

**UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE BELAS-ARTES**



**DESIGN SIMBIÓTICO**  
Cultura Projectual, Sistemas Biológicos e Sistemas Tecnológicos

Paulo Jorge Martins Parra

**DOUTORAMENTO EM BELAS-ARTES**  
Design de Equipamento

2007



**UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE BELAS-ARTES**



**DESIGN SIMBIÓTICO**

Cultura Projectual, Sistemas Biológicos e Sistemas Tecnológicos

Paulo Jorge Martins Parra

**DOUTORAMENTO EM BELAS-ARTES**

**Design de Equipamento**

Tese Orientada pelo Prof. Associado Rogério Ribeiro e  
Co-Orientada pelo Prof. Doutor Paulo Cunha e Silva

2007



Dedico esta investigação à vida e aos meus pais que ma permitiram ter.



## **Agradecimentos**

Pela importância que teve ao longo da minha formação académica e humana e pela disponibilidade e amizade colocadas na orientação desta investigação, um agradecimento sincero ao Professor Rogério Ribeiro.

Ao Professor Paulo Cunha Silva, agradeço veemente a forma como acompanhou a orientação do presente trabalho.

À Faculdade de Belas Artes de Lisboa, nomeadamente ao Professor Miguel Arruda, agradeço o apoio concedido ao meu percurso académico.

A Suzana Póvoas e a Inês Secca Ruivo, o meu sincero agradecimento pela disponibilidade constante ao longo deste trabalho, designadamente na sua revisão.

Aos meus colegas e amigos, pela cumplicidade com que comigo cresceram.

Finalmente, não posso deixar de referir o apoio incondicional da minha família.



## Resumo

A presente investigação, *Design Simbiótico*, centra-se nas áreas da Cultura Projectual, da Biologia e da Tecnologia, pretendendo demonstrar que é possível estabelecer analogias evolutivas entre os sistemas biológicos e os sistemas tecnológicos e propondo uma coevolução simbiótica entre ambos, denominada pelo autor de *Cosimbiose*.

A dissertação desenvolve-se em quatro corpos principais, sendo que os três primeiros – “Evolucionismo Tecnológico”, “Visões Protéticas”, “Sistema Protético” – representam diferentes abordagens de conteúdo consideradas determinantes para o enquadramento teórico-prático de um conjunto de conceitos, incluindo alguns do autor (*Metodologias Biomórficas e Biotécnicas, Visões Protéticas, Sistema Protético, Objectos-Prótese, Biopróteses, Tecnopróteses, Seres Protéticos, Homo Sapiens Protheticus, Bioprotheticus e Tecnotheticus*) tidos como fundamentais para o desenvolvimento e enquadramento do último corpo da tese, no qual se apresenta o tema conclusivo do actual trabalho, “Design Simbiótico”.

Em “Design Simbiótico”, são identificadas, numa primeira fase dedicada ao *Evolucionismo Simbiótico*, as *metodologias simbióticas* aplicadas pelos sistemas biológicos; defendendo-se, seguidamente, o seu enquadramento no projecto, como elementos de relevo na concepção integrada dos sistemas tecnológicos. Nesse âmbito, o processo de simbiose é analisado em três direcções: *biosimbiose, tecnosimbiose e cosimbiose*, nomenclatura proposta pelo autor e à qual se acrescenta a noção de *superorganismo-simbiótico*, referente ao planeta Terra, do qual fazem parte integrante, para além dos sistemas biológicos, os sistemas tecnológicos e sócio-culturais. Questões energéticas, as relações entre simbiose e design e a relação Corpo/Objecto como sistema simbiótico são igualmente analisadas. Em *Projecto Simbiótico*, é apresentada uma metodologia passível de ser integrada em projectos com as características descritas, ilustrada por propostas projectuais do autor que se crê contribuir para a aplicação prática dos processos enunciados. Essa visão teórico-prática enquadra metodologias operativas específicas que permitem diminuir a distância entre os sistemas biológicos e os sistemas tecnológicos e visa proporcionar uma nova unidade projectual para o século XXI.



## Abstract

The present study, *Symbiotic Design*, focuses on Projectual Culture, Biology and Technology and aims either to show the possibility of establishing evolutionary analogies between biological and technological systems as well as to propose a symbiotic co-evolution between them, which the author calls *Cosymbiosis*.

This dissertation is divided into four parts and the first three – “Technological Evolutionism”, “Prosthetic Visions” and “Prosthetic System” – represent different content approaches considered to be decisive for the framing of a set of concepts, including some by the author (*Biomorphic and Biotechnical Methodologies, Prosthetic Visions, Prosthetic System, Objects-Prosthesis, Bioprotheses, Technoprotheses, Prosthetics Beings, Homo Sapiens Prostheticus, Bioprotheticus and Technoprotheticus*), either theoretically and practically. These concepts are themselves fundamental for the support and development of the final part, where the conclusion of this study, is presented – “Symbiotic Design”.

In a first phase of “Symbiotic Design”, devoted to *Symbiotic Evolutionism*, symbiotic methodologies used by biological systems are identified and, in sequence, since they are relevant elements within the context of technological systems integrated conception, their inclusion in the project is defended. In that scope, symbiosis process is analyzed in three directions: *Biosymbiosis, Technosymbiosis* and *Cosymbiosis*, a nomenclature proposed by the author, and which the notion of *Symbiotic Superorganism* is added to, that referring to our planet, the Earth, which biological, technological and social-cultural systems belong to. Energetic issues, the relationships between symbiosis and design and the Body/Object relationship, as a symbiotic system, are analyzed as well. Finally, “Symbiotic Project” presents a methodology, able to be used in similar projects, illustrated with some project proposals by the author, which he believes may contribute to the practical appliance of the described processes. That theoretical-practical vision comprehends a number of specific operative methodologies that may bridge the gap between biological and technological systems and provide a new projectual unit for the 21<sup>st</sup> century.



### **Palavras-Chave**

Design Industrial, Evolucionismo Tecnológico, Sistema Protético, Objectos-Prótese, Evolucionismo Simbiótico, Design Simbiótico.

### **Keywords**

Industrial Design, Technological Evolutionism, Prosthetic System, Objects-Prosthesis, Symbiotic Evolutionism, Symbiotic Design.



## ÍNDICE

<b>DESIGN SIMBIÓTICO</b> .....	<b>19</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>19</b>
<b>Estratégias Metodológicas</b> .....	<b>20</b>
<b>A – EVOLUCIONISMO TECNOLÓGICO</b> .....	<b>26</b>
I - EVOLUCIONISMO TECNOLÓGICO E VISÕES LITERÁRIAS E CIENTÍFICAS .....	28
1 - Metáforas Literárias e Científicas, Reconstruções Genealógicas, Visões Bioevolutivas, Tecnoevolutivas e Coevolutivas.....	28
1.1 - Homem-Cosmos e Homem-Máquina .....	29
1.2 - Evolucionismo Biológico e Tecnológico .....	31
1.3 - Darwin entre as Máquinas.....	39
1.4 - Ortogénese das Ferramentas.....	42
1.5 - Extensões do Homem .....	44
1.6 - Mecanologia, Mecanografia e Estética Mecânica.....	47
1.7 - Espécies Técnicas.....	52
1.8 - Sistema dos Objectos .....	56
1.9 - Sociologia dos Objectos .....	58
1.10 - Reino Técnico .....	60
1.11 - Genética do Objecto Industrial.....	63
1.12 - Coevolução e Idoneidade Tecnológica .....	65
II - EVOLUCIONISMO TECNOLÓGICO E METODOLOGIAS PROJECTUAIS .....	70
1 - Metodologias Biotécnicas e Biomórficas.....	70
1.1 - Metodologias Biotécnicas: Funcionalismo Orgânico e Biónica .....	72
1.2 – Metodologias Biomórficas: Streamlining e Biodesign.....	87
<b>B – VISÕES PROTÉTICAS</b> .....	<b>101</b>
I – VISÕES PROTÉTICAS E CULTURA PROJECTUAL .....	103
1 – Marco Vitruvius e o Espírito Clássico.....	104
1.1 – Autor e Obra .....	105
1.2 – Homem e Natureza .....	109
1.3 – Máquinas e Orgãos .....	112
2 – Leonardo da Vinci e o Espírito Renascentista.....	115
2.1 - Autor e Obra.....	116
2.2 – Renascimento do artista-engenheiro-autor .....	120
2.3 – Das Metodologias Técnicas às Biotécnicas.....	126
2.4 – Máquina como Corpo .....	135
2.5 – Corpo como Máquina .....	139
2.6 – Terra como Máquina .....	141
3 – Le Corbusier e o Espírito Moderno .....	142
3.1 - Autor e Obra.....	143
3.2 – L’Esprit nouveau .....	148
3.3 - Le Corbusier e o Deutsche Werkbunde.....	151
3.4 - Le Corbusier e a Exposição de Artes Decorativas .....	153

3.5 – Le Corbusier e <i>L'Art Décoratif d'Aujourd'hui</i> .....	155
3.6 - Necessidades-Tipo, Objectos-Tipo, ..... Objectos-Membros Humanos .....	159
3.7 - O Objecto Perfeito é um Organismo Vivo .....	165
3.8 - Modulor .....	167
II – VISÕES PROTÉTICAS E DESIGN INDUSTRIAL .....	171
1 - Sistema dos Objectos Técnicos .....	171
2 - Sistema das Próteses .....	176
3 – Design Industrial e <i>Visões Protéticas</i> .....	178
<b>C – SISTEMA PROTÉTICO .....</b>	<b>183</b>
I - SISTEMA PROTÉTICO E OBJECTOS-PRÓTESE .....	183
1 - Definição .....	184
2 - Objectos-Prótese .....	186
2.1 - Próteses .....	187
2.2 - Biopróteses .....	188
2.3 - Tecnopróteses .....	189
II - SISTEMA PROTÉTICO E SERES PROTÉTICOS .....	191
1 – Definição .....	191
2 - Seres Protéticos .....	192
2.1 - Homo Sapiens Protheticus .....	193
Aimee Mullins .....	193
2.2 - Homo Sapiens Bioprotheticus .....	200
Jacques Cousteau .....	200
2.3 – Homo Sapiens Tecnotheticus .....	211
Stephen Hawking .....	211
III - SISTEMA PROTÉTICO E DESIGN INDUSTRIAL .....	220
1 - Objectos-Prótese e Produção Industrial .....	220
Um exemplo histórico: o “Chopper” .....	220
1.1 - Próteses Industriais .....	222
1.1.1 - Ossur Flex-Foot Cheetah .....	223
1.1.2 - Doerset Orthopaedic .....	228
1.1.3 – WorldHeart Novacor LVAS .....	231
1.2 - Biopróteses Industriais .....	236
1.2.2 - Nike Air Go LWP .....	237
1.2.2-Tan Delta Force Fin .....	240
1.2.3 - Speedo Fastskin .....	243
1.3 - Tecnopróteses Industriais .....	247
1.3.1 - Sony Walkman TPS-L2 .....	247
1.3.2 - Motorola Micro Tac .....	251
1.3.3 - Macintosh PowerBook .....	255
2 - Projectos Protéticos .....	261
2.1 - Definição .....	263
2.2 - Metodologia .....	263
2.3 - Projectos Protéticos .....	264
2.3.1 - Walkhand .....	265
1.3.2- Morphos .....	268
1.3.3- Pedalinho .....	270

<b>D – DESIGN SIMBIÓTICO</b> .....	<b>274</b>
I - DESIGN SIMBIÓTICO E EVOLUCIONISMO SIMBIÓTICO .....	276
1 - Simbiose e Vida .....	277
2 - Biosimbiose, Tecnosimbiose e Cosimbiose.....	279
2.1 - Biosimbiose.....	280
2.2 - TecnoSimbiose.....	284
2.3 - Cosimbiose.....	286
3 - O Evolucionismo Biosimbiótico, Tecnosimbiótico e Cosimbiótico.....	290
4 - Simbionte - Planeta Simbiótico.....	297
5 – Mundo Global, Mundo de Simbiose .....	302
II – DESIGN SIMBIÓTICO E VISÕES SIMBIÓTICAS .....	310
1 - Simbiose e Energia.....	310
2 - Simbiose e Design.....	316
3 - Objecto e Corpo - Sistema Simbiótico.....	321
III – DESIGN SIMBIÓTICO E PROJECTO SIMBIÓTICO.....	326
1 - Definição .....	326
2 - Metodologia .....	327
3 - Projectos Simbióticos.....	330
3.1 - <i>Luva Bioluminescente</i> .....	331
3.2 - <i>Ser Simbiótico</i> .....	334
3.2.1. - Tecnosistema Simbiótico .....	336
3.2.2. - Biofato.....	336
3.2.3. - Sistema Comunicativo .....	339
3.3 – <i>EcoCar</i> .....	342
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>349</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>355</b>
<b>WEBGRAFIA</b> .....	<b>370</b>
<b>VIDEOGRAFIA</b> .....	<b>373</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>375</b>
<b>FONTES ICONOGRÁFICAS</b> .....	<b>383</b>



# ***DESIGN SIMBIÓTICO***

## ***Introdução***

Esta investigação pretende reforçar a demonstração de que é possível estabelecer analogias evolutivas entre os sistemas biológicos e os sistemas tecnológicos, isto é, que, na sua essência, os processos evolutivos propostos como subjacentes ao desenvolvimento das espécies biológicas podem, e devem, ser crescentemente aplicados no estudo do desenvolvimento das espécies tecnológicas.

Mas vai ainda mais longe, ao propor que o desenvolvimento da espécie humana se encontra actualmente dependente das espécies técnicas, sem as quais grande parte dos seres humanos não poderiam assegurar a sua sobrevivência e que este processo, designado pelo autor de *coevolução biotecnológica*, está neste momento cada vez mais presente na evolução humana. A nossa evolução biológica, segundo alguns antropólogos, estagnou e é sobretudo a evolução tecnológica que assegura a sua continuidade. A fusão destes processos evolutivos apresenta novos problemas mas pode, caso seja feita de forma coordenada, propor um novo equilíbrio dos seres humanos na relação com o seu ecossistema. Ou seja, a evolução tecnológica seria integrada nos processos de evolução natural, onde se sediou, aliás, inicialmente e de onde nunca deveria ter saído, à semelhança do que acontece com “outros” animais que integram as suas produções no seu ecossistema e de que não nos faltam exemplos; alguns deles, inclusive, apresentando complexidades bastante elevadas e que por vezes ainda constituem um mistério para nós e que podem ir da conhecida teia de aranha ou do ninho das abelhas ao dique do castor ou aos artefactos produzidos por algumas tribos de chimpanzés, estes na sua essência muito semelhantes aos produzidos pelos humanos no início da sua evolução técnica.

A larga experiência que a natureza evidencia ao resolver os mais complexos problemas através de soluções que demoraram por vezes milhares de anos a desenvolver têm de ser entendidas como um exemplo de desenvolvimento integrado e servir de referência à nossa cultura projectual. Nessa via, a simbiose, como método evolutivo em que a cooperação entre espécies, no sentido do cruzamento de sinergias, potencia as energias iniciais, é um elemento central, e deve ser, como aqui é defendido, um instrumento a

utilizar na cooperação entre os sistemas biológicos e os sistemas tecnológicos, produzindo uma evolução sustentada e integrada, livre das falsas oposições entre natural e artificial, orgânico e inorgânico, vivo e inerte. O sistema em que vivemos é uno e mais do que isso é um sistema vivo tal como foi provado por James Lovelock, e é nessa perspectiva integrada que surge a proposta, do autor, do *Design Simbiótico*, com vista a, assim, contribuir para o equilíbrio desse grande ser a que J. Lovelock chamou “Gaia” e que todos conhecemos como Planeta Terra.

### *Estratégias Metodológicas*

Esta dissertação desenvolve-se em quatro corpos principais, dos quais o “Evolucionismo Tecnológico” é o primeiro. Nele apresenta-se, numa primeira fase, uma síntese selectiva das propostas que de algum modo abordaram a questão da evolução tecnológica com perspectivas tão diversas como as da Literatura, da Antropologia, da Sociologia, da Filosofia, da Tecnologia e da Biologia. Visões diversificadas contribuem, em conjunto, para um gradual entendimento geral dos sistemas intrínsecos às evoluções tecnológicas numa abordagem paralela à das evoluções biológicas. Para o efeito, analisaram-se estudos evolutivos propostos para os sistemas biológicos e, complementarmente, efectuou-se um levantamento do estado actual dos estudos de evolução da tecnologia, para posterior análise comparativa, no sentido de se perspectivarem analogias evolutivas nos dois sistemas, visão *coevolutiva*, proposta pelo autor.

Esta análise permite, por conseguinte, entender, de um modo generalista, o panorama desenhado até ao presente, que, seguidamente, é complementado com o capítulo “Evolucionismo Tecnológico e Metodologias Projectuais”, que se debruça sobre os sistemas biológicos como fonte de inspiração para aplicações na cultura projectual. Para tal, o autor procedeu à análise de diversas metodologias projectuais que encontram na natureza o suporte para o desenvolvimento de produtos ou sistemas de produtos, identificando-as e propondo um sistema classificativo que permita uma maior compreensão dos seus processos e finalidades.

Com efeito, através deste estudo foi possível constatar que basicamente existem propostas metodológicas que retiram da natureza sugestões formais, posteriormente

aplicadas com maior ou menor rigor nos produtos ou sistemas projectados pelo Homem, e que o autor denominou de *metodologias biomórficas*, e existem propostas cuja inspiração incide sobretudo nas soluções técnicas que os sistemas naturais desenvolveram e que são aplicadas posteriormente nos produtos ou sistemas tecnológicos, e que o autor denominou de *metodologias biotécnicas*. Qualquer uma destas metodologias é ilustrada com exemplos de aplicações práticas em produtos e sistemas de produtos, de modo a entender-se melhor as potencialidades práticas da referida proposta.

O segundo corpo é denominado “Visões Protéticas”. Assenta na síntese conceptual de uma série de autores que, de algum modo, defenderam que parte ou a totalidade dos artefactos produzidos pelo homem poderia ser considerada como extensões dos seus utilizadores e classificada como “próteses”. Nesta perspectiva foram seleccionados como referência autores que defenderam e integraram *visões protéticas* na sua prática projectual em diferentes épocas da história do Homem. Com efeito, neste corpo, também dividido em dois capítulos, apresentam-se, numa primeira fase, três exemplos de autores que em “épocas” tão distintas como a Idade Clássica, o Renascimento ou, mais recentemente, o Movimento Moderno, defenderam esta visão dos artefactos como *extensões* ou *próteses*. Assim é possível verificar parte da evolução que estas visões sofrido e entender a sua relação directa com a cultura projectual. No segundo capítulo, aborda-se o modo como estas *visões protético* se têm cruzado com o design industrial, passando-se pela análise dos sistemas de objectos técnicos e das próteses e abordando-se, finalmente, os contributos de alguns designers que, de um modo teórico ou teórico-prático, defenderam esta aproximação a uma visão protética dos artefactos. Para tal, o autor recorre ao estudo de propostas contemporâneas no sentido de entender o actual estado destas visões, sendo que o autor se encontra incluído nesta abordagem, pois desde os primeiros momentos da sua prática projectual, ainda nos anos 80, optou por abordagens metodológicas segundo as quais os objectos a projectar eram considerados como prolongamentos ou extensões do corpo humano.

Esta sua prática e as resultantes reflexões posteriores conduzem-nos à matéria do terceiro corpo deste estudo em que o autor propõe um sistema classificativo a que

chamou *Sistema Protético* (título do terceiro corpo) em que procura sistematizar este universo protético, visto que, embora outros autores o tivessem já defendido, não existia, segundo o autor deste trabalho, uma proposta que apresentasse um método classificativo que permitisse uma maior operatividade neste universo. Para tal foram por si estudados os diversos artefactos que potencializam o corpo humano, artefactos que o autor denominou como *Objectos-Prótese* e, depois de os analisar segundo a sua função, separou-os em três grandes grupos: Próteses, *Biopróteses* e *Tecnopróteses*. Torna-se assim possível apresentar, conseqüentemente, numa primeira fase, um instrumento classificativo que representa o cruzamento entre o universo das próteses e o vastíssimo universo da cultura material.

Com o propósito de se enquadrarem na prática os conceitos atrás enunciados, no segundo capítulo deste corpo com o título “Visões Protéticas e Seres Protéticos”, o autor analisa o vasto espectro de utilizadores destes três grupos de *Objectos-Prótese*, procedendo à selecção de três casos reais, que se configuram como paradigmáticos de cada um dos grupos: *Homo Sapiens Protheticus*, *Homo Sapiens Bioprotheticus* e *Homo Sapiens Tecnoprotheticus*, respectivamente, Aimee Mullins, Jacques Cousteau e Stephen Hawking personalidades que, pelas suas características, são integradas no universo dos *seres protéticos*, ou seja, dos seres que durante a sua vida utilizaram de forma sistemática *próteses*, *biopróteses* ou *tecnopróteses*, casos de estudo que permitem a confirmação da metodologia classificativa proposta pelo *Sistema Protético*.

No terceiro capítulo deste corpo, estudam-se as relações do *Sistema Protético* com o design e a produção industrial. Foi feita uma selecção de produtos disponíveis no mercado que não só integraram nos seus processos de concepção metodologias de design como correspondem às propostas incluídas no *Sistema Protético*. Nesse âmbito, é desenvolvido o estudo da evolução do produto, assim como analisadas as suas características mais importantes no que respeita à potencialização do corpo humano.

No último capítulo, com título de “Objectos-Prótese e Projecto Protético” são apresentados projectos desenvolvidos pelo autor em que as metodologias e visões protéticas foram aplicadas desde o início e de uma forma consciente, na concepção do projecto. Esta análise pretende definir um instrumento metodológico que possa

contribuir para melhorar as relações operativas entre os produtos e os seus utilizadores, ilustrando, desse modo, o conceito do autor: “De uma estética das formas para uma estética das relações”.<sup>1</sup>

O quarto e último corpo do estudo aborda o “Design Simbiótico”, tema proposto pelo autor e conclusivo da presente investigação, que pretende identificar as *metodologias simbióticas* aplicadas pelos sistemas biológicos e propô-las como elementos de relevo na concepção integrada dos sistemas tecnológicos. Para tal, o primeiro capítulo analisa o processo evolutivo da simbiose biológica definindo posteriormente três direcções: *biosimbiose*, *tecnosimbiose* e *cosimbiose*, nomenclatura proposta pelo autor e que se refere aos processos simbióticos nos sistemas naturais, a *biosimbiose*, nos sistemas tecnológicos, a *tecnosimbiose* e, finalmente, a *cosimbiose* em que são estudadas e defendidas as aplicações destes processos simbióticos em sistemas de cooperação entre elementos biológicos e tecnológicos. Esta análise é, no âmbito do presente tema, considerada basilar, na medida em que explora e sublinha a importância da aproximação, através de estudos de carácter científico efectuados sobre os sistemas biológicos, das áreas da Biologia e da Tecnologia. Ou seja, aplicando-se metodologias projectuais que partilham de um tronco comum – a simbiose –, torna-se possível aproximar, através de processos de Design, os sistemas biológico e tecnológico, permitindo assim caminhar para uma coabitação plena de ambos os sistemas. Nesse contexto, é ainda analisado o planeta Terra como um grande *organismo simbiótico*, do qual passam a fazer parte integrante, para além dos sistemas biológicos, os sistemas tecnológicos e sócio-culturais. Ou seja, nessa perspectiva, o planeta Terra passa a ser entendido como um organismo em evolução, do qual fazem parte integrante todos os diferentes sistemas que em si habitam. Estudos como os efectuados pelos cientistas Heinrich Anton de Bary, Edouard Le Roy, Pierre Teilhard de Chardin, Edward Suess, Vladimir Ivanovich Vernadsky, Ivan E. Wallin, Lynn Margulis ou James Lovelock foram especialmente analisados pelo autor, na medida em que se entendem como determinantes para a progressiva compreensão e elaboração dos processos propostos. Nomeadamente, no que respeita à referência de algumas etapas do desenvolvimento do grande organismo Terra, com principal destaque para o aparecimento e

---

<sup>1</sup> Paulo Parra, «Objectos nómadas» in *Cadernos de Design*, n<sup>o</sup>4, Lisboa, Centro Português do Design, 1992. p.63.

desenvolvimento da vida biológica, que se desloca tendencialmente do simples para o complexo. O mesmo fenómeno evolutivo é defendido pelo autor no que respeita aos sistemas tecnológicos. Nessa medida, são analisados alguns dos factores da história mais recente do planeta que possam ter contribuído para o seu desenvolvimento (biológico e tecnológico), como, por exemplo, a construção de um mundo global, factor potencializador do *simbionte* Terra; nomenclatura atribuída pelo autor para definir o grande organismo *biotecnológico* terrestre.

O segundo capítulo deste último corpo cria uma primeira reflexão sobre as *Visões Simbióticas*, em que são analisadas questões como a das relações entre simbiose e energia, entendendo-se esta como a mais universal manifestação e a primeira razão para a existência da simbiose e, por outro lado, analisa-se a sua importância no desenvolvimento dos próprios sistemas tecnológicos. Nesse contexto, são comparados diversos dispêndios energéticos do corpo humano em exercício, assim como, o modo como os sistemas tecnológicos podem potencializar as suas prestações, ou até minimizar os seus consumos, melhorando a qualidade de vida do Homem, ao mesmo tempo que, através da sua simbioses com os sistemas tecnológicos, se reduzem os impactos energéticos por si provocados. Nessa visão, a relação do corpo humano com os objectos é proposta como um *sistema simbiótico*, em que o Design se assume como elemento de charneira.

Finalmente, no último capítulo, dedicado ao *Projecto Simbiótico*, é apresentada uma metodologia operativa que tem por objectivo a implementação prática, na cultura projectual, das considerações desenvolvidas ao longo deste estudo, possibilitando-se, desse modo, uma maior compreensão e divulgação dos processos a si inerentes. Para tal, são ilustrados três projectos desenvolvidos pelo autor, a que os pressupostos inerentes ao conceito de *Design Simbiótico* são aplicados, com níveis de complexidade diversificados. Essa abordagem visa contribuir para a gradual difusão e aplicação prática dos processos estudados e defendidos neste corpo do trabalho. Por intermédio dessa aplicação projectual, o autor procura, através da experimentação, a constatação dos princípios por si defendidos ao longo de um trabalho que se pretende com uma componente teórico-prática. Esta visão enquadra metodologias operativas específicas que permitem, através da capacidade operativa do Design, diminuir a distância entre os

sistemas biológicos e os sistemas tecnológicos, proporcionando uma nova unidade projectual para o século XXI.

## ***A – EVOLUCIONISMO TECNOLÓGICO***

Evolução biológica é um tema que tem merecido muitas considerações e especulações ao longo do tempo. O mesmo sucede com a noção de evolução tecnológica que, nomeadamente, deriva de analogias estabelecidas com o caso biológico. A aplicação da palavra “evolucionismo” nos sistemas biológicos é atribuída a Charles Darwin (1809-1882) e deriva do conceito de “transformismo” desenvolvido por Jean-Baptiste de Lamarck. Mas anterior a este conceito existe o de “progressão” aplicado nos estudos geológicos efectuados a partir do Séc. XVIII. A partir de meados do Séc. XIX, com a revolução industrial, difunde-se a noção de progresso técnico. Este princípio é seguramente anterior às teorias *darwinianas* como é defendido no capítulo do livro de James Ferguson com o nome “Art Progress”<sup>2</sup>. Isto é, a transferência de terminologias e conceptualizações do mundo biológico para o mundo tecnológico é muito mais comum do que o que é tradicionalmente assumido e, nesse âmbito, evolucionismo tecnológico assume-se como uma corrente defendida por reputados pensadores das mais diversas áreas das manifestações humanas.

As *visões bioevolucionistas* de J. B. Lamarck e C. Darwin, as metáforas literárias de Samuel Butler e Gerald Herd, as reconstruções genealógicas de August-Henry Pitt-Rivers e de André Leroi-Gourham, as *visões tecnoevolucionistas* de Jacques Lafitte, Gilbert Simondon, Jean Baudrillard e Abraham Moles ou as *visões coevolucionistas* de Gilbert Hottois, Yves Deforge e Luciano Gallino, são algumas das propostas que nos podem fazer compreender estas relações, e entender o próprio Evolucionismo Tecnológico. Com efeito, ao longo da História, a noção de *evolucionismo* tem sido aplicada quer ao estudo do desenvolvimento dos sistemas biológicos quer ao de outras áreas do conhecimento humano, nomeadamente relacionadas com o estudo evolutivo dos sistemas tecnológicos.

