plano/superfície de projecção (representado pela folha de papel onde o traçar ocorre). Esta acção ainda se compõe da relação que o desenhador vai construindo, como processo. O processo é determinado pelo tipo de relação que se estabelece: deriva, expectativa, predição, reconhecimento, frustração, ... Sendo de esperar que se verifique uma aprendizagem ao longo deste processo composto pela interacção entre percepção e desenho. Os módulos dessa acção encontram-se nela (não os módulos de *software*, captura de imagem e projecção de imagem) - o plano do desenho, o plano da imagem, o plano que revela uma região da imagem acompanhando o movimento do lápis, o lápis, o desenhador; destes módulos pode dizer-se que alguns são fixos, inatos e que não se desenvolvem (o plano do desenho e o lápis), que outro

região do desenho pode ser entendida como um módulo do desenho⁴⁴⁶ com regras próprias para o seu desenvolvimento e pode ser identificada (de acordo com o exemplo anterior) como um módulo de desenvolvimento, mas esta região do desenho também se encontra sujeita a mutações que são provocadas pela sua relação com a evolução do desenho, ou seja, o processo de desenho relaciona-se com o desenvolvimento das regiões para a evolução do todo, sendo que cada região sofre mutações sempre que uma região próxima é revelada e se começa a desenvolver – o desenho altera-se de acordo com a sua evolução (com a evolução do sistema, com uma subida na hierarquia modular ou expansão e distinção/diferenciação das regiões do desenho). O módulo evolutivo permite que o desenho possa evoluir como um organismo (sistema modular) e funciona como elemento de aumentação⁴⁴⁷ – fomentando o incremento das

é não inato mas fixo (o plano da imagem) e que alguns se desenvolvem permitindo a evolução do desenho (os restantes) até se transformar na representação da imagem escondida que esteve na sua origem.

446 Uma região do desenho, no caso presente, é um módulo composto pela área visível em torno da ponta do lápis e pelas marcas que denotem uma representação do campo visual (expectável). Neste caso julga-se que as regiões se irão desenvolvendo e evoluindo consoante as áreas que vão sendo descobertas pelo movimento do lápis. É a representação que se espera que venha a acontecer de acordo com os dados que vão conhecendo – esses dados criam antecipação e consequentemente expectativa. As primitivas da imagem que se vão tornando visíveis permitem adivinhar as extensões do campo visual que ainda não se encontram presentes à visão.

447 Buscalioni, A. D., A. d. I. Iglesia, et al. (2005), p. 288, “*Considerando os objectos como sistemas que crescem, se desenvolvem e evoluem, conduzidos por um conjunto de funções naturais, físicas ou geométricas, deu origem a uma definição enriquecida da ideia de módulo*” ; “*Considering objects as systems that grow, develop, and evolve, driven by a set of natural, physical, or geometrical functions, has given rise to a richer definition of the idea of module.*” e p. 289, “Um módulo tem propriedades estruturais e espaciais; pode mudar; delimita o espaço e interage” ; “*A module has structural and spatial properties; it may change; it delimits the space; and it interacts,*” . Um exemplo de um sistema modular em que cada módulo funciona como um elemento de aumentação será o computador modular em que cada novo módulo se destina a aumentar as propriedades da máquina; ex, Bug Labs - <http://buglabs.net> .

ligações entre as várias regiões, permitindo o surgimento de formas, o seu reconhecimento e, por conseguinte, que se veja mais.

*“De um modo geral um sistema pode ser caracterizado como modular na medida em que cada um dos seus componentes opera acima de tudo de acordo com os seus princípios, determinados intrinsecamente. Os módulos num sistema ou processo encontram-se intimamente integrados, mas relativamente independentes ou dissociados dos outros módulos. Como a força ou fraqueza das interações é um assunto de grau, a modularidade devia ser entendida como uma propriedade gradual.”*⁴⁴⁸

Para além desta propriedade de grau, que se verifica na existência de uma hierarquia nas interações⁴⁴⁹, também se verifica elasticidade, no contexto do conexionismo evolutivo (onde o desenvolvimento ocorre de acordo com a experiência da aprendizagem – num processo), notória na quantidade de trocas entre módulos num sistema, referindo-se também à sua adaptabilidade⁴⁵⁰. Na observação de um

448 Callebaut, W. (2005). The Ubiquity of Modularity. Modularity: Understanding the development and evolution of natural complex systems. W. Callebaut and D. Rasskin-Gutman. Cambridge, Mass; London, Eng, The MIT Press: 3-28, p. 6, *“Generally speaking, a system may be characterized as modular to the extent that each of its components operates primarily according to its own, intrinsically determined principles. Modules within a system or process are tightly integrated but relatively independent or “dissociable” from other modules. Because the strength or weakness of interactions is a matter of degree, modularity should itself be seen as a gradual property.”*

449 Simon, H. A. (2005). The structure of complexity in an evolving world: the role of near decomposability. Modularity: Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems. W. Callebaut and D. Rasskin-Gutman. Cambridge, Mass; London, Eng, The MIT Press: ix-xiii, p. x, *“Sabe-se desde há muito tempo que a maioria dos sistemas complexos que observamos no mundo, desde os átomos até às galáxias estelares ou agrupamentos de galáxias, têm estruturas hierárquicas distintas: ou seja, consistem de subsistemas (complexos) que consistem de subsistemas e assim ao longo de muitos níveis”* ; *“It has been noted for a long time that most of the complex systems we observe in the world, beginning with atoms and going on to stellar galaxies or galaxy clusters, have distinctly hierarchical structures: that is, they consist of (complex) subsystems, that consist of subsystems, and so forth, through many levels.”*

450 Para Lev Manovich a velocidade e adaptabilidade também são aspectos

sistema modular verifica-se que quanto mais alto na hierarquia de um sistema modular, menor é o número de interações que se verificam, mais 'pesado' (unificado, no sentido em que os módulos tendem a ir-se confundindo com o todo) o sistema parece. Esta hierarquia permite a desmontagem do sistema a partir do grau de interação entre as partes, que entendemos como módulos consistindo de módulos que consistem de módulos até ao módulo mais pequeno – o que Herbert Simon chama a “*possibilidade de quase decomposição de um sistema*”⁴⁵¹.

Para a criação de um sistema modular deve começar-se pela escolha de um módulo que será replicado para que se possa construir um todo (sistema modular). Este processo é levado a cabo através de transformações. Sem a inclusão de um conjunto de interações entre os módulos não existe um sistema modular, não basta a sua replicação, tem de haver interação. As transformações são as operações necessárias à propagação dos módulos, visto serem necessários múltiplos módulos para construir um sistema modular. “*As transformações estão no limiar*⁴⁵² *entre todo o sistema modular e os módulos individuais, em parte porque as transformações tanto afectam como dependem da natureza dos módulos*”⁴⁵³.

importantes da modularidade, em “Remixing and Remixability”, www.manovich.net/DOCS/Remix_modular.doc (consulta: 20/06/2007)

451 Simon, H. A. (2005), p. x, “*nearly decomposable systems*”

452 O sistema pode decompor-se pela observação das distinções entre os módulos, o ponto onde as distinções ocorrem – ou o contorno dos módulos – é onde se verificam as transformações, os módulos interagem e transformam-se através dos seus limiares, ou interfaces.

453 Buscalioni, A. D., A. d. I. Iglesia, et al. (2005), p. 286, “*Transformations are at the boundary between the whole modular system and the individual modules, in part because transformations both affect and depend upon the nature of modules.*”

As propriedades de um modelo são-no enquanto esse modelo se enquadrar numa determinada estrutura. Visto que um sistema modular pode evoluir ou desenvolver-se, as propriedades do modelo também se podem modificar durante esse processo de construção. Para os autores do capítulo “*The remodularization of the organism*”⁴⁵⁴, uma parte (módulo) é um “*conjunto de elementos que se encontram relativamente bem integrados ou ligados entre si e também relativamente bem isolados de outros componentes fora do conjunto*”⁴⁵⁵. As ligações entre os componentes do sistema devem ser de maneira a que se verifique uma coordenação entre si que permita o funcionamento do sistema. O isolamento é necessário para que não se verifiquem perturbações desnecessárias ao seu bom funcionamento. Mas é admitido algum grau de sobreposição entre as partes com vista a que várias partes possam ter várias funções, ou até que uma parte possa em simultâneo ter várias funções – uma parte de um módulo, ou módulo de um sistema modular, pode ser sub-módulo de diferentes módulos. Tal é possível de se verificar ao nível de diferentes escalas.

*“Tecnicamente um organismo inteiro é uma parte (embora a designação pareça estranha quando o organismo não é parte de nenhuma entidade maior). Mas um tipo especial de parte, uma parte com muitas funções que ocorrem todas dentro de um limite comum (entre outras propriedades), ...”*⁴⁵⁶.

454! McShea, D. W. and C. Anderson (2005). *The Remodularization of the Organism. Modularity, Understanding the development and evolution of natural complex systems*. W. Callebaut and D. Rasskin-Gutman. Cambridge, Mass; London, Eng, The MIT Press: 185-205.

455 Idem, p. 189, “*A part is a set of components that are relatively well integrated or connected with each other and also relatively well isolated form other components outside the set.*”

456 Idem, p. 190, “*technically a whole organism is a part (although the usage is an odd one when the organism is not part of any larger entity). But is a special kind of*

Os autores apresentam duas hipóteses que se complementam e cruzam para descrever a evolução de um organismo/sistema constituído por diferentes partes/módulos.

A primeira hipótese é a de que a emergência de uma entidade de alto nível é acompanhada da perda de tipos de partes dentro dos organismos de baixo-nível que a constituem⁴⁵⁷. Ou seja, uma entidade de alto nível surge da associação de organismos de baixo nível. Desta associação resulta a perda de algumas propriedades das partes inferiores (imediatamente anteriores na hierarquia). O módulo ao aumentar o número de diferentes partes que o constituem, por uma questão económica/funcional descarta as partes que não poderão passar a ser diferenciáveis, ou seja, todos os componentes de um módulo que não possam desempenhar pelo menos uma função específica são deixados para trás. O domínio da diferenciação é o da segunda hipótese, a par do aumento do módulo. Ao passar de um nível inferior para um superior, as partes passam por uma escala intermédia onde são recombinações, ou modularizadas.⁴⁵⁸

Verifica-se que as hierarquias se encontram sujeitas a variações de grau, ou seja, “o ponto até onde uma entidade superior constitui um

part, a part with many functions all occurring within a common boundary (among other properties)...”

457 À medida que se sobe na hierarquia do sistema a frequência de interações entre as partes vai reduzindo, ou seja, os subsistemas aumentam de tamanho (consistindo de mais subsistemas inferiores - inferiores porque são mais pequenos, não numa hierarquia de importância, que não se deve verificar para que possa existir elasticidade) e existem em menor quantidade. Verificando-se a existência de menos partes observa-se a redução do número de interações.

458 A modularização de um organismo encontra semelhanças com o sistema modular que é a digital de desenhar. Aí nota-se uma permanente modularização, muitas das vezes em paralelo ou em níveis diferentes, os módulos desempenham funções diversas integrados em módulos diferentes. Verifica-se uma constante actualização e intercâmbio entre as partes que faz com que os módulos não possam ser rígidos.

*todo unificado, ou o seu grau de individuação, é uma variável constante*⁴⁵⁹. O modo como as ligações entre as partes e a sua quantidade se verifica contribui para esta individuação, como foi visto a propósito da diferenciação a que as partes estão sujeitas à medida que se agrupam em níveis superiores.

Quando as partes/módulos de um sistema modular se diferenciam com vista a que o sistema modular adquira mais capacidades funcionais, “*as exigências funcionais dos componentes dos organismos inferiores são reduzidas*”⁴⁶⁰. O que conduz à exigência da existência de restrições nos módulos, por forma a que estes não possam ser indiferenciados e assim impedir o desenvolvimento do sistema. Sempre que um módulo se actualiza para um conjunto de operações a um nível superior devem estar implícitos um conjunto de restrições ao seu comportamento no nível inferior para evitar que o sistema assuma um 'comportamento selvagem'. Há partes que devem ser descartadas, mas há algumas partes aparentemente inúteis que devem ser mantidas por uma questão de manutenção do sistema (assumindo funções imperceptíveis, mas necessárias, como eliminar as partes que se tornaram indiferenciadas).