Figura 1

---

<sup>2</sup> Philip Steadman, *L'evoluzione del design – L'analisi biologica in architettura e nelle arti applicate*, Napoli, Ed. Liguori, 1988, p.115.

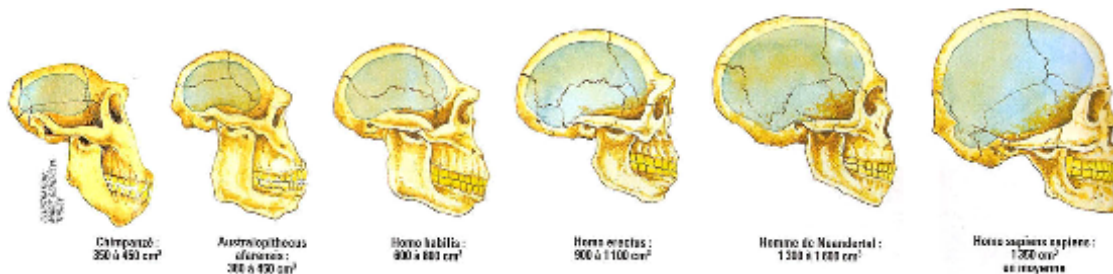
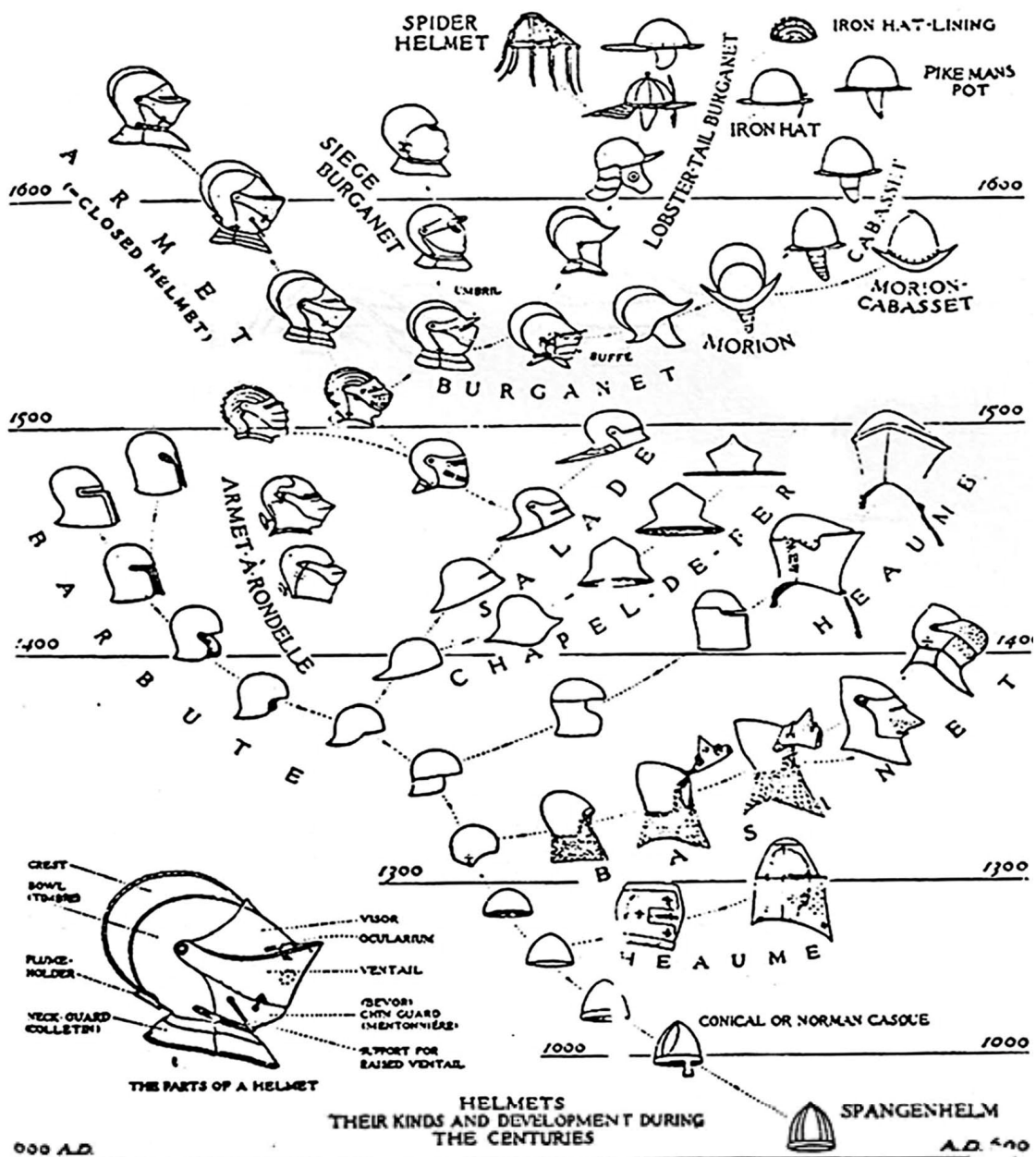


Figura 1 – Em cima: Evolução do elmo por Bashford Dean (1915). Em baixo: Evolução comparativa do volume cerebral desde o Chimpanzé até ao Homem Moderno.

## I - EVOLUCIONISMO TECNOLÓGICO E VISÕES LITERÁRIAS E CIENTÍFICAS

### 1 - Metáforas Literárias e Científicas, Reconstruções Genealógicas, Visões Bioevolutivas, Tecnoevolutivas e Coevolutivas

As analogias entre as teorias evolutivas nos sistemas vivos e nos sistemas tecnológicos foram alvo, no último século, de um grande desenvolvimento; ao ponto de se poder falar de um Darwinismo Tecnológico<sup>3</sup>. Algumas das propostas de explicação da *evolução biológica* seriam também e, depois de convenientemente adaptadas, aplicadas à explicação da evolução tecnológica tendo dado origem ao *evolucionismo tecnológico*. O contrário também aconteceu e é do conhecimento comum que, tal como já foi referido, esse processo foi desenvolvido nos estudos de C. Darwin e também J-B. Lamarck. Mais fáceis de constatar são as analogias formais com a natureza produzidas ao longo da evolução dos *sistemas tecnológicos*. Na realidade tentou-se, desde tempos imemoriais, *antropomorfizar* e *zoomorfizar* a máquina, estratégia essa inicialmente decorrente da necessidade de a tornar um elemento aparentemente menos agressivo e mais facilmente reconhecível, mas também da vontade do Homem se reproduzir artificialmente.

Esta visão humanizada da máquina é uma corrente evolutiva que começa nos sistemas mecânicos e hidráulicos da antiguidade clássica, basta lembrarmo-nos, a título de exemplo, das máquinas com formas antropomórficas de Heron de Alexandria, e que, passando por inúmeras etapas, chega aos nossos dias representada pelos extraordinários robots antropomórficos desenvolvidos pela Honda ou pelos robots zoomórficos desenvolvidos e comercializados pela Sony, que, ao assumirem a forma de cão, representam a segunda fase do animal doméstico artificializado, visto o conceito de animal doméstico ser já ele próprio uma produção humana.

---

<sup>3</sup> Metáfora retirada do *darwinismo biológico* de C. Darwin e por extensão também aplicada por Christopher Alexander à arquitectura ou seja *darwinismo arquitectónico*. Philip Steadman, *op. cit.*, p.225.

## 1.1 - Homem-Cosmos e Homem-Máquina

“Detenhamo-nos, pois, mais pormenorizadamente, nos mecanismos da Máquina humana”<sup>4</sup>.

Julien de la Mettrie, 1747

No Aristotelismo, a Natureza apresenta-se como um ideal a ser seguido pelas produções humanas, ou seja, a arte é encarada como *imitatio naturae*. Nesta perspectiva, as artes mecânicas seriam uma tentativa para, nos seus movimentos, imitar ou simular a natureza. Mas, enquanto esta possui dentro de si o princípio do movimento indefinido, os produtos da arte, movidos por um princípio externo, serão apenas tentativas de imitação do movimento natural. Esta teoria, liga-se ao princípio aristotélico da *espécie*, segundo o qual um produto da natureza (árvore) é classificado como sendo dotado de uma *forma primária*, enquanto que um produto da arte (mesa) apresenta apenas uma *forma secundária*<sup>5</sup>. Estes princípios originaram, porém, no pensamento antigo e medieval um preconceito que desvirtuou as produções humanas. A arte não passaria, assim, de uma espécie de apêndice da natureza, que a completaria, transformando-a, mas nunca a poria em causa. A arte, portanto, seria o homem acrescentado à natureza (“*ars est homo additus naturae*”)<sup>6</sup>. Se a física de Galileu constitui o momento, como refere Paul-Laurent Assoun, “em que o esquema (modelo) mecânico se impõe como chave de decifração do mundo” e em que “a uma Natureza confusa se sobrepõe, entre 1600 e 1640, o modelo de uma Natureza mecanicista” (i. e. contínua e articulada como um “relógio” ou um mecanismo)<sup>7</sup>, René Descartes (1596-1650), com os seus animais-máquinas, irá alargar as implicações desses princípios ao Homem – ou melhor, ao corpo, ao que no Homem existe de animal ou de comum ao animal.

Com efeito, o pensamento cartesiano apresentará a proposta de que os produtos da arte não são na verdade inferiores aos naturais. Pelo contrário, R. Descartes defende que é o produto da arte, a máquina, que serve de modelo para conceber e compreender a

<sup>4</sup> Julien Offray de la Mettrie, *O Homem-Máquina*, Lisboa, Ed. Estampa, 1989, p.86.

<sup>5</sup> Paolo Rossi, *Os Filósofos e as Máquinas 1400-1700*, São Paulo, Ed. Schwarcz Ltda., 1989, p.115.

<sup>6</sup> Idem, p.116.

<sup>7</sup> J. de la Mettrie, *op. cit.*, p.25.

natureza, ou seja, à luz da ideia de que é para se compreender o funcionamento do corpo humano que se recorre à máquina. Como refere no *Traité des Passions de l'Âme*, art.º 30: “Deus fabricou o nosso corpo como uma máquina e quis que ele funcionasse como um instrumento universal, laborando sempre da mesma maneira e de acordo com as suas próprias leis”<sup>8</sup>. Como veremos posteriormente esta visão filosófica já tinha sido defendida por Leonardo da Vinci através dos seus estudos e escritos em anatomia.

Posteriormente, Johannes Kepler chegará a proferir: “A finalidade que aqui me proponho é afirmar que a máquina do universo não é semelhante a um divino ser animado, mas semelhante a um relógio”<sup>9</sup>. A imagem do relógio universal levará à progressiva extensão do modelo mecânico a todo o comportamento orgânico e esta será a linha de desenvolvimento que nos conduzirá, da tese cartesiana, ao “*Homme-machine*” de Julien Offray de la Mettrie (1709-1751)<sup>10</sup>, em que o corpo animal, e conseqüentemente o corpo humano, é encarado como uma verdadeira máquina.

Em todo este percurso histórico, não podemos deixar de assinalar o espantoso desenvolvimento dos autómatos do século XVIII, altamente mecanizados e habitualmente destinados a animar as festividades da corte. Estes contribuem decisivamente para superar a imagem da máquina como um objecto aterrador. Entre os mais notáveis autómatos estão os de Jaques Vaucanson, construídos entre 1738 e 1741, em Paris. Esta associação da máquina à figura humana e animal contribuiu para desenvolver a tendência para considerar a máquina como um modelo dos seres vivos, tendência que, como já foi referido, encontrará o seu expoente máximo na teoria defendida por La Mettrie, no seu livro *L'Homme-machine*, uma autobiografia e em simultâneo uma síntese do *materialismo*, publicado em 1747, obra que, apesar de gerar uma vasta onda de repúdio, foi editada onze vezes durante a segunda metade do séc. XVIII<sup>11</sup>. Como o próprio autor refere: “Quanto ao nascimento do Mr. Machine serei tão breve quanto possível. (...) Pura máquina, homem-planta, homem-máquina, homem mais do que máquina: eis os títulos que ele patenteia, de que se orgulha e que

---

<sup>8</sup> *Ibidem*.

<sup>9</sup> P. Rossi, *op. cit.*, p.117.

<sup>10</sup> J. de la Mettrie, *op. cit.*

<sup>11</sup> J. de la Mettrie, *op. cit.*, p.17.

mais ambiciona”<sup>12</sup>. É nestes termos que Julien Offray de la Mettrie representa o seu nascimento como «Homme-machine» (Mr. Machine). E, mais adiante, acrescenta: “Falar-vos-ei também da sua educação, mas não sei o que dizer da de uma máquina. Cada um vai por si, e a máquina segue também o seu caminho.” E continua, acrescentando: “Uma vez montada, ela desempenha o seu papel até cair de lado. Ela rege-se pelos seus próprios princípios: foi o que também fez o Mr. Machine. Prolongou os seus esforços e estudos, ou melhor manobras por Paris, Leyde e Reims, até chegar a um termo. Foi declarado doutor em M (medicina): digam lá se não é uma honra que baste a uma máquina?”<sup>13</sup>.

Para La Mettrie, a naturalidade do prazer e a relação de prazer entre mecanismos são garantidas por uma lei de funcionamento dos mecanismos baseada no prazer. Segundo Fernando Guerreiro: “em *Surveiller et Punir* (III, cap.I), Michel Foucault refere que a descoberta do corpo é uma das consequências da ética do mecanicismo;”<sup>14</sup>. Apesar de o *materialismo* não ter sido considerado uma doutrina filosófica até à segunda metade do séc. XIX, altura em que Karl Marx faz uma leitura da sua continuidade e história, publicada em *A Sagrada Família*, a nova prática teórica do discurso do materialismo mecanicista de La Mettrie apresenta duas marcas específicas: a inscrição do Sujeito como Sujeito do seu discurso (e da Teoria) e a metáfora como conceito no discurso<sup>15</sup>.

## 1.2 - Evolucionismo Biológico e Tecnológico

“Dei o nome de selecção natural a este princípio de conservação ou de persistência do mais apto. Este princípio conduz ao aperfeiçoamento de cada criatura relativamente às condições orgânicas e inorgânicas da sua existência; e, por conseguinte, na maior parte dos casos, ao que poderemos considerar como um progresso de organização”<sup>16</sup>.

Charles Darwin, 1859

---

<sup>12</sup> Idem, p.11.

<sup>13</sup> Idem, p.12.

<sup>14</sup> Idem, p.38.

<sup>15</sup> Idem, pp.32-34.

<sup>16</sup> Charles Darwin, *Origem das Espécies*, Porto, Ed. Lello & Irmão, p.121.

O conceito de *evolução orgânica*, descoberta fundamental do pensamento científico, foi inicialmente introduzido em 1809 pelo fundador da “*biologia*”, Jean-Baptiste A. P. de Monnet Lamarck (1744-1829), com a sua *Philosophie Zoologique*<sup>17</sup> e com o seu conceito de “*transformismo*”, posteriormente desenvolvido por C. Darwin e publicitado, em 1859, na *Origem das Espécies*. Mas já o avô de C. Darwin, Erasmus Darwin, tinha publicado nos finais do século XVIII, *Zoonomia* (1794) e *The Temple of Nature* (1803), obras que embora um pouco romanceadas, apresentavam uma visão muito desenvolvida da origem e da vida e do homem<sup>18</sup>.

Mas foi, efectivamente, com a *Origem das Espécies* que esta teoria se divulgou ao nível do grande público. Com efeito, esta obra foi um êxito de popularidade. A primeira tiragem esgotou-se no dia em que foi posta à venda. O facto de estar escrita de uma forma simples possibilitou-lhe uma grande difusão e aceitação, pois o grande público, mais até do que a comunidade científica, estava disposto a aceitar a teoria da evolução, passível de ser associada à noção de *progresso*, noção tão em voga na época<sup>19</sup>.

Como referem Richard C. Lewontin e Richard Lewis no seu artigo “Evolução”: “A biologia foi o último domínio da vida intelectual a incorporar a visão evolutiva do mundo, em parte por causa da ameaça directa do princípio da superioridade única do homem”<sup>20</sup>. Anterior à noção de evolução biológica, temos o conceito de *progressão*, desenvolvido no século XVIII a partir do estudo das camadas geológicas e do progresso que os fósseis apresentavam nas camadas superiores em relação às inferiores. Mas é a partir de 1840, com a revolução industrial que se assiste à grande difusão da noção de *progresso*, associada à evolução dos meios tecnológicos<sup>21</sup>. A noção de *progresso técnico* é o resultado de repetidos processos históricos de prova e erro por parte dos artesãos e projectistas<sup>22</sup>. Este princípio é seguramente anterior às teorias darwinianas e deve inclusive tê-las influenciado, pois, como já foi referido,

---

<sup>17</sup> P. Steadman, op. cit., pp.168-175.

<sup>18</sup> Richard C. Lewontin e Richard Lewis, “Evolução”, *Enciclopédia Einaudi Vol. 6*, Lisboa, Ed. Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1985, p.249.

<sup>19</sup> AAVV, *O Darwinismo Hoje*, Lisboa, Ed. Dom Quixote, 1981, p.24.

<sup>20</sup> R. C. Lewontin e R. Lewis, op. cit., p.249.

<sup>21</sup> AAVV, op. cit., 1981, p.24.

<sup>22</sup> Entende-se por projectistas o conjunto de operadores nas áreas da engenharia, da arquitectura e do design.

quer C. Darwin, quer J. B. Lamarck, recorreram a analogias do mundo tecnológico para compreenderem o mundo biológico. Esta é a noção de *progresso* à qual James Ferguson no seu livro *True Principles of Beauty in Art* de 1849 dedica um capítulo com o nome “Art Progress”<sup>23</sup>.

Isto é, a evolução do conhecimento faz-se a partir dos sucessos anteriormente testados dos quais os insucessos foram geralmente afastados. Um bom exemplo disto é a construção de navios em que trabalham continuamente milhares de anónimos artesãos e mecânicos, produzindo, a pouco e pouco e com o seu esforço combinado, um produto que só é substancialmente alterado quando um *inventor genial* propõe grandes progressos. Mas como se processa a posterior passagem do *evolucionismo orgânico* para o *evolucionismo tecnológico*? Grande parte dos novos utensílios são cópias dos modelos anteriores, assegurando-se assim a exacta reprodução do modelo tradicional. Temos aqui o *princípio da hereditariedade genética*. Esta transmissão morfológica é o equivalente, nos sistemas tecnológicos, à herança genética dos sistemas biológicos, ou seja, o *tipo* (enquanto padrão) tanto se transmite com as *instruções genéticas* como com a *cópia*.

Segundo Platão, o mundo físico era uma simples miragem. O que existia eram ideias ou formas imutáveis e os objectos existentes no mundo físico eram apenas sombras mutáveis e deformadas daquelas *essências* permanentes e inalteráveis. Significava isto que, a mudança e a variação eram meras ilusões e o genuíno consistia realmente em *tipos* fixos, permanentemente distintos uns dos outros. Assim, as *mesas físicas* podiam diferir umas das outras, mas a *mesa essencial – mesa ideal* –, o *tipo* distinto que se encontra por debaixo de todas essas diferenças, está fixado de uma vez para sempre. É um estereótipo permanente que sobrevive à mudança e transcende a variação. Já para Aristóteles, e como já foi anteriormente referido, a mesa (um produto da arte) é apenas uma *forma secundária*, pois a árvore (um produto da natureza) é que é classificada como uma *forma primária*<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.115.

<sup>24</sup> P. Rossi, *op. cit.*, p.115.

Três conceitos centrais estão na génese do *darwinismo*, o das *espécies*, o da *adaptação* e o da *evolução* que, unidos, ajudam a formular a sua *teoria da evolução biológica*.

Apesar de todos estes conceitos já existirem individualmente antes de C. Darwin<sup>25</sup>, foi no entanto este autor quem os desenvolveu e articulou de um modo inovador.

No primeiro conceito, o de *espécies*, estão presentes três princípios fundamentais: a noção de *tipo*, ou seja, os indivíduos da mesma espécie correspondem a um tipo geral do qual eles são um exemplo; a noção de *classificação*, ou seja, espécies similares podem ser agrupadas em géneros e géneros similares podem ser agrupados em famílias; e, finalmente, a noção de *hierarquia* de capacidades, ou seja, as espécies existem em inúmeros modos, do mais elementar vegetal até ao mais complexo animal, com os seres humanos a ocupar o topo da escala. O segundo conceito, o de *adaptação*, pressupõe que os indivíduos se adaptam às condições de vida de modos diferentes, uns mais do que outros, e que é dessa diferença entre a capacidade adaptativa que nasce a própria diferença entre as *espécies*.

Finalmente, o terceiro conceito, o da ideia de *evolução*, sem dúvida o mais complexo, pressupõe que os organismos evoluíram a partir de um tronco comum, através de um processo de *selecção natural*. A *selecção natural* é um conceito que assenta em três premissas diferentes: a primeira é que existem variações fisiológicas, morfológicas e comportamentais nos indivíduos de cada espécie – *princípio da variação*; a segunda é que essa variação individual é hereditária, isto é, transmitida de geração em geração, ou seja, os descendentes parecem-se mais com os pais do que com os indivíduos não consigo relacionados – *princípio da hereditariedade*; e a terceira é que variantes diferentes deixam diferente número de descendentes – *princípio da selecção natural*, este último baseado no *princípio malthusiano*<sup>26</sup> segundo o qual os organismos se multiplicam, ultrapassando as capacidades do ambiente, o que leva à *luta pela sobrevivência*. Ou seja, o princípio da *selecção natural* é uma consequência da *variação hereditária*, da *multiplicação* e da *luta pela sobrevivência*. Temos assim uma cinemática do processo evolutivo. A dinâmica provém da *luta pela sobrevivência*.

---

<sup>25</sup> Jonathan Howard, *Darwin*, Oxford, Ed. Oxford University Press, 1982, p.14.

<sup>26</sup> Thomas Robert Malthus, *An Essay on the Principle of Population*, London, 1798

C. Darwin inicia a *Origem das Espécies* com um capítulo dedicado às variações nos animais domésticos extrapolando em seguida para as variações na natureza. Como refere: “O poder de selecção, de acumulação, que possui o homem, é a chave deste problema; a natureza fornece as variações sucessivas, o homem as acumula em certas direcções que lhe são úteis”<sup>27</sup>. A sua metodologia partiu da observação directa, primeiro dos animais domésticos e posteriormente de pequenas reservas naturais através das quais pôde compreender determinadas variações da natureza. A idealização *newtoniana*, característica das ciências desde o século XVII, foi substituída pelo trabalho de campo baseado na observação.

Pouco depois da publicação de *Origem das Espécies*, K. Marx, um grande admirador de C. Darwin, apelava a uma história crítica da tecnologia, escrita segundo as linhas evolucionistas. K. Marx acreditava que esse caminho demonstraria o pouco que a revolução industrial devia ao trabalho dos inventores individuais. A invenção era um processo social, argumentava K. Marx, assente na “acumulação de muitos melhoramentos menores e não no heróico esforço de alguns génios”<sup>28</sup>. K. Marx chega a afirmar em *O Capital* (1867-1877): “Darwin canalizou a atenção para a história da tecnologia natural, quer dizer sobre a formação dos órgãos das plantas e dos animais considerados como meios de produção para a vida”<sup>29</sup>.

Já na *teoria lamarkiana*, dois princípios são facilmente transponíveis para uma teoria da evolução dos sistemas tecnológicos: o inerente impulso no sentido de uma complexidade crescente e a força modeladora do ambiente. Do primeiro, podemos depreender que tal como os *sistemas biológicos*, também os *sistemas tecnológicos* tendem progressivamente para um mais alto grau de desenvolvimento. O segundo refere que os sistemas biológicos alteram as suas características em função das “circunstâncias”, isto é, do meio, transmitindo-as aos seus sucessores. Ainda mais evidente é a aplicação deste conceito de “uso e desuso” à evolução dos *sistemas tecnológicos*. Parece, em suma, que a transferência de terminologias e conceptualizações do mundo biológico e zoológico para o mundo dos artefactos é

---

<sup>27</sup> C. Darwin, *op. cit.*, p.27.

<sup>28</sup> George Basalla, *The Evolution of Technology*, Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1988, p.21.

<sup>29</sup> Gilbert Hottois, *Le Signe et la Technique*, Paris, Ed. Aubier Montagne, 1984, p.163.

uma prática mais consolidada e credível do que o previsto. Mas também é geralmente aceite que o contrário possa acontecer. Como já foi referido, o próprio C. Darwin o terá aplicado aos estudos que desenvolveu sobre a evolução natural, estudos esses inspirados em observações da selecção artificial, que tinha alcançado níveis de grande eficácia na Inglaterra do seu tempo. Mais evidentes ainda são as influências que a observação do mundo da técnica exerceu sobre as teorias de J-B. Lamarck na sua *Philosophie Zoologique*.

A primeira aplicação prática dos conceitos do *evolucionismo darwiniano* no domínio da cultura material, como veremos posteriormente, partiram de estudos efectuados no domínio da arqueologia e antropologia, dos quais se destacam os efectuados por A-H. Pitt-Rivers, a partir de 1906, e bastante aperfeiçoados posteriormente por A. Leroi-Gourham<sup>30</sup>. Nas sociedades primitivas, os artefactos constituem, de facto, a cópia dos modelos precedentes, assegurando a reprodução exacta dos *tipos* no interior destas sociedades, fundamentadas na estabilidade não só social, mas também das formas de produção material. Estes *tipos* são mantidos na memória humana colectiva.

Algumas das “cópias”, porém, apresentam ligeiras *variações* porque não foram copiadas fielmente. Quando estas *variações* apresentam alguma vantagem particular verifica-se a tendência para serem preservadas ou seleccionadas, tornando-se posteriormente modelos para novas reproduções. Este é o princípio *darwiniano da variação*<sup>31</sup>, em que indivíduos apresentam características diferentes (algumas vantajosas em termos de luta pela sobrevivência, outras desvantajosas por vezes introduzidas “ao acaso”. O mecanismo de selecção tentará garantir a difusão das características vantajosas para a sobrevivência da *espécie* e a eliminação das desvantajosas. Um dos factores que interfere nesta selecção é o ambiente ou meio envolvente, assim como as funções que são necessárias a um determinado organismo, seja biológico ou tecnológico. Altera-se uma característica (acidentalmente ou não)

---

<sup>30</sup> André Leroi-Gourham, *Evolução e Técnicas, 1-O Homem e a Matéria*, Lisboa, Ed. 70, 1984; André Leroi-Gourham, *Evolução e Técnicas, 2-O Meio e as Técnicas*, Lisboa, Ed. 70, 1984; André Leroi-Gourham, *O Gesto e a Palavra, 1-Técnica e Linguagem*, Lisboa, Ed. 70, 1987; André Leroi-Gourham, *O Gesto e a Palavra, 2-Memória e Ritmos*, Lisboa, Ed. 70, 1987.

<sup>31</sup> C. Darwin, *op. cit.*, p.7.

enquanto todas as outras se mantêm fixas. Esta passará a ser fixa se não for rejeitada durante o processo evolutivo, isto é, se for apropriada à função.

Posteriormente às teorias evolucionistas de Darwin, poderemos ainda estabelecer uma analogia entre as distinções feitas em biologia com o genotipo, descrição da espécie através da hereditariedade biológica e o fenotipo, incarnação física daquilo que é descrito num único corpo orgânico. Estas definições aplicadas ao evolucionismo tecnológico permitem uma interpretação das relações existentes entre um simples artefacto e o *tipo geral* de que o artefacto é apenas um exemplo<sup>32</sup>. Um caso exemplificativo pode ser a moderna produção de motociclos da Harley Davidson. Estes veículos são construídos segundo um projecto elaborado pelos designers da marca. Nos anos setenta, alguns destes modelos foram transformados pelos próprios utilizadores, nas suas garagens, em “choppers”. Com efeito, ninguém sabe quem inventou a “chopper”, uma tipologia de moto característica dos EUA e tão bem ilustrada no filme *Easy Rider*, de Dennis Hopper, em 1969. Mas os factores “ambientais”, produzindo “variações” sobre os modelos de série levaram, pelo seu sucesso, a Harley Davidson a incorporar alguns dos seus elementos estéticos e técnicos na sua produção seriada, isto é, esses elementos passaram a ser “características hereditárias”. Ou seja, aquilo que eram inicialmente características de um fenotipo, a “chopper” peça única, passou posteriormente a fazer parte de um genotipo, modelos da Harley, com um mesmo projecto, comum a todos, herdado do fenotipo inicial.

Com a passagem para as sociedades modernas verificou-se o aparecimento de uma *cultura projectual*, na qual uma das vertentes caracterizadoras é o conjunto de instruções normalizadas e registadas num suporte, isto é, o desenho técnico que permite a correcta transmissão da informação correspondente ao *tipo técnico*.