Num sistema complexo cada subsistema está desenhado para a sua maximização, como parte de um subsistema ou como sistema, ou seja, cada parte está dependente do subsistema mas cada subsistema é um conjunto de interacções, o que leva a que se corra o

459 McShea, D. W. and C. Anderson (2005), p. 186, “*the extent to which a higher-level entity constitutes a unified whole, or its degree of 'individuation' is a continuous variable.*”

460 Idem, p. 188, “*the functional demands on the component lower-level organisms are reduced.*” Como na máquina de desenhar digital, à medida que o seu uso se torna mais exigente, devido a uma aprendizagem na utilização, mais adequadas e dedicadas devem ser as partes, com vista a um funcionamento mais eficaz da máquina.

risco de o sistema poder tender para o enfraquecimento ou extinção por via da melhoria do desenho de uma qualquer parte de um subsistema. Ou seja, *“se a eficácia do desenho de cada órgão depende do desenho dos órgãos com que interage. Então não há garantias de que as melhorias de um órgão não piorem a performance dos outros com que interage”*⁴⁶¹. Existe um elemento de acaso neste esquema de melhorias, pois à medida que o número de dependências na interação entre subsistemas aumenta, aumenta a melhoria de desenho de cada subsistema e conseqüentemente a possibilidade de enfraquecimento do sistema.

Suponha-se então *“que a eficácia de cada órgão depende muito pouco do desenho dos outros, desde que os inputs que cada um requer sejam fornecidos pelos outros.”*⁴⁶² Assim, o desenho de cada parte pode ser melhorado independentemente daquilo que possa estar a acontecer com as outras e é fácil perceber que estes sistemas se adaptarão muito mais depressa do que aqueles que têm uma dependência mútua no seu desenho. Este é o sistema da possibilidade de quase decomposição, aquele em que cada subsistema e sub-subsistema – até ao módulo mais pequeno - pode interagir com uma hierarquia sem correr o risco de enfraquecer, pelo contrário, pela evolução das partes dos níveis inferiores melhora a um ritmo mais rápido a eficácia do sistema.

Se uma hierarquia é importante para revelar a estrutura e comportamento de um padrão, também o é por permitir o

461 Simon, H. A. (2005), p. xi, *“if the effectiveness of design of each organ depends on the design of the organs with which it interacts, then there is no guarantee that the improvements of one organ will not worsen the performance of others.”*

462 Idem, *“the effectiveness of each organ depends very little on the design of the others, provided that the inputs each requires are supplied by the others. Then, up to a scale factor, the design of each organ can be improved independently of what is happening to the others;..”*

reconhecimento do modelo que esse padrão denota. A modularidade pode ser entendida como um composto, um triunvirato formado “*pelo todo modular, pelo módulo e pelo modelo definido através das relações ou interações entre os módulos*”⁴⁶³

É inconcebível um sistema modular sem um modelo, sendo o modelo aquilo que ordena o sistema através das relações e/ou interações que lhe são subjacentes.

O modelo é aquilo que se reconhece com menor ou maior dificuldade como ordenando o sistema modular, que se verifica no conjunto e disposição de conexões entre módulos (por ex: na natureza pode falar-se de modelos ramificados para descrever rios ou árvores).

Regressando ao assunto das hierarquias, para complementar o seu papel num sistema modular como a máquina digital de desenho que se apresenta.

Um sistema modular pode decompor-se em outros sistemas modulares (subsistemas). Podem entender-se alguns módulos como tendo uma estrutura interna modular, ou seja, como contendo um subsistema modular em si e como tal não sendo o último módulo do sistema. Estes sistemas que se decompõem dentro de si em outros subsistemas são sistemas que se organizam hierarquicamente.

Numa estrutura hierárquica as interações podem ser não lineares. Quando tal sucede pode verificar-se duplicação da comunicação entre hierarquias. Também podem verificar-se bifurcações de soluções dentro do mesmo sistema (a ambiguidade do padrão, como foi referido anteriormente), ao contrário de um sistema linear que só tem uma solução possível. Ou seja, os sistemas não lineares podem ter múltiplas aparências quando expostos às mesmas restrições

463 Buscalioni, A. D., A. d. I. Iglesia, et al. (2005), p. 286, “the modular whole, the module, and the model defined through the relations or interactions between the modules.”

externas⁴⁶⁴. “Estas ‘bifurcações’ são necessárias para que se obtenham diferentes subsistemas de nível superior que coexistam e interajam de modos diferentes, apesar de construídos com exactamente o mesmo tipo de blocos subjacentes ...”⁴⁶⁵. Estas observações são pertinentes por terem uma relação directa com a utilização da máquina, com o processo de operação da máquina (desenhador, visão, reconhecer, construir predições, desenhar, entender, conhecer)⁴⁶⁶.

464 Antonelli, P. (2008). Design and the elastic mind. New York, Museum of Modern Art, p. 23, “A nanotecnologia em particular oferece a promessa do princípio de auto-construção e de auto-organização que encontramos em células, moléculas e galáxias; a ideia de que só temos que dar aos componentes de um objecto um pequeno empurrão para que o objecto se monte e reorganize em configurações diferentes, pode ter profundas implicações para o ambiente, incluindo uma poupança em energia e materiais.” ; “Nanotechnology, in particular, offers the promise of the principle of self-assembly and self-organization that one can find in cells, molecules, and galaxies; the idea that you would need only to give the components of an object a little push for the object to come together and reorganize in different configurations could have profound implications for the environment, including energy and material savings.” Ver também Manovich, L. (2005).

465 Buscalioni, A. D., A. d. I. Iglesia, et al. (2005), p. 298, “These ‘bifurcations’ are required in order to obtain different kinds of higher-level subsystems that coexist and interact in different ways, though still constructed with exactly the same type of underlying blocks...”

466 Nota: isto interessa para a máquina de desenhar, pois havendo uma dependência do *input* por outros módulos há sempre possibilidade de adaptar a máquina a futuros estudos e também a diferentes desenhadores – se o desenhador for um módulo então sabe-se que o que pode fazer com a máquina depende do que a máquina lhe fornecer como *input*. Há uma interacção, pois o desenhador também fornece *inputs* à máquina – esta relação produz o desenho. Como se viu em relação às restrições, a interacção resulta sempre de restrições que provocam mudanças nos meios ou transformações nas ligações e, logo, nos módulos.

Parte 2 – Lev Manovich e a modularidade

Para Manovich o conceito de modularidade existe em consonância com o de passível de ser remisturado⁴⁶⁷. A modularidade será o modo como as coisas se compartilham, se dividem até à sua forma mais pequena não perdendo nunca a capacidade de se juntar a outras para criar novos objectos. Uma capacidade de os módulos se remisturarem, ou serem remisturados, com vista à criação de um novo objecto. Estes processos de ligação e divisão - de remistura – são comparados por Manovich a um objecto de informação a viajar de comboio, onde cada estação é um receptor que remistura a informação que depois segue viagem até ao destino seguinte onde acontece o mesmo. Estas descrições passam-se no campo das tecnologias de *software*, mas como veremos não é por causa de pertencer a campos disciplinares diferentes que os conceitos de modularidade se tornam incompatíveis ou diferentes; são processos repetitivos que exigem algum tipo de normalização, ou seja, se as ligações e interacções acontecem é porque deve haver uma elasticidade que as permite. Se o processo de remistura necessita de elasticidade então devemos ter em conta que cada objecto se divide e desenvolve a uma velocidade própria, Lev Manovich chama-lhe velocidade qualitativa, ou seja, uma velocidade que se adequa à velocidade de divisão e remistura de cada *media*. Apesar de surgirem como aparentemente opostos, os termos normalização e elasticidade são complementares no caso da modularidade. A normalização, de

467 *Remixability*, em inglês, Manovich, L. (2005), “Remixing and remixability”, www.manovich.net/DOCS/Remix_modular.doc, (consulta: 20/06/2007).

acordo com Lev Manovich e Paola Antonelli⁴⁶⁸ participa da adaptabilidade que por via da aceleração se transforma em elasticidade⁴⁶⁹. A normalização importa para o conceito de modularidade de Manovich, pois se é um perigo pelo risco de nivelamento⁴⁷⁰ que traz consigo, também é a via possível para a existência de modularidade. A normalização produz uma espécie de elemento *standard* que permite as ligações, interacções e transformações entre partes de um todo modular, em *software* pode chamar-se protocolo⁴⁷¹ a esta normalização (processo que permite

468! Antonelli, P. (2008).

469 A aceleração da tecnologia conduz a que o homem se adapte a formas mais rápidas de estar presente sem perder o contacto com o real (Humberto Eco chamaria hiper-realidade a este contacto: Eco, U. (1986). *Travels in hyperreality : essays*. San Diego, Harcourt Brace Jovanovich. Grau, O. (1999) "History of telepresence: automata, illusion and rejecting the body.": <http://www2.hu-berlin.de/grau/texte-telepraesenz-englisch.htm>, (consulta: 10/03/2007), . "*Estar telepresente com os olhos era comparado com a viagem em si e muitos preferiam a primeira à última.*" ; "*Being telepresent with the eyes was compared with actual travel and many preferred the former to the latter.*" Oliver Grau refere-se à disseminação dos panoramas como substituto das viagens, muito popular no final do século XIX. A elasticidade parece ser uma forma do nosso cérebro compensar a aceleração.

470 Atentando à definição que Christopher Alexander faz de nivelamento, no campo do estudo de padrões para a adequação de um desenho a uma intenção/forma, verifica-se a existência de uma folga que permite variações, ou desenvolvimento e evolução modulares: Alexander, C. (1964). *Notes on the synthesis of form*. Cambridge, Mass.; London, Eng., Harvard University Press, p.20, "*Se definirmos o nivelamento em termos matemáticos como a limitação à variação permitida ao longo da superfície, podemos testar a forma em si, sem a testar de acordo com um contexto. Podemos fazer isto porque o critério para o nivelamento é simultaneamente uma descrição da forma requerida e também uma descrição do contexto.*"; "*If we define levelness in mathematical terms, as the limitation on the variance which is permitted over the surface, we can test the form itself, without testing it against its context. We can do this because the criterion for levelness is, simultaneously, a description of the required form, and also a description of the context.*"

471 Manovich, L. (2008). "Software Takes Command." Retrieved 28/11/2009, from http://softwarestudies.com/softbook/manovich_softbook_11_20_2008.pdf, p. 137, "*(...) uma característica da globalização muito evocada é a de maior conectividade - lugares, sistemas, países, organizações, etc... tornam-se ligados cada vez de mais maneiras. A conectividade só pode acontecer se houver um certo nível de compatibilidade: entre códigos e procedimentos de negócios, entre tecnologias de expedição, entre protocolos de redes, entre formatos de ficheiros de computadores, e*

que as partes possam ser misturadas umas com as outras sem um objecto definido à priori ou sem prejudicar o *output*). O assunto da normalização preocupa Manovich pois no contexto actual deve haver um tipo de regulação que permita a comunicação entre todas as partes por forma a diversificar os resultados (*outputs*)⁴⁷².

Um exemplo de modularidade apresentado por Manovich serve para ilustrar o que até agora foi dito: a imagem digital. A imagem digital é uma imagem composta e integrada. Deste modo podemos dizer que é completa, ou melhor, uma imagem composta é formada por várias partes, que quando integradas vão constituir a imagem como um objecto completo. Estamos perante um exemplo de modularidade, em que várias partes se organizam para formar um todo – *“Visto que o objecto típico dos novos media se monta a partir de elementos que procedem de fontes diferentes, faz falta coordenar e ajustar os ditos elementos para que se integrem.”*⁴⁷³ A modularidade de um objecto

mais.” ; “More generally, one commonly evoked characteristic of globalization is greater connectivity – places, systems, countries, organizations etc. becoming connected in more and more ways. And connectivity can only happen if you have certain level of compatibility: between business codes and procedures, between shipping technologies, between network protocols, between computer file formats, and so on.

472 A lógica do século XX, de acordo com Manovich, é a de uma modularidade estandardizada, que ainda hoje se verifica: Manovich, L., (2005), p.6 “, *Hoje ainda vivemos numa era de produção em massa e modularização em massa, a globalização e a terciarização [outsourcing] só fortalecem esta lógica ...” ; “Today we are still leaving in an era of mass production and mass modularity, and globalisation and outsourcing only strengthen this logic. One commonly evoked characteristic of globalisation is greater connectivity – places, systems, countries, organisations etc, becoming connected in more and more ways.”*. Manovich propõe o passo seguinte, que ainda não se verifica ser exequível, que é uma modularidade sem um vocabulário pré-definido, ou seja, Idem, p. 3, *“se a modularidade pré-computador conduz à repetição e redução, a modularidade pós-computador pode produzir diversidade ilimitada”*; *“In other words, if precomputer modularity leads to repetition and reduction, post-computer modularity can produce unlimited diversity.”*

473 Manovich, L. (2001). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación*. Barcelona, Paidós Ibérica, S. A., p. 194, *“Puesto que el típico objeto de los nuevos medios se monta a partir de elementos que proceden de fuentes diferentes, hace falta*

deste tipo resulta da interactividade entre as partes da composição, nomeadamente da coordenação (selecção) e do ajustamento (composição, de acordo com um protocolo), estas duas propriedades das partes de um objecto não têm uma ordem na hierarquia do sistema modular. Uma vez estabelecido o padrão, as partes podem ser alteradas de acordo com as expectativas geradas pelo sistema sem alterar o seu resultado final: a imagem digital⁴⁷⁴. Para que estas transmutações possam ocorrer sem alterar o sistema podemos depreender que a modularidade se verifica a várias escalas⁴⁷⁵ (módulos dentro de módulos até só haver o módulo inicial e as partes que o compõem). Se o sistema modular pode sofrer alterações nos seus módulos sem alterar o objecto completo (integrado como vimos anteriormente) isso é porque mesmo a diferentes escalas as partes mantêm sempre as suas identidades diferenciadas – “*podendo modificar-se, substituir-se ou eliminar-se com facilidade*”⁴⁷⁶.

Para Lev Manovich um objecto dos novos *media* apresenta sempre a mesma estrutura a diferentes escalas (como um fractal). Estes objectos constituem-se por vários elementos modulares

coordinar y ajustar dichos elementos para que se integren.”

474 No caso da máquina digital de desenhar esta é uma característica importante, pois o desenho é feito sobre as expectativas que o desenhador vai criando durante a sua relação com a máquina.

475 Mitchell, W. J. (1992). The reconfigured eye. Cambridge, Mass.; London, Eng., The MIT Press, p. 7, “ *a arte da imagem digital não pode ser correctamente entendida como sendo essencialmente uma questão de captura e impressão (...): o processamento intermédio das imagens tem um papel central. As ferramentas computacionais para transformar, combinar, alterar e analisar imagens são tão essenciais para o artista digital, como os lápis e os pincéis são para o pintor (...)* ” ; “*(...) the art of the digital image cannot adequately be understood as primarily a matter of capture and printing (...): intermediate processing of images plays a central role. Computational tools for transforming, combining, altering, and analyzing images are as essential to the artist as brushes and pigments are to a painter...*”

476! Idem, p. 195.

independentes, ou seja, são elementos que podem ter escalas diferentes, com a capacidade de se agrupar para formar objectos com sentido, mas que são independentes uns dos outros, o desaparecimento ou alteração de um ou mais não destrói o objecto, altera-o mas não o inutiliza (critérios da independência e da integração, como se viu anteriormente⁴⁷⁷). O carácter modular dos objectos dos novos *media* torna especialmente fácil e acessível a sua alteração e personalização. “(...) a estrutura modular dos novos *media* converte esse apagamento e substituição de partes em algo especialmente fácil. Por exemplo, um documento de HTML consta de uma série de objectos independentes, cada um representado por uma linha de código HTML, é muito fácil apagar, substituir ou acrescentar novos objectos.”⁴⁷⁸

477 Estes dois critérios implicam que possa verificar-se a persistência e a repetição dos módulos, ou seja, o par independência/persistência permite a repetição que conduz ao modelo e a integração torna o modelo persistente e, como tal, passível de durar e de se repetir.

478 Manovich, L., (2001), p. 77, “*De hecho, la estructura modular de los nuevos medios convierte esse borrado y sustitución de partes en algo especialmente fácil. Por ejemplo, dado que un documento en HTML consta de una serie de objetos independientes, cada uno representado por una línea de código HTML, es muy fácil borrar sustituir y añadir nuevos objetos.*” Também David Marr, a propósito do estudo da visão diz que se deve separar o processo visual em partes que “*possam ser entendidas individualmente. [Que] Os cientistas de computadores chamam módulos às peças separadas de um processo e a ideia de que uma grande computação pode ser separada e implementada como uma colecção de partes que são quase independentes umas das outras, tanto quanto a tarefa geral o permitam, é tão importante que foi promovido a princípio: o princípio do design modular. Este princípio é importante porque se um processo não for desenhado desse modo qualquer pequena alteração numa parte tem consequências em muitas outras partes.*”, em Marr, D. (1983). Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information. San Francisco, W. H. Freeman & Co., p. 102, “*(...) can be understood individuall. Computer scientists call the separate pieces of a process its modules, and the idea that a large computation can be split up and implemented as a collection of parts that are as nearly independent of one another as the overall task allows, is so important that I was moved to elevate it to a principle, the principle of modular design. This principle is important because if a process is not designed in this way, a small change in one place has consequences in many other places.*”

Os objectos dos novos *media* são compostos por partes com origens muito diferentes que se integram para os formar. Uma vez integrados os módulos fica-se perante o objecto, que pode tornar-se unitário⁴⁷⁹ (sem hipótese de se desmontar – por exemplo: operações no *photoshop* que não podem ser desfeitas), ou permanecer modular e poder ser afectado/transformado/ /recomposto a diferentes escalas da sua estrutura⁴⁸⁰.

Imaginando os módulos como blocos de *Lego* pode facilmente entender-se como se pode processar a remistura com o complemento da modularidade. Os módulos já têm a informação necessária para facilmente serem agregados a outros, na formação de novos objectos. Através do *software* as possibilidades de construção, de reconstrução, de cópia e de colagem – de remistura – tornam-se quase infinitas, de acordo com um protocolo que normaliza as ligações entre os blocos.

“A remistura não requer modularidade (i.e., a organização de objectos culturais em partes separadas) – mas beneficia enormemente com ela.”⁴⁸¹ Podem misturar-se partes sem que elas tenham sido preparadas para serem misturadas, um bocado como as colagens de Kurt Schwitters, mas se houver um processo de modularização a

479 Como vimos anteriormente a propósito da individuação dos módulos, a evolução do sistema modular pode levar à sua especialização. No final teremos um objecto diferenciado, individualizado e que não pode ser sujeito a mais nenhuma operação que não implique o seu desaparecimento.

480 Um dos primeiros exemplos de modularidade aplicada aos novos *media* e ao desenho será o Sketchpad de Ivan Sutherland: “*tudo deve ser amovível*”, Sutherland, I. (1963). O que aqui se propõe é um sistema modular, a descrição do *Sketchpad* aponta no sentido de se tratar de um programa modular, composto por módulos que se dividem até ao elemento mais simples.

481 Manovich, L., (2008), p. 211, “*The remixability does not require modularity (i.e., organization of a cultural objects into clearly separable parts) - but it greatly benefits from it.*”

mistura será grandemente beneficiada, ou seja, podem atingir-se níveis de complexidade mais elevados se houver uma predisposição⁴⁸² da remistura para a modularidade.

Nos primórdios da imagem fotográfica já se elaboravam composições tendo em conta a colagem como um modelo para uma estrutura modular. Embora estas estruturas sejam rígidas já se pressentem as possibilidades de recombinação de uma imagem para uma composição maior⁴⁸³. Por volta de 1850 utilizava-se uma técnica fotográfica que trouxe alguma impureza à fotografia⁴⁸⁴: a impressão por combinação (ou justaposição). Esta técnica consistia na justaposição de muitos negativos diferentes com a finalidade de produzir uma fotografia composta por uma cena integrando várias partes que podiam ou não formar uma narrativa, no sentido de haver uma unidade de pontos de vista (uma unificação dos olhares num só ponto de vista, como uma correcção de perspectiva). Os negativos tinham de ser concebidos sabendo de antemão que lugar iriam ocupar na fotografia final. Não se verifica nenhuma acção de remistura neste método, o assunto da modularidade é apresentado da seguinte maneira: *“as partes seriam posteriormente impressas num papel, permitindo assim ao operador devotar toda a sua atenção a uma única figura ou sub-grupo de cada vez, de maneira que se alguma parte ficasse imperfeita por alguma razão, poderia ser*

482 Se o desenho das partes for de tal maneira que a sua interacção possa gerar aumento.

483 Trata-se de uma construção que envolve espaço e tempo (colagem) e que não precisa de ser linear, para um objecto (composição fotográfica) linear

484 Impureza por se tratar de uma técnica que se desviava da objectividade e linearidade da representação daquilo que era dado à câmara para reter no papel.

substituída por outra sem que se perdesse o todo da imagem, como seria o caso se tivesse sido feita numa só operação."⁴⁸⁵



Figura : Oscar G. Reijlander, *The two ways of life*, impressão por combinação, 1857

Como se vê, a modularidade também permite poupar tempo (característica que concorre para uma maior elasticidade), ao haver um objecto organizado numa estrutura modular podem-se efectuar correcções e ajustes nos módulos respectivos, sem afectar toda a estrutura, não se perdendo tempo. Como no caso da parábola dos dois construtores de relógios apresentada por Herbert Simon e aqui descrita assim:

“Houve em tempos dois construtores de relógios, Hora e Tempus, que fabricavam relógios extremamente delicados. Nas suas oficinas os telefones não paravam de tocar com novos clientes a pedir novos

485 Robinson, H. P., (1869), *Pictorial effect in photography*; reimpresso: Pawlet, V.T., (1971), Helios.; Esta citação foi retirada de Mitchell, W. J. (1992). *The reconfigured eye*. Cambridge, Mass.; London, Eng., The MIT Press, p. 164, “(...) *the parts to be afterwards printed together in one paper, thus enabling the operator to devote all his attention to a single figure or sub-group at a time, so that if any part be imperfect from any cause, it can be substituted by another without the loss of the whole picture, as would be the case if taken at one operation.*”

relógios. Apesar disso enquanto Hora prosperava Tempus ia ficando cada vez mais pobre. No fim, Tempus perdeu a sua oficina. Qual a razão para isto ter acontecido?

Os relógios consistiam de cerca de 1000 peças cada. Os relógios que Tempus fabricava eram desenhados de tal forma que se tivesse que desmontar um relógio a meio da sua montagem este ficava reduzido a nada e tinha de recomeçar a montar o relógio a partir do zero. Hora desenhou os seus relógios de modo a ir montando sub-unidades de cerca de dez peças cada e cada sub-unidade podia ser desmontada sem que o todo se desmoronasse. Dez destas sub-unidades compunham uma sub-unidade maior e dez destas sub-unidades compunham o relógio."⁴⁸⁶

486 Sutton, I. (2009). "The parable of the two watchmakers.", em <http://www.headwaysoftware.com/blog/2009/03/watchmakers-parable/> (consulta: 04/05/2009), *There once were two watchmakers, named Hora and Tempus, who made very fine watches. The phones in their workshops rang frequently and new customers were constantly calling them. However, Hora prospered while Tempus became poorer and poorer. In the end, Tempus lost his shop. What was the reason behind this? The watches consisted of about 1000 parts each. The watches that Tempus made were designed such that, when he had to put down a partly assembled watch, it immediately fell into pieces and had to be reassembled from the basic elements. Hora had designed his watches so that he could put together sub-assemblies of about ten components each, and each sub-assembly could be put down without falling apart. Ten of these sub-assemblies could be put together to make a larger sub-assembly, and ten of the larger sub-assemblies constituted the whole watch.*" Esta parábola é também um exemplo da possibilidade de quase decomposição de um sistema, apresentando a modularidade como uma forma de visualização, um esquema: um tipo de desenho que ajuda o desenhador a pensar.