A utilização metafórica do conceito de selecção permite a aplicação dos efeitos selectivos produzidos pelo homem nos produtos por ele realizados, mas também uma perspectiva da progressiva adaptação das manufacturas através da relação entre forma, função e ambiente, muito bem sistematizada no trabalho de Philip Steadman<sup>33</sup>. A centralidade das manufacturas é pois, considerada como elemento primário na

---

<sup>32</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.113.

<sup>33</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.83.

evolução dos sistemas tecnológicos. Estas serão o equivalente aos animais e plantas nos estudos da evolução biológica as quais são organizadas por famílias, permitindo uma reconstrução genealógica<sup>34</sup>.

A evolução material tende a organizar-se do simples ao complexo, do homogéneo ao heterogéneo, o que permite organizar as manufacturas temporalmente dos ascendentes aos descendentes, possibilitando assim uma leitura da sua evolução e constituindo-se como a génese do *evolucionismo tecnológico* com os mesmo pressupostos do *evolucionismo biológico*. Como refere P. Steadman, “(...) A evolução cultural, e particularmente a evolução tecnológica, é vista como uma fase que continua a evolução biológica do homem, procede por mecanismos diferentes, e é sobreposta ao processo genético darwiniano”<sup>35</sup>.

Acerca da evolução comparativa, Theodosius Dobzhanski esclarece: “Para serem capazes de voar eles (os pássaros que descendem de antepassados que não voavam) tiveram que evoluir durante milhões de anos. O homem tornou-se o voador mais potente de todos construindo máquinas voadoras e não reconstruindo o seu génotipo. As adaptações da espécie pela cultura são infinitamente mais rápidas que a adaptação pela modificação genética”<sup>36</sup>. Como afirma Paulo Cunha e Silva: “(...) o progresso deixará de ser visto como uma realização de natureza exclusivamente tecnológica, mas sobretudo, de natureza cultural.”<sup>37</sup>

Um dos investigadores que levou mais longe a via da *síntese evolucionista*, foi o filósofo Wolfgang Stegmüller (n.1923), na sua obra *Hauptstromungen der Gegenwartsphilosophie*, Vol. II, na qual as três secções mais extensas se chamam: *Die Evolution des Kosmos* (A Evolução do Cosmos), *Die Evolution des Lebens* (A Evolução da Vida), *Die Evolution des Wissens* (A Evolução do Conhecimento). W. Stegmüller afirma que a informatização universal da sociedade e potencialmente da humanidade é tão importante como a invenção da sexualidade para a vida ou da linguagem, aquando da mutação decisiva da bio-evolução à logo-evolução (evolução

---

<sup>34</sup> G. Basalla, *op. cit.*, p.50.

<sup>35</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.168.

<sup>36</sup> G. Hottois, *op. cit.*, p.135.

<sup>37</sup> Paulo Cunha e Silva, *O Lugar do Corpo – Elementos Para Uma Cartografia Fractal*, Lisboa, Instituto Piaget, 1999, p.38.

histórico-cultural). Uma e outra – a sexualidade e a linguagem – modificaram e amplificaram extraordinariamente as possibilidades combinatórias e as formas de transmissão e armazenamento de informação, base motora da criatividade biológica e cultural. Ora, com o desenvolvimento das técnicas informáticas, nós assistimos a uma nova mutação e amplificação<sup>38</sup>.

Todas as pesquisas desenvolvidas em volta do *cyborg*, da simbiotecnia do homem e da máquina, como a possibilidade de introduzir microcomputadores no cérebro, que, segundo J. McCarthy, levadas a cabo com sucesso “constituirão um salto evolucionista completo da espécie”<sup>39</sup>. Colectiva ou individual, a mutação cibernantrópica é evocada igualmente por Stanislaw Lem: “Ela será tão importante como a passagem a homo sapiens”<sup>40</sup>.

### 1.3 - Darwin entre as Máquinas

“Os animais têm os seus membros em casa, no seu próprio corpo, enquanto os dos homens estão perdidos e iludem-nos com a separação, hoje aqui, amanhã ali, em várias partes do Mundo – alguns estão à mão, para uso acidental enquanto outros estão a milhares de quilómetros. Uma máquina é só um membro suplementar; Esta é a finalidade de todas as máquinas”<sup>41</sup>.

Samuel Butler, 1872

Uma das referências incontornáveis nos estudos relativos ao evolucionismo tecnológico é sem dúvida Samuel Butler (1835-1902), contemporâneo de C. Darwin e um dos primeiros a aplicar as suas teorias evolucionistas ao mundo das máquinas. Essa abordagem verifica-se, de uma forma evidente, no ensaio intitulado *Darwin among the Machines* que, em 1863, S. Butler escreveu para o jornal *The Press*<sup>42</sup>. Esse artigo,

---

<sup>38</sup> G. Hottois, *op. cit.*, pp. 480 ss.

<sup>39</sup> G. Hottois, *op. cit.*, p.137.

<sup>40</sup> *Ibidem*.

<sup>41</sup> Samuel Butler, *Erewhon*, London, Ed. Penguin Classics, 1985, p.223.

<sup>42</sup> Cellarius (pseudónimo de Samuel Butler), *Darwin among the Machines*, Christchurch (New Zealand), Ed. The Press, 1863. Este ensaio foi rescrito e ampliado por S. Butler e republicado com o título *The Mechanical Creation*, The Reasoner, London, 1865. Nota retirada de Philip Steadman, *op. cit.*, p.176.

reescrito e publicado posteriormente em *The Mechanical Creation e Lucubratio Ébria*<sup>43</sup>, constituiria mais tarde a base da obra *The Book of the Machines*, o qual por sua vez dá origem aos capítulos 23, 24 e 25 do livro *Erewhon*, publicado em 1872<sup>44</sup>, e cujo título insinuoso é baseado na inversão da palavra “nowhere”, ou seja “em lado nenhum”. S. Butler, romancista, filósofo, pintor e músico, era filho de um clérigo britânico e depois de uma zanga com seu pai em 1860, estabeleceu-se na Nova Zelândia como fazendeiro, local onde viveu quatro anos. De regresso a Inglaterra decide, em 1872, publicar *Erewhon*, obra essa baseada em alguns dos seus textos anteriores e nas cartas que escrevera ao seu pai aquando da estadia na Nova Zelândia. As ideias expressas no capítulo *The Book of Machines* do livro de S. Butler não só reflectem, pela primeira vez, a aplicação das ideias evolucionistas de C. Darwin às máquinas, como ampliam a relevância da noção “sobrevivência do mais adaptado”, conceito transposto do mundo natural para o mundo mecânico, reflectindo não só a influência da teoria de C. Darwin, mas levantando questões sobre a natureza do *progresso* na sociedade industrial de meados do século XIX.

A teoria de C. Darwin, com efeito, é perfeitamente compatível e aplicável ao reino mecânico. A história da tecnologia está cheia de exemplos de máquinas evoluindo lentamente ao longo do tempo, substituindo modelos antigos, de vestígios de estruturas mostrando mecanismos que perderam as suas funções originais, enfim de máquinas empenhadas numa *luta pela sobrevivência*. Os criadores de animais ou de plantas que praticam a selecção artificial, escolhendo certas espécies para reprodução, fazem precisamente o mesmo que os construtores de máquinas e os industriais fazem com a vida mecânica quando planeiam uma proposta tecnológica<sup>45</sup>. A comparação metafórica das teorias evolucionistas da biologia permite a análise genealógica dos artefactos quer pela aplicação do conceito de *uso e desuso*, de raiz *lamarkiana*, quer pela noção da existência de um mecanismo de selecção aplicado pelo homem, que permite a sobrevivência dos organismos tecnológicos mais adaptados, este de influência *darwiniana*, constituindo-se assim os fundamentos estruturados de um *evolucionismo tecnológico*.

---

<sup>43</sup> Samuel Butler, *Lucubratio Ebria*, Christchurch (New Zealand), Ed. The Press, 1865.

<sup>44</sup> S. Butler, *op. cit.*, 1985.

<sup>45</sup> G. Basalla, *op. cit.*, p.16.

Mas não é só em relação ao evolucionismo tecnológico que *Erewhon* é uma obra precursora. Também a *visão protética* é claramente defendida na sua obra, isto é, a máquina como um órgão extracorporal, ou seja, como um prolongamento do corpo humano. Tal como S. Butler refere: “Olhem para o homem que escava com a pá: o antebraço direito alongou-se artificialmente e a mão tornou-se uma junção. A pega da pá é como que uma maçaneta na extremidade do úmero; a haste é o osso e a chapa oblonga de ferro é a nova forma da mão, que permite ao seu possuidor remover a terra de um modo impossível para a sua mão original.” E acrescenta seguidamente de uma forma visionária: “Uma máquina é só um membro suplementar; está aqui a natureza e a finalidade das máquinas”<sup>46</sup>. Na sua obra *Evolution, Old and New*, de 1882, declara explicitamente que os utensílios e os organismos pertencem ao mesmo gene, e que a finalidade do seu livro era defender que os órgãos, tal como os utensílios, resultavam de um mesmo processo<sup>47</sup>. Esta visão das máquinas como “membros adicionais”, confere ao ser humano o carácter de uma criatura exomórfica que se prolonga a cada instante para o exterior do seu próprio corpo, representando assim, os “membros adicionais”, um patamar superior do desenvolvimento humano.

Defendendo a possibilidade de aparecimento de uma consciência mecânica, este autor antecipa algumas preocupações que caracterizam o final do séc. XX, como sejam a inteligência artificial e o debate entre natural/artificial. Acerca deste tema, S. Butler afirma: “A casca do ovo da galinha é feita de uma delicada porcelana branca e é tanto uma ‘máquina’ como o é uma taça para o ovo: a casca é um dispositivo para conter o ovo, tal como a taça para o ovo, para conter a casca: são duas fases de uma mesma função”<sup>48</sup>. Ainda mais ousada é a utilização, por S. Butler, da expressão “vida mecânica”, que já procura reconhecer a autonomia de um universo que, como os reinos animal e vegetal, se podia prestar unicamente a classificações segundo *géneros*, *subgéneros* e *espécies*: “Não existe provavelmente nenhuma máquina conhecida que não seja mais que um protótipo da futura ‘vida mecânica’”. E seguidamente acrescenta: “As máquinas do presente não estão mais para o futuro do que os primeiros

---

<sup>46</sup> S. Butler, *op. cit.*, 1985, p.223.

<sup>47</sup> Samuel Butler, *Evolution, Old and New*, Londres, 1921, p.7.

<sup>48</sup> S. Butler, *op. cit.*, 1985, p.199.

“sauriaus” para o homem. A maior delas será provavelmente muito diminuta no seu tamanho”<sup>49</sup>. Essa autonomia seria mais tarde defendida, entre outros, por J. Lafitte<sup>50</sup> e G. Hottois<sup>51</sup>.

A obra de S. Butler levanta algumas questões que ultrapassam a simples leitura metafórica, propondo pela primeira vez um princípio metodológico e científico que será posteriormente desenvolvido por outros autores aqui apresentados. Com efeito, a visão de S. Butler constituiu um veículo de difusão destas temáticas. As suas ideias inspiraram as populares novelas de ficção científica do séc. XIX e XX, em que as máquinas ultrapassam e suplantam os seres humanos, cujo processo evolucionário parece aparentemente estagnado tal como é defendido por algumas correntes da Antropologia<sup>52</sup>, com o aparecimento de novas formas de tecnologia potencialmente capazes de se auto-reproduzirem, como os computadores e os robots. A influência das suas ideias, mesmo que indirectamente, pode ainda ser verificada nos mais recentes ensaios que propõem uma nova relação simbiótica entre organismos naturais e artificiais, tema central deste estudo.

#### 1.4 - Ortogénesis das Ferramentas

“O Coronel Lane Fox sustenta vivamente a aplicação dos métodos de racionalização da biologia ao estudo das origens, filogenia, etionomia das artes e do género humano, e a sua recolha demonstra que os produtos da inteligência humana podem ser convenientemente classificados em famílias, géneros, espécies e variedades e deverão ser assim reagrupados se as suas semelhanças e os seus desenvolvimentos forem examinados”<sup>53</sup>.

Henri Balfour, 1906

---

<sup>49</sup> Idem, p.202.

<sup>50</sup> Jacques Lafitte, *Réflexions sur la Cience des Machines, Cahiers de la Nouvelle Journée*, Tome 21, Ed. Librairie Bloud et Gay, Paris, 1932, p.109.

<sup>51</sup> G. Hottois, *op. cit.*

<sup>52</sup> Tal como é defendido por André Leroi-Gourham, na sua obra. Para mais informações consultar subcapítulo “Extensões do Homem”.

<sup>53</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.120.

A partir de 1860, começa, então, a ser elaborada em pormenor uma teoria biológica dos artefactos e sua evolução, originada por antropólogos que se interessam pelos aspectos culturais e materiais do homem, podendo-se destacar três nomes de referência deste percurso da cultura evolucionista: Herbert Spencer, Lewis Henry Morgan e Edward B. Taylor. Este último assumiu o primeiro leitorado de Antropologia em Inglaterra e esteve ligado à instalação do Museu Etnográfico, em Oxford, constituído a partir do espólio da colecção do General A-H. Pitt-Rivers, que realizou uma das primeiras recolhas de artefactos primitivos, organizada segundo um esquema evolutivo<sup>54</sup>. A relação dos artefactos com o corpo humano e com o desenvolvimento social, foi um ponto importante para as primeiras investigações antropológicas. August-Henry Lane-Fox Pitt-Rivers foi pioneiro num estudo comparativo da cultura material.

O seu estudo da evolução científica dos elementos materiais das culturas antigas, que viria a ser publicado em 1906 com o título *The Evolution of the Culture*<sup>55</sup>, é inspirado no seu trabalho militar e parte do estudo dos progressos verificados no rendimento e na construção das armas de fogo. Firmemente convencido de que os artefactos eram prolongamentos dos membros humanos e de que, através do seu estudo, seria possível observar o processo de evolução natural, dedicou-se a individualizar artefactos específicos, para ilustrar o seu desenvolvimento. Com o propósito de evitar dispersões, resumiu o trabalho ao estudo dos artefactos das culturas antigas, apresentando a proposta de uma teoria evolucionista geral dos artefactos humanos. A sua ideia era demonstrar que utensílios aparentemente separados na sua forma e na sua função podiam na realidade ser “geneticamente” ligados, através de um certo número de formas de transição<sup>56</sup>.

Todavia, A-H. Pitt-Rivers não teve em conta a origem geográfica, cultural ou temporal dos objectos, facto esse que dificulta ou impossibilita a leitura dos seus significados simbólicos no contexto dos relacionamentos criados com os indivíduos que os usaram ou com o seu meio ambiente. Por essa razão, o seu estudo não foi muito considerado

---

<sup>54</sup> *Ibidem*.

<sup>55</sup> A. Lane-Fox Pitt-Rivers, *The Evolution of Culture and other Essays*, Oxford, Ed. J. L. Myres, 1906.

<sup>56</sup> Idem, p.44, imagem 3 e p.142, imagem 15. Nestas figuras ilustram-se as relações evolutivas das armas australianas com a passagem da “malga” ao “boomerang”.

pelos antropólogos modernos. Além disso, o seu trabalho apresentava algumas lacunas difíceis de preencher, como seja a questão das transferências tecnológicas, através de fenómenos migratórios, ou, mais recentemente, através da escrita e do desenho ou da difusão da imprensa. A sua teoria evolutiva não responde certamente a uma série de perguntas a que a moderna “taxonomia”, baseada em várias condicionantes como a forma, a função, o lugar e a data de origem, tenta responder, mas há que admitir que mesmo hoje a *taxonomia tecnológica*, assim como a *taxonomia biológica*, não consegue responder a todas as questões.

### 1.5 - Extensões do Homem

“Este empenhamento do utensílio e do gesto em órgãos exteriores ao homem tem todas as características de uma evolução biológica, já que se desenvolve no tempo, tal como a evolução cerebral, por adição de elementos que permitem aperfeiçoar o processo operatório sem se eliminarem mutuamente”<sup>57</sup>.

André Leroi-Gourham, 1964

A mão está na génese do desenvolvimento da espécie humana. Se nos primatas, salvo raras excepções, o gesto e o utensílio são um mesmo, com o desenvolvimento dos primeiros antropídeos, o utensílio separa-se do gesto, e a mão prolonga-se no “*chopper*”<sup>58</sup>. Como refere A. Leroi-Gourham: “A mão deixa de se tornar utensílio para se tornar motor”<sup>59</sup>. Se numa primeira fase a mão está em motricidade directa, na segunda fase ela já se encontra em motricidade indirecta, através de sistemas simples de alavancas, como é o caso do propulsor utilizado para as lanças. A passagem para sistemas mais complexos como os arcos, ou posteriormente os guindastes, são as fases seguintes em que a desmultiplicação de forças e o grau de precisão é cada vez mais sofisticado. Com o aparecimento das primeiras máquinas automotoras, como os moinhos, a força motriz abandona o braço humano. A máquina torna-se então

<sup>57</sup> André Leroi-Gourham, *O Gesto e a Palavra, 2-Memória e Ritmos*, Lisboa, Ed. 70, 1987, p.39.

<sup>58</sup> Pedra de sílex elaborada pelos antropídeos, com os bordos cortantes. Ao que parece a utilização do “*chopper*” relaciona-se com o acto de comer e deve-se à necessidade de criação de uma ferramenta que auxiliasse os mais idosos (e sem dentes) a cortar a carne. Verificando-se esta consideração, podemos concluir que os primeiros utensílios fabricados pelo Homem eram próteses, neste caso, dentárias.

<sup>59</sup> A. Leroi-Gourham, *op. cit.*, p.38.

mecanicamente autónoma. Como refere Paulo Cunha e Silva “Na perspectiva de uma ecologia do corpo que fundamente uma ecologia da motricidade, uma ecologia do corpo em acção, encontramos vários sinais indicadores desta dependência entre o corpo e o lugar. Um deles é o «comportamento exploratório», que o corpo motor estabelece com o objectivo de testar qual a melhor configuração ou movimento para a tarefa desejada.”<sup>60</sup>

Segundo A. Leroi-Gourham: “O processo que projecta progressivamente alguns dos instrumentos para o exterior do homem surge tão nítido como o que caracteriza o utensílio manual: as acções dentais passam para a mão que maneja o utensílio amovível, em seguida este último afasta-se ainda mais, e, finalmente, na máquina manual é uma parte do gesto que se destaca do braço”<sup>61</sup>. E continua: “A primeira conquista do metal foi uma vitória da mão, a conquista do vapor consagrou definitivamente a exteriorização do músculo”<sup>62</sup>. Finalmente, ao accionar máquinas automáticas, a mão exterioriza não só o gesto e a motricidade como a memória, a qual surge representada em programas previamente instalados. Como defende A. Leroi-Gourham, a transferência do utensílio e do gesto para os órgãos exteriores ao homem tem todas as características de uma evolução biológica<sup>63</sup>. A utilização de utensílios pressupõe a existência de uma memória. Ao nível animal essa memória, tal como o utensílio e o gesto, confunde-se com o comportamento orgânico. No caso do homem, a exteriorização, primeiro do utensílio e depois do gesto, levou progressivamente também à exteriorização da memória. E tal como refere novamente A. Leroi-Gourham: “(...) agora, trata-se pois, de seguir as etapas que marcam uma libertação operatória, tão avançada nas sociedades actuais, que acabou por atingir não só o utensílio, mas também o gesto, a memória das operações e a própria programação, na máquina, na mecânica automática e na aparelhagem electrónica, respectivamente”<sup>64</sup>.

A noção de *utensílio* deve ser retomada a partir do mundo animal, pois a acção técnica está presente noutros animais, pelo que não será possível limitá-la às nossas produções

---

<sup>60</sup> Paulo Cunha e Silva, *op. cit.*, p.161.

<sup>61</sup> A. Leroi-Gourham, *op. cit.*, p.43.

<sup>62</sup> *Idem*, p.44.

<sup>63</sup> *Idem*, p.39.

<sup>64</sup> *Idem*, p.34.

técnicas. Como refere A. Leroi-Gourham: “No caso do animal o utensílio e o gesto confundem-se num único órgão em que a parte motora e a parte actuante não mantêm entre si qualquer solução de continuidade. (...)” E argumenta seguidamente: “O facto do utensílio humano ser amovível e as suas características não serem específicas mas sim étnicas, não altera fundamentalmente a questão”<sup>65</sup>. De salientar ainda que em toda a escala animal, desde os invertebrados ao Homem existem processos técnicos naturais com níveis de complexidade variáveis. Na maior parte dos animais o utensílio e o gesto encontrem-se no mesmo órgão ou membro mas noutros, o utensílio é amovível.

A aproximação a uma ortogénese das ferramentas, a partir de análises de reconstruções esquemáticas das manufacturas, tem conhecido desenvolvimentos e hipóteses muito específicas, como a de A-H. Pitt-Rivers, com uma primeira aproximação a uma análise científica da evolução dos artefactos ou a de A. Leroi-Gourham, Prof. Titular da cadeira de Pré-história no Colége de France, antropólogo especializado no comportamento material do homem, situando-se simultaneamente numa perspectiva paleontológica e etnológica, que estabelece, através de analogias com algumas evoluções paleontológicas, um facto *técnico generalizado*. Defendendo a existência do objecto, na medida em que este está integrado numa cadeia de gestos, num comportamento técnico geral, escreve em 1936 que, na cultura europeia, o rádio é comparável ao tambor da cultura polinésia. Como refere: “o objecto é o indicador do estado de uma sociedade mas é preciso saber dar-lhe a palavra”<sup>66</sup>.

No que respeita às linhas genéticas, A. Leroi-Gourham apoia-se em dois conceitos: a de *tendência* e a de *evolução técnica*, em que a *tendência* é considerada uma linha de *evolução técnica* geral. Mas a atitude classificatória dos objectos tem que ser encarada numa perspectiva dinâmica que reconheça as diferentes relações entre a *cultura material* e o ambiente a si associado. Se o estudo da tecnologia sistemática, objecto dos dois volumes de *Evolução e Técnicas*, é uma base indispensável para a compreensão da evolução dos sistemas tecnológicos, a verdade é que o utensílio, só existe realmente, no gesto que o torna tecnicamente eficaz. O que talvez se possa rezear é que, como afirma A. Leroi-Gourham, daqui a mil anos o *homo sapiens*, tendo

---

<sup>65</sup> Idem, p.33.

<sup>66</sup> Yves Deforge, *Technologie et Génétique de l'Objet Industriel*, Paris, Ed. Maloine, 1985, p.83.

chegado ao termo da sua exteriorização, se venha a sentir embaraçado perante o seu corpo aparentemente obsoleto, herdado do Paleolítico<sup>67</sup>.

A. Leroi-Gourham coloca a técnica primitiva inserida na evolução do homem<sup>68</sup>. Isto é, a aparição de utensílios seria considerada como uma espécie de excrescência da *bioevolução*, marcando nesta, e com o homem, uma viragem decisiva e mutacional, específica do ser vivo que nós somos. Leroi-Gourham vê a técnica como um prolongamento directo da evolução das formas e das funções biológicas e insiste na espontaneidade irreflectida, obstinada, natural desta excrescência técnica da vida, que ganhou cada vez mais autonomia no sentido da *tecnoevolução*, tornada independente da *bioevolução* de onde nasceu. “O utensílio (é) como uma verdadeira excreção do corpo e do cérebro dos Antropóides”<sup>69</sup>. Contemporaneamente, áreas como a engenharia genética estabelecem muitas vezes, através da informática ou da cibernética, analogias entre os sistemas naturais e os artificiais. Nessa abordagem é mais do que comum aceitar-se uma perspectiva evolucionista da técnica na qual, como foi referido em relação a J-B. Lamarck e C. Darwin, é o modelo técnico que serve de referência para a compreensão do modelo evolucionista biológico.

### 1.6 - Mecanologia, Mecanografia e Estética Mecânica

“(…) e nós retemos a promessa dos tempos modernos de uma estética mecânica, ingénua e primitiva ainda, mas onde a potência construtiva se tornará inigualável”<sup>70</sup>.

Jacques Lafitte, 1932

Jaques Lafitte (1884-1966), arquitecto e engenheiro, defende no artigo que publica em 1932, *Réflexions sur la Science des Machines*, o estabelecimento de uma “ciência das máquinas”. Isto é, defende a *mecanologia*, segundo a qual a máquina deve ser estudada de acordo com as suas características distintivas, as suas causas e leis de evolução, que não são fornecidas nem pela física, nem pela mecânica, nem pelas matemáticas. Assim sendo, o autor sugere que a determinação dessas características

<sup>67</sup> A. Leroi-Gourham, *O Gesto e a Palavra, 2-Memória e Ritmos*, p.47.

<sup>68</sup> André Leroi-Gourham, *Mécanique vivante*, Paris, Librairie Arthème Fayard, 1983.

<sup>69</sup> André Leroi-Gourham, *O Gesto e a Palavra, 2-Técnica e Linguagem*, p.132.

<sup>70</sup> J. Lafitte, *op. cit.*, p.109.

obriga à sua descoberta através da análise dos “corpos organizados”, vasto conjunto de artefactos a que J. Lafitte dava o nome de “máquinas” e que compreende os engenhos, os instrumentos, os aparelhos, as ferramentas, os jogos e as construções arquitectónicas<sup>71</sup>.

Para J. Lafitte é a convicção de que a produção de máquinas é uma função biológica, que o leva a defender a ideia de que as leis do desenvolvimento derivam de conceitos evolucionistas. É nesse contexto que o autor propõe um modo de classificação do universo das máquinas associado a uma explicação morfogenética. A *mecanologia*, “ciência normativa e verdadeira das máquinas não terá outra finalidade para além do estudo e da explicação das diferenças que se observam entre as máquinas”<sup>72</sup> e apoiar-se-á tanto na análise das suas diferenças em termos de formas, estruturas, funcionamentos e organização geral, como numa explicação da *gênese* de cada *tipo*, organizada hierarquicamente. Propondo três *tipos* primários de organização posiciona, no grau inferior, as *máquinas passivas*, nomenclatura que utiliza para definir sobretudo a produção arquitectónica, que por sua vez divide em: *organizações primitivas*, por exemplo, o abrigo; *construções reticulares*, por exemplo, as estradas; e *construções vasculares*, a casa, por exemplo. O segundo grupo, das *máquinas activas*, é constituído por máquinas que não apresentam sensibilidade aos fluxos exteriores, dividindo-se por sua vez em: *utensílios* (utensílios simples), *máquinas dirigidas* (instrumentos) e *máquinas distribuidoras* (torno). Finalmente, no terceiro grupo, temos as *máquinas reflexas*, que apresentam um sistema diferenciado de sensibilidade nas suas relações com o mundo exterior e se dividem em: *máquinas limitadas*, que integram uma sensibilidade simples, como à variação da temperatura, sem intervenção humana; *máquinas variáveis*, já mais sensíveis às transformações do meio ambiente; e, finalmente, *máquinas reflexas*, extremamente sensíveis às variações do meio ambiente e as mais complexas construídas pelo homem<sup>73</sup>.

Por outro lado, J. Lafitte propõe também a criação de uma *mecanografia* que será uma “ciência descritiva geral das máquinas” e que inclui pesquisas históricas, arqueológicas

---

<sup>71</sup> Y. Deforge, *op. cit.*, p.80.

<sup>72</sup> J. Lafitte, *op. cit.*, p.32.

<sup>73</sup> Idem, pp.81-87.

e etnográficas, pesquisas descritivas sobre as representações escritas, pesquisas gráficas das formas e dos funcionamentos e pesquisas simbólicas, assim como as respectivas classificações e nomenclaturas<sup>74</sup>. Mas este autor vai ainda mais longe ao propor: “Uma arte, precedendo toda a ciência, pois desenvolve-se paralelamente a ela (...). Ela traduz, plasticamente, nas máquinas, as aspirações criadoras do homem, as necessidades que ele sente, as possibilidades que ele cria pela aplicação sustentada do seu labor técnico”<sup>75</sup>. A antevisão dos processos de engenharia e design na produção das máquinas faz de J. Lafitte um precursor, também, das actividades projectuais: “A arte de construir as máquinas, a mecanografia, e a mecanologia, sucessivamente aparecidas na sequência dos tempos, são assim e ficarão, eu penso, os meios gerais que nós disporemos para criar, para conhecer e para explicar as máquinas”<sup>76</sup>. No sentido de cumprir os objectivos atrás descritos, o autor propõe três artes mecânicas complementares: a da “concepção”, a da “realização material” e a da “manutenção do seu funcionamento”. Em função dos tipos considerados, elas seriam exercidas por um artista mais ou menos especializado. E refere: “Como os objectos, (...) integrados na vida social, como eles retomaram o seu valor, a sua escala e a sua harmonia dinâmica, como eles satisfazem as satisfações de uma população imensa, nós podemos afirmar que as suas formas começam a fazer nascer de novo, o sentimento da sua beleza, e nós retemos a promessa dos tempos modernos de uma estética mecânica, ingênua e primitiva ainda, mas onde a potência construtiva se tornará inigualável”<sup>77</sup>.