Parte 3 – *Pure Data*, um sistema modular

Esta parte do capítulo acerca de modularidade aborda a questão do *software* utilizado na máquina digital de desenhar: *Pure Data* (ou Pd). Esta abordagem assenta no livro *bang | Pure Data*⁴⁸⁷.

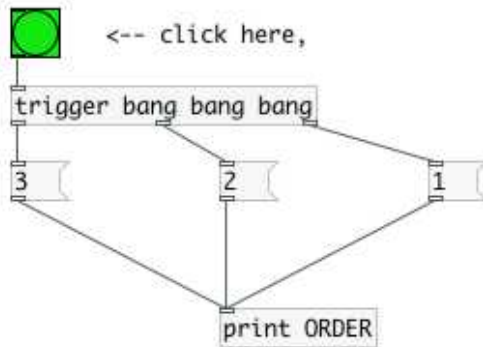
bang | Pure Data é uma compilação de textos que resulta da primeira convenção internacional da comunidade *Pure Data*. Esta convenção teve lugar em Graz, na Áustria, em 2004 e o livro serve de base a esta análise ao *Pure Data* como um sistema modular.

*“Pd (também conhecido como Pure Data) é um ambiente de programação gráfico para áudio, vídeo e processamento gráfico. O Pd é um software livre. Encontra-se sujeito a um processo constante de mudança, revelando novas características com cada nova aplicação.”*⁴⁸⁸

A frase anterior, analisada à luz do que foi escrito até aqui, denota o carácter modular do Pd. Partindo do que vários autores pensam acerca deste ambiente gráfico de programação será delineado (na medida do possível pois o Pd está “*num processo constante de mudança*”) um sistema modular que se encontre com as intenções deste trabalho.

487 Pd-graz (2006). *bang | Pure Data*. F. Zimmer. Graz, Wolke Verlag; versão electrónica - <http://Pd-graz.mur.at/label/book01/bangbook.Pdf> (consulta: 30/03/2009)

488 <http://Pd-graz.mur.at/label/book> (consulta: 30/03/2009), “*Pd (aka Pure Data) is a real-time graphical programming environment for audio, video, and graphical processing. Pd is free software. It is subject to a constant process of change, revealing new characteristics with each application.*”



Exemplo de um *patch*⁴⁸⁹ em Pd consistindo de vários módulos organizados hierarquicamente.

Os módulos são entendidos como objectos⁴⁹⁰ que podem ligar-se e acrescentar mais sentidos ao Pd, mas nunca lhe retirando as suas propriedades de programação, ou seja, quanto mais intercâmbio existir entre os módulos maiores as capacidades do programa para gerar diferentes processos e resultados. O seu carácter de processo modular permite uma infinita variedade de fontes de dados e a sua manipulação, gerando um infindável conjunto de resultados que podem ser de novo re-interpretados e re-manipulados, mais ou menos automaticamente (com ou sem a agência de um operador externo). O facto de o seu *output* poder ser de novo *input*, gera uma capacidade enorme de transformação e de multiplicação de processos paralelos que o torna óptimo para aplicações em ambientes de tempo-real.

489 Desenhado por Hans-Christoph Steiner para a biblioteca Gem (um sub-sistema de ambientes gráficos para *multimedia* do Pd).

490 Objectos compostos por partes que no caso presente correspondem ao módulo mais pequeno (da parte aberta) do sistema. Cada um destes objectos tem um desenho que corresponde a uma operação que depende do desenho do sistema modular e que por sua vez afecta o sistema gerando e regulando o seu desenvolvimento (produzindo mudanças e novas regras em tempo real) .

O *Pure Data* é um programa muito versátil e com possibilidades ilimitadas na sua utilização, ou seja, desenrola-se como um processo que tem os seus limites na capacidade técnica dos seus intervenientes (especialmente no esgotamento das máquinas utilizadas ou do seu utilizador⁴⁹¹). Deve ser entendido como um jogo cujas regras são criadas e alteradas na hora, à medida que se vai jogando. *“Um jogo onde o processo de jogar pode ser bem mais entusiasmante do que o resultado”*⁴⁹². O número de módulos pode ser ilimitado, todos são manipuláveis (por completo ou em alguns dos seus parâmetros) e contribuem para o enriquecimento do objectivo definido inicialmente para o sistema. Incluído neste sistema encontra-se o homem - como programador/artista, como utilizador ou só como espectador – que também é um módulo (ou um sub-sistema modular). Para que o processo, ou jogo, possa desenrolar-se e produzir aumento deve-se ter em conta que *“jogar um jogo é, de qualquer maneira, um acto de fé que investe no jogo um significado especial – sem jogadores motivados o jogo não é mais do que um sistema formal, como uma receita de um cozinhado, (...) Os jogadores não só seguem as regras como lutam contra elas, testando os limites do sistema, muitas das vezes de formas únicas e poderosas.”*⁴⁹³ Pode assim entender-se que os limites do processo

491 No caso das máquinas - computadores, sensores, controladores,... - o esgotamento é essencialmente derivado de limitações físicas, ao passo que no caso do utilizador os limites podem surgir de factores tão variados como esgotamento da criatividade ou quebra de motivação.

492 Savitsky, A. (2006). An exciting journey of research and experimentation. *bang | Pure Data*. Frank-Zimmer. Graz, Wolke Verlag, p.29, “working with Pd becomes an exciting game: a game where the rules are created and changed on the spot by the player; a game where the process of playing may be much more thrilling than the outcome, while the outcome may be unpredictable and quite surprising.”

493 Salen, K. (2008). Toward an ecology of gaming. *The ecology of games: connecting youth, games and learning*. K. Salen. Cambridge, MA, The MIT Press, p. 9,

podem também já vir inscritos na sua génese, no desenho do sistema: se não se conseguir envolver o utilizador o mais certo é que não se verifique a elasticidade que deveria estar presente dada a natureza modular do sistema.

Nota-se que a relação entre o utilizador e o *Pure Data* é uma relação de processo, em que os *outputs* da máquina digital de desenho se tornam *inputs*, alimentando as operações do sistema, aumentando aquilo que ele possa fazer.

No caso presente há uma série de critérios que devem verificar-se para que este processo seja operativo, ou seja, permita ao utilizador através do desenho que executa ver e conhecer a imagem que está a desenhar. Esses critérios relacionam-se com o assunto do jogo como uma estratégia de envolvimento do desenhador com a máquina, se tal envolvimento se verificar pode dizer-se que o jogador é uma parte da máquina. O Pd utilizado como processo operativo revela um lado funcional que se orienta no sentido de produzir resultados (em vez de ser uma operação em si mesma, ou seja, de ser só código e dados – *Pure Data*). O processo é importante uma vez que é uma operação do utilizador, mas uma operação não só de ordem estética, é acima de tudo uma operação de conhecimento, sendo a descoberta, o reconhecimento, a predição, a expectativa e a inteligência os módulos (e critérios) que operam juntamente com o *Pure Data* para ampliar o conhecimento do utilizador⁴⁹⁴.

“To play a game is, in many ways, an act of faith that invests the game with special meaning—without willing players the game is a formal system waiting to be inhabited, like a recipe for baking (...) Gamers not only follow rules, but push against them, testing the limits of the system in often unique and powerful ways.”

494 Espera-se que no processo de desenho, de descoberta do que se está a desenhar, através do jogo do reconhecimento, expectativa e atenção, o utilizador aumente o seu conhecimento acerca daquilo que está a desenhar - este processo funciona como uma espécie de lente sobre o objecto escondido.

A escolha do *Pure Data* como o *software* a utilizar para a realização deste projecto advém de três factores que se ligam e que importa referir:

O conhecimento que o Dr. Francisco Javier Sanmartin Piquer tem do *Pure Data*, que se revelou fundamental para o desenvolvimento do projecto;

a sua modularidade e

*“O Pd (...) não representa somente a intencionalidade do artista; representa as decisões tanto para um certo procedimento como para uma disposição técnico-cultural em vez de outra.”*⁴⁹⁵

Como já foi observado o *Pure Data* admite um elevado grau de elasticidade, um dos componentes dessa elasticidade é o facto de ser um *software open-source*⁴⁹⁶.

Ao optar por uma estrutura modular e aberta o artista coloca no contexto da apresentação/utilização uma decisão pública/política: a de uma sociedade de co-produtores e não só de espectadores. O utilizador é de direito próprio um produtor, mas um produtor que ao aceitar a utilização está tacitamente a aceitar fazer parte de uma

495 Hofbauer, J. and M. Ries (2006). Is Pd art? No and yes. Two attempts. [bang | Pure Data](#). Frank-Zimmer, Graz, Wolke Verlag, p. 109, “*Pd sound does not just represent the intentionality of an artist; it represents the decision both for a certain procedure and for a culture-technical disposition instead of another.*”

496 No site <http://www.opensource.org/docs/osd> (consulta: 02/11/2009) aparece uma definição do que deve ser este *software*: livre, aberto, comunitário, respeitando todos os intervenientes envolvidos no seu desenvolvimento e aplicações, não pode ser agregado no todo ou em parte a uma aplicação exclusiva, não pode ser comercializado, destina-se a ser fiável e utilizável pelo maior número de pessoas possível. É na sua definição um tipo de *software* extremamente modular e nunca encerrado.

comunidade que não se limita a ser espectadora⁴⁹⁷. Amplia um sistema modular⁴⁹⁸.

O Pd, como qualquer sistema de *open source*, começou por ser quase nada, uma intenção sem desígnio. Era um sistema substituto, livre, aberto e transparente – mas o seu fim primeiro era a substituição, ou seja, era um sistema que admitia ser mais do que só audio mas que surgiu para ser uma alternativa livre e gratuita ao Max/MSP⁴⁹⁹. O Pd ainda hoje não conhece o seu fim, é essencialmente processo. Mas pode afirmar-se que é um sistema modular, que evoluiu de uma situação de proto-modularidade para a

497 A este propósito Manuel Castells refere que os processos de integração tecnológica da comunicação iriam remodelar a esfera do espaço público/comunicacional. Com novas ligações e a uma escala global, as comunicações electrónicas/digitais iriam fazer equivaler todos os conteúdos para que, uma vez nivelados, possam ser distribuídos pelo máximo número de espectadores possível: “*A entrada da maioria das expressões culturais no sistema de comunicação integrado, baseado na produção distribuição e intercâmbio de sinais electrónicos digitalizados, tem importância para as formas e processos sociais.*” (Castells, M. (1996, 2000). A era da informação: Economia, sociedade e cultura, Vol 1: A sociedade em rede. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, p. 492) Por duas razões, sendo a primeira o enfraquecimento dos poderes simbólicos tradicionais e sendo a outra a transformação radical da relação da comunidade com o espaço e o tempo. Se por um lado se verifica uma lógica de nivelamento, dirigida ao máximo de espectadores/consumidores possível, por outro há a possibilidade de agir no espaço público, como uma escolha com sentido, de responsabilização dos actores envolvidos na operação; daí o sentido de uma comunidade. Encontra-se aqui uma tendência para a modularidade: independência, integração, nivelamento, ligação, interacção e repetição, expressões que operam numa estrutura modular, como foi visto no estudo dos casos anteriores de sistemas evolutivos e da modularidade e remixabilidade de Manovich.

498 Esta ampliação é como colocar o sistema no mundo, alterando a escala a que o percebemos.

499 <http://puredata.info> (consulta: 23/08/2007), “Pd (...) é o terceiro maior ramo a sair da família das linguagens de programação por patches conhecidas como Max (...) originalmente desenvolvidas por Miller Puckette e companhia no IRCAM. O núcleo do Pd é escrito e mantido por Miller Puckette e inclui o trabalho de muitos programadores, fazendo de todo o pacote um esforço essencialmente comunitário.” ; “It is the third major branch of the family of patcher programming languages known as Max (Max/FTS, ISPW Max, Max/MSP, jMax, etc.) originally developed by Miller Puckette and company at IRCAM. The core of Pd is written and maintained by Miller Puckette and includes the work of many developers, making the whole package very much a community effort.”

organização num sistema cujos módulos têm várias propriedades (ora concentradas, ora distribuídas)⁵⁰⁰:

- pode ser copiado (foi feito para isso)
- pode ser convertido de um formato para outro (de audio, para vídeo, para gráficos, sem ordem específica) – num movimento de translação.
- pode ser transmitido (literalmente, sem que sejam necessárias ligações visíveis)
- as suas representações são modelares (adaptam-se ao utilizador, permitem que o sistema modular siga o modelo da sua utilização – a criação de padrões pode ser assim única/pessoal)
- pode ser desenvolvido (uma propriedade resultante da sua abertura)
- torna-se diferenciado (de acordo com os modelos que sejam criados, os seus módulos evoluem para uma especialização)
- é redistribuível – sendo também aberto, manipulável, copiável, traduzível,... ou seja, é sempre partilhável e comum⁵⁰¹
- é aberto
- é manipulável

Como se constata, as características que definem um sistema como o *Pure Data* são as características de um sistema modular e dos seus módulos. Também se pode verificar que a modularidade de um sistema *open source* não se limita ao seu *software*, o sistema gera comunidades, novos sub-sistemas em fluxo constante, desenvolvendo-se e evoluindo.

500 A listagem seguinte é retirada do texto de Hofbauer, J. and M. Ries (2006).

501 No sentido em que não será propriedade de ninguém, é sem fronteiras.

Andrea Mayr⁵⁰² apresenta uma pesquisa em torno do Pd e das comunidades por ele geradas.

O que tem mais interesse para o presente trabalho é a sua análise inicial acerca da modularidade do programa e das características que a originam, bem como as que a caracterizam.

Numa análise das propriedades do *software* de *open source* a autora refere três pontos a ser considerados (na óptica de Eric S. Raymond⁵⁰³): auto-motivação, a abertura do *input* e as hierarquias planas - como fazendo parte da dinâmica do desenvolvimento do projecto *Pure Data*. Ou seja, propriedades que permitem e convidam à formação de comunidades. Como diz a autora “*o desenvolvimento do Pd é determinado pelas necessidades individuais, motivações e interações entre os membros da comunidade.*”⁵⁰⁴ Pode pressentir-se neste início de análise o pendor modular do programa, visto que a formação e manutenção da interação dentro de uma comunidade só é possível se aquilo que a une se mantiver estável⁵⁰⁵, ou seja, pode entender-se cada membro da comunidade como um módulo numa estrutura modular e cada parte do programa como um módulo que pode ser integrado ou não, desenvolvido ou não, por todos ou cada um dos módulos (membros) em relação ao sistema nuclear (o *core* do *Pure Data*). As hierarquias planas, ou horizontais, funcionam

502! Mayr, A. (2006). Pd as *open source* community. [bang | Pure Data](#). Frank-Zimmer. Graz, Wolke Verlag, pp. 33-41

503! <http://catb.org/esr/writings/cathedral-bazaar/> (consulta: 11/08/2009). Eric S, Raymond diz que fundou ou que se reinventou no movimento *open source*.

504 Mayr, A. (2006), *idem*, p. 34, “*the development of Pd is determined by the individual needs, motivations, and interactions of the community members.*”

505 Não confundir com estático. Utiliza-se aqui o termo estável para significar a verificação das características que têm sido descritas para um sistema modular como o *Pure Data*.

porque permitem uma grande abertura e um nível de liberdade muito grande a cada um dos membros/módulos, enquanto asseguram que o sistema modular nuclear (aquele que não pode ser decomposto) se mantém intacto – organizado numa hierarquia verticalizada (ou oblíqua), de acesso restrito e vigiado. Esta vigilância permite o desenvolvimento do sistema nuclear, pois é permeável aos desenvolvimentos ocorridos e às propostas vindas da comunidade.

É um programa com uma arquitectura modular que permite que várias pessoas trabalhem em paralelo, nas partes que lhes interessam sem haver necessidade de perturbar ou de obrigar a uma coordenação dos esforços de toda a comunidade, ou seja, a modularidade permite esta disjunção sem perda de propriedades (independência e integração).

A modularidade do Pd tem outra propriedade importante: permite alargar o núcleo do sistema (o *core* do programa) através da ligação de módulos externos (uma espécie de acoplagem ao *core*, sem alterar as suas linhas de programação), este alargamento permite uma grande elasticidade quanto às funções do Pd.

*“A arquitectura deste projecto torna possível e permite um crescimento rápido e 'selvagem' de fragmentos de programa externos ao passo que o núcleo do Pd se mantém intocável.”*⁵⁰⁶

Do texto de Andrea Mayr podem então listar-se as seguintes características no que se refere à modularidade:

- multiplicação e paralelismo de ligações externas;
- não alteração do sistema modular nuclear;
- possibilidade de experimentação quase infinita;
- abertura – elevado nível de manipulação;

⁵⁰⁶ Mayr, A. (2006), p. 35, “ *This project architecture makes possible and permits a wild mushrooming of external program fragments while Pd as the core remains untouched.*”

- integridade – ao seu nível mais pequeno (sistema modular nuclear) o programa mantém-se íntegro.

Como se pode observar, as características acima apontadas tendem a ser complementares entre si e de outras anteriormente apontadas, o que leva a concluir que cada módulo é composto por elas, ou por parte delas. Um módulo pode não ter todas estas propriedades e ter outras, ser aberto a outro sistema modular e adoptar daí propriedades. A autora afirma: “*Uma modularidade deste tipo oferece uma quase inesgotável variedade de módulos externos, uma variedade que já existe e que já ultrapassou há muito tempo as estimativas iniciais.*”⁵⁰⁷ A autora alerta para uma dificuldade originada pela comunidade: a não existência de um protocolo de nomenclaturas ou de identificação de funções leva a alguma confusão por parte do utilizador e aconselha o grupo que mantém o projecto a pensar numa estratégia para estabelecer algum tipo de ordem (restrições) que incremente a possibilidade de uma maior elasticidade da modularidade do sistema.

507 Idem, p. 34, “*A modularity of this kind enables the offering of a nearly unlimited variety of externals, a variety which in the meantime already exists and which long ago surpassed the original estimations.*”

Conclusão – modularidade da máquina digital de desenho

Pode concluir-se que não se irá chegar a nenhuma versão definitiva para uma definição de modularidade ou de um tipo de módulo único que se adegue ao projecto de uma máquina digital de desenho.

Partindo da premissa que esta máquina consiste num sistema modular⁵⁰⁸ será tentado, recorrendo ao que foi escrito ao longo deste capítulo, delinear um tipo de modularidade e alguns critérios e características que podem verificar-se para os módulos.

Como foi visto, o modelo para este sistema não pode ser definido como um modelo fechado por depender da evolução de todo o sistema e das suas partes. As propriedades de um modelo são-no enquanto esse modelo se enquadrar uma determinada estrutura. Visto que um sistema modular pode evoluir ou desenvolver-se, as propriedades do modelo também se podem modificar durante esse processo de construção. As ligações e interacções entre as partes do sistema irão alterar a configuração de qualquer modelo que as defina inicialmente, mas podem não alterar o modelo, o propósito definido pelas interacções.

No caso presente, da máquina digital de desenho, sabe-se que o modelo se define a partir de um conjunto de módulos interligados cujas características induzem vários graus de maleabilidade ao longo do sistema modular. Ou seja, o modelo pode ser definido como o conjunto de ligações e interacções entre as partes sabendo que as partes se desenvolvem como um processo (de desenho).

508 Trata-se de um sistema modular composto por três sub-sistemas maiores: utilizador, *hardware* e *software*, que se decompõem em outros subsistemas, a maioria deles modulares e todos compostos por várias partes.

No decorrer da análise de vários sistemas modulares em diversos campos disciplinares como a biologia, as ciências cognitivas, cruzamentos entre arte e ciência e novos *media*, reparou-se na dificuldade que há dentro das diversas comunidades para a criação de consensos relativamente a modelos que expliquem os seus objectos de estudo (seja o desenvolvimento e evolução de organismos vivos, do funcionamento do cérebro e da mente, da economia, dos novos *media* ou da arte).

Desta análise também surgiram pontos de contacto (resultantes de cruzamentos) entre todas as áreas focadas que permitem a sua referenciação como o conjunto de características comum a todos estes sistemas modulares.

De seguida serão expostas as características para um sistema modular baseado nas características analisadas e que se apresenta como sendo adequado aos propósitos de construção e experimentação de uma máquina digital de desenhar baseada numa actualização do funcionamento da *Camera Obscura* e da *Camera Lúcida*. Só depois será focada a atenção nos módulos e nas suas propriedades.

Começa-se por referir a utilidade da modularidade para o entendimento de sistemas complexos, pois permite dividi-los, ou decompô-los em outros sub-sistemas até ao núcleo do sistema: a parte que (apesar de poder consistir de outras partes) não pode ser mais dividida sob o risco de todo o sistema desmoronar (o *Pure Data* é o exemplo de um sistema destes). O exemplo da parábola dos dois relojoeiros é um bom exemplo da utilidade da modularidade para a compreensão da organização de sistemas modulares. Desta organização denota-se um padrão que a compõe e que, de acordo

com Lev Manovich, se organiza como um fractal, ou seja, por repetição de uma parte (simples ou composta) a várias escalas numa superfície⁵⁰⁹. Esta organização a várias escalas pressupõe que haja um desenvolvimento e uma evolução, que as partes se ligam e interagem com vista ao desenvolvimento de um sistema e à sua evolução.

Refira-se uma restrição à escala que aparenta ser anti-evolucionista, se um sistema inato é pré-determinista, então será fechado e não evolutivo – só se desenvolve de acordo com um programa definido à priori. Apesar de se considerar que um sistema inato provoca atrito ou inviabiliza na génese a sua evolução (no caso da máquina digital de desenhar esse atrito relaciona-se directamente com o utilizador), deve sinalizar-se que há uma parte do sistema (um sub-sistema composto) que é inata, que já existe para que o sistema possa funcionar: o espaço e alguns níveis do *software* (os estados iniciais) e *hardware* (em repouso, antes de interagir com o desenhador). Foi visto que um sistema inato é avesso à aprendizagem, que não evolui pela experiência. O sistema proposto deve abrir-se à experiência e como tal deve ter uma componente de aprendizagem empírica, o utilizador deve poder ir utilizando a máquina para desenhar de acordo com a imagem que vai construindo com o conhecimento que vai adquirindo – num processo interactivo, que evolui de acordo com a experiência. O sistema deve ter uma parte inata e não fechada (onde

509 Collier, G. (1972). Form, space and vision. New Jersey, Prentice Hall, Inc., p. 177. “*A superfície é essencialmente uma propagação - a propagação de uma substância no espaço (...)*” ; “*Surface is essentially a spread - the spread of a substance in space.*”

se inclui a imagem escondida⁵¹⁰ que será copiada⁵¹¹) e uma parte que é não inata, altamente modular e propensa a evoluir de acordo com a experiência (o utilizador, uma parte do *software* e uma parte do *hardware*). Um sistema que se componha nos seus níveis superiores por partes com estas características deve decompor-se em outras partes aumentando o nível de interacção entre todas elas. A interacção é uma característica de qualquer sistema modular. Como se viu é pelas ligações e interacções entre as partes que se podem tentar definir modelos para os sistemas. A qualidade e a quantidade das trocas entre as partes contribui substancialmente para o desempenho de um sistema e para a sua evolução e desenvolvimento. Para que se verifique a condição de qualidade nas interacções tornam-se necessárias restrições que regulem tanto as relações entre as partes como as relações dentro das partes. Deste modo torna-se possível maximizar a eficiência das interacções. As restrições, na sua tarefa de maximização dos *outputs*, conduzem à especialização das partes, à sua individuação. Actuam a favor de uma organização hierárquica que privilegia a diferenciação. Esta organização hierárquica não é necessariamente unidirecional (de

510 O que se encontra presente é o dispositivo que vai produzir a imagem escondida, que tanto pode ser uma imagem capturada e projectada em tempo real, como um *frame* de uma sequência previamente gravada. A imagem do último tipo será uma imagem inata em segundo grau, pois é retirada de entre muitas possíveis que já existem.