Tal como nas ciências biológicas, em que existe uma lei em que cada indivíduo, como cada espécie, recapitula brevemente a sua história, ou seja, a herança genética, também à ciência das máquinas esta lei é aplicável, visto que cada série de máquinas, como cada linha, segue no seu desenvolvimento uma ordem única e permanente. Como refere: “Isto resulta numa analogia particular e notável entre a ciência das máquinas e a biologia, entre as séries mecanológicas e biológicas”<sup>78</sup>. Demonstra ainda a legitimidade da aplicação de termos como “funções”, “órgãos”, “organismos”,

---

<sup>74</sup> Idem, p.34.

<sup>75</sup> Idem, p.33.

<sup>76</sup> *Ibidem*.

<sup>77</sup> Idem, p.40.

<sup>78</sup> Idem, p.99.

“organização” às máquinas, termos que se devem utilizar num sentido estritamente comparável ao sentido biológico.

Defendendo uma ordenação genealógica nas máquinas, do simples para o complexo, justifica a existência de lacunas através de *tipos* desaparecidos ou inclusive, admitindo que alguns *tipos* só existiram em representação. E refere: “Não somente as máquinas são produzidas pelo homem segundo uma certa ordem, no tempo, mas ainda, nas máquinas, os tipos anteriores foram e são também a condição de aparição dos tipos posteriores”<sup>79</sup>. Acerca da génese, das linhas e dos caracteres de evolução, o autor conclui: “pois que tudo o que se observa é resultado da actividade humana, a mecanologia é uma ciência social. É a ciência dos corpos organizados construídos pelo homem, ela é uma parte extremamente importante da sociologia”<sup>80</sup>. Afirmando que o progresso tem a sua origem na invenção, “marca de uma inteira espontaneidade pessoal”<sup>81</sup>, J. Lafitte, tal como mais tarde G. Simondon, situa na invenção a génese da *espécie técnica*, o que vai assegurar a linha evolutiva, aquilo a que G. Simondon chamou a *essência técnica*. Ao contrário do que acontece com os seres vivos, nas máquinas é um factor externo que assegura a hereditariedade. Como J. Lafitte afirma: “A hereditariedade resulta, nos seres vivos, de um fluxo interno, e de um fluxo externo nas máquinas”<sup>82</sup>.

Antecipando-se a G. Hottois, declara ainda: “Os corpos organizados, pela comodidade das nossas investigações, podem ser considerados como formando, no conjunto da natureza, uma espécie de reino, análogo pela sua riqueza, pela sua variedade, pelas singularidades do seu prodigioso desenvolvimento, como pela imprecisão dos seus contornos, aos outros reinos imaginados por nós até aqui”<sup>83</sup>. A existência de um *reino técnico* com características evolutivas autónomas permite integrar a técnica no desenvolvimento da *bioevolução*, como defenderá mais tarde, G. Hottois.

Como já foi referido, J. Lafitte defende a existência de uma ciência das máquinas, a que chama *mecanologia*, por analogia à *biologia*. Propondo que esta seja submetida a

---

<sup>79</sup> Idem, p.109.

<sup>80</sup> *Ibidem*.

<sup>81</sup> Idem, p.97.

<sup>82</sup> Idem, p.102.

<sup>83</sup> Idem, p.16.

uma “organologia geral, ciência mais vasta, conhecedora de tudo o que funciona”<sup>84</sup>, o vivente é para si o limite de toda a modelagem maquinal. Chega mesmo a afirmar, num dos seus primeiros manuscritos datado de 1911, talvez influenciado por S. Butler, que a geneologia das *espécies técnicas* apresenta causalidades do tipo *darwiniano*<sup>85</sup>. No seu artigo de la *Revue de Synthèse*, publicado em 1934, anuncia que “em cada um dos progressos do seu desenvolvimento, a máquina exterioriza e marca uma etapa do progresso da nossa própria organização.” E continua, acrescentando: “Produzir mecanismos é, pois, uma função biológica sendo, conseqüentemente as máquinas os órgãos da nossa espécie”<sup>86</sup>.

E continua acrescentando: “As máquinas? Prolongamento do homem, integram-se nele mesmo, prolongamento das estruturas sociais, integram-se nelas mesmo, elas são em todos os tempos idênticas a nós mesmo.” E conclui: “Elas são nós; como nós, belas e feias, como nós”<sup>87</sup>. E é por constatar que as variações na organização das máquinas produzem variações mais ou menos lentas na actividade humana, que defende que os estudos efectuados pela *mecanologia* são de carácter social e, portanto, uma parte extremamente importante da sociologia<sup>88</sup>, abordagem efectuada mais tarde por A. Moles. A capacidade visionária de J. Lafitte volta a manifestar-se quando o autor refere, lucidamente, ter noção dos riscos inerentes ao aprofundamento do estudo das máquinas/objectos do homem: “(...) Mesmo que (e eu vejo nisso pessoalmente um perigo), toda uma parte da actividade comercial dos homens se dedique à criação sistemática e artificial de necessidades novas ou à amplificação das necessidades preexistentes (...)”<sup>89</sup>. Antecipando a visão de uma sociedade de consumo desenfreada, J. Lafitte assume notavelmente uma posição crítica em relação a este futuro modelo sócio-económico. Para tal sugere: “Nós modelamos o mundo onde vivemos, mas nós não nos soubemos construir a nós mesmos. (...), agindo sobre os factores de evolução mecânica, nós devemos conhecer, compreender, e regular as nossas necessidades.” E em seguida acrescenta: “E nós devemos, cada dia, aproveitar com mais inteligência as

---

<sup>84</sup> Idem, p.IV.

<sup>85</sup> Idem, p.III.

<sup>86</sup> Idem, p.IV.

<sup>87</sup> Idem, p.119.

<sup>88</sup> Idem, p.109.

<sup>89</sup> Idem, p. 111.

ofertas que nos faz a natureza e as possibilidades que ela nos dá”<sup>90</sup>. J. Lafitte propõe soluções inspiradas pela visão unitária de uma “*Naturtecnológica*”. A classificação proposta defende a existência de uma progressão, na qual o homem delegou aos seus artificios os papéis sucessivos de motor, operador, controlador e regulador. Não podendo explicitamente comentar o advento das máquinas informáticas, presente, contudo, as condições da sua possibilidade de existência no contexto de uma organologia geral, recordando que as relações entre a máquina e o homem em sociedade constituem um problema filosófico importante e permanente.

### 1.7 - Espécies Técnicas

“O que existe nas máquinas, é a realidade humana, do gesto humano fixado e cristalizado em estruturas que funcionam”<sup>91</sup>.

Gilbert Simondon, 1958

Gilbert Simondon (1924-1989), filósofo e Professor na Universidade de Paris publica, em 1958, uma das mais significativas obras no que respeita à reintrodução de temáticas relacionadas com o “*objecto técnico*” nos processos culturais. Essa obra, afastando-se da visão puramente utilitária a que até então o *objecto técnico* estivera quase sempre sujeito (de mero utensílio), analisa e desenvolve a demonstração dos valores humanistas contidos nesse género de artefactos. Os objectos técnicos aparecem como mediadores entre a natureza e o homem. Através de uma abordagem à *essência dos objectos técnicos*, G. Simondon define uma *gênese específica* que se assume através do processo de *concretização*. Esta concepção filosófica alarga-se às perspectivas éticas, religiosas e estéticas. Com o título *Du Mode d’Existence des Objects Techniques*, a sua tese de doutoramento é única no género, pelo tratamento filosófico precursor com que trata o objecto técnico. O conceito de *espécie técnica* recorre a terminologia das ciências biológicas, para construir, em analogia, mas com autonomia disciplinar, o processo pelo qual o objecto se autonomiza, definindo o seu estatuto de existência.

---

<sup>90</sup> Idem, p.121.

<sup>91</sup> Gilbert Simondon, *Du Mode d’Existence des Objects Techniques*, Paris, Ed. Moutaigne, 1958, p.12.

Inicialmente, aquando do seu aparecimento, a máquina foi encarada como adversária do homem, como sua concorrente: pois que, quando apenas recorria a utensílios, o homem centralizava em si a individualidade técnica. E é essa individualidade que vai sendo, com o tempo, progressivamente transferida para a máquina. Segundo G. Simondon, esta alteração operacional transforma o homem num organizador permanente de uma sociedade de *objectos técnicos*. Isto implica que as máquinas devem ser sistemas abertos que interagem com o homem e o meio e não sistemas fechados com um funcionamento predeterminado, automático, destinado a produzir resultados limitados<sup>92</sup>.

Este autor distingue diferentes categorias entre os *objectos técnicos*: as *ferramentas*, que prolongam o gesto do homem e se comportam como executantes; os *instrumentos* que prolongam os sentidos e agem como captadores; os *utensílios* que não são nem ferramentas nem instrumentos mas estão dimensionalmente próximos deles; os *aparelhos*, mais complexos do que os instrumentos; e, por fim, as *máquinas* sozinhas ou em rede. Propõe uma análise do objecto técnico segundo vários parâmetros: a *diferenciação* e o seu inverso, a *concretização* ou sinergia de funções, a *sinergia dos materiais*, a *correlação interna*, que pode ser comparada a uma espécie de harmonia das partes de um todo, e a *regulação interna* ou autorregulação.

O aperfeiçoamento, que considera distintivo da tecnologia, consiste em passar da máquina abstracta à máquina concreta, na qual os órgãos estão mais ou menos integrados no todo. Como refere o autor: “As espécies técnicas são em número mais restrito que as utilizações às quais se destinam os objectos técnicos; as necessidades humanas diversificam-se infinitamente, mas as direcções de convergência das espécies técnicas são em número finito.” E a seguir acrescenta ainda: “O objecto técnico existe então como tipo específico obtido no termo de uma série convergente. Esta série vai do modo abstracto ao modo concreto: ela tende para um estado que tornará o ser técnico um sistema inteiramente coerente com ele mesmo, inteiramente unificado”<sup>93</sup>. Ou seja ao criar maior coerência, o objecto técnico autonomiza-se, tornando-se progressivamente numa entidade.

---

<sup>92</sup> Idem, p.11.

<sup>93</sup> Idem, p.23.

Esta passagem do abstracto ao concreto é o modo evolutivo apontado por G. Simondon para a estabilização da *espécie técnica*. A via da *concretização* vai do estatuto de *prótese* à *autosuficiência*, passando pela *autocorrelação* e *autorregulação*. Mas como nasce uma determinada realidade técnica? O início de uma linha de *objectos técnicos* é marcado pelo acto sintético da “invenção”, constituindo-se assim uma *essência técnica*, reconhecível por se manter estável através da linha evolutiva e produzir estruturas e funções por desenvolvimento interno e saturação progressiva. Para G. Simondon, poderemos considerar o objecto técnico primitivo como um sistema *não saturado* que através de aperfeiçoamentos posteriores tende progressivamente para a *saturação*. Esta evolução, na qual o objecto técnico primitivo é o antepassado de uma família, é considerada por G. Simondon uma *evolução técnica natural*<sup>94</sup>.

A individualidade e a especificidade do *objecto técnico* estão definidas na sua génese, a sua forma primitiva, ou seja, a *forma abstracta* que progride, através de soluções de integração; o processo de *concretização*, tal como é por si definido, verifica-se através da *saturação progressiva*, para a *forma concreta*, em que um conjunto de formas e funções convergentes produzem um *tipo específico*, um *ser técnico* inteiramente coerente consigo próprio. Através do *método genético*, G. Simondon demonstra, assim, que o objecto já contém em si estruturas e esquemas que condicionam as suas evoluções posteriores, que lhe permitem evoluir para poucos *tipos específicos*, e, tendo como progenitor o *objecto técnico* primitivo, faz a aproximação de um *objecto artificializado* a um *organismo técnico naturalizado*. Se este recebe mudanças e alterações vindas do exterior é a sua *essência técnica* que lhe permite constituir-se como *espécie técnica*<sup>95</sup>.

Este processo de *saturação progressiva* que conduz ao *tipo específico* traduz-se na resposta a estímulos interiores e exteriores, na melhor interacção entre as partes, na autonomia energética e na capacidade de diagnóstico, sendo sinónimos de *autosuficiência* e *naturalização*, estabelecendo-se assim uma analogia directa com os

---

<sup>94</sup>Idem, p.43.

<sup>95</sup>Idem, p.47.

organismos vivos. Estendendo a sua análise às linhas genéticas, G. Simondon mostra que a evolução vai sempre no mesmo sentido. De um meio onde a tecnicidade é fragmentada e dispersa passa-se para um meio tecnicamente coerente pelo relacionamento, constituição de redes, redução de artefactos e, finalmente, a uma progressiva naturalização da técnica, em que a concretização dá uma progressiva autonomia ao *objecto técnico*, colocando-o num lugar intermédio entre o objecto natural e a representação científica. O *objecto técnico abstracto* é uma tradução de um conjunto de noções e princípios científicos, isto é, a tradução física de um sistema intelectual. Daí a sua grande artificialidade. Pelo contrário, o “objecto técnico concreto”, evoluído, aproxima-se do modo de existência dos *objectos técnicos*, incorporando uma parte do mundo natural, pelo que perde o seu carácter artificial.

Senão vejamos, se os primeiros automóveis construídos só funcionavam com os seus inventores, pois eram a aplicação de uma série de princípios científicos e conceitos por si desenvolvidos, poderemos afirmar que através do processo de *progressiva concretização* defendido por G. Simondon, que o autor da presente obra prefere referir como *progressiva naturalização*, o mesmo objecto, evoluindo, perde progressivamente o seu carácter artificial, pois cada vez menos o homem terá de intervir para o proteger do mundo natural, adquirindo autonomia. Tornando-se cada vez mais um objecto natural, perde a dependência da oficina original e da fábrica, estabelecendo relações com outros *objectos técnicos* e elementos naturais que o rodeiam. Este carácter de *progressiva naturalização* permite que hoje o automóvel seja uma *espécie técnica* com grande *autonomia e autosuficiência*, universalizada, independente de quem a produziu e capaz de dialogar com *sistemas técnicos* diversos, assim como com seres humanos. Com a utilização do *método genético*, o trabalho de G. Simondon permite aproximar os processos analíticos do *evolucionismo tecnológico* aos do evolucionismo *biológico*, no qual os seres vivos são entendidos através da sua herança genética e dos aspectos classificativos inerentes aos estudos produzidos pela Biologia no sentido da construção de processos taxionómicos.

## 1.8 - Sistema dos Objectos

“(…) pois o objecto é o animal doméstico perfeito”<sup>96</sup>.

Jean Baudrillard, 1968

Em 1968, Jean Baudrillard (1929-2007), Professor de Sociologia na Universidade de Nanterre, publica o seu livro *O Sistema dos Objectos*, onde procura vincular a Sociologia à Semiologia. Estudando o objecto, na sua dupla condição de instrumento e signo, analisa o consumo de objectos na sociedade contemporânea, inserindo-os num sistema cultural. O termo “*sistema*” permite-lhe trabalhar o imenso campo dos objectos em que vive o homem contemporâneo e que Roland Barthes define no seu livro *O Sistema da Moda* como um “conjunto de unidades, de funções e de forças”<sup>97</sup>. Utilizando o modelo linguístico como referência para a sua sistematização dos objectos, J. Baudrillard tem no entanto consciência das diferenças terminológicas existentes entre a linguística e a tecnologia: “Diversamente da língua, a tecnologia não constitui um sistema estável. Ao contrário dos monemas e dos fonemas, os tecnemas, elementos técnicos simples que se organizam em objectos técnicos mais complexos, encontram-se em contínua evolução”<sup>98</sup>. Segundo J. Baudrillard, estes *tecnemas* fundamentam a *evolução tecnológica* e poderão vir a ser motivo de estudo por parte de uma *tecnologia estrutural*<sup>99</sup>.

É a partir da coerência do modelo técnico, que se pode compreender o que ocorre com os objectos pelo facto de serem produzidos e consumidos, possuídos e personalizados. Mas, ao assumir-se que o sistema dos objectos caminha do *sistema tecnológico* para o *sistema cultural*, a apreensão e a descrição do nível de *culturalidade* que está subjacente ao utilitário não decorre num plano de igualdade. Estabelecendo uma dialéctica entre um sistema de técnicas e um sistema de práticas, J. Baudrillard interessa-se pelo modo como a racionalidade dos objectos se desenvolve em luta com a

---

<sup>96</sup> Jean Baudrillard, *O Sistema dos Objectos*, São Paulo, Ed. Perspectiva, 1972, p.97.

<sup>97</sup> Roland Barthes, *O Sistema da Moda*, São Paulo, Ed. Companhia Editora Nacional, 1979.

<sup>98</sup> Idem, p.15.

<sup>99</sup> Idem, p.13.

irracionalidade das necessidades, fazendo surgir um sistema de significações segundas, do *sistema tecnológico* dentro do *sistema cultural*<sup>100</sup>.

Propondo uma revisão da noção de *objecto funcional*, afirma que a “função” a “racionalidade” foram mistificadas, e a “função”, ao emancipar-se do objecto, adquiriu por si só um valor de signo e, de forma mais radical, afirma ainda que, hoje, “funcionalidade” não qualifica de modo algum aquilo que se adapta a um fim, mas aquilo que se adapta a uma ordem ou a um sistema<sup>101</sup>. O autor acrescenta acerca do automatismo: “a verdadeira funcionalidade do objecto moderno não corresponde a um acréscimo de automatização, mas a uma certa margem de indeterminação que permite à máquina ser sensível a uma informação exterior”<sup>102</sup>. Esta defesa do objecto justifica-se, segundo o autor, porque grande parte da desordem na relação homem/objecto se deve ao homem que, por ser menos coerente do que os seus próprios objectos, se coloca nessa relação em desvantagem. Esta contradição é demonstrada pelo facto de o homem, ao invés de manipular os objectos, ser, na moderna sociedade de consumo, com frequência, por eles muitas vezes manipulado.

A voracidade irreprimível do consumo dá-se, segundo J. Baudrillard, porque o que se consome na verdade é o que passa através do objecto e não o que nele fica retido<sup>103</sup>, defendendo que “É preciso estabelecer claramente que não são os objectos e produtos materiais que são objecto de consumo: estes são apenas objecto da necessidade e da satisfação.” E acrescenta: “Ao longo da história, sempre se possuiu, usufruiu, comprou e contudo não se consumiu. O consumo não é nem uma prática material, nem uma fenomenologia da abundância, ele é uma actividade de manipulação sistemática dos signos”<sup>104</sup>.

É a conversão do estatuto do objecto para um estatuto sistemático de signo que implica uma alteração no comportamento humano. O que é consumido não é o objecto mas

---

<sup>100</sup> Idem, p.14.

<sup>101</sup> Idem, p.70.

<sup>102</sup> Idem, p.222.

<sup>103</sup> Jean Baudrillard, *A Sociedade de Consumo*, Lisboa, edições 70, 1991.

<sup>104</sup> Idem, p.206.

sim o objecto-signo<sup>105</sup>. Para se tornar objecto de consumo é preciso que o objecto se torne signo, isto é, que passe de uma relação concreta para uma relação na qual apenas significa, uma relação abstracta e sistemática com todos os outros *objectos-signos*<sup>106</sup>. Isto explica porque é que não há limites ao consumo. Ele é uma prática idealista que nada tem a ver com a satisfação das necessidades, pois se assim não fosse ele encaminhar-se-ia para a satisfação ou mesmo saturação. Ao contrário dos objectos, os objectos-signos podem-se multiplicar infinitamente, razão pela qual o consumo não se satisfaz. Apresentando uma inteligentíssima compreensão da sociedade capitalista contemporânea e propondo uma inventariação e classificação dos objectos com vista a integrá-los num sistema, J. Baudrillard desmonta a fictícia transparência das suas finalidades procurando as contradições vividas dentro do *sistema dos objectos*.

### 1.9 - Sociologia dos Objectos

“O objecto converteu-se num elemento essencial do nosso ambiente”<sup>107</sup>.

Abraham Moles, 1969

Um dos principais professores do Departamento de Informação da Escola de Ulm, Abraham Moles, produziu uma profunda reflexão acerca da comunicação humana. Este autor desenvolve, no seu livro *Psicologia do Kitsch*<sup>108</sup> de 1971, uma primeira abordagem a uma interpretação do objecto enquanto mensagem, construindo um coerente sistema científico para a compreensão do significado e da função dos objectos na cultura humana. No ano seguinte, no seu livro *Teoria dos Objectos*<sup>109</sup>, prossegue e aprofunda essa reflexão, propondo a análise da identidade do objecto encarado como mediador social e como função. Debruçando-se sobre a vida dos objectos e o seu território natural, propõe ainda uma classificação dos mesmos, segundo uma metodologia, uma taxonomia e sintaxe, lançando assim os alicerces para o

---

<sup>105</sup> Jean Baudrillard, *Para uma Crítica da Economia Política do Signo*, Lisboa, edições 70, 1995.

<sup>106</sup> Idem, p.207.

<sup>107</sup> Abraham Moles, *Teoria de los Objectos*, Barcelona, Ed. Gustavo Gilli, 1972, p.11.

<sup>108</sup> Abraham Moles, *O Kitsch*, São Paulo, Ed. Perspectiva, 1994.

<sup>109</sup> A. Moles, *op. cit.*, 1972.

desenvolvimento de uma *sociologia dos objectos*, objectivo já proposto anteriormente, por J. Lafitte, como foi referido.

O carácter sociológico da sua abordagem levou-o a um estudo da vida quotidiana, sua fenomenologia e estética, introduzindo o conceito de *demografia dos objectos*, no sentido etimológico da descrição de populações de objectos e das suas variações relativas. Propondo uma aproximação classificatória, com base numa analogia com a biologia, define *espécies* e *subespécies*, taxas de reprodução dos objectos, duração média de vida, taxas de natalidade e envelhecimento dos produtos<sup>110</sup>. A. Moles pretende definir as *leis de conjunto dos objectos* (“lois d’assemblage”) através de instrumentos como as *leis sintácticas de contracção volumétrica, de acessibilidade, de densidade óptima, de associação e de esfera de influência do objecto*. A sua metodologia consiste em passar do discurso sociológico à formulação científica, da “modelização” (de modelo) à teorização<sup>111</sup>.

Encontramos em A. Moles ainda alguns utensílios metodológicos como o da *matriz de similaridade* segundo a qual se analisam e situam numa escala, conjuntos de objectos ou o de *autocorrelação*, que analisa as ligações que um fenómeno evolutivo conserva consigo próprio, no espaço e no tempo, conceito anteriormente defendido por G. Simondon, o que representa o recurso a uma espécie de medida do determinismo evolucionista transposta para os objectos industriais, tal como é o caso do *grau de complexidade*, mensurável em bits estruturais ou funcionais, em que a *complexidade estrutural* está ligada ao número de operações de fabrico e a *complexidade funcional* ao que interessa ao utilizador e se traduz nos modos de utilização. Dos sistemas classificativos propostos por A. Moles<sup>112</sup> deduzem-se duas considerações importantes: por um lado, a noção de “demografia” das *espécies técnicas*, que tal como nas *espécies biológicas* considera o equilíbrio das espécies, mas com uma característica específica, estas populações técnicas apresentam um crescimento de novas espécies que na ecologia tradicional as espécies biológicas não apresentam. Por outro lado, considerando que a existência do objecto é essencial e construída sobre a experiência de vida e da evolução inserida na evolução humana global, este autor define-o do

---

<sup>110</sup> Idem, p.47.

<sup>111</sup> Abraham Moles, *Rumos de uma Cultura Tecnológica*, São Paulo, Perspectiva, 1973; Abraham Moles, *Sociodinâmica da Cultura*, São Paulo, Perspectiva, 1975.

<sup>112</sup> Idem, p.63.

seguinte modo: “Partindo da referência da percepção da envolvente, procuro-se uma definição de objecto ‘em si’, como diriam Jacques Perret e Merleau Ponty, definição de ordem fenoménica, no sentido estrito da análise sugerida por Husserl: o objecto é um elemento móvel e artificial do mundo circundante, fabricado pelo homem, acessível à percepção e destacável da sua envolvente;” concluindo: “feito à escala do homem, é essencialmente manipulável e subsiste através do tempo com uma característica de permanência”<sup>113</sup>.

### 1.10 - Reino Técnico

“A especificidade da técnica é em primeiro lugar a de ser um meio e um reino”<sup>114</sup>.

Gilbert Hottois, 1984

Gilbert Hottois (n. 1946), Professor de Filosofia na Université Libre de Bruxelles e Director do Centre de Recherches Interdisciplinaires en Bioéthique, no seu livro *Le Signe et la Technique*, editado em 1984, defendeu que a especificidade da técnica permite definir a existência de um *reino técnico*<sup>115</sup>, consideração já apontada por J. Lafitte, metáfora que é retirada de algumas características que a técnica partilha com o *reino animal* e o *reino vegetal*. A capacidade para se constituir como ambiente autónomo com características evolutivas específicas permite criar um paralelismo entre as duas formas de evolução (a biológica e a tecnológica). Esta definição de *reino*, embora não seja estanque, parte de pressupostos que temos vindo a analisar ao longo da presente investigação. Outros termos são empregues como *technosphère*, *technostructure*, de *ordem* ou de *sistema técnico*, *technonature* ou de *crosta técnica*, mas, como refere G. Hottois: “O termo *reino* parece-nos bem para evocar a amplitude, a especificidade, a homogeneidade orgânica, o dinamismo de crescimento totalitário e de proliferação universal, autonomia e relativa independência, enfim a grande concretização da técnica”<sup>116</sup>.

---

<sup>113</sup> Idem, p.181.

<sup>114</sup> G. Hottois, *op. cit.*, p.120.

<sup>115</sup> Idem, p.120.

<sup>116</sup> Idem, p.122.

Tal como o *reino vegetal* ou o *reino animal*, o *reino técnico* apresenta, pois, características comuns a estes, mas também princípios reguladores que o tornam autónomo. O primeiro princípio comum, e o mais importante, é o princípio geral da *luta pela sobrevivência*, em que as espécies biológicas ou as espécies técnicas mais adaptadas são as que se impõem aos seus semelhantes, permitindo assim a manutenção da *espécie*, mas também da existência de *nichos ecológicos*, espaços em que tal como no caso das *espécies biológicas*, as *espécies técnicas* também conseguem sobreviver, isto é, resistir e progredir no interior de infra-estruturas que lhes asseguram a alimentação, a conservação e a reprodução no caso das *espécies biológicas*, e a produção, manutenção e energia, no caso das *espécies técnicas*. Também a *morfofilia* é outro dos princípios comuns aos reinos naturais e artificiais. Ou seja, referimo-nos à proliferação de variações das espécies tradicionais as quais geram, no *reino animal, vegetal ou técnico*, o aparecimento de *novas espécies*. Como sabemos, esse fenómeno é extremamente abundante não só nos reinos naturais como, e cada vez mais também no *reino técnico*.

Para além da *morfofilia*, destaca-se igualmente o factor *continuidade morfológica*, característica que permite a assimilação das novidades que permitem a evolução da espécie mas que mantêm uma *linha genética* central de origem, a presença de períodos de estabilidade e equilíbrio evolutivo, assim como as descontinuidades repentinas e os saltos das mutações, caracterizadas pelo aparecimento de novas espécies ou o aparecimento de um novo *sistema técnico*, e finalmente a ideia, comum a todos os autores, de *evolução*, e que esta naturalmente se desloca progressivamente do simples para o complexo<sup>117</sup>. Estas são algumas das características identificadas que aparecem quer no mundo biológico quer no mundo tecnológico e que justificam a definição de *reino técnico*, proposta por G. Hottois.

Como o próprio G. Hottois declara, é nas viagens espaciais que a autonomia da técnica mais se manifesta. O espaço extraterrestre é a confirmação da independência da técnica em relação aos meios natural e cultural. Ele (*reino técnico*) consegue proliferar onde a vida natural e a cultura não são possíveis. “Não é sem razão que o imaginário associado à tecno-ciência nutre preferência pelo espaço cósmico (e o futuro) como se o

---

<sup>117</sup> Idem, p.129.

reino técnico estivesse espontaneamente destinado a viver e a proliferar lá onde a vida natural e a cultura não são possíveis”<sup>118</sup>. Para Martin Heidegger: “(...) a técnica separa cada vez mais o homem da Terra, desenraíza-o”<sup>119</sup>. Esta emancipação técnica do homem pressupõe a possibilidade de reconstrução do *homo sapiens* em *species technica*<sup>120</sup>.