511 No caso em análise o desenho de cópia tem um objecto produzido opticamente, ou seja, através da reflexão luminosa das partes que compõem a imagem, ao desenhador compete transladar esses reflexos para arestas e contornos, distinguir e delinear áreas de acordo com um *input* que é visual e com um julgamento acerca das formas/áreas que se afiguram como reconhecíveis. Sem esquecer que a imagem/objecto da cópia poderá ser uma imagem filtrada por uma *Camera Obscura* para se tornar “interessante”, ou suficiente. A cópia, entendida como a acção de traçar por cima do objecto, ou seja, como processo, é realizada com recurso ao reconhecimento. Portanto a acção de copiar pode ser um acto cognitivo e uma experiência “enriquecedora” por aumentar a experiência da realidade enquanto faz a translação entre dois sistemas denotativos - o óptico e o do desenho linear.

cima para baixo ou de baixo para cima), funciona em toda a superfície e a todos os níveis. Trata-se de um processo não linear que se desenvolve com a elasticidade de que necessita e que resulta num modelo com múltiplas aparências. Este tipo de operação indicia, desde o início da descrição, um processo a várias escalas privilegiando a qualidade das interacções. A estruturação de um sistema (ou construção de um modelo) em sub-sistemas ordenados hierarquicamente é uma operação de escala que permite a distinção das partes, a sua independência (como se verá de seguida), a individuação e uma maior funcionalidade⁵¹². Um sistema modular é um sistema sujeito a transformações que podem ser ao nível das suas partes, num processo de se tornarem diferenciadas e de evoluírem para a maximização do sistema, ou na sua relação com outras partes ou sistemas que inicialmente eram estranhos (se, por exemplo, por parte do desenhador houver falta de motivação, ou se o desenho se tornar uma acção colaborativa). Ou seja, as transformações são derivadas da aprendizagem que resulta da experiência das interacções entre todas ou algumas partes. As transformações, como resultado das interacções de qualidade entre os módulos, geram uma ampliação das capacidades do sistema e uma melhoria dos seus *outputs* (e consequentemente dos seus *inputs*, por se tratar de um processo evolutivo). Um sistema modular deve ser sempre um sistema de aumento⁵¹³. Por último e porque um sistema como o que se tem vindo a descrever necessita de interacção com o exterior para que se desenvolva e optimize as suas

512 Como se verifica com a possibilidade de quase decomposição de um sistema apresentada por Herbert Simon.

513 No caso da máquina digital de desenhar a aumento é do sistema e do seu módulo desenhador.

funcionalidades e resultados, deve ser entendido como um jogo, um processo que motive os seus utilizadores, de tal forma que possa gerar comunidades.

Este processo de motivação por via da comunidade poderá ser desenvolvido posteriormente.

Já se começam a delinear algumas características dos módulos que irão compor a máquina digital de desenho.

De seguida passa-se a uma descrição das características dos módulos de acordo com a análise feita anteriormente. O material que serviu de base a esta análise é o mesmo que foi utilizado para apresentar um tipo (ou tipos) de modularidade que se verifica no sistema modular que serve de assunto a este estudo. Os módulos não são partes estáticas do sistema, nem têm um modelo único que os defina. O que se verifica é uma série de características que se arranjam para formar a configuração de cada módulo.

O módulo possui unidade estrutural e/ou funcional, é a unidade do padrão, a parte mais pequena. A ligação de vários módulos e a sua interação cria modelos que se definem como sistemas modulares. Como vimos anteriormente para o caso da modularidade, a interação entre as partes também é uma característica dos módulos (não nos devemos esquecer que uma parte sozinha, sem um contexto, não pode ser um módulo, pois não existem módulos relativamente a nada). As trocas entre módulos são importantes para o desenvolvimento e evolução dos sistemas modulares, tão importantes como as trocas entre as partes que constituem os módulos. Aumentação é uma das propriedades de um sistema modular, os módulos nas suas interações aumentam as suas capacidades e as capacidades do sistema. Aumentação fomenta o

incremento das interações que têm uma relação quase sempre directa com todas as características dos módulos. As características mais fortes dos módulos, para o caso em mãos, prendem-se com a sua independência e com a sua integração.

Antes de referir a rede de ligações que provocam é necessário apontar outras características que contribuem para que os módulos se integrem num sistema modular e que participem do seu desenvolvimento e evolução. São propriedades complementares e semelhantes às analisadas no caso da modularidade: escala, divisão, restrições e especialização. A escala relaciona-se com a repetição e com a divisão e é a propriedade que permite a um módulo ter várias funções especializadas como parte de diferentes sub-sistemas⁵¹⁴. A divisão a par com a escala provocam, no decorrer de um intervalo de tempo, o surgimento de padrões. A divisão também origina a especialização, uma vez que é uma transformação que permite a individuação de um módulo (descartando as partes que não têm função nas suas operações), esta individuação pode ocorrer a favor da maximização da função do módulo no sistema se houver um conjunto de restrições que sejam adequadas ao seu desenvolvimento. A divisão pode ser utilizada para decompor um sistema modular em sub-sistemas até ao módulo mais pequeno⁵¹⁵; numa operação inversa pode dizer-se que a repetição de módulos

514 O desenho de um módulo é independente do desenho do sistema modular, mas os seus *inputs* provêm desse sistema. Assim, um módulo pode evoluir e desenvolver-se sem afectar por excesso de desenho todo o sistema. Ou seja, um módulo pode ter várias funções especializadas em várias partes do sistema dependendo das ligações que estabeleça com elas. A individuação será assim a característica que permite ao módulo não estar a mais no sistema ao mesmo tempo que pode simultaneamente contribuir em várias partes do sistema para o seu desenvolvimento.

515 No caso da máquina de desenho digital não há um só módulo mais pequeno, mas vários que partilham as mesmas propriedades iniciais (independência, integração, persistência, repetição, interacção, adaptabilidade e elasticidade).

mais pequenos vai originar sub-sistemas cada vez maiores até ao sistema modular que se apresenta como modelo de um processo (de desenho no caso presente). A divisão e a individuação resultam de transformações que ocorrem nos módulos de acordo com a experiência das suas operações. Deduz-se que as transformações ocorrem por via da aprendizagem. As alterações não devem interferir na integridade das partes, sob pena de as tornar indiferenciadas e com um mau desenho – o desenho de um módulo deve ser independente do desenho do sistema, para a sua maximização sem alterar (e mantendo o equilíbrio) o sistema, maximizando o sistema. Este tipo de desenho independente mas relacionado permite uma maior adaptabilidade.

As duas características que se verificam existir na origem de um sistema modular como o que se procura e que são fundamentais para o seu desenvolvimento e evolução são a independência e a integração. Este par define-se de acordo com o contexto. A sua importância pode ser descrita pelos efeitos que produz: o par independência/integração está na origem do par repetição/persistência, se o primeiro é um par que se relaciona com o desenho do módulo e a sua evolução (permitindo a manutenção da unidade estrutural e/ou funcional), o segundo só é possível se as condições do primeiro se verificarem. Ou seja, o módulo pode repetir-se se houver integridade no sistema, porque o módulo é independente e tem persistência. A persistência verifica-se enquanto durar o processo (o sistema em repouso não tem interesse) e esta duração é o intervalo de tempo para que a repetição aconteça. Este processo acontece no espaço e no tempo e encontra-se sujeito à acção da velocidade e da aceleração que são dois critérios da elasticidade. A adaptabilidade é uma característica que permite aos

objectos encaixar-se no contexto, é uma operação estática. A elasticidade é uma evolução no desenho do módulo que produz a evolução do contexto, esta transformação deve-se à aceleração do meio, estamos perante um fenómeno de *feedback* em que os dados se alteram de acordo com a velocidade dos *inputs* produzidos, que são os *outputs* anteriormente produzidos. A consequência da elasticidade é a actualização, que se verifica porque os módulos estão integrados num contexto em fluxo permanente, que evolui e se desenvolve. Lev Manovich propõe o termo velocidade qualitativa como a velocidade adequada a cada módulo para a sua actualização (semelhante a elasticidade).

Lev Manovich refere-se aos módulos como uma parte essencial para os processos gerados pelas tecnologias dos novos *media* (de acessibilidade, comunicação, produção, entretenimento, ..., presentes em todas as áreas de actividade humana e em todo o globo). Para que possam existir sistemas modulares que se desenvolvam e evoluam torna-se necessária a existência de protocolos que os liguem, que permitam as interacções entre módulos e entre sistemas. Os protocolos tornam-se mais evidentes nas descrições de Manovich, mas não esquecendo que para a haver a ligação de duas partes tem que haver algo que o possibilite. Para que o protocolo possa existir deve verificar-se uma normalização que tem como sub-produto o nivelamento. O nivelamento ao contrário do que parece sugerir acaba por ser o critério que vai admitir a existência de elasticidade, ou seja, é este o critério que coloca limitações aos contornos do desenho do módulo prevenindo o seu desmoronamento ou desagregação. O nivelamento permite distinguir os diferentes protocolos participando assim na possibilidade de quase decomposição de um sistema. Nivelamento e ajustamento formam o

par que admite a estabilidade dos módulos na sua actualização, sendo o ajustamento o critério pelo qual as partes se organizam para formar um módulo ou um sistema modular – composição. Este critério está sempre presente e não obedece a qualquer tipo de hierarquia. A remodelarização é uma expressão utilizada também por Manovich para significar as modificações que podem ocorrer a um módulo ou sistema modular sempre que este é actualizado. A remodelarização a par com a remixabilidade é o processo pelo qual um módulo adquire as propriedades de outro(s) depois de ocorrer uma divisão e uma ligação. A remistura gera uma actualização dos protocolos e é um processo não linear. O resultado é um novo módulo composto por partes de outro(s) e que se destina a novos processos.

Resta listar duas características dos módulos que se relacionam directamente com o *software Pure Data*: o apagamento e a substituição. O módulo nuclear do Pd é o primeiro do sistema, aquele que não pode ser modificado e que é invisível, todos os outros que se ligam entre si (sempre por referência ao *core*) podem ser apagados e/ou substituídos que o sistema permanece estável.

Este estudo servirá para ajudar a entender a máquina digital de desenhar como um sistema modular, permitindo compreender a elasticidade necessária para a realização de um tipo de desenho que exige um tipo diferente de procedimentos.

ANEXO 8

Fichas de testes da versão 1 da máquina digital de desenhar

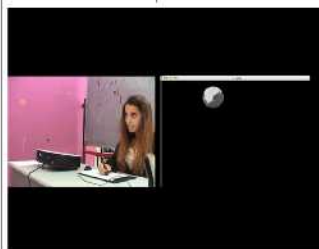
Nome: Ana Macário



imagem do fichiro criado

Teste AM1

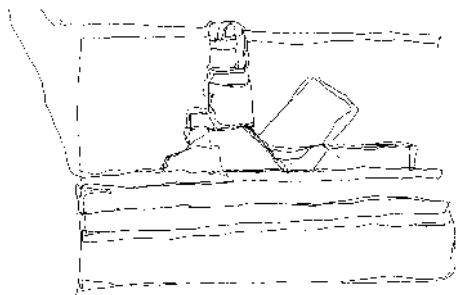
Data: 16/11/2010



1. início do desenho		Em cima ao centro	
2. frequência do olhar para o papel		No início	
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)		-80 seg.	
4. tipo de traço	contínuo		X
	interrompido		
5. busca visual			X
6. varrimento	quebra de contorno	X	
	partes sem ligação	X	
	outro(s)	X	
7. primitivas	detecção/extracção		X
	tipo	Linhas, junções	
	desenha de acordo com o que a primitiva denota		X
8. partes	circunscreve regiões (contorno/distinção)		X
	espaço negativo		X
	espaço positivo		X
	reconhecimento das partes		X
	ligação das partes		X
9. selecção de partes para traçar		X	
	frequência	X	
10. contornos subjectivos		X	
Notas 1:			
Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?		sim	
Verifica-se adaptação do desenhador?		não	
Há reconhecimento?		sim	
Há predição?		sim	
Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?		Sim, durante o processo	
Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?		Sim, durante o processo	
Há identificação de partes sem percepção da unidade?		não	
Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)		não	
Importância do enquadramento visual.		pouca	

Só extraiu para o desenho as primitivas linhas de contorno da silhueta. Para além da extracção da silhueta que denota o reconhecimento da unidade, não há sinais que indiquem o reconhecimento de partes e sua ligação. Não se nota a utilização de regiões e as junções são evitadas pois forçam os limites da silhueta. Desenha a linha que distingue a cena visual do seu fundo.