G. Hottois não defende o crescimento técnico a partir de uma série de invenções individuais, associando-o por consequência à história das invenções. Para o autor, o crescimento técnico é antes considerado como uma “proliferação combinatória que vai em todos os sentidos”<sup>121</sup>. Toda a nova expansão é fruto de esforços conjugados do *technocosmos*. Mais uma vez a conquista do espaço é referida como exemplo, pois esta não se conseguia realizar sem a estreita conjugação das técnicas de ponta mais diversificadas: da energética à medicina, da electrónica à psicotécnica, etc. Como defende Jacques Ellul: “É o princípio de combinação das técnicas que provoca o auto-crescimento. Não é mais o factor humano que é determinante, mas essencialmente a situação técnica anterior”<sup>122</sup>. Talvez o melhor exemplo disto sejam as simultâneas evoluções técnicas de que, aliás, a própria história da técnica nos dá tantos exemplos de auto-crescimento através das combinações técnicas. Contudo, a crescer a este factor, e tal como acontece com o reino animal, o processo de evolução da técnica não é isento de momentos em que se processam grandes transformações repentinas, ou seja, *mutações*. Segundo G. Hottois, as *mutações* do reino biológico não podem senão ser consideradas, no reino técnico, como *mutatis mutandis*<sup>123</sup> (mutação mutante, ou seja, mutação permanente).

Esta perspectiva da “técnica” como *reino* permite criar um princípio de continuidade entre natural e artificial, em que a “técnica” surge no decorrer da própria *bioevolução*, tornando possível assim identificar aquilo a que S. Lem<sup>124</sup> chamou de *tecnoevolução*, com transformações de carácter mutacional e evolutivo, de autonomia, onde

---

<sup>118</sup> Idem, p.121.

<sup>119</sup> *Ibidem*.

<sup>120</sup> *Ibidem*.

<sup>121</sup> Idem, p.124.

<sup>122</sup> Idem, p.125.

<sup>123</sup> Idem, p.135.

<sup>124</sup> O termo “tecnoevolução” foi introduzido por S. Lem, *Summa Technologiae*, Frankfurt, Ed. Insel, 1976.

*bioevolução e tecnoevolução* partilham de uma continuidade, mas onde é possível uma visão complexa em que as concepções tradicionais deixam de ter sentido. Esta perspectiva, segundo G. Hottois, para além de muito positiva na compreensão do desenvolvimento tecnológico, contribui para o nascer de uma nova visão crítica na medida em que questiona a ilusão antropologista da tecnologia<sup>125</sup>.

Conforme G. Hottois, refere: “O *reino técnico* constitui um gigantesco sistema, quer dizer uma totalidade onde todos os elementos se encontram, composta de um número considerável de subsistemas ligados e imbricados. A natureza sistémica da técnica – não faz sentido falar de objectos técnicos ou processos técnicos isolados – é uma das teses fundamentais de J. Ellul no seu livro *Le Système technicien*<sup>126</sup>, que corrobora Bertrand Gille na sua *Histoire des techniques*”<sup>127</sup>. E acrescenta, sublinhando: “O discurso informático faz funcionar a máquina, organiza o crescimento do *reino técnico*: ele não ajuda o homem a estar no mundo, ele integra-o no *reino técnico* como um vector, um elemento funcional dele próprio”<sup>128</sup>.

### 1.11 - Genética do Objecto Industrial

“Limitando-nos aos objectos próteses utilizados numa acção técnica, distinguem-se geralmente as ferramentas que prolongam o gesto do homem dos instrumentos que servem de captadores e prolongam os sentidos...”<sup>129</sup>.

Yves Deforge, 1985

Yves Deforge, Professor responsável por um dos cursos da Universidade de Tecnologia de Compiègne, um dos promotores da “Educação Tecnológica” na Europa, investigador que colaborou com o Conselho da Europa para o ensino técnico e profissional, no seu livro *Technologie et Génétique de l’Object Industriel*, publicado

---

<sup>125</sup> G. Hottois, *op. cit.*, p.129.

<sup>126</sup> Jacques Ellul, *Le Système technicien*, Paris, Calmann-Lévy, 1977.

<sup>127</sup> Bertrand Gille, *Histoire des techniques*, Paris, Gallimard, 1978, citado em: G. Hottois, *op. cit.*, p.138.

<sup>128</sup> Idem, p.141.

<sup>129</sup> Y. Deforge, *op. cit.*, p.19.

em 1985<sup>130</sup>, procura desenvolver uma metodologia de estudo dos objectos industriais. Para tal, propõe alguns conceitos estruturantes como as noções de *linha genética*, *leis de evolução* e *redes de relações* do objecto com o sistema de que faz parte.

Tal como G. Simondon, Y. Deforge propõe a “patente” ou “invenção” como *princípio constitutivo* de uma nova *linha genética* sendo, esta última, um dos conceitos estruturantes da sua metodologia. Esta baseia-se na *essência tecnológica* que à semelhança da *essência técnica* proposta por G. Simondon está na origem do processo e é uma constante da nova *linha genética*. Nas *leis de evolução*, propõe uma escala de graus de automatização que vai do zero, em que o homem não tem utensílio prótese e utiliza os seus utensílios naturais, membros e corpo, para realizar as operações necessárias, até à *automatização completa* em que as operações serão efectuadas sem a intervenção humana, entendendo estes graus de automatização como correspondentes a uma ordem evolutiva, num percurso que se estende da *máquina prótese* à *máquina autómato*<sup>131</sup>. As suas *leis de evolução* são compostas por três direcções: *evolução para o concreto*, em que progressivamente as partes se fundem num todo, *evolução para o simples*, que considera a redução de peças ou de formas e *evolução para o auto-suficiente*, para a instalação progressiva de automatismos. Outra tendência evolutiva por si constatada nos objectos industriais – definidos como uma espécie de máquinas acopladas ao homem num sistema de utilização –, é a da autonomia de funcionamento interno, que se traduz pela *auto-regulação*, a *auto-correlação* e a *auto-suficiência*, que representa uma espécie de naturalização final e de autonomia suprema. Estas “três leis” podem ser consideradas como uma evolução em direcção a uma *auto-adaptação* que consegue uma unidade formada pela relação do objecto industrial tanto consigo próprio, como com os seus congéneres e ainda com o meio ambiente<sup>132</sup>.

Como já foi mencionado, G. Simondon trata estas *leis de evolução* através da passagem evolutiva dos *objectos técnicos abstractos* que progressivamente passam a *objectos técnicos concretos* e que são constituídos por uma *essência técnica* que se mantém estável através da sua linha evolutiva. Por seu lado, A. Moles, propõe a

---

<sup>130</sup> Y. Deforge, *op. cit.*

<sup>131</sup> Idem, p.134.

<sup>132</sup> Idem, p.152.

comparação entre a *complexidade estrutural* e a *complexidade funcional*, sendo que, com a passagem do tempo, a *complexidade funcional* tende a ser proporcional à *complexidade estrutural*. Os índices de *concretização* em G. Simondon e de *complexidade* em A. Moles corresponderão a um *nível de evolução* de Y. Deforge.

Finalmente, o terceiro instrumento proposto por Y. Deforge, e o mais original, uma vez que os outros dois instrumentos foram motivo de estudo anteriores, são as “redes de relações” do objecto com os sistemas de produção, consumo, utilização e com os seus congéneres. Para tal, o autor considera sucessivamente os objectos como produtos de um sistema de produção, objectos num sistema de consumo, máquinas num sistema de utilização e de “seres em si” um *sistema de objectos*<sup>133</sup>. Ponto de vista esse que ajuda a definir o *meio associado* do fenómeno considerado, ou seja, o conjunto de relações que o objecto realiza com os sistemas em que se integra. Desde o início de uma linha de objectos que partilham da mesma função de uso, os objectos seguem uma progressão em direcção a aperfeiçoamentos progressivos definidores de uma *macroevolução*, na qual os avanços e retrocessos são *microevoluções* pelas quais se vai processando a adaptação ao meio ambiente<sup>134</sup>. Se a *linha genética* e as *leis de evolução* permitem uma percepção da evolução da descendência dos produtos industriais, as redes de relações, ao permitirem uma definição de um ambiente associado ao objecto, fornecem uma visão alargada da complexidade das interacções que rodeiam a existência dos *objectos técnicos*.

### 1.12 - Coevolução e Idoneidade Tecnológica

“Organismos de primeira ordem (seres humanos) utilizam selectivamente organismos de segunda ordem (sistemas tecnológicos) para se reproduzirem a eles próprios ou para reproduzirem organismos de terceira ordem (sistemas socioculturais) indispensáveis à sua existência (...)”<sup>135</sup>.

Luciano Gallino, 1987

---

<sup>133</sup> Idem, p.74.

<sup>134</sup> *Milieu associé* foi uma expressão introduzida por G. Simondon em 1958, *op. cit.*, p.57.

<sup>135</sup> Luciano Gallino, *L'Attore Sociali – Biologia, Cultura e Intelligenza Artificiale*, Turim, Ed. Einaudi, 1987, p.186.

A proposta de Luciano Gallino, Professor de Sociologia na Universidade de Torino e presidente do Concelho Italiano de Ciências Sociais, no seu livro *L'Attore Sociali – Biologia, Cultura e Intelligenza Artificiale*, editado em 1987<sup>136</sup>, utiliza o modelo evolutivo no qual o conceito de tecnologia é explicitamente *neodarwiniano*, estruturado de maneira homóloga à teoria da evolução dos sistemas vivos por selecção natural, na sua versão recente, que combina a ideia de *gradualidade* com a ideia de *descontinuidade* na evolução<sup>137</sup>. A interpretação de fenómenos não biológicos ultrapassa os processos metafóricos para se abrir a uma perspectiva mais vasta em que biologia, tecnologia e processos sociais e culturais são elos de uma *evolução geral coevolutiva*.

O seu conceito ultrapassa a visão material para propor a tecnologia, à imagem da *l'Encyclopédie*<sup>138</sup>, como melhoramento racional de todas as “artes”, mas defendendo uma proposta contemporânea da tecnologia como a população de sistemas materiais e não materiais. Qualquer sistema pertencente a uma determinada população tecnológica se modifica gradualmente no tempo, ao que C. Darwin chamava *evolução* e que na Síntese Moderna se chama *microevolução*. Mas, por vezes, aparecem sistemas novos que apresentam estruturas e processos inovadores e que coexistem com, ou, substituem os anteriores. Estes são o equivalente aos saltos tipológicos que nos seres vivos correspondem à *macroevolução* e que, segundo se crê, não derivam da microevolução<sup>139</sup>.

Todos os indivíduos existentes descendem dos seus precedentes e parte deles serão os progenitores dos futuros descendentes. A *idoneidade biológica* tal como formulada por P. Medawar, em 1974<sup>140</sup>, consiste numa função combinada que abrange tanto a sobrevivência de um indivíduo, como a multiplicação da sua descendência. Isto é, quanto maior for a capacidade de sobrevivência de um indivíduo, maior é a probabilidade de este se reproduzir e conseguir atingir uma idoneidade elevada, transmitindo assim as suas características funcionais, morfológicas ou adaptativas.

---

<sup>136</sup> L. Gallino, *op. cit.*

<sup>137</sup> Idem, p.181.

<sup>138</sup> Clara Schmidt, *Diderot – l'Encyclopédie*, Paris, Ed. L'Aventurine, 1996.

<sup>139</sup> Idem, p.182.

<sup>140</sup> P. B. Medawar, *The Meaning of Fitness and the Future of Man, Man in Adaptation*. The Biological Background, Ed. Aldine, Chicago, 1974.

A transposição da noção subjacente a este processo para os sistemas tecnológicos é simples de entender se considerarmos que os sistemas técnicos de que dispomos descendem dos sistemas anteriores, assim como os sistemas futuros descenderão dos actuais e que por conseguinte quanto mais tempo sobreviverem maior será a *idoneidade tecnológica* dos mesmos. Isto também se aplica aos sistemas sócio-culturais, como por exemplo o sistema linguístico, em relação ao qual poderemos falar de uma *idoneidade sócio-cultural*<sup>141</sup>. Isto quer dizer que a nossa evolução é resultado de uma coevolução, ou seja, de uma evolução conjunta de três ordens de populações: *organismos humanos*, *organismos tecnológicos* e *organismos sócio-culturais*, em que as populações humanas interferem na idoneidade dos *sistemas tecnológicos* e sócio-culturais e estes por sua vez interferem na *evolução biológica* dos seres humanos. Como propõe L. Gallino: “Organismos de primeira ordem (seres humanos) utilizam selectivamente organismos da segunda (sistemas tecnológicos) para se reproduzirem e para reproduzirem organismos da terceira ordem (sistemas sócio-culturais)...”<sup>142</sup>.

A dependência dos sistemas humanos no que respeita à tecnologia chega ao ponto de atribuir, como assinala Gallino, uma prioridade absoluta à manutenção das condições de sobrevivência dos sistemas tecnológicos. “Talvez nunca os sistemas tecnológicos operem entre nós expressando uma consciência e uma vontade próprias”<sup>143</sup>. Mas o autor refere que os mesmos sistemas parecem evoluir principalmente em função dos seus interesses reprodutivos e não dos sistemas biológicos e sócio-culturais dos quais são parte integrante. Isto pode levar à imposição, nos indivíduos e nos grupos, de comportamentos que diminuam a sua *idoneidade biológica* e cultural.

Estas visões da evolução tecnológica das metáforas literárias e das reconstruções genealógicas do *objecto técnico* representam interesses e pontos de vista muito diversificados, mas todas elas referem um *evolucionismo tecnológico* bastante mais rápido do que o *evolucionismo biológico* dos seres humanos, ou seja, este último faz-se através do primeiro, prefiguram uma emancipação progressiva dos sistemas tecnológicos em relação aos sistemas sociais e alguns apontam para a *coevolução*

---

<sup>141</sup> L. Gallino, 1987, p.185.

<sup>142</sup> Idem, p.186.

<sup>143</sup> L. Gallino, *op. cit.*, p.207.

como meio para conseguir uma evolução sustentada. A síntese destas leituras pode propor-nos metodologias operativas para o século XXI. O passado teve dificuldade em lidar com a rapidez que o desenvolvimento tecnológico assumia; basta pensarmos que se as noções de “progresso técnico” são de meados do séc. XIX e a de “vida mecânica”, proposta por S. Butler, é de 1882, a proposta para a criação de uma “ciência das máquinas”, a Mecanologiafia de J. Lafitte, é de 1932, e a noção de “espécie técnica” é desenvolvida por G. Simondon, em 1958, o qual propõe adicionalmente a “essência técnica” e o “método genético”. O “sistema dos objectos” é decomposto por J. Baudrillard, em 1968, e a “sociologia dos objectos” é proposta por A. Moles, em 1969. Caberá a G. Hottos, em 1984, a demonstração da existência de um “reino técnico”, e finalmente, a Y. Deforge, a identificação das “leis de evolução”, em 1985. Estas propostas contribuíram para estruturar teoricamente o universo técnico, apenas configurado no final do século XX, altura em que já havia atingido um elevadíssimo nível de desenvolvimento.

Se S. Butler, numa visão antecipadora, prefigurava máquinas pais e mães de outras máquinas, máquinas dirigidas para a supremacia, máquinas autónomas, antecipava com ênfase literária uma visão da tecnologia como sistema autotélico que a modernidade enfrenta em toda a sua extensão. Essa visão ainda está presente e de uma forma mais aterradora, em 1999, no primeiro filme da trilogia *Matrix*<sup>144</sup> dos irmãos Wachowski (Andy e Larry). Refere-se a título de exemplo, e já no segundo filme *Matrix Reloaded*, de 2003, a conversa desenrolada no piso das máquinas da cidade de Zion, entre Neo (Keanu Reeves) e o Conselheiro Hamann (Anthony Zerbe) em que este último comenta: “Gosto de ser lembrado que de esta cidade sobrevive por causa das máquinas. Estas máquinas mantêm-nos vivos, enquanto outras vêm aí para nos destruir. É interessante, não é? O poder de dar a vida... e o poder de acabar com ela.” Ao que Neo responde,: “Temos o mesmo poder”.

Esta afirmação de Neo não está isenta de realismo. O poder das máquinas é certamente motivo de discussão polémica uma vez que parte dos seres humanos têm dificuldade em se afastar das teorias antropocêntricas em que qualquer visão do mundo está

---

<sup>144</sup> O primeiro DVD a superar um milhão de cópias vendidas.

sempre centrado no Homem, mas que as máquinas podem ter domínio sobre a vida não é discutível pois basta pensar nos sistemas técnicos de saúde ou de guerra, e na sua capacidade de manter ou tirara vida para que a nossa consciência seja mais real. O que pode acontecer é que num futuro próximo o poder das máquinas seja substancialmente amplificado. Resta-nos imaginar como os seres humanos irão reagir a esse poder

## II - EVOLUCIONISMO TECNOLÓGICO E METODOLOGIAS PROJECTUAIS

O evolucionismo tecnológico, como foi analisado no capítulo anterior, tem um longo historial de cruzamentos com o evolucionismo biológico. Áreas como a Literatura, a Antropologia, a Sociologia, a Filosofia e a Tecnologia procuraram analisar esses pontos comuns. Mas como se efectivam, na prática projectual, esses conhecimentos e metodologias? Como se extraem conhecimentos operativos dos sistemas biológicos e se os aplicam de uma forma rigorosa na prática projectual? Será que podemos falar de *metodologias biológicas*, isto é, de metodologias projectuais da natureza? E será que esses métodos podem ser aplicados nas *metodologias técnicas*?

### 1 - Metodologias Biotécnicas e Biomórficas

A natureza sempre foi, de múltiplos modos, fonte de inspiração para o Homem. Existem contudo, segundo o autor, duas aproximações fundamentais a estas utilizações que convém aqui distinguir. São elas, por um lado, uma aproximação de carácter mais estrutural e funcional, como a Biónica e a Morfologia Estrutural, para a qual o autor propõe a denominação de *Metodologias Biotécnicas* e, por outro lado, uma aproximação de carácter mais formal, como são casos o Streamlining e o Biodesign, para a qual o autor propõe a denominação de *Metodologias Biomórficas*.

Com efeito é um dado adquirido que a natureza e os sistemas por si utilizados têm sido um referencial para os seres humanos ao longo da sua História. Inicialmente essa atitude era essencialmente mimética, ou seja, o que se designa comumente por Biomimetismo e Biomorfismo – imitação ou inspiração formal da natureza – e que, mais recentemente, deram origem a propostas aplicadas ao design como a Arte Nova, o Streamlining ou o Biodesign. Para estas últimas metodologias, como foi referido, o autor propõe a denominação de *Metodologias Biomórficas* – no sentido de agrupar todas as propostas metodológicas que se propõem analisar os sistemas naturais, vivos ou não vivos, que de uma forma directa ou indirecta, contribuem para a *evolução estética e formal dos objectos e dos sistemas de objectos produzidos pelo homem*.

Mas também progressivamente e sobretudo acompanhando a evolução tecnológica, apareceu uma outra forma de inspiração na natureza, já não ao nível simplesmente das formas, mas ao nível de uma compreensão mais profunda dos sistemas naturais, ou seja, ao nível estrutural e funcional. Essas metodologias fundamentam a sua *praxis* projectual na Biologia Técnica, análise dos sistemas técnicos desenvolvidos pelos sistemas naturais. Essas propostas foram sedimentadas no conceito de *biotécnica* proposto, nos anos 20, por autores que defendiam que, se a natureza tinha ao longo de milhares de anos experimentado soluções estruturais, mecânicas, químicas e eléctricas – uma “engenharia da natureza”<sup>145</sup> –, poderia, depois de cuidadosamente estudada, ser adaptada e utilizada na projectação dos *sistemas tecnológicos*. Nesse sentido, e como iremos ver, a primeira demonstração sistemática de aplicação das *Metodologias Biotécnicas*, segundo o autor, foi desenvolvida por Leonardo da Vinci cujo processo metodológico é analisado no capítulo “Das Metodologias Técnicas às Biotécnicas”, em propostas que vão desde o estudo e dissecação de animais até ao estudo de fenómenos complexos de hidrodinâmica e aerodinâmica. Muitas outras propostas de utilização destas metodologias foram, desde então, desenvolvidas. Contudo, só no final do século XIX e início do século XX, é que estas adquiriram uma maior sistematização, com um corpo teórico perfeitamente definido e estruturado, sobretudo por alguns autores alemães nos anos 20 e 30.

Mais recentemente, para estudos projectuais nesse âmbito, têm sido desenvolvidas e aplicadas novas disciplinas como a Morfologia Estrutural<sup>146</sup>, nas faculdades de arquitectura e engenharia, e como a Biónica, nas faculdades de Design. Para esta visão estruturalista e funcionalista, também ela com várias propostas metodológicas, como Funcionalismo Orgânico, Biotécnica ou a Biónica, o autor propõe-se utilizar o termo *Metodologias Biotécnicas* – no sentido de agrupar todas as propostas metodológicas que de um modo mais rigoroso e científico, se propõem analisar os sistemas técnicos naturais, vivos ou não vivos, transportando-os para a cultura projectual na perspectiva de *produzir sistemas técnicos ou tecnológicos de maior ou menor complexidade*.

---

<sup>145</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.209.

<sup>146</sup> Gui Bonsiepe, *Teoria e Prática do Design Industrial*, Lisboa, Ed. C.P.D., 1992, p.177.

## 1.1 - Metodologias Biotécnicas: Funcionalismo Orgânico e Biónica

A ideia de que a beleza de um objecto depende da sua utilidade e eficiência é responsável pelo início de uma nova visão filosófica sobre a cultura material. Entre os primeiros funcionalistas, encontra-se o arquitecto e urbanista alemão Friedrich Weinbrenner (1766-1826), que escreve na sua obra *Architektonisches Lehrbuch*, publicada entre 1810 e 1819: “A beleza está na concordância total entre forma e função”<sup>147</sup>. Constituída por um grupo de três livros, essa obra é publicada na Alemanha e especialmente destinada a estudantes de Arte e Arquitectura - “Geometrische Zeichnungslehre” de 1810, “Perspektivische Zeichnungslehre” de 1817 e “Über die höhere Baukunst” de 1819. Os conteúdos de *Architektonisches Lehrbuch* seriam posteriormente complementados por dois ensaios adicionais: “Über architektonische Verzierungen” de 1820 e “Über die Säulenordnungen, den Gebrauch der Säulen, die Eintheilung, Anordnung und Ausführung der Gebäude” de 1825<sup>148</sup>. Um dos aspectos que se destaca nestes escritos é o facto de examinarem os problemas da relação entre “forma e função” em arquitectura baseando-se nos exemplos dos objectos de uso corrente. É aliás provável que a afirmação de F. Weinbrenner, anteriormente citada, tenha inspirado a máxima “A forma segue a função”, transmitida a muitas gerações de designers e arquitectos, e que esta tenha sido, por sua vez, inspirada na obra de J. B. Lamarck<sup>149</sup>.

Friedrich Weinbrenner, Professor e arquitecto, nasceu em Lehrjahren em 1766. Foi “director de construção” do Grão-ducado de Baden, entre 1801-1826, principal arquitecto e urbanista da cidade de Karlsruhe, e o primeiro arquitecto alemão do século XIX a ser internacionalmente reconhecido. O seu planeamento para a cidade de Karlsruhe – incluindo o projecto de edifícios, como palácios, igrejas, sinagogas, edifícios do governo, portas da cidade, lojas, fontes, teatros, depósitos de armas, cemitérios e fazendas – são de uma realização notável. O seu cruzamento disciplinar em campos tão diversos como a mitologia, a estética, a história da cultura e da

<sup>147</sup> Friedrich Weinbrenner, *Architektonisches Lehrbuch. Über Form und Schönheit*, 3 vols., Johann-Georg Cottaischen, Tübingen, 1810-1819, citado em: Tomás Maldonado, *El Diseño Industrial Reconsiderado*, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1993, p.22.

<sup>148</sup> Nader Vossoughian, *City Planning in Perspective: Friedrich Weinbrenner and the Architektonisches Lehrbuch (1810-1825)*, in [www.arch.columbia.edu](http://www.arch.columbia.edu)

<sup>149</sup> Jean-Baptiste de Lamarck, *Recherches sur l'Organisation des Corps Vivants*, Paris, 1802.

sociedade, a história da arte, o desenho geométrico e a perspectiva, estruturas e materiais, composição arquitectónica, gestão de custos de construção e edificação e, sobretudo, o domínio das teorias científicas da época baseiam-se nos novos modelos racionalistas que foram extremamente influenciados pelo movimento científico do século XIX.

O exemplo disto é confirmado quando F. Weinbrenner assume a direcção do *Baugnade* ou “direcção de construção” do Grão-ducado, no sentido de trazer melhoramentos sociais através da reforma dos paradigmas estéticos. Ele anuncia que quem construir segundo os parâmetros municipais, considerando factores como localização, altura, número de dependências, entre outras coisas, receberá uma retribuição económica fixa<sup>150</sup>. Em 1815, apresenta a versão final do documento normalizador de construção no qual são ilustradas três casas *tipo* concebidas em função da sua localização e classe económica de destino<sup>151</sup>. Também no que respeita à questão do planeamento urbano, nomeadamente pela consideração do factor segurança, F. Weinbrenner impõe regras de construção específicas: os edifícios deveriam ter no máximo uma altura equivalente à largura das ruas; as portas deveriam abrir para dentro das casas e não para fora; as madeiras utilizadas no interior deveriam estar a pelo menos cerca de noventa centímetros de distância de qualquer produtor de chamas<sup>152</sup>. Este arquitecto alemão é um precursor do funcionalismo. As suas ideias sobre a beleza acentuam a concordância desta com a função. Como o autor refere, na página 6 do terceiro volume do *Lehrbuch*, “Über die hohere Baukunst”, o autor refere a beleza como *übereinstimmung der form mit dem zweck*<sup>153</sup>, ou seja, *na concordância total entre forma e função*, dando como exemplos objectos funcionais do quotidiano. Mas o seu conceito de beleza não se limita à simples satisfação de propósitos, já que inclui também adequação e utilidade<sup>154</sup>, transformando Friedrich Wienbrenner numa das primeiras grandes referências do funcionalismo.

---

<sup>150</sup> Mark Crinson, *Bourgeois Homes in a Liberal Setting. Friedrich Weinbrenner, Architect of Karlsruhe*, Philadelphia, Ed. Univ. Philadelphia, 1986, pp.17-22, citado em Nader Vossoughian, *op. cit.*, [www.arch.columbia.edu](http://www.arch.columbia.edu)

<sup>151</sup> N. Vossoughian, *op. cit.*, p.10.

<sup>152</sup> F. Weinbrenner, *op. cit.*, 1819, pp.101-102, citado em Nader Vossoughian, *op. cit.*, [www.arch.columbia.edu](http://www.arch.columbia.edu)

<sup>153</sup> N. Vossoughian, *op. cit.*, [www.arch.columbia.edu](http://www.arch.columbia.edu), p.8.

<sup>154</sup> *Idem*, p.9.

Outro autor funcionalista de renome foi Horatio Greenough (1805-1852), escultor norte-americano que viveu em Itália entre 1829 e 1851, data em que regressou aos E.U.A., onde viria a falecer no ano seguinte. Considerado, a par com Friedrich Wienbrenner<sup>155</sup>, um dos primeiros funcionalistas, publicou as suas ideias acerca da evolução das artes, da arquitectura e do design na obra intitulada *The Travels, Observations, and Experience of an Yankee Stonecutter*<sup>156</sup>. As suas teorias sobre o funcionalismo foram adoptadas nos finais do séc. XIX e inícios do XX por arquitectos e designers, como Louis Sullivan e Ludwig Mies van der Rohe. A comparação efectuada por H. Greenough entre a evolução do design e a evolução biológica foram precursoras e influenciariam numerosos autores posteriores.

As suas observações acerca do funcionamento e da adequação dos sistemas naturais, com a respectiva transposição para os sistemas artificiais são notáveis: “(...) observem os esqueletos e peles dos animais, através das variações que vão da fera à ave, do peixe ao insecto, não ficamos nós impressionados pela sua variedade e beleza? Não existe nenhuma lei arbitrária da proporção nem nenhum modelo rígido de forma”<sup>157</sup>. Defendendo que: “A lei da adaptação é a lei fundamental da natureza em todas as estruturas”<sup>158</sup>, anos antes da publicação da *Origem das Espécies*, criticava o domínio de regras arbitrárias de gosto, instaladas nos objectos do quotidiano. Conforme referia: “Muitos trabalhos são mais bonitos sem ornamento”<sup>159</sup>. E acrescenta: “Quando eu defino a Beleza como a promessa da Função; Acção como presença da Função; Carácter como registo da Função, eu arbitrariamente separo o que é essencialmente um”<sup>160</sup>.

Defensor da função, encontrava na construção naval a exemplificação das suas propostas teóricas. “Observem um barco no mar! Reparem na majestosa forma do seu casco como ele avança através das águas, observem a graciosa curvatura do seu corpo,

---

<sup>155</sup> Provavelmente Horatio Greenough terá tido conhecimento da obra de Friedrich Weinbrenner aquando da sua estadia em Itália.

<sup>156</sup> Horatio Greenough, sob o pseudónimo Horace Bender, *The Travels, Observations, and Experience of an Yankee Stonecutter*, New York, Ed. G. P. Putnam, 1852, citado em *Form and Function-Remarks on Art by Horatio Greenough*, erkley, Ed. University of California Press, 1947, p.viii.

<sup>157</sup> Carma Gorman, *The Industrial Design Reader*, Nova York, Ed. Alworth Press, 2003, p.11.

<sup>158</sup> H. Greenough, *op. cit.*, p.xvi.

<sup>159</sup> Idem, p.xviii.

<sup>160</sup> Idem, p.71.

a gentil transição do curvo para o plano, a firmeza da sua quilha, o lançamento do seu gurupés, a simetria e rico traçado dos seus mastros e tirantes, e aqueles grandes músculos de vento, as velas!”<sup>161</sup>. A análise das características da construção naval será depois propostas como um exemplo a seguir na construção civil<sup>Figura 2</sup>: “Pudéssemos transpor para a arquitectura civil as responsabilidades que pesam na construção naval e teríamos longos edifícios superiores ao Partenon nos fins a que se destinavam (...)”<sup>162</sup>. Antecipando-se a todas as teorias pedagógicas do *design* afirma: “Eu desejo ver a trabalhar escolas normais de estrutura e ornamento, organizadas de forma simples mas efectiva, e constantemente ocupadas em projectar para fabricantes, e para todos os mecânicos que necessitem de orientação estética nas suas operações”<sup>163</sup>.

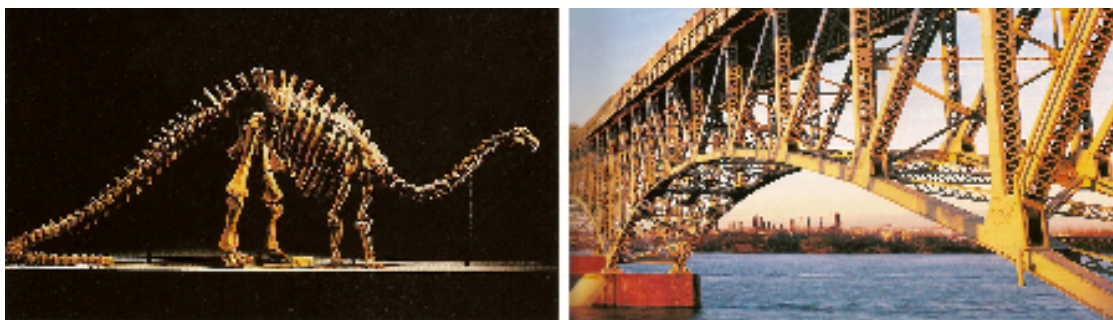


Figura 2 – Esqueleto de Brontosaurus e estrutura de ponte em South Grand Island, New York. Analogia estabelecida por Alan Powers, em *Nature in Design* (1999).

Mas H. Greenough vai ainda mais longe ao defender uma noção de progresso associado à função: “Se se percorrer os vários estados de desenvolvimento do barco, desde a canoa escavada no tronco da árvore e da velha galé, aos mais recentes tipos de corvetas, notaremos que qualquer progresso nas prestações foi um progresso na composição, na beleza ou imponência, em conformidade com a função da embarcação”<sup>164</sup>. Nesta afirmação o autor preconiza uma *evolução tecnológica* pois, como já foi assinalado, o termo *progresso* era utilizado para referir a evolução nos sistemas técnicos. Como referem R. Lewontin e R. Lewis na introdução ao seu artigo sobre a *Evolução*: “Se bem que o conceito de evolução se tenha identificado firmemente com a evolução orgânica, a história dos organismos vivos na Terra, a

<sup>161</sup> Idem, p.60.

<sup>162</sup> Idem, p.61.

<sup>163</sup> Idem, p.9.

<sup>164</sup> Idem, p.121.

teoria da evolução da vida é apenas um caso especial de uma visão do mundo, mais geral, que se pode definir como *evolucionismo*”<sup>165</sup>. Isto é, antes de ser uma teoria científica a *evolução* era uma ideologia, ou seja propunha uma visão global do mundo em mudança. No século XVIII, August Diderot, autor da *Encyclopédie*, afirmava: “Tudo muda, tudo passa, não há senão o tudo que resta”<sup>166</sup>. Uma ideologia estática natural própria do sistema feudal em que proprietários e servos se encontravam presos à terra, foi sendo progressivamente substituída por uma teoria que considerava a mudança como natural, isto é, por uma visão evolutiva, mais adequada à ascensão das classes de comerciantes, financeiros e posteriormente industriais. Mas entre a revolução agrícola (associada à terra) e a revolução industrial (associada à produção) uma outra revolução teve que existir, a revolução comercial e financeira (associada às trocas) em que o movimento era um factor crucial. Como refere Friedrich Engels no século XIX: “O Movimento, no sentido mais geral, entendido como o modo de existência da matéria como seu atributo inerente, compreende todas as mudanças e processos que ocorrem no universo, desde a mera mudança de lugar até ao pensamento”<sup>167</sup>

Mas a mudança não é suficiente, pois como refere Alfred North Whitehead: “Pode existir mudança sem sentido e sem progresso”<sup>168</sup>. O termo *progresso* seria, pois, mais adequado, e James Ferguson, escritor e estudioso inglês, no seu livro *An Enquiry into the True Principles of Beauty in Art*<sup>169</sup>, publicado em 1849, dedicou ao tema um capítulo com o nome de “Progresso da Arte”, no qual, nessa perspectiva temática, se refere à evolução dos navios da seguinte forma: “Nós temos um constante progresso (de navios) através de oito séculos, e será difícil calcular quantos milhões de pessoas, não só em cada porto da Europa, mas também na América, foram necessários para produzir este grande resultado”<sup>170</sup>. O *design* de navios é frequentemente referido como exemplo na literatura racionalista por ser fortemente ilustrativo do progresso ao nível dos sistemas técnicos, do mesmo modo que as variações na catedral gótica são referência nos estudos que se debruçam sobre o progresso na arquitectura. O progresso

---

<sup>165</sup> R. C. Lewontin e R. Lewis, *op. cit.*, p.234.

<sup>166</sup> *Idem*, p.235.

<sup>167</sup> *Ibidem*.

<sup>168</sup> *Idem*, p.236.

<sup>169</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.115.

<sup>170</sup> *Idem*, p.116.



explicitamente progressistas e perfeccionistas”<sup>172</sup>. E de seguida acrescentam: “E as histórias da religião, da filosofia, da ciência, das belas artes, das técnicas industriais, mostram a existência de uma sucessão de estados.” Isto é, nas modernas teorias da evolução, C. Darwin foi um ponto culminante e não a sua origem. O próprio C. Darwin, aliás, na terceira edição da *Origin of Species* de 1861, faz um esboço histórico dos escritos que antecederam os seus, sobre a evolução orgânica<sup>173</sup>.

No fundo, as analogias evolutivas de H. Greenough ou de J. Ferguson, entre outros, são anteriores à publicação da *Origem das Espécies* demonstrando, assim, a existência da génese de uma teoria evolutiva da tecnologia e de uma noção de progresso relativa aos sistemas ou organismos tecnológicos, ainda que, neste caso, a referência a “evolução”, como defende P. Steadman, remeta mais rigorosamente para o sentido de “progresso” ou de “desenvolvimento”<sup>174</sup>. Como refere H. Spencer – o maior defensor do progresso evolutivo no século XIX –, em *Progress: Its Law and Cause*, de 1857: “Desde os primeiros vestígios de mudanças cósmicas até aos últimos resultados da civilização, verificamos que a transformação do homogéneo em heterogéneo é aquilo em que o progresso essencialmente consiste”<sup>175</sup>.

A visão funcionalista de H. Greenough marcou o proto modernismo ao propor “a beleza como compromisso da função.” No livro *Form and Function - Remarcks on Art by Horatio Greenough*<sup>176</sup>, o editor refere na contracapa: “Foi Greenough, não Walt Whitman, quem primeiro protestou contra a falta de significado da ornamentação. Foi Greenough, não John Ruskin, quem primeiro expressou a ideia de que os edifícios e a arte de um povo expressam a sua moralidade. Foi Greenough, não Le Corbusier, quem primeiro disse que os edifícios primeiramente para uso «podiam ser chamados de máquinas». Foi Greenough, não Louis Sullivan, quem primeiro enunciou o princípio que, em arquitectura, a forma deve seguir a função.” Mas como verificámos anteriormente não foi H. Greenough mas sim F. Weinbrenner quem primeiro referiu que a forma deve seguir a função. A este importante autor alemão se deve a máxima

---

<sup>172</sup> R. C. Lewontin e R. Lewis, *op. cit.*, p.248.

<sup>173</sup> Idem, p.249.

<sup>174</sup> P. Steadman, *op. cit.*, pp.118-119.

<sup>175</sup> R. C. Lewontin e R. Lewis, *op. cit.*, p.246.

<sup>176</sup> H. Greenough, *op. cit.*

do funcionalismo. Mas talvez ainda mais importantes e menos divulgadas na obra de H. Greenough, sejam as suas propostas de análise das estruturas naturais destinadas a posterior aplicação nos sistemas artificiais antecipando as futuras *metodologias biotécnicas*. Mais tarde, este será um grande passo na consolidação metodológica e científica dos referidos processos de análise das estruturas naturais.

A *Origem das Espécies* seria crucial para a compreensão do *evolucionismo biológico* e para a conseqüente criação de uma base de sustentação para o desenvolvimento do *evolucionismo tecnológico*, este já anteriormente explorado com base nas teorias *lamarkianas*, mais próximas da adequação aos sistemas tecnológicos. Contudo, é muito importante ter presente que essa obra de C. Darwin foi publicada sete anos após a morte de H. Greenough, o que será o mesmo que dizer, sete anos após a edição do seu livro *The Travels, Observations, and Experience of an Yankee Stonecutter*. A obra de H. Greenough fica na história como uma referência do funcionalismo, importantíssima na evolução da *cultura projectual* e das *metodologias biotécnicas*.

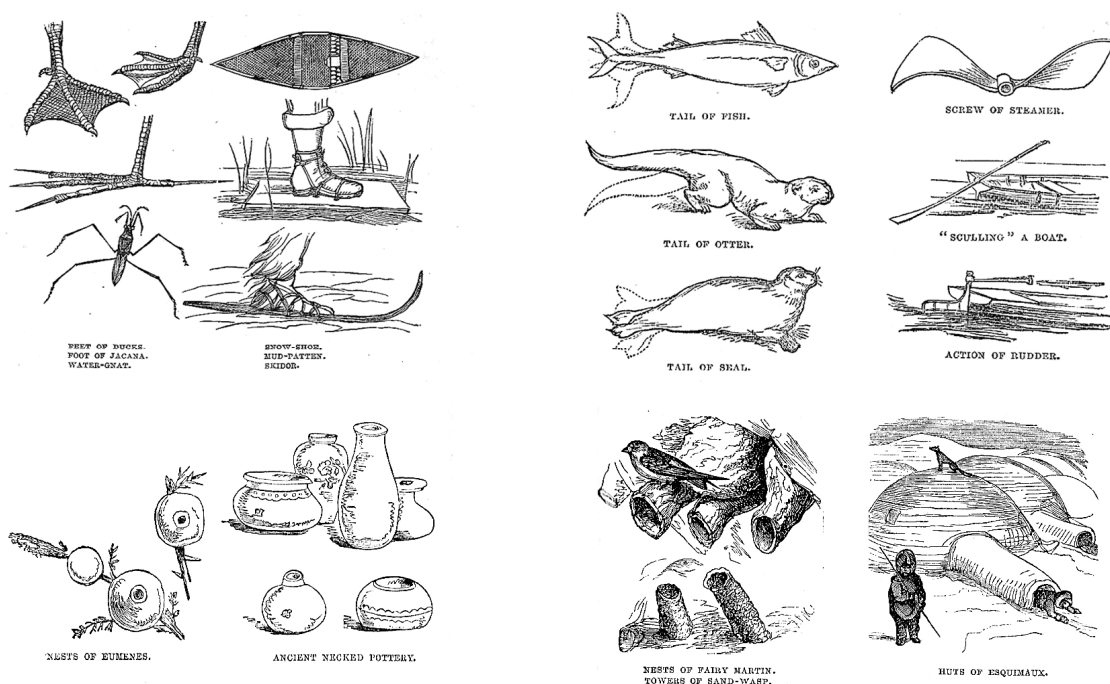


Figura 4 – Estudos comparativos entre sistemas naturais e sistemas técnicos ilustrados por Reverendo Wood.

Também precursora nas analogias estabelecidas entre a natureza e a arte é a obra do Reverendo John George Wood, editada em Boston em 1875, com o sugestivo título

*Nature's Teaching's: Human Invention Anticipated by Nature*<sup>177</sup>Figura 4, onde o autor, recorrendo a diversas áreas do conhecimento humano ordenadas por capítulos como “náutica”, “caça e guerra”, “arquitectura”, “utensílios”, “óptica”, “artes utilitárias” e “acústica”, procura demonstrar que se encontram na natureza os protótipos que podem ajudar a concretizar as produções humanas. Este manual é provavelmente o primeiro levantamento exaustivo de comparações entre sistemas biológicos e técnicos, com cerca de 750 ilustrações que ajudam a entender as analogias defendidas por J. Wood.

Um dos exemplos mais famosos por ele referido na arquitectura é o do Palácio de Cristal projectado por Joseph Paxton e inaugurado para a Grande Exposição de 1851. Inspirado nas nervuras da folha do nenúfar gigante *Victoria Regia*<sup>178</sup>, ele é um bom exemplo de Morfologia Estrutural. Figura 5 Mas centenas de outros exemplos aparecem na sua obra, estabelecendo analogias entre exemplos retirados da Biologia e a produção humana.

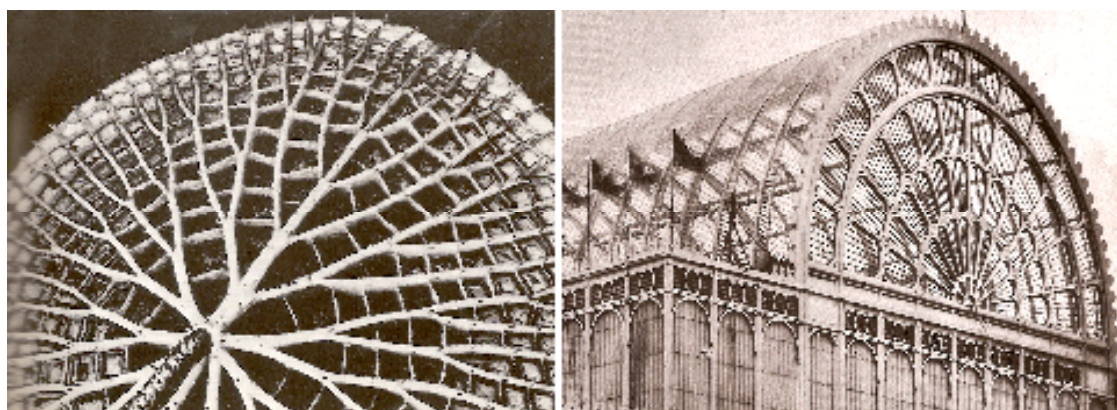


Figura 5 – Estrutura inferior do nenúfar *Vitoria Regia* e estrutura de galeria do *Palácio de Cristal* (1851), de Joseph Paxton.

Outra obra de referência e talvez a primeira a empregar o termo “Biotécnica” é o livro do alemão Raoul Francé, *Die Planze als Erfinder* (As Plantas como Inventoras), editado em Estugarda em 1920. Segundo este, todas as formas da natureza são um produto da selecção natural e uma consequência de funções desenvolvidas pelos organismos na sua adaptação, ou seja, as suas formas são a solução para resolver problemas que os sistemas biológicos encontram. Nesse sentido, R. Francé propõe que

<sup>177</sup> John George Wood, *Nature's Teaching's: Human Invention Anticipated by Nature*, Boston, 1885.

<sup>178</sup> Idem, p.195.

quem procura uma solução técnica, deve estudar a “biotecnia”, e assim procurar uma solução para o mesmo problema na biologia e imitá-la<sup>179</sup>. Lazlo Moholy-Nagy, artista e professor emblemático da Bauhaus, defendeu e difundiu as ideias de R. Francé na famosa escola, citando-o inclusivé no seu livro *The New Vision*, referindo-se a R. Francé do seguinte modo: “Dedicou-se a um intenso estudo da analogia entre biologia e tecnologia, e chama ao seu método de pesquisa e aos seus resultados biotécnica”<sup>180</sup>. Mas L. Moholy-Nagy permitia uma abertura no processo mimético na medida em que, segundo a sua visão, o importante era seguir os princípios gerais dos métodos da natureza, ou seja, para si era possível conceber obras “que funcionassem orgânicamente”<sup>181</sup>.

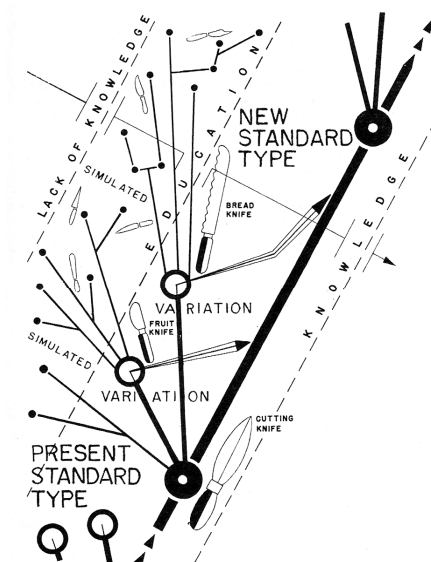


Figura 6 – Diagrama de autoria de F. J. Kiesler que mostra o processo evolutivo dos “tipo standard” da faca (1939).

Outra referência importante nesta área é o artigo *On Correalism and Biotechnique* do arquitecto Friedrich Kiesler, publicado na *Architectural Record* de 1939. *Correalismo* significa, segundo o autor, o estudo das relações entre o homem e o seu ambiente natural e tecnológico. F. Kiesler defende que “os instrumentos e a arquitectura são criados para servirem de mediadores entre o homem e o ambiente natural e formam

<sup>179</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.213.

<sup>180</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.212.

<sup>181</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.214.

portanto um segundo e interposto, um “ambiente tecnológico”<sup>182</sup>. Para este autor, todos os utensílios passam por um processo de evolução com vários estados que correspondem a “variações” a partir do “tipo-standard”, como demonstra no esquema de evolução da faca.<sup>Figura 6</sup>

Mas, ao contrário do que acontecera com os autores anteriores, para F. Kiesler, a biotécnica não consiste na simples cópia dos protótipos naturais, mas num método capaz de polarizar as forças naturais na direcção das intenções do homem. Neste sentido, estabelece uma distinção entre *biotécnica* e *biotecnologia*, atribuindo esta última a Patrick Gueddes e definindo-a como “um método de construção da natureza... e não do homem”<sup>183</sup>. Também de referência antecipadora é, no livro *Cities in Evolution* de P. Gueddes, biólogo e pioneiro do urbanismo, publicado em 1915, a introdução dos termos “biotecnologia” e provavelmente o termo “biotécnico”. Na mesma obra, propôs ainda os termos “paleotécnico” e “neotécnico”, referindo-se o primeiro à rudimentar e desastrosa fase da Revolução Industrial e o segundo a uma emergente ordem industrial que tendia para a prosperidade, beleza e harmonia com o ambiente natural<sup>184</sup>.

Começam a formular-se assim os estudos no campo da *biotécnica*, que viriam a ser amplamente divulgados e desenvolvidos no pós-guerra, com a introdução de noções como *Biologia Técnica*<sup>185</sup> e *Biónica*<sup>186</sup>. Se, no primeiro, o objectivo é o estudo dos sistemas formais e estruturais produzidos nos sistemas biológicos, no segundo, para além da análise dos sistemas naturais, é produzida a respectiva síntese que permite a futura aplicação de conhecimento em sistemas técnicos e tecnológicos produzidos pelos seres humanos. Este não é um processo puramente teórico, mas um método rigoroso e científico de transformação dos sistemas estruturais e funcionais orgânicos para os sistemas tecnológicos, permitindo assim a sua posterior aplicação na cultura de projecto.<sup>Figura 7</sup> O estudo e investigação destes sistemas biológicos e bioquímicos permitem a construção de protótipos posteriormente utilizados no design de sistemas

<sup>182</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.214.

<sup>183</sup> Patrick Gueddes, *Cities in Evolution*, London, 1915, citado em, Philip Steadman, *op. cit.*, p.218.

<sup>184</sup> *Ibidem*.

<sup>185</sup> *Biologia Técnica* – Estudo dos sistemas formais e estruturais produzidos nos sistemas biológicos.

<sup>186</sup> *Biónica* – estudo dos sistemas formais e estruturais produzidos pelos sistemas naturais e sua aplicação ao design de sistemas produzidos pelo homem.

sintéticos. Embora naturalmente mais desenvolvidas, estas propostas do pós-guerra não são, contudo, mais do que as propostas “biotécnicas” apresentadas, nos anos 20 e 30, por P. Gueddes, R. Francé e F. Kiesler e que foram defendidos como metodologia por L. Moholy-Nagy.

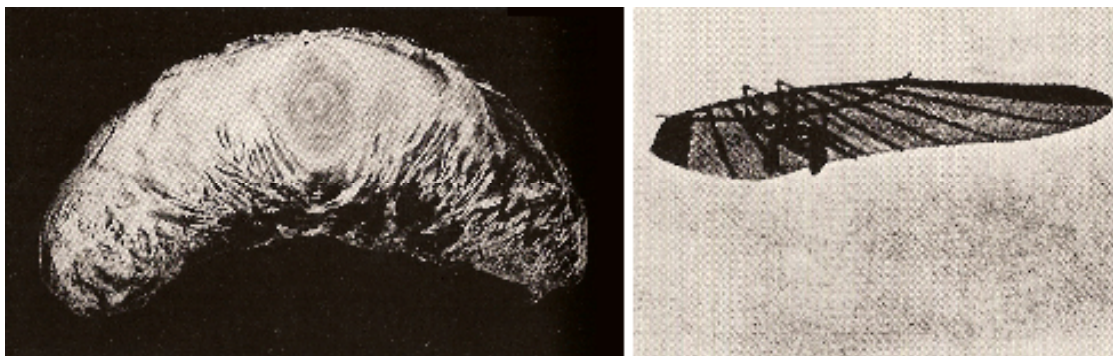


Figura 7 – Semente planadora da *Zanonía macrocarpa* e planador *Zanonía* (1904) dos pioneiros da aviação Etrich e Wels.

A proposta do nome Biónica é atribuída ao major da U.S. Air Force, Jack E. Steele em 1958, e segundo J. Steele, significa a “ciência dos sistemas cuja função é baseada em sistemas vivos, ou que têm características de sistemas vivos, ou que se assemelham a eles”<sup>187</sup>, tendo sido, contudo, posteriormente definida com mais precisão por David Offner como: “O estudo dos sistemas vivos ou assimiláveis pelos vivos, tendente a descobrir novos princípios, técnicas e processos de aplicação à tecnologia. A Biónica analisa os sistemas biológicos, os seus princípios e as suas características fundamentais de um ponto de vista qualitativo, de forma a retirar inspiração para o desenvolvimento de novas orientações no projecto de sistemas técnicos que tenham características análogas”<sup>188</sup>. Embora a Biónica tenha sido considerada por J. Steele como uma nova ciência e apresentada, oficialmente, em Maio de 1960 na Annual Aeronautical Electronics Conference<sup>189</sup>, esse nome é atribuído por J. Steele com desconhecimento de que essa nova ciência já existia com o nome de Biotécnica (em inglês Biotechnics) segundo proposta de P. Gueddes, de 1915, ou de R. Francé, de 1920.

<sup>187</sup> Lucien Gérardin, *Bionics*, Nova York, Ed. McGraw-Hill, 1968, p.11.

<sup>188</sup> G. Bonsiepe, *op. cit.*, p.174.

<sup>189</sup> L. Gérardin, *op. cit.*, p.11.

Um dos sistemas mais conhecidos de aplicação das metodologias e dos processos das *metodologias biotécnicas* num produto de grande difusão é o sistema de fixação inventado, em 1941, pelo engenheiro suíço Georges de Mestral<sup>190</sup> que, usualmente, se conhece pelo nome de *Velcro*. O nome, segundo o seu inventor, deriva da junção das palavras francesas “velours”, que significa veludo e de “crochet” que significa anzol. Este sistema de fixação é baseado num processo desenvolvido por algumas plantas, das quais se destacam as sementes da *Burdock* que, ao estarem revestidas de pequenos tentáculos com anzóis no final, permitem a sua fixação ao pêlo dos animais possibilitando, desse modo, o seu transporte para outros locais e, conseqüentemente, a disseminação da planta. Por vezes essas sementes, no seu processo natural de fixação, também aderem ao vestuário. Foi o que sucedeu a G. de Mestral quando, ao passear pelas montanhas dos Alpes Suíços, observou que essas sementes se fixavam nas suas roupas e no pêlo do seu cão. Desenvolvido por G. de Mestral, o sistema de fixação rápida funciona através da produção de duas fitas em nylon, uma das quais é revestida, numa das faces, por minúsculos anzóis que em contacto com a outra fita, revestida por minúsculas argolas, permite a fixação dos anzóis de um modo extremamente resistente e com um número de possibilidades de utilização quase infinitas. <sup>Figura 8</sup> Patenteada em 1951 pelo seu inventor, hoje, a marca Velcro tem mais de 300 registos em cerca de 160 países.



Figura 8 – À esquerda: Embalagem para supositórios baseado na vagem da ervilha (anos 60), de Victor Papanek. À direita: *Bardana*, planta que serviu de inspiração para o desenvolvimento do Velcro, ampliação de estrutura de Velcro, sistema de Velcro.

<sup>190</sup> en.wikipedia.org/wiki/Velcro

Um autor que defendeu sistematicamente a utilização da Biónica em processos de design foi Victor Papanek (1935-1998). Nascido na Áustria, licencia-se em arquitectura e design industrial nos EUA interessando-se, posteriormente, por assuntos como a Etnologia e a Biologia e criando, assim, a base para o desenvolvimento daquilo que viria a chamar “Design para as Necessidades” (*Design for Need*); representando uma reacção à sociedade de consumo o autor defendeu um design pensado para as reais necessidades humanas. Já anteriormente outro autor, Richard Buckminster Fuller, tinha elaborado propostas nesse sentido, as quais culminaram no seu projecto de pesquisa *World Resources Inventory*, desenvolvido na Southern Illinois University, o qual propunha uma revisão da distribuição dos recursos mundiais de modo a que fossem utilizados de uma forma mais eficiente<sup>191</sup>. Também Richard Neutra, em 1954, publica o seu livro *Survival through Design*<sup>192</sup> que defende uma estratégia mundial para um design não comercial<sup>193</sup>. Mas seria V. Papanek com a publicação do seu livro *Design for the Real World*<sup>194</sup>, em 1971, que se afirmaria como o responsável pela grande divulgação da noção *Design for Need*, assim como do conceito Biónica. Com efeito, esse livro foi traduzido em 23 línguas, transformando-se na obra de design mais lida em todo o mundo. Com o subtítulo “Human Ecology and Social Change”, nesse livro as visões de V. Papanek sobre as questões éticas, sociais e ambientais do design são abordadas de uma forma sistemática inédita<sup>195</sup>. Nessa mesma obra, o autor dedica, ainda, um capítulo à Biónica, intitulado “The Tree of Knowledge: Biological Prototypes in Design” no qual faculta uma definição simples do termo: “utilização de protótipos biológicos para o design de sistemas feitos pelo homem.”<sup>196</sup>

Outras propostas mais contemporâneas, sobretudo desenvolvidas depois das crises energéticas de 1971, 1973 e 1974, procuram criar interfaces positivas entre os sistemas

---

<sup>191</sup> Richard Buckminster Fuller, *La década Mundial del Diseño Científico*, Buenos Aires, Ediciones Nueva Vision, 1968; Richard Buckminster Fuller, *Critical Path*, New York, St. Martin's Press, 1981; Joachim Krausse e Claude Lichtenstein, *Your Private Sky. R. Buckminster Fuller. The Art of Design Science*, Zurich, Lars Muller Publishers, 1999.