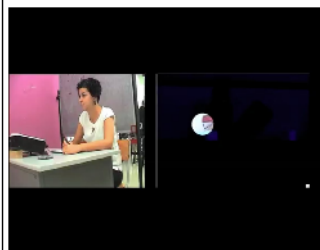
Nome: Catarina Sacramento



scan do desenho



Teste CS1

Data: 9/11/2010



1. início do desenho	centro
2. frequência do olhar para o papel	Uma vez (para recuperar um contorno)
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)	Sem dados
4. tipo de traço contínuo	X
interrompido	
5. busca visual	X
6. varrimento quebra de contorno	X
partes sem ligação	X
outro(s)	X
7. primitivas detecção/extracção	X
tipo	TODOS
desenha de acordo com o que a primitiva denota	X
8. partes circunscreve regiões (contorno/distinção)	X
espaço negativo	X
espaço positivo	X
reconhecimento das partes	X
ligação das partes	X
9. selecção de partes para traçar	X
frequência	X
10. contornos subjectivos	X
Notas 1:	
Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?	sim
Verifica-se adaptação do desenhador?	não
Há reconhecimento?	sim
Há predição?	sim
Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?	sim, na parte final do processo
Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?	sim, durante o processo
Há identificação de partes sem percepção da unidade?	sim
Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)	sim
Importância do enquadramento visual.	sim

Apesar do reconhecimento da unidade só se verificar no fim a desenhadora utiliza o enquadramento visual para proceder a um tipo de varrimento que é ao mesmo tempo uma busca visual. Ou seja, não deixa de traçar as linhas e as regiões que vão surgindo (respeitando as sugestões das junções) e simultaneamente procede a um varrimento das áreas próximas para de seguida encerrar um contorno (agrupar). Este encerramento pode ser perceptivo, não traçado. O resultado é um desenho com linhas de contorno sobrepostas.

Nome: Catarina Sacramento		Teste CS2		Data: 11/11/2010	
 <p>imagem do ficheiro gravado</p>					
1. início do desenho		centro			
2. frequência do olhar para o papel		Não se nota			
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)		-3 min.			
4. tipo de traço		X			
contínuo					
interrompido					
5. busca visual		X			
6. varrimento		X			
quebra de contorno					
partes sem ligação					
outro(s)					
7. primitivas		X			
detecção/extracção					
tipo		TODOS			
8. partes		X			
desenha de acordo com o que a primitiva denota					
circunscreve regiões (contorno/distinção)					
espaço negativo		X			
espaço positivo		X			
reconhecimento das partes		X			
ligação das partes		X			
9. selecção de partes para traçar		X			
frequência		X			
10. contornos subjectivos		X			
Notas 1:					
Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?		sim			
Verifica-se adaptação do desenhador?		não			
Há reconhecimento?		sim			
Há predição?		sim			
Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?		sim, durante o processo			
Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?		sim, durante o processo			
Há identificação de partes sem percepção da unidade?		sim			
Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)		sim			
Importância do enquadramento visual.		sim			

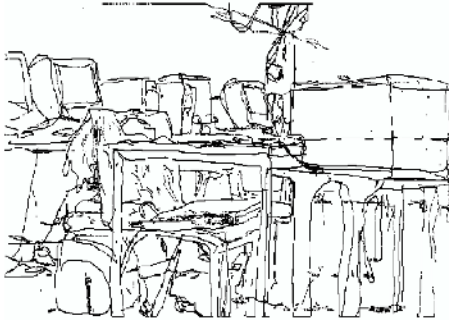
Há regiões que são reconhecidas como partes e que são encerradas apesar de não denotarem qualquer modelo não se integrando na

unidade. Este tipo de encerramento pode significar uma forma de continuar o desenho através de um varrimento baseado no traçar de linhas parecido com o que se verificou no teste nº1.

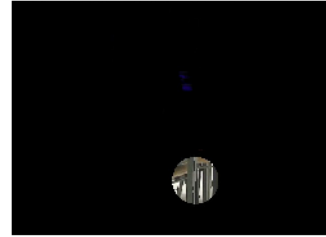
Nome: Filipa Wahnon (só ecrã)

Teste FW2

Data: 11/11/2010



desenho do ficheiro criado



1. início do desenho		centro		
2. frequência do olhar para o papel		Sem dados		
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)		0		
4. tipo de traço	contínuo			X
	interrompido			
5. busca visual				X
6. varrimento	quebra de contorno		X	
	partes sem ligação		X	
	outro(s)			
7. primitivas	deteção/extracção			X
	tipo	TODOS		
	desenha de acordo com o que a primitiva denota			X
8. partes	circunscribe regiões (contorno/distinção)			X
	espaço negativo	X		
	espaço positivo			X
	reconhecimento das partes			X
	ligação das partes			X
9. selecção de partes para traçar			X	
	frequência	X		
10. contornos subjectivos		X		

Notas 1:

Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?

sim

Verifica-se adaptação do desenhador?

não

Há reconhecimento?

sim

Há predição?

sim

Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?

Sim, durante o processo

Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?

Sim, durante o processo

Há identificação de partes sem percepção da unidade?

não

Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)

não

Importância do enquadramento visual.

sim

A desenhadora não circunscribe espaços negativos. A distinção é sempre relativa a um fundo e quando ocorre um varrimento é para fazer uma busca de distinções e um enquadramento visual. Deste modo todas as partes são identificadas como sendo parte da unidade.

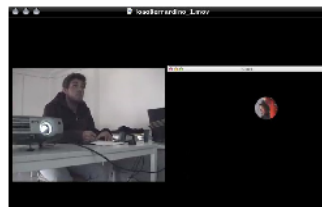
Nome: João Bernardino

Teste JB1

Data: 11/11/2010



scan do desenho



1. início do desenho		Centro/indiferente
2. frequência do olhar para o papel		Quando há interrupção do traço
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)		-30 segundos
4. tipo de traço	contínuo interrompido	X
5. busca visual		X
6. varrimento	quebra de contorno	X
	partes sem ligação outro(s)	X
7. primitivas	deteccção/extracção	X
	tipo	TODAS
8. partes	desenha de acordo com o que a primitiva denota	X
	circunscribe regiões (contorno/distinção)	X
	espaço negativo	X
	espaço positivo	X
	reconhecimento das partes	X
	ligação das partes	X
9. selecção de partes para traçar		X
	frequência	X
10. contornos subjectivos		X
Notas 1:		
Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?		sim
Verifica-se adaptação do desenhador?		quando não há ligação entre partes
Há reconhecimento?		sim
Há predição?		sim
Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?		sim, durante todo o processo
Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?		sim, idem
Há identificação de partes sem percepção da unidade?		não
Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)		sim
Importância do enquadramento visual.		sim

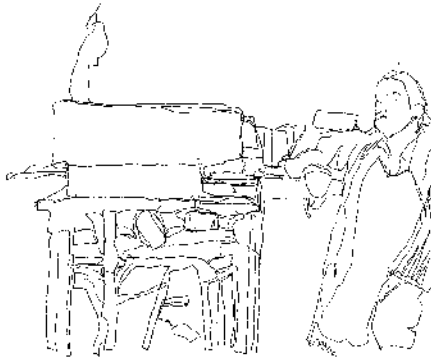
Quando o modelo é reconhecido, através do reconhecimento e relação entre diversas partes (enquadramento visual) o traço passa a fluir de acordo com a expectativa. Há áreas que são identificadas como borrões que não correspondem a nenhuma figura prevista e que são traçadas sem hesitação, denotando alguma adaptação ao processo – o desenhador aceita os borrões como parte do modelo apesar de não os identificar. Tem uma predição forte quanto ao que representa.

O maior obstáculo a este teste foi a urgência em terminar, como se pode verificar pela frequência com que olha para o relógio.

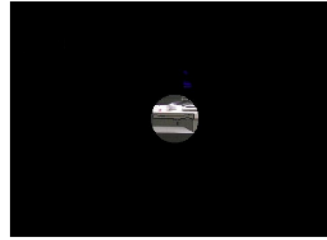
Nome: Mariana Vidigal

Teste MV1

Data: 11/11/2010



desenho do ficheiro criado



1. início do desenho
2. frequência do olhar para o papel
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)

centro

Sem dados

+ 2 min

4. tipo de traço	contínuo interrompido		X	
5. busca visual				X
6. varrimento	quebra de contorno		X	X
	partos sem ligação outro(s)		X	X
7. primitivas	detecção/extracção			X
	tipo	TODOS		
8. partes	desenha de acordo com o que a primitiva denota			X
	circunscreve regiões (contorno/distinção)			X
	espaço negativo	X		X
	espaço positivo			X
	reconhecimento das partes			X
	ligação das partes			X
9. selecção de partes para traçar			X	
	frequência	X		
10. contornos subjectivos				

Notas 1:

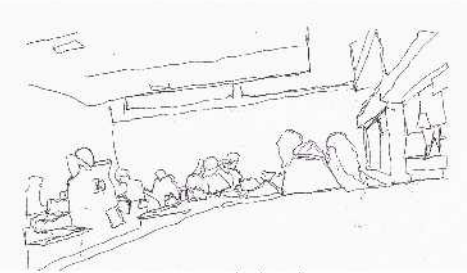
Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?	sim
Verifica-se adaptação do desenhador?	não
Há reconhecimento?	sim
Há predição?	sim
Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?	Sim, durante o processo
Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?	Sim, durante o processo
Há identificação de partes sem percepção da unidade?	não
Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)	Sim, reconhecidas quando em relação ao enquadramento visual
Importância do enquadramento visual.	sim

Desenha traçando as primitivas agrupando partes que reconhece. Quando deixa de reconhecer uma parte ou primitiva interrompe esse traço e inicia um novo numa parte que tenha reconhecido anteriormente até conseguir reconhecer, através de um varrimento orientado para o enquadramento visual, as partes que deixou por completar (na realidade se não se reconhecem não são partes, são antes regiões com agrupamentos incompletos).

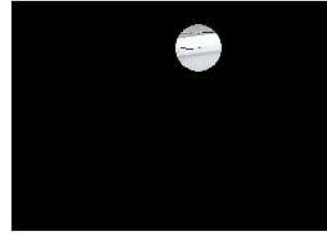
Nome: Mariana Vidigal (só ecrã)

Teste MV2

Data: 16/11/2010



Scanning do desenho



1. início do desenho
2. frequência do olhar para o papel
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)
4. tipo de traço

continua
interrompido

5. busca visual

6. varrimento
- quebra de contorno
partes sem ligação
outro(s)

7. primitivas

deteção/extracção
tipo

desenha de acordo com o que a primitiva denota
circunscreve regiões (contorno/distinção)

8. partes

espaço negativo
espaço positivo
reconhecimento das partes
ligação das partes

9. selecção de partes para traçar
- frequência

10. contornos subjectivos

Notas 1:

Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?

Verifica-se adaptação do desenhador?

Há reconhecimento?

Há predição?

Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?

Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?

Há identificação de partes sem percepção da unidade?

Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)

Importância do enquadramento visual.

Ao centro à direita

Sem dados

- 20 seg.