<sup>192</sup> Richard Neutra, *Survival through Design*, New York, Oxford University Press, 1954.

<sup>193</sup> Gui Bonsiepe, *El Diseño de la Periferia*, México, Gustavo Gilli 1985.

<sup>194</sup> Victor Papanek, *Design for the Real World*, London, Thames & Hudson, 1991. (1ª edição em 1971).

<sup>195</sup> Victor Papanek e James Hennessy, *Nomadic Furniture*, New York, Pantheon Books, 1973; Victor Papanek e James Hennessy, *Nomadic Furniture 2*, New York, Pantheon Books, 1974; Victor Papanek, *Arquitectura e Design. Ecologia e Ética*, Lisboa, Edições 70, 1995.

<sup>196</sup> Idem, p.186.

técnicos e os sistemas ambientais. Entre as principais encontram-se o Green Design<sup>197</sup> (Design Verde), o Ecodesign<sup>198</sup> (Design Ecológico), o Design for Environment<sup>199</sup> (Design Ambiental) e o Sustainable Product Design<sup>200</sup> (Design de Produtos Sustentáveis). O livro de Alastair Fuad-Luke, *the eco-design handbook*<sup>201</sup> é, nesse sentido, um manual bastante completo de produtos em que essas preocupações são exaustivamente analisadas. As metodologias das propostas em causa não se baseiam, obrigatoriamente, na Biologia Técnica, na medida em que procuram, fundamentalmente – com mais ou menos eficácia, e através de diferentes processos e metodologias –, compatibilizar os produtos e os próprios sistemas de produtos considerando, respectivamente, variáveis como a sua produção, distribuição, utilização, destruição, reciclagem, reutilização, ou seja, os factores que possam ser reajustados de modo a diminuir o impacto ambiental de tudo o que os seres humanos produzem. Nesse sentido, essas metodologias recorrem, habitualmente, a processos como: a Análise do Ciclo de Vida, a Gestão Ambiental, as Eco-auditorias, ou a Gestão de Fluxos Energéticos. Concentrando-se sobretudo no interior do sistema técnico, elas poderão, através da utilização das *Metodologias Biotécnicas* e do Design, ter acesso a uma nova visão, externa ao sistema técnico humano que, poderá trazer fluxos de informação inesperados e inovadores. Fará, com certeza, parte das *Metodologias Biotécnicas* contemporaneas a utilização, no seu processo projectual, de informações fornecidas por essas metodologias ambientais.

As *metodologias biotécnicas* têm sido, de facto, um recurso imprescindível na evolução dos sistemas tecnológicos, adquirindo uma importância cada vez maior no actual contexto de debate sobre as crises ambientais. Essas últimas, por sua vez, têm levado à procura prioritária de soluções de aproximação e maior compatibilidade entre os sistemas tecnológicos e os sistemas biológicos. Contudo, o potencial das

---

<sup>197</sup> Green Design – Design com preocupações centradas nos impactos ambientais. Surje como alternativa ao design de consumo, sobretudo a partir dos anos 80, apelando à utilização de materiais recicláveis e a um “green lifestyle”.

<sup>198</sup> Ecodesign - Design com preocupações nos impactos ambientais, assim como no ciclo de vida do produto (Lifecycle analysis-LCA).

<sup>199</sup> Design for Environment (DfE) – Design que procura abordar todas as preocupações que dizem respeito à vida de um produto, e que vão desde os processos de produção como os resíduos industriais na fabricação do produto até utilização, destruição, reciclagem e reutilização do produto, passando pelas questões da saúde e segurança de utilização.

<sup>200</sup> Sustainable Product Design (SPD) – Design que para além das questões ecológicas, abordada as preocupações sociais e económicas dos produtos na perspectiva de uma produção sustentável.

<sup>201</sup> Alastair Fuad-Luke, *the eco-design handbook*, London, Thames & Hudson, 2002.

*metodologias biotécnicas* – aplicados nas áreas de projecto como o Design, a Arquitectura ou a Engenharia – tem sido, mesmo assim, pouco aproveitado; embora o conhecimento projectual se encontre num processo de amadurecimento em que a Natureza tende a ser, crescentemente, um exemplo a seguir no séc. XXI.

## 1.2 – Metodologias Biomórficas: Streamlining e Biodesign

Outras metodologias que utilizam os sistemas naturais como referência são as que o autor denominou como: *metodologias biomórficas*. Esta denominação pretende agrupar todas as propostas metodológicas que se propõem analisar os sistemas naturais, vivos ou não vivos que, de uma forma directa ou indirecta, contribuem para a evolução estética e formal dos objectos e sistemas de objectos produzidos pelo homem. Mais ligadas à transposição morfológica dos elementos naturais para os artefactos, estas têm estado presentes na produção material desde o seu início. Como refere P. Steadman: “O emprego de figuras vegetais e animais na decoração é praticamente universal em toda a história da arquitectura e das artes aplicadas; na última metade do século XIX, contudo, houve um especial interesse (...)”<sup>202</sup>.

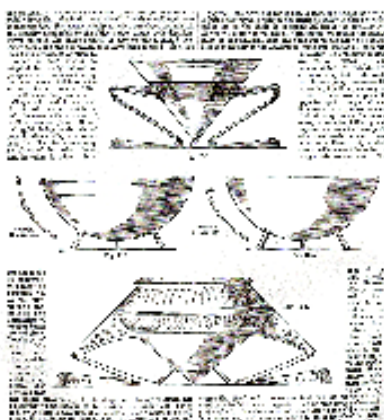


Figura 9 – Página do livro *Principles of Decorative Design* (1873), de Christopher Dresser.

É, com efeito, nessa altura que se publicam algumas das grandes obras sobre esta temática, coincidentes com as descobertas efectuadas na Biologia. Ou seja, a cultura

<sup>202</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.38

projectual acompanha o desenvolvimento científico. Entre as obras mais importantes a estabelecer essa ponte, como aliás refere P. Steadman, encontra-se a *Grammar of Ornament* de Owen Jones, publicada em 1856, defendida pelo seu autor como um guia prático de documentação baseada em elementos naturais, destinado aos designers.

Mas podemos afirmar que o grande difusor da aplicação dessa metodologia em produtos industriais, de um modo sistemático e com fundamentos científicos, foi Christopher Dresser (1834-1904); considerado por alguns historiadores – e pelo próprio autor do presente trabalho –, como o primeiro designer de produto, moderno. Como refere Stuart Durant “Ele revelou-se no triunfo da máquina e compreendeu as suas exigências mais claramente do que qualquer dos seus rivais.”<sup>203</sup> De facto, para além de designer, C. Dresser foi igualmente autor de estudos teóricos nessa matéria, destacando-se nesse âmbito duas importantes obras suas: *The Art of Decorative Design*<sup>204</sup>, de 1862, e, posteriormente, *Principles of Decorative Design*<sup>205</sup> (1873);<sup>Figura 9</sup> nesta última, C. Dresser estimula “os jovens decoradores a estudar os princípios sobre os quais a natureza trabalha”<sup>206</sup>.



Figura 10 – Desenhos de análise e de síntese de elementos naturais (1859-1880), por Christopher Dresser.

<sup>203</sup> Stuart Durant, *Christopher Dresser*, London, Academy Editions – Ernst & Sohn, 1993, p.7.

<sup>204</sup> Christopher Dresser, *The Art of Decorative Design*, London, 1862.

<sup>205</sup> Christopher Dresser, *Principles of Decorative Design*, London, 1873.

<sup>206</sup> P. Steadman, *op. cit.*, p.38.

Esse último livro, baseados nalguns artigos que C. Dresser publicou acerca das relações entre as formas naturais e o design,<sup>Figura 10</sup> vê-se seguido, em 1874, pelo artigo *Studies in Design*<sup>207</sup>. Qualquer das obras terá sido influenciada pelas investigações produzidas para o seu doutoramento em botânica, defendido em 1860.

C. Dresser estudou design na Government School of Design, em 1847, onde se revelou como o estudante mais talentoso. É convidado para dar aulas de Botânica na escola em 1854. Em 1860, com 26 anos, recebe o doutoramento pela Universidade de Jena, o mais avançado centro científico da Europa em Botânica, situado na Alemanha. Abre o seu estúdio de design e, em 1876, afirma-se como o primeiro designer ocidental a visitar o Japão. Essa viagem, por conta do governo Britânico, tem a duração de quatro meses e permite-lhe contactar com a produção artística, artes decorativas e arquitectura desse país, cujo resultado será a publicação, em 1882, do livro “*Japan: Its Architecture, Art and Art Manufactures*”<sup>208</sup>. Quatro anos mais tarde C. Dresser publicaria ainda *Modern Ornamentation*<sup>209</sup>, livro que inclui trabalhos produzidos pelo seu estúdio de design. O contributo de C. Dresser em processos de design, ilustrado nesses livros e nas dezenas de artigos por si publicados dentro das mesmas temáticas, revela-se determinante pela maneira como este aplica ao projecto, de forma sistemática, as influências de elementos retirados do mundo natural. Considerado como o primeiro designer industrial independente<sup>210</sup>, num tributo a si dedicado pela revista inglesa *Studio*, em 1899, a sua importância é salientada da seguinte forma: “possivelmente o mais importante dos designers comerciais, impôs a sua fantasia e invenção acima da ordinária produção industrial Britânica”<sup>211</sup> Figura 11

Através do seu florescente estúdio, C. Dresser desenhou centenas de produtos para mais cinquenta empresas de clientes não só em Inglaterra, mas também em França, Japão e USA, em áreas tão diversificadas como o mobiliário, produtos para a mesa em cerâmica, vidro e metal, têxteis ou papel de parede, apresentando uma diversidade e qualidade de desenhos radicais em relação ao estilo Vitoriano vigente. De tal forma

<sup>207</sup> Christopher Dresser, *Studies in Design*, London, 1874-76 (publicado em 12 fascículos mensais).

<sup>208</sup> Christopher Dresser, *Japan, its Architecture, Art and Art Manufactures*, London, 1882.

<sup>209</sup> Christopher Dresser, *Modern Ornamentation*, London, 1886.

<sup>210</sup> Michael Whiteway, *Shock of the Old: Christopher Dresser's Design Revolution*, New York, Ed. Smithsonian Cooper-Hewitt, National Design Museum, 2004, p.11

<sup>211</sup> *Christopher Dresser*, www.designmuseum.org

eram inovadores os seus desenhos que alguns deles ainda se encontram, actualmente, em produção destacando-se, nesse sentido, o empreendimento assumido pela empresa italiana Alessi a qual comercializou recentemente algumas réplicas de produtos desenhados por C. Dresser. De facto, as suas inspirações tinham como principal referência elementos retirados da observação da natureza, assim como de elementos da arte japonesa e geometrias puras, num percurso estético em que a simplificação formal e a sua capacidade inovadora se foi progressivamente solidificando.



Figura 11 – Produtos cerâmicos (c. 1870) de C. Dresser onde se evidencia a influência das geometrias puras, arte japonesa e observações da natureza.

C. Dresser acreditava e defendeu a supremacia da forma sobre o ornamento. Na maneira como assume os materiais e pela linguagem extremamente depurada, C. Dresser pode ser considerado como um dos primeiros modernistas.<sup>Figura 12</sup> A estas características não está alheio o facto de ter tido uma formação científica, assim como o contacto com a cultura japonesa, a qual o influenciou muito. A sua visão optimista da futura industrialização e da importância da produção maquinal seriam referências que, só no século XX, viriam a ser retomadas, nomeadamente no trabalho efectuado na Bauhaus, no atelier de metal orientado por L. Moholy-Nagy, do qual as peças de Marianne Brandt são um bom exemplo da continuidade do trabalho de C. Dresser.



Figura 12 – Produtos desenhados por Christopher Dresser: Açucareiro para a Elkington (1864); Chaleira para James Dixon (1879); Terrina para a Elkington (1885).

Ainda no final do século XIX e início do século XX, a Arte Nova – cujo nome deriva de uma loja parisiense, *Maison de L'Art Nouveau* –, com a sua inspiração formal retirada de elementos vegetais, assume-se como um exemplo amplamente conhecido da aplicação, ao projecto, de motivos ornamentais e estruturais vegetalistas, estilizados. Essa aplicação das *metodologias biomórficas* nas Artes Decorativas e Arquitectura teve uma expressão enorme no mundo Ocidental mas seria o Streamlining norte-americano que, nos anos trinta, revolucionaria a aplicação das *metodologias biomórficas* através da exploração de inspirações retiradas da natureza, nomeadamente aerodinâmicas e hidrodinâmicas, cuja aplicação formal ao projecto obrigou a soluções tecnologicamente muito complexas.

Essa corrente – da qual se relevam Norman Bel Geddes (1893-1958), Raymond Loewy (1893-1986), Walter Dorwin Teague (1883-1960) e Henry Dreyfuss (1904-1972), todos eles a trabalhar em design industrial nos finais dos anos 20 – foi fortemente marcada pela influência das formas aerodinâmicas e hidrodinâmicas e pode ser considerada a primeira aplicação das noções implicadas em ambas as áreas a produtos industriais de grande consumo. Cabe a N. Bel Geddes forte responsabilidade na divulgação do *streamlining*, através do seu livro *Horizons*<sup>212</sup>, publicado em 1932 e com enorme sucesso. Essa obra serviu de exemplo para os outros designers do *streamlining* dos quais se destacam as publicações de: *Design This Day*<sup>213</sup> de W.

<sup>212</sup> Norman Bel Geddes, *Horizons*, Boston, Ed. Little Brown, and Company, 1932.

<sup>213</sup> Walter Dorwin Teague, *Design this Day*, London, Ed. The Studio Publications, 1940.

Teague, 1940; *Never Well Enough Alone*<sup>214</sup> de R. Loewy, 1951; e *Designing for People*<sup>215</sup> de H. Dreyfuss, 1955.

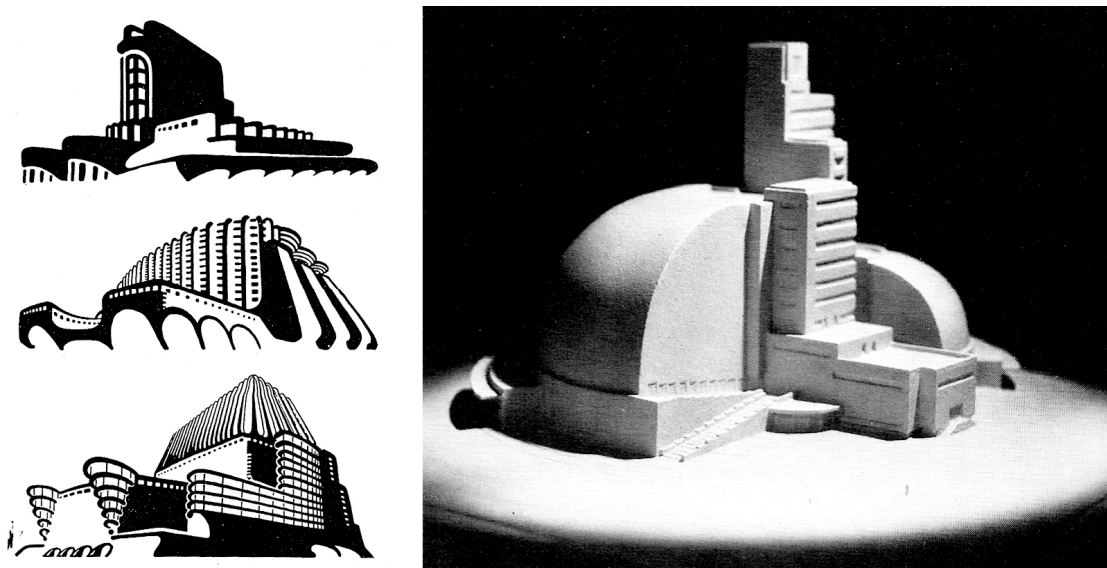


Figura 13 – À esquerda: Desenhos de edifícios industriais de Erich Mendelsohn (1914-18). À direita: Modelo de *Repertory Theatre* (1929) de Norman Bel Geddes.

De grande influência na aerodinamização das formas de N. Bel Geddes, foram os projectos expressionistas de edifícios industriais do arquitecto austríaco Erich Mendelsohn realizados entre 1914 e 1918<sup>216</sup>. Essa influência, assumida por N. Bel Geddes na introdução ao catálogo da obra de E. Mendelsohn, aquando da exposição nos E.U.A. da *Contemporary Exposition of Art and Industry* de 1929<sup>217</sup>, irá estar presente em grande parte dos seus projectos. <sup>Figura 13</sup>

Logo no início da carreira de N. Bel Geddes é verificada essa influência nos projectos de teatros e de cenários teatrais que desenvolve. Em 1927, o designer norte-americano decide dedicar-se ao design industrial e, nesse contexto, para além de desenvolver projectos para os seus clientes desenvolve, igualmente, projectos aerodinâmicos visionários como barcos, aviões, carros e comboios, casas, aeroportos, novos sistemas de auto-estradas e modelos de tráfego, cujas ideias viriam a ser concretizadas na

<sup>214</sup> Raymond Loewy, *Never Well Enough Alone*, New York, Ed. Simon and Schuster, 1951.

<sup>215</sup> Henry Dreyfuss, *Designing for People*, New York, Ed. Simon and Schuster, 1955.

<sup>216</sup> Jocelyn de Noblet, *Design*, Paris, Ed. Aimery Somogy, 1988, p.126.

<sup>217</sup> Jennifer Davis Roberts, *Norman Bel Geddes-An Exhibition of Theatrical and Industrial Design*, Austin, Ed. The University of Texas, p.27.

exposição *Futurama*, integrada no *stand* da General Motors na Feira Mundial de Nova York, em 1939, o qual foi visitado por vinte cinco milhões de pessoas<sup>218</sup>. Como o nome *Futurama* indica, esta exposição apresentava uma cidade do futuro, interpretada segundo as visões vanguardistas do seu autor.

De N. Bel Geddes salientam-se ainda, ao nível do design de produtos, os projectos das balanças *Toledo Counter Scale*, de 1929, e dos fogões *Standard Gas Equipment Stove*, de 1932. Figura 14

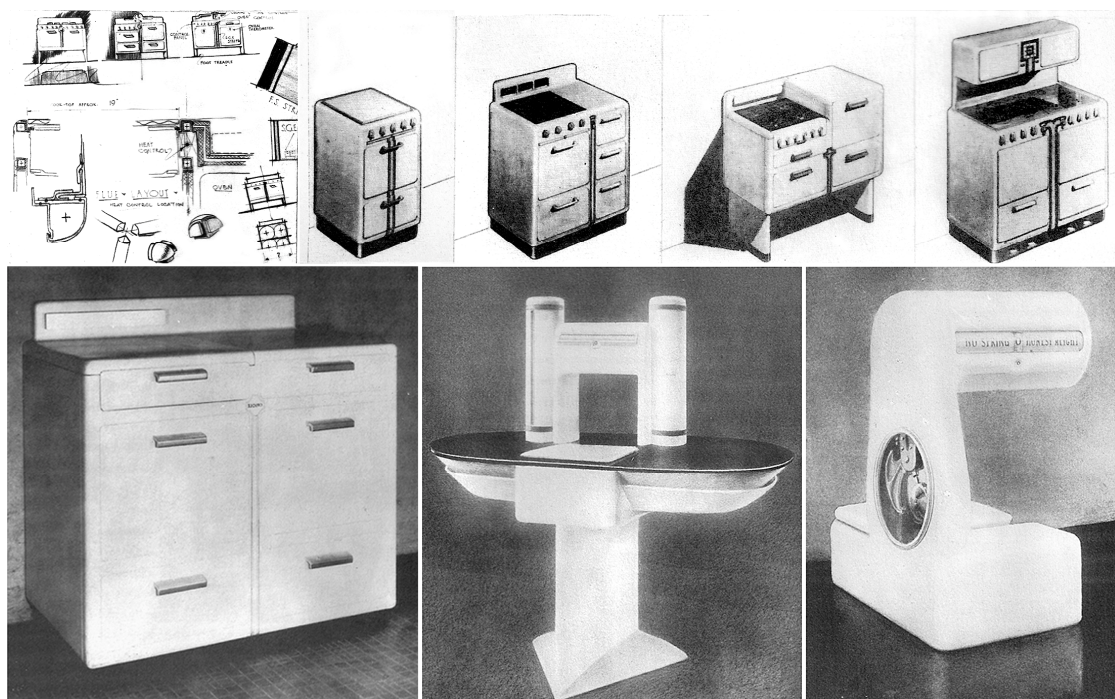


Figura 14 – Em cima: Esboços de Norman Bel Geddes para fogões *Standard*. Em baixo, da esquerda para a direita: Fogão *Standard* (1932) e balança *Toledo* (1929).

No que respeita ao design de transportes por si desenvolvido referem-se os projectos do avião *Air Liner #4*, de 1929, do comboio *Locomotive N°1*, de 1931, e do barco *Streamliner Ocean Liner*, de 1932,<sup>Figura 15</sup> exemplos extraordinários da aplicação das linguagens biomórficas que assumiram uma grande influência em algumas propostas posteriores como as de Luigi Colani e o Biodesign.

<sup>218</sup> Idem, p.43.

A obra de N. Bel Geddes foi precursora na introdução do Design Industrial nos E.U.A., tendo-se revelado, posteriormente, também uma influência internacionalmente importante. Como o próprio referiu: “Tal como os artistas do século catorze são lembrados pelas suas catedrais, os do século vinte serão lembrados pelas suas fábricas e pelos produtos dessas fábricas”<sup>219</sup>.

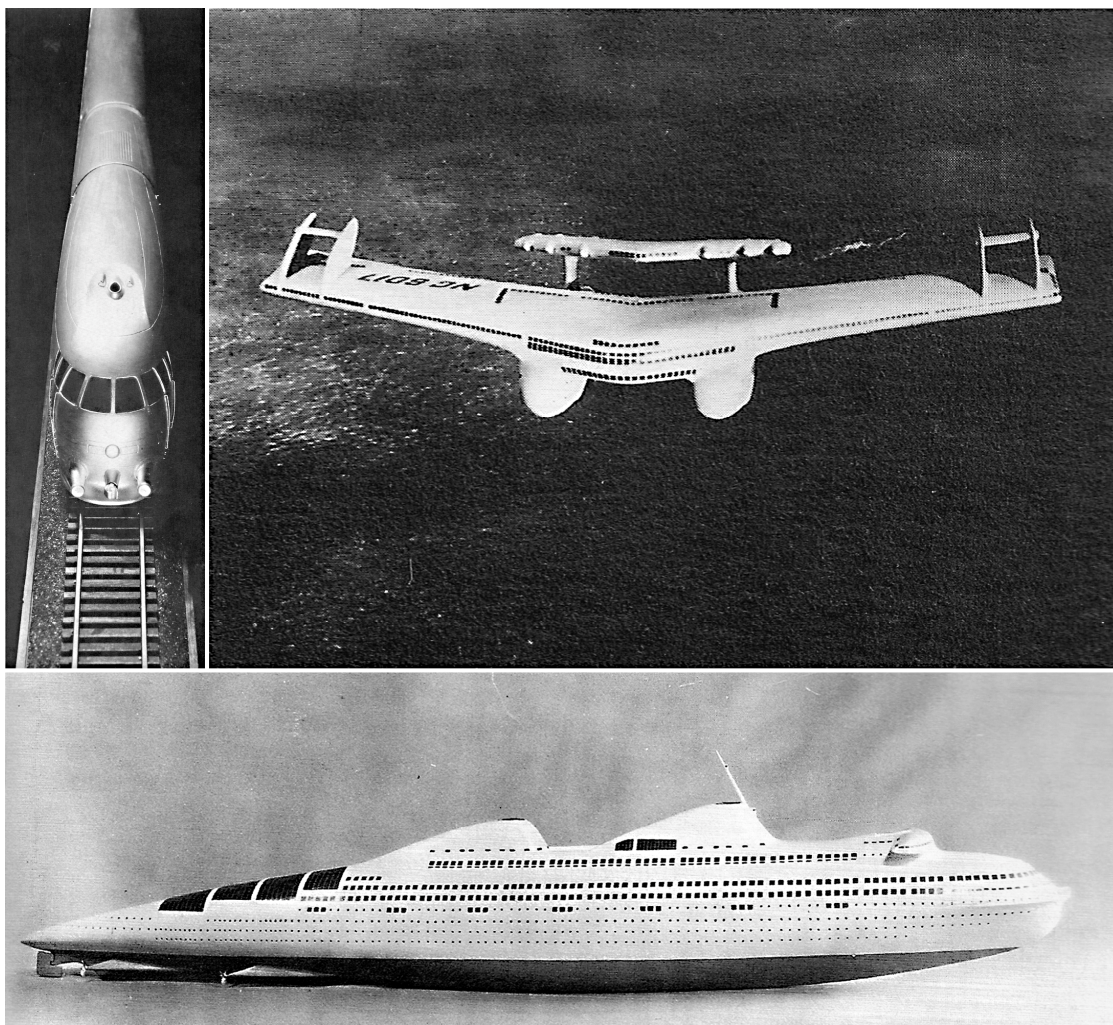


Figura 15 – Projectos de transportes de Norman Bel Geddes. Em cima: *Locomotive Nº1* (1931), *Air Liner #4* (1929). Em baixo: *Streamliner Ocean Liner* (1932).

<sup>219</sup> Idem, p.23. Sobre a qualidade dos produtos industriais que se destacaram como objectos de excepção, salientam-se as seguintes obras: Volker Albus, Reyer Kras e Jonathan M. Woodham, *Icons of Design*, Munique, Prestel, 2000; Stephen Bayley, *The Conran Directory of Design*, London, Octopus Conran, 1985; Marie Bertherat e Martin de Halleux, *100 ans de Objects de Légende*, Paris, Atlas, 1996; Guy Julier, *Design Since 1900*, London, Thames & Hudson, 2004; Paulo Parra, *Ícones do Design. Coleção Paulo Parra*, Lisboa, Casa da Cerca, 2003; Penny Sparke, *100 Ans de Design*, Paris, Octopus, 2002.

O sentido dessa mesma comparação viria a ser reafirmado por R. Barthes, em 1957, no texto “O novo Citroen” publicado no seu livro *Mitologias*: “Creio que o automóvel é hoje o equivalente bastante exacto das grandes catedrais góticas (...)”<sup>220</sup>. Figura 16



Figura 16 – Catedral de *Notre Dame* de Paris (1163) e Citroen *DS19* (1957).

Na continuidade da linguagem orgânica e aerodinâmica de N. Bel Geddes encontramos, como já foi referido, o Biodesign<sup>221</sup> – nome atribuído à linguagem biomórfica explorada pelo designer alemão Luigi Colani.

Nascido em Berlim e registado com o nome de Lutz Colani (n. 1928), estuda escultura nesta cidade mudando-se, em 1948, para Paris onde, na Sorbonne, desenvolve estudos sobre “aerodinâmica”. Em 1952, instala-se na Califórnia para estudar aeronáutica na divisão de “Novos Materiais” da Mc Donnell Douglas; novamente nos Estados Unidos viria, posteriormente, a trabalhar para a NASA e a Boeing (1974). De regresso à Europa apresenta, nos anos 50 e 60, uma série de propostas aerodinâmicas no sector automóvel das quais se salientam os projectos, em 1952, de uma moto com propulsão a turbina<sup>222</sup>; para a Simca, em 1953, o primeiro carro europeu com carroçaria em plástico<sup>223</sup>; e em 1967, a carroçaria do automóvel C-Form, que estará na origem de todas as carroçarias aerodinâmicas com efeito de solo<sup>224</sup>. Figura 17

<sup>220</sup> Roland Barthes, *Mitologias*, Lisboa, Signos, 1988, p.139.

<sup>221</sup> Biodesign – Design com características orgânicas, inspirado na morfologia dos elementos naturais, e que se apresenta como oposição ao Design High Tech.

<sup>222</sup> Albrecht Bangert, *Colani-Fifty Years of Designing the Future*, London, Ed. Thames and Hudson, 2004, p.14.

<sup>223</sup> Idem, p.21.

<sup>224</sup> Idem, p.48.