X

X

			X
		X	
		X	
			X

TODOS

			X
			X
X			X
			X
			X
X			
X			
X			

sim

não

sim

sim

Sim, durante o processo

Sim, durante o processo

não

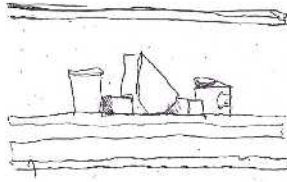
não

sim

Nome: Mauro Santos

Teste MS1

Data: 9/11/2010



scan do desenho



1. início do desenho
2. frequência do olhar para o papel
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)
4. tipo de traço
 - contínuo
 - interrompido
5. busca visual
6. varrimento
 - quebra de contorno
 - partes sem ligação
 - outro(s)
7. primitivas
 - detecção/extracção
 - tipo

Canto inferior esquerdo

Pouca, para verificar encerramentos

Sem dados

	X	
	X	
X		X
	X	
	X	
		X
Linhas, regiões, junções		
X		X
		X
		X
		X
X		
X		
X		

8. partes
 - desenha de acordo com o que a primitiva denota
 - circunscribe regiões (contorno/distinção)
 - espaço negativo
 - espaço positivo
 - reconhecimento das partes
 - ligação das partes

9. selecção de partes para traçar
 - frequência

10. contornos subjectivos

Notas 1:

Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?

sim

Verifica-se adaptação do desenhador?

não

Há reconhecimento?

sim

Há predição?

sim

Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?

sim, durante o processo

Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?

sim, durante o processo

Há identificação de partes sem percepção da unidade?

sim

Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)

sim

Importância do enquadramento visual.

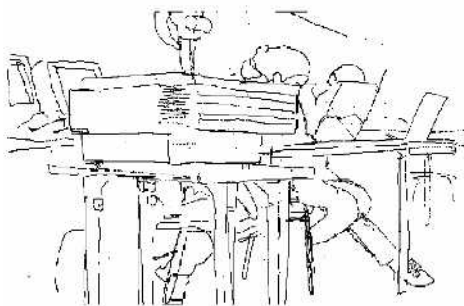
sim

Procede à extracção e contorno de saliências até reconhecer regiões que agrupa como partes. Contorna encerrando cada parte. Quando termina o processo de agrupamento indiciado pelos encerramentos de partes procede a um varrimento do campo visual através de cliques no plano até detectar uma saliência. A partir daí retoma o processo de reconhecimento e busca visual inicial. O processo de desenho deste estudante é acima de tudo um método de extracção e agrupamento de partes, denota a consciência da unidade. Verifica-se predição também no caso do varrimento que pressupõe a expectativa de encontrar primitivas.

Nome: Mauro Santos

Teste MS2

Data: 11/11/2010



desenho do ficheiro criado



1. início do desenho
2. frequência do olhar para o papel
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)
4. tipo de traço

contínuo

interrompido

X

X

5. busca visual

6. varrimento

quebra de contorno

partes sem ligação

outro(s)

7. primitivas

detecção/extracção

tipo

desenha de acordo com o que a primitiva denota

8. partes

circunscreve regiões (contorno/distinção)

espaço negativo

espaço positivo

reconhecimento das partes

ligação das partes

9. selecção de partes para traçar

frequência

10. contornos subjectivos

Notas 1:

Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?

sim

Verifica-se adaptação do desenhador?

não

Há reconhecimento?

sim

Há predição?

sim

Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?

sim, durante o processo

Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?

sim, durante o processo

Há identificação de partes sem percepção da unidade?

não

Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)

sim

Importância do enquadramento visual.

sim

Canto inferior esquerdo

Para situar a mão quando a levanta

3 min. 30 seg.

5. busca visual			X
6. varrimento			X
6.1. quebra de contorno			X
6.2. partes sem ligação		X	
6.3. outro(s)		X	
7. primitivas			X
7.1. detecção/extracção			X
7.2. tipo	TODOS		
7.3. desenha de acordo com o que a primitiva denota			X
8. partes			X
8.1. circunscreve regiões (contorno/distinção)	X		
8.2. espaço negativo			X
8.3. espaço positivo			X
8.4. reconhecimento das partes			X
8.5. ligação das partes			X
9. selecção de partes para traçar	X		
9.1. frequência	X		
10. contornos subjectivos	X		

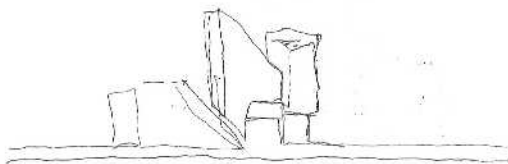
Como no teste nº 1 adopta um método de varrimento, desta vez logo ao início. Desta forma estabelece o seu enquadramento visual. Não é

uma estratégia muito útil: nas primeiras extracções teve que recorrer a novo varrimento (as primitivas eram na maioria borrões disformes). Agrupa as partes e traça a sua silhueta (reconhece o objecto) para de seguida traçar cada parte em separado.

Nome: Nelson Cristino (incompleto)

Teste NC1

Data: 09/11/2010



scan do desenho



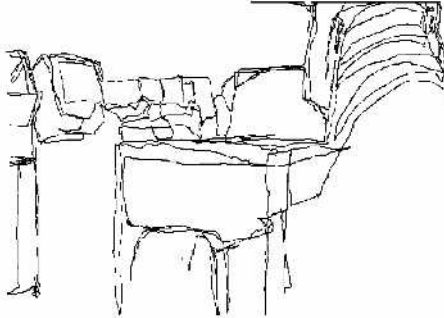
1. início do desenho		centro		
2. frequência do olhar para o papel		Não olha		
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)		Sem dados		
4. tipo de traço	contínuo		X	
	interrompido			
5. busca visual				X
6. varrimento	quebra de contorno		X	
	partes sem ligação			
	outro(s)			
7. primitivas	deteção/extracção			X
	tipo	TODOS		
8. partes	desenha de acordo com o que a primitiva denota			X
	circunscreve regiões (contorno/distinção)			X
	espaço negativo	X		
	espaço positivo			X
	reconhecimento das partes			X
9. selecção de partes para traçar	ligação das partes			X
	frequência		X	
10. contornos subjectivos		X		
Notas 1:				
Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?		sim		
Verifica-se adaptação do desenhador?		não		
Há reconhecimento?		sim		
Há predição?		sim		
Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?		Sim, durante o processo		
Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?		Sim, durante o processo		
Há identificação de partes sem percepção da unidade?		sim		
Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)		não		
Importância do enquadramento visual.		sim		

O desenhador circunscreve todas as partes que encontra e a sua busca visual parece ser orientada nesse sentido – encerrar contornos de espaços positivos. O reconhecimento para agrupar surge como consequência da segmentação, ou seja, ao isolar as partes reconhece quais são os contornos que pertencem a um ou a outro objecto e age de acordo com esse reconhecimento.

Nome: Nelson Cristino

Teste NC2

Data: 11/11/2010



desenho do ficheiro criado



1. início do desenho
2. frequência do olhar para o papel
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)
4. tipo de traço

Em baixo ao centro esquerda

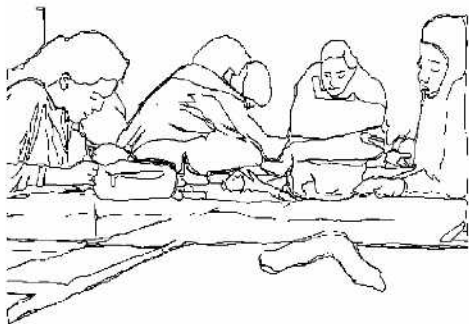
Não olha

- 1 min 42 seg.

4. tipo de traço	contínuo	X		
	interrompido			
5. busca visual				X
6. varrimento	quebra de contorno		X	
	partes sem ligação			
	outro(s)			
7. primitivas	deteção/extracção			X
	tipo	TODAS (acentua as linhas)		
8. partes	desenha de acordo com o que a primitiva denota		X	
	circunscreve regiões (contorno/distinção):		X	
	espaço negativo			X
	espaço positivo			
	reconhecimento das partes		X	
	ligação das partes			X
9. selecção de partes para traçar			X	
	frequência	X	X	
10. contornos subjectivos		X		
Notas 1:				
	Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?	sim		
	Verifica-se adaptação do desenhador?	não		
	Há reconhecimento?	Sim, mas pouco do modelo		
	Há predição?	sim		
	Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?	Sim, alguma durante o processo		
	Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?	Sim, durante o processo		
	Há identificação de partes sem percepção da unidade?	sim		
	Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)	sim		
	Importância do enquadramento visual.	sim		

O desenhador extrai as primitivas mas não traça sempre de acordo com o que denotam, tende a não respeitar as junções em favor das linhas rectas. Esta escolha resulta numa busca visual por ligações que se vão ultrapassando ao ignorar o que as junções denotam. Esta busca visual tem como objectivo completar as partes, não as encerrando mas reconhecendo-as. Há algumas interrupções nos contornos de partes (devido a oclusão) que são continuadas pelo traço. Não penso que seja um caso de adaptação, mas sim de continuidade, estas linhas são entendidas como estruturais.

Nome: Ricardo Dantas



desenho do ficheiro criado

Teste RD1

Data: 16/11/2010



1. início do desenho		Cima centro esquerda		
2. frequência do olhar para o papel		Não olha		
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)		- 32 seg.		
4. tipo de traço	contínuo interrompido	X		
5. busca visual				X
6. varrimento	quebra de contorno partes sem ligação outro(s)	X X		
7. primitivas	detecção/extracção			X
	tipo	TODOS		
	desenha de acordo com o que a primitiva denota			X
8. partes	circunscreve regiões (contorno/distinção)			X
	espaço negativo	X		
	espaço positivo			X
	reconhecimento das partes			X
	ligação das partes			X
9. selecção de partes para traçar			X	
	frequência		X	
10. contornos subjectivos		X		
Notas 1:				
Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?		sim		
Verifica-se adaptação do desenhador?		não		
Há reconhecimento?		sim		
Há predição?		sim		
Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?		Sim, durante o processo		
Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?		Sim, durante o processo		
Há identificação de partes sem percepção da unidade?		não		
Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)		não		
Importância do enquadramento visual.		sim		

Extrai primitivas e traça-as até formarem partes. Quando reconhece partes selecciona as primitivas que traça e procura outras regiões para agrupar. Quando identifica as partes do modelo regressa às regiões onde se encontram para as completar. A extracção é feita com recurso ao enquadramento visual.

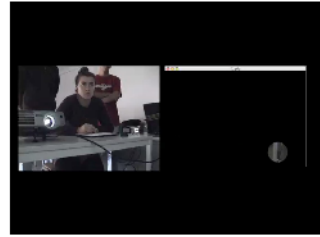
Nome: Susana Piteira

Teste SP2

Data: 11/11/2010



scan do desenho



1. início do desenho
2. frequência do olhar para o papel
3. duração (diferença entre tempo subjectivo e objectivo)

contro

Quando interrompe o traço, não sempre
40 seg.

4. tipo de traço	contínuo	X		
	interrompido			
5. busca visual				X
6. varrimento	quebra de contorno partes sem ligação outro(s)	X	X	
7. primitivas	deteção/extracção			X
	tipo	TODAS		
8. partes	desenha de acordo com o que a primitiva denota			X
	circunscreve regiões (contorno/distinção)			X
	espaço negativo		X	
	espaço positivo			X
	reconhecimento das partes			X
9. selecção de partes para traçar	ligação das partes		X	
	frequência		X	
10. contornos subjectivos		X		

Notas 1:

Verifica-se a percepção da continuidade (percepção da unidade)?	sim
Verifica-se adaptação do desenhador?	não
Há reconhecimento?	sim
Há predição?	sim
Há identificação do modelo? No final ou durante o processo?	sim, durante o processo
Há identificação de partes do modelo? No final ou durante o processo?	sim, durante o processo
Há identificação de partes sem percepção da unidade?	não
Há identificação de partes que não são reconhecíveis no modelo? (falhas na predição)	sim
Importância do enquadramento visual.	sim

Quando não reconhece a ligação das partes à unidade, desenha-as como partes separadas, isto é, não identifica continuidades e não desenha contornos subjectivos que denotem essa continuidade.

NOTA:

Penso que a qualidade da imagem deve ser melhorada, o que me faz questionar se devo usar o filtro da Camera Obscura fisicamente (ou só como metáfora).

Esquema para conclusão dos testes