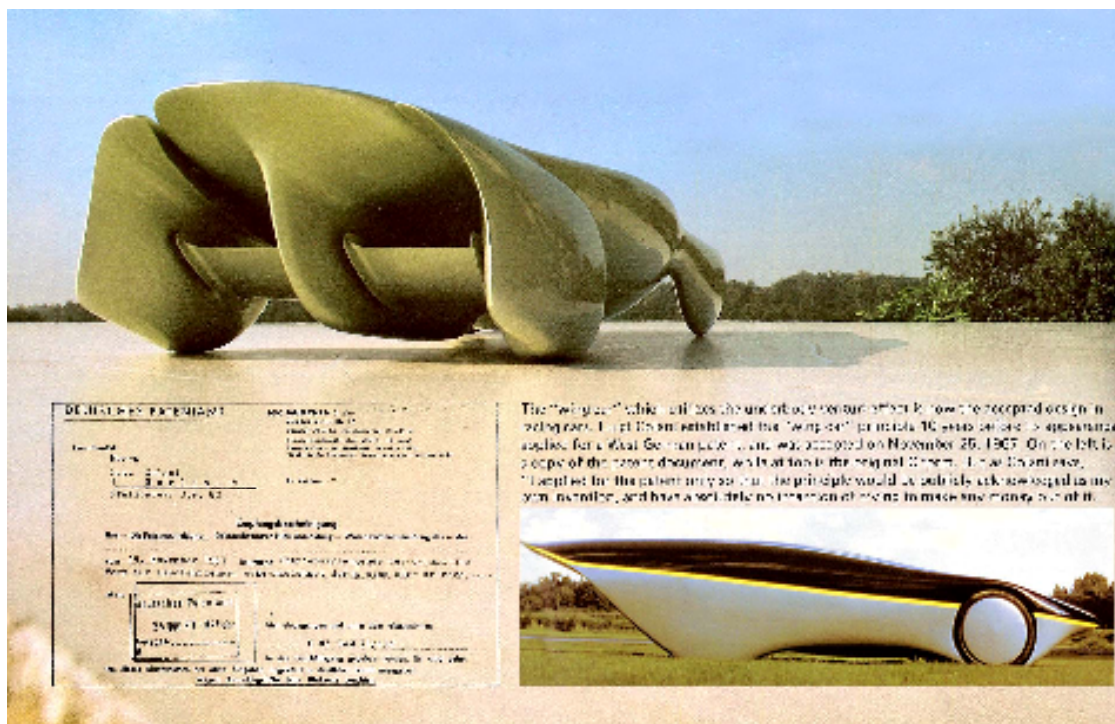


Figura 17 – Projectos de Luigi Colani. Em cima e à esquerda: carroçaria aerodinâmica original de *C-Form* e respectiva patente (1967). Em baixo, à direita: Veículo de baixo consumo e de elevada capacidade aerodinâmica, com  $C_x$  de 0,2 (1982).

Nos anos 70 e 80, L. Colani propõe uma grande variedade de projectos de linguagem biomórfica, desenvolvendo transportes em forma de pássaros, raias ou tubarões. Desses, destacam-se o avião de passageiros *Megalodon*, de 1977, baseado nas formas do tubarão<sup>225</sup>, o comboio *Super-High-Speed Monorail Car*, de 1978, baseado nas formas da raia<sup>226</sup>, ou ainda, o barco *Yacht* inspirado nas formas da baleia, de 1981<sup>227</sup>. Figura 18 Como o autor refere: “A forma de um tubarão é uma perfeição... Este animal modificou e aperfeiçoou a eficácia da sua forma durante milhões de anos, não podemos sonhar com melhor!”<sup>228</sup>.

Mas L. Colani não desenha só transportes. O seu trabalho apresenta uma variedade impressionante de propostas que vão desde a roupa desportiva, *lingerie*, sapatos, óculos, joalharia, relógios, canetas, armas, isqueiros, serviços de mesa em vidro e cerâmica, sanitários, linhas de torneiras, televisões, mobiliário e até propostas

<sup>225</sup> AAVV, *Luigi Colani-Designing Tomorrow*, Tokio, Ed. Car Styling, 1978, p.47.

<sup>226</sup> AAVV, *Luigi Colani-Designing Tomorrow*, Tokio, Ed. Car Styling, 1978, p.77.

<sup>227</sup> AAVV, *Luigi Colani-Bio-design of Tomorrow*, Tokio, Ed. Car Styling, 1984, p.19.

<sup>228</sup> Philippe Perdonet, Bruce Mehly, *Luigi Colani*, Paris, Ed. Dis Voir, 2000, p.17.

arquitectónicas. Ao nível dos transportes projectou bicicletas, motos, automóveis, veículos de competição, veleiros, barcos de transporte, petroleiros, helicópteros, aviões de carga e de passageiros e até naves espaciais. Aplica formas orgânicas, hidrodinâmicas e aerodinâmicas (área na qual L. Colani é especialista e precursor), por vezes exageradas, aos seus mega-projectos adoptando um percurso extremamente diversificado na sua linguagem curvilínea que vai das propostas com carácter mais rigoroso influenciadas pela aerodinâmica, ergonomia e engenharia de produto, aos projectos megalómanos de sistemas de transporte que apresentam uma linguagem orgânico-expressionista, por vezes barroca.

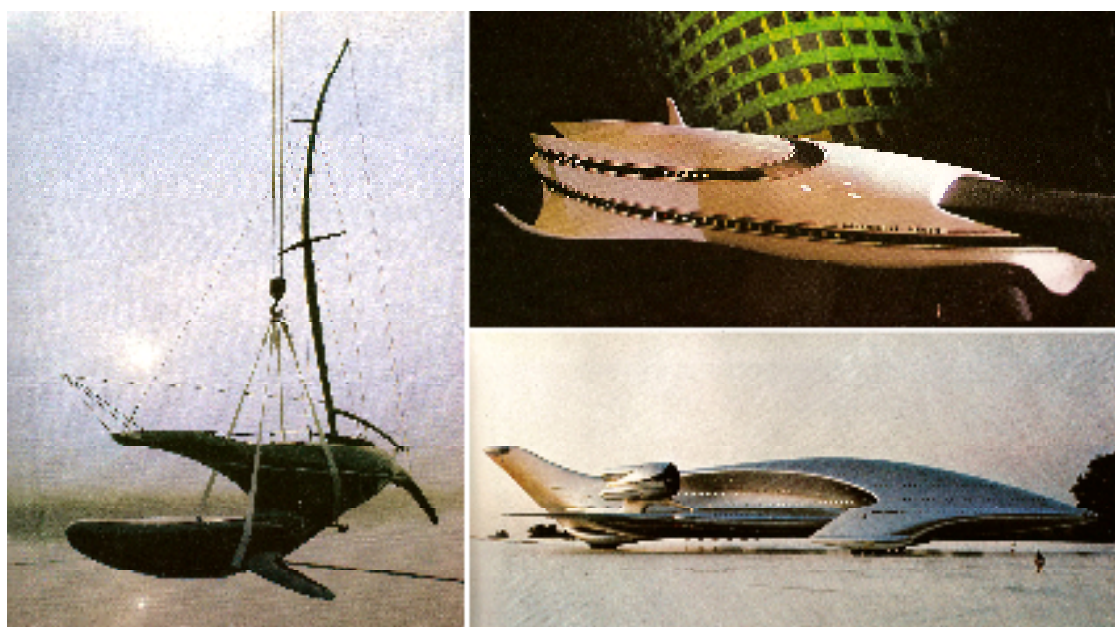


Figura 18 – Projectos de Luigi Colani: à esquerda, Yacht (1981); em cima, comboio *Super-High-Speed Monorail Car* (1978); em baixo: avião *Megalodon* (1977).

L. Colani, revela nas pequenas escalas uma atenção aos pormenores ergonómicos e antropométricos, revolucionária. Como o próprio refere: “Os engenheiros concebem os produtos de modo a facilitarem a produção: os seus produtos são muitas vezes angulosos e agressivos. Eu bato-me por conceber linhas que revelem a marca do corpo humano sobre o objecto. E no caso da fotografia, a relação do aparelho com a mão é primordial”<sup>229</sup>. Na área do produto industrial, de sua autoria, salientam-se ainda: em 1981, a esferográfica para a Pelikan; em 1984, os auriculares para a Sony; em 1991, os

<sup>229</sup> Jocelyn de Noblet, *op. cit.*, p.197.

binóculos para a Bresser; em 1993, o “rato” e o “joystick” para a Highscreen,<sup>Figura 19</sup> e, sobretudo, as câmaras fotográficas que projectou para a Canon, das quais se destaca a *T90*, um dos produtos de maior divulgação de L. Colani.



Figura 19 – Produtos desenhados por Luigi Colani: Esferográficas para a Pelikan (1981); rato para a Highscreen (1993); binóculos para a Bresser (1991).

Com efeito, L. Colani inicia uma colaboração, em 1974, com a empresa japonesa Canon a qual vai influenciar fortemente os futuros produtos industriais da marca. Esta colaboração deu origem a uma série de modelos experimentais de aparelhos fotográficos de formas orgânicas como as *CB 10* e *Hy Pro* mais convencionais e as *Frog* e *Homic* destinadas à fotografia submarina.<sup>Figura 20</sup>



Figura 20 – Modelos de Câmaras Fotográficas (1982) desenhadas por Luigi Colani. Em cima, da esquerda para a direita: Modelo *CB10* e Modelo *Hy Pro*. Em baixo, da esquerda para a direita: Modelo *Frog* e Modelo *Homic*.

Aplicou nestes projectos os princípios formais do Biodesign, “considerando que se trata de objectos que agarramos na mão e encostamos à cara”<sup>230</sup>. Estes modelos deram posteriormente origem à Canon *T90*, a mais complexa da série T, fruto da colaboração de L. Colani com o gabinete de projecto da empresa, anunciando as influências dos seus modelos mais ousados. Lançada em 1986, no Japão, transformou-se rapidamente num *ícone* do design industrial, influenciando a concepção de milhares de produtos em todo o mundo. Esta experiência demonstrou na prática, de um modo muito evidente, como um *designer* com novas concepções por vezes consideradas utópicas pode colaborar com o gabinete de projecto de uma grande empresa e conseguir um resultado inovador. A *T90*, com as suas formas orgânicas que se demarcavam assumidamente da pequena caixa paralelepípedica estilo *black box*, revolucionou historicamente não só a gama da Canon como as da concorrência.<sup>Figura 21</sup> Esta tendência formal expandiu-se naturalmente mais tarde à maior parte dos produtos de electrónica de consumo, primeiro aos objectos portáteis como os rádios transistorizados, walkman’s, diskman’s, etc. e posteriormente a outros produtos mais complexos. Esse facto ajudou a que este género de produtos se tornasse mais ergonómicos e, até, mais sensuais.



Figura 21 – Câmaras Fotográficas Canon, série T. Em cima, da esquerda para a direita: *T50* (1983), *T70* (1985). Em baixo: *T80* (1985) e *T90* (1986).

<sup>230</sup> Raymond Guidot, *Histoire du Design 1940-1990*, Paris, Ed. Hazam, 1994, p.283.

Mas este facto também obrigou ao desenvolvimento de sistemas mais aperfeiçoados de CAD (Computer Aid Design)<sup>231</sup>, capazes de representar e manipular todas essas formas complexas, permitindo criar uma pele que envolvesse todos os órgãos internos desses produtos. Possibilitando a utilização de formas mais orgânicas e ergonómicas verificou-se uma aproximação formal e estrutural ao corpo humano, agindo elas quase como extensões deste.

Como refere Raymond Guidot sobre os projectos desenvolvidos por L. Colani para a Canon: “Colani encontrou formas que prolongam de algum modo as do corpo humano”<sup>232</sup>.

Nessa perspectiva, os sistemas biológicos apresentam uma diversidade inesgotável de soluções experimentadas desde há milhares de anos que vão desde as evoluções morfológicas, o desenvolvimento de sistemas estruturais ou dinâmicos, os modos de transmissão de informação e interfaces, mas é sobretudo a partir de um amplo conhecimento do sistema em que o objecto se insere, que será possível projectá-lo de modo a que a sua adaptação seja completa. Neste sentido, a contribuição de áreas como a da *Biologia* e da *Química*, assim como a das ciências sociais e económicas, da *Física* e da *Matemática* serão primordiais para o enriquecimento da cultura projectual e para a criação de um futuro universo de fusão entre natural e artificial. Essa proposta, de que falaremos mais adiante, passa, como é defendido pelo autor, pela definição de metodologias de *simbiose* para um *design de fusão* ou *Design Simbiótico* que, contemplando as *metodologias biotécnicas* e *biomórficas* como a *Biónica* ou o *Biodesign*, vai mais longe ao propor uma nova metodologia de *simbiose* entre sistemas naturais e artificiais, com partilha de sistemas energéticos, comunicativos e de utilização.

---

<sup>231</sup> O desenvolvimento de *softwares* capazes de uma maior interface com o utilizador tem sofrido, nos últimos anos, uma enorme evolução. Em Portugal, considerando a aplicação destes programas à edição 3D, como ferramenta útil ao projecto de Design e de Arquitectura, destaca-se o desenvolvimento do sistema *GIDeS* elaborado por João P. Pereira (ISEP/INESC, Porto), Joaquim A. Jorge (IST/UTL, Lisboa), F. Nunes Ferreira (FEUP, Porto) e Vasco Branco (DCA/UA, Aveiro), apresentado, em 2000, no *9º Encontro Português de Computação Gráfica*.

<sup>232</sup> *Ibidem*.

## ***B – VISÕES PROTÉTICAS***

No capítulo anterior foram abordadas as relações entre Evolucionismo Tecnológico e as Visões Literárias e Científicas defendidas por autores de áreas tão diversas como a Literatura, a Filosofia, a Antropologia, a Sociologia, a Psicologia, a Tecnologia, a Biologia e as Metodologias Projectuais. A *Visão Protética*, como parte integrante do Evolucionismo Tecnológico, propõe que os artefactos têm um desenvolvimento evolucionista mas que este está directamente associado à sua homologação como próteses ou extensões do corpo humano. Nesse sentido, e como complemento, o que o autor aqui propõe é a amplificação desse conceito à noção de coevolução integrada de sistemas biológicos e tecnológicos. As duas questões que se levantam neste capítulo, e considerando o âmbito específico da presente investigação, são: O que se entende por *Visões Protéticas* e como se manifestam essas visões na Cultura Projectual?

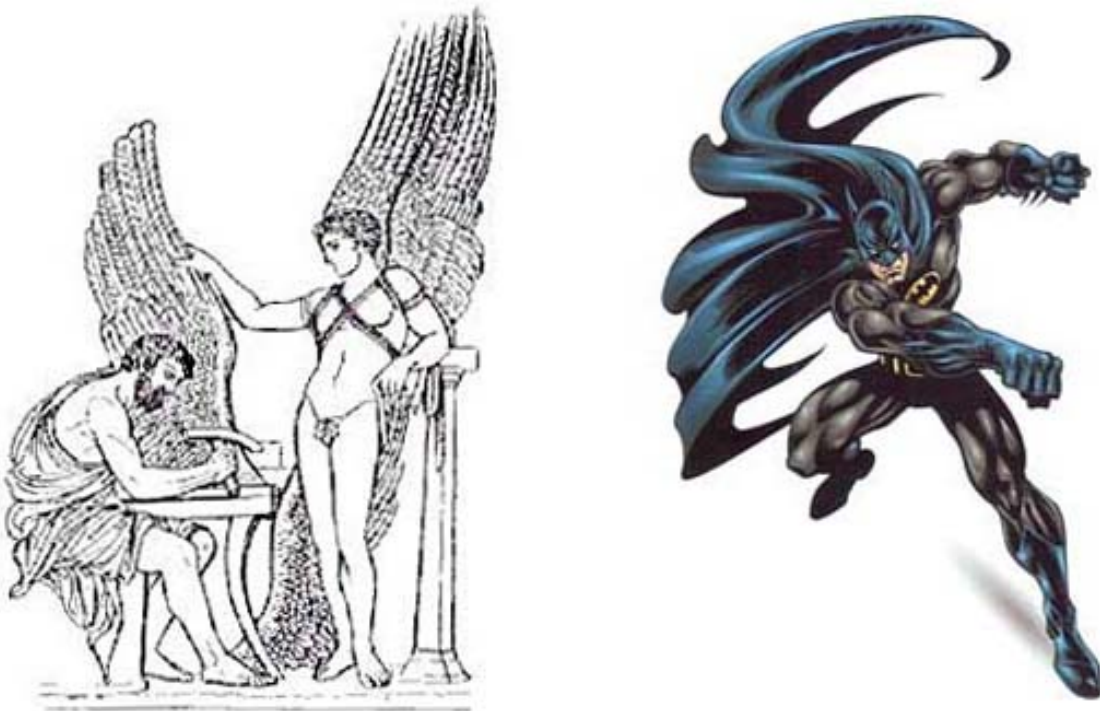


Figura 22 – À esquerda: Dédalo e Ícaro a construírem as asas. À direita: Batman.

De facto, ao longo da história do Homem o Pensamento Protético foi evoluindo através da contribuição de grandes artistas como Marco Vitruvius, Leonardo da Vinci

ou Le Corbusier, de grandes humanistas como Samuel Butler, Andre Leroi-Gourham ou Luciano Gallino, ou ainda através da ocorrência de fenómenos de cultura paralelos, quer ao nível da Mitologia como é o caso da história de Ícaro, quer na banda desenhada e no cinema através de Super-Heróis como o Batman, que representam a projecção da cultura popular neste processo evolutivo.<sup>Figura 22</sup>

Por *Visões Protéticas* pode entender-se a síntese e compilação de conceitos de uma série de autores, que defenderam a hipótese de que os artefactos produzidos pelo Homem poderiam ser homologados como *Próteses*, isto é, como elementos que substituíam ou potenciavam órgãos ou membros, partes integrantes do corpo humano, propondo então a homologação destes como *órgãos protéticos*. A expressão “Pensamento Protético” foi inicialmente utilizada num artigo de Giovanni Anceschi, “Il Pensiero Protetico”, na revista *Ottagono* nº 102, em 1992. No artigo esta definição defende a homologação geral dos objectos como próteses humanas.

Esta temática da classificação dos objectos como próteses havia já sido abordada, em 1990, pelo autor da presente investigação no artigo “Dos Objectos-Arquitectura aos Objectos-Prótese”<sup>233</sup>. Aí, o que autor propõe é que certos objectos técnicos se transferem do universo arquitectónico para o universo corporal dos seres humanos, desde os relógios aos computadores, na medida em que estes se vão progressivamente compactando e assim, conquistando autonomia. Essa passagem permite, segundo conceitos e terminologia por si propostos nesse artigo, a transformação dos *Objectos-Arquitectura* em *Objectos-Prótese*. Como veremos posteriormente, outros autores, de modos diferentes, também defenderam diferentes visões protéticas em que assumem os objectos como extensões do corpo, contribuindo assim para a constituição de um corpo teórico a que se pode chamar, precisamente, *Visões Protéticas*. Parte da presente proposta procura ainda integrar essas visões no contexto do Evolucionismo Tecnológico, teoria que se integra numa *Teoria Geral dos Objectos*, somatório das diferentes teses sobre a evolução e classificação dos objectos.

Para além dos autores referidos neste trabalho, que se encontram entre os que mais contribuíram para definir esses conceitos, outros houve que de algum modo sugeriram ou defenderam ideias passíveis de serem enquadradas na *Visão Protética*: Francis

---

<sup>233</sup> Paulo Parra, “Dos Objectos-Arquitectura aos Objectos-Prótese”, in *Urbe Cadernos 2*, Lisboa, URBE, 1990.

Bacon, La Mettrie, A. Diderot, A. Smith, Friedrich Hegel, Sigmund Freud, K. Marx, W. Whitman, Guillaume Apollinaire, Thomas Robert Marinetti, Vladimir Maiakovsky, Marcel Duchamp, Francis Picabia, Henri Bergson, Lewis Mumford ou M. McLuhan.

### ***I – VISÕES PROTÉTICAS E CULTURA PROJECTUAL***

As relações entre *Visões Protéticas* e Cultura Projectual são antigas. Contudo, a consciencialização e teorização acerca da sistematização dessas relações é um processo relativamente recente. No âmbito da presente investigação, e para que o contexto dessa evolução seja melhor compreendido pelo leitor, foram seleccionados pelo autor três importantes “artistas-engenheiros-autores”<sup>234</sup> associados a três grandes momentos da história da Cultura Projectual. Referimo-nos a Marco Vitruvius, Leonardo da Vinci e Le Corbusier, e aos respectivos momentos históricos em que estes operam: Antiguidade Clássica, Renascimento e Movimento Moderno.

Esses autores têm em comum uma ampla prática projectual, assim como uma profunda reflexão teórica através da elaboração de tratados em áreas tão diversas como as actuais engenharias (civil, militar, de transportes, de máquinas e hidráulica entre outras), arquitectura, artes utilitárias, artes plásticas e até áreas como a relojoaria, o vestuário ou a alimentação. Como verificaremos, cada um deles, na sua época, defendeu de algum modo uma visão protética como aproximação à prática projectual. À diversidade de áreas por si então dominadas, e se os posicionássemos no contexto do séc. XXI, poderíamos acrescentar o *design* como mais uma das áreas da sua actuação. No entanto, a definição proposta por Paolo Galluzzi de “artistas-engenheiros” ou de “artistas-engenheiros-autores” (quando produzem obra teórica) é, no nosso entender, mais apropriada.

---

<sup>234</sup> Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers – From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Florença, Ed. Giunti, 1996, p.14. A denominação “artista-engenheiro-autor” é referida por P. Galluzzi e parte da denominação de “artista-engenheiro”, isto é indivíduos que de uma forma notável conciliaram os conhecimentos técnicos com a criatividade artística mas que ao produzirem tratados se tornaram também “autores”. Outra referência mais generalista é-nos dada por Fabiano Fabiani – “polytechnic” genius – que se refere aos homens que personificaram uma verdadeira síntese entre a capacidade técnica inventiva e a criatividade artística (P. Galluzzi 1996, p.5).

## 1 – Marco Vitruvius e o Espírito Clássico

“Tendo observado, Imperador, que a maioria dos que escreveram sobre Architectura não fizeram mais que amontoar confusamente e sem ordem alguns preceitos que se constituem, por assim dizer como átomos errantes, pensei que pela minha parte poderia empreender uma empresa mais digna e mais útil, condensando como num corpo perfeito e completo todo o conjunto desta tão importante ciência e ordenando em cada livro os assuntos pertinentes.”<sup>235</sup>.

Marco Vitruvius, c. 740 a.c.

Os Romanos criaram um novo estímulo na continuação das tradições da arte grega, originando aquilo que conhecemos como arte greco-romana. Esta deriva de um gosto que as classes altas tinham pelas artes gregas, em especial a estatuária. Essa arte é um casamento do imperialismo romano e das tradições da arte clássica grega. Posteriormente este gosto estendeu-se a outras áreas artísticas. Esta atitude leva a uma recuperação quase arqueológica da arte grega. É essa uma das funções do *tratado* de M. Vitruvius, a recuperação do conhecimento grego, possibilitando a sua divulgação durante séculos até aos nossos dias. As palavras atrás citadas são retiradas da *Introdução do Livro IV*, dos *Dez Livros de Architectura*, onde M. Vitruvius afirma a sua intenção de compor um *corpus* de toda a ciência e prática arquitectónica, que pudesse ser aproveitado não só pelos profissionais mas também por todos aqueles que quisessem construir. De salientar que, como refere Agustín Blánquez, a maior parte das matérias de que trata M. Vitruvius, não pertencem propriamente ao campo da arquitectura, encarada na nossa época como uma área especializada, mas na antiguidade a si associando outras áreas do conhecimento como a engenharia, a filosofia, a música, ou a astronomia. Salienta-se ainda o facto de que ao contrário da maior parte das obras suas contemporâneas, direccionadas para especialistas, o *tratado* de M. Vitruvius abarca implicitamente o conceito de democratização do projecto,

---

<sup>235</sup> Marco Vitruvio, *Los Diez Libros de Architectura*, (tradução do latim para castelhano pelo prof. Agustín Blánquez), Barcelona, Ed. Iberia, 1997, p. 85. Na introdução do “Livro IV”, Marco Vitruvio refere: “Cum animadvertissem, Imperator, plures de Architectura praecepta voluminaque commentariorum nom ordinata sed incepta, uti particulas errabundas reliquisse, dignam et utilissimam rem putavi antea disciplinae corpus ad perfectam ordinationem perducere, et praescriptas in singulis voluminibus singulorum generum qualitates explicare”.

extremamente progressista no contexto da época em que viveu, visto ser de sua vontade a divulgação desse conhecimento a todos os que quisessem construir<sup>236</sup>.

Como refere Helena Rua: “Numa época em que o conhecimento era apenas dominado por uma elite (...) este tratado, onde nada parece ser secreto mas, pelo contrário, perfeita e universalmente acessível, é simplesmente espantoso para a altura”<sup>237</sup>. De referir que apesar de M. Vitruvius não ser o mais importante *artista-engenheiro* da antiguidade clássica – pois muitos outros existiram e basta salientar Heron de Alexandria –, ele é sem dúvida o mais importante *artista-engenheiro-autor* cuja obra chegou até nós. O seu *tratado* é o mais completo de que temos conhecimento dessa época e é sobretudo o que maior impacto teve no futuro, servindo de inspiração a quase todos os *artistas-engenheiros-autores* renascentistas.

### 1.1 – Autor e Obra

Marco Vitruvius Polión, engenheiro e arquitecto romano, terá provavelmente nascido em Roma, e viveu durante os impérios de Júlio César e César Augusto, ao último dos quais dedica a sua obra, escrita já em idade avançada, provavelmente entre 738 e 741 a.C.<sup>238</sup>. Bastante viajado sabe-se que passou pela Gália, Espanha, Lusitânia e Aquitânia, como é referido no seu tratado *Os Dez Livros de Architectura*<sup>239</sup>. Esta é sem dúvida a obra mais completa de todas as que se salvaram das civilizações clássicas.

Que houve outros autores que escreveram sobre temas associados à engenharia e à arquitectura é certo, pois é o próprio M. Vitruvius que nos informa da sua existência: Agatarco, Anaxógoras, Demócrito, Piteo, Hermógenes, Teodoro de Foncea, Cosuzio, Oddi Muzio, Fuficio, Terencio Varrón e P. Septimio<sup>240</sup>. De todo o modo, do conhecimento que se tem das obras destes escritores, não parece haver motivo para a

<sup>236</sup> Conceito aliás comum aos três autores referidos nesta primeira parte. Este tema será explorado e ampliado pela Arte Produtiva na União Soviética na década de 20 em que esta democratização através da transferência de conhecimento era estendida á participação no projecto, criando-se assim um "projecto aberto".

<sup>237</sup> Marco Vitruvio, *Os Dez Livros de Architectura de Vitruvio*, (tradução para português por Maria Helena Rua), Lisboa, Ed. Instituto Superior Técnico, 1998, p.vi.

<sup>238</sup> Idem, p.X.

<sup>239</sup> Idem, p.36.

<sup>240</sup> Idem, p.VIII.

confirmação de que estes tratados pudessem ser equivalentes ao de M. Vitruvius. Destes nomes, o mais conhecido é o de T. Varrón; mas da sua extensa obra *Disciplinarum libri novem*, o livro dedicado à arquitectura teria sido mais sintético do que o de M. Vitruvius e mais literário do que técnico, pois referia-se mais a noções gerais do que à doutrina científica<sup>241</sup>.

Embora os *Dez Livros de Architectura* não substituam as obras perdidas dos escritores gregos e latinos, é mais do que justo atribuir-lhes uma grande importância pela sua utilidade para os artistas e engenheiros, de tal modo que se coloca entre as grandes obras da cultura ocidental. Tal como refere Marchese Berardo Galiani<sup>242</sup>, M. Vitruvius é o primeiro grande legislador de arquitectura, mas como acrescenta e muito bem A. Blánquez: “Pode-se no entanto considerar que grande parte das matérias de que trata Vitruvius, e sobre as quais se podem fazer curiosas investigações e comentários, não pertencem propriamente ao campo da arquitectura que a nossa época especializa, mas que os antigos associavam à arquitectura”. E continua referindo: “Como, por exemplo, no que se refere à música, à distribuição das casas romanas e gregas, às palestras, aos banhos, às máquinas de guerra...”<sup>243</sup>. Isto significa, e, como refere A. Blánquez, que este *tratado* enciclopédico abrange uma grande vastidão de conhecimentos incluídos sobretudo nas actuais engenharia, arquitectura e design, mas também nas chamadas sete artes liberais, isto é: desenho, geometria, aritmética, óptica, filosofia, música, medicina, jurisprudência e astronomia<sup>244</sup>. Este *tratado* transformou-se progressivamente num livro sagrado da Arte e os cânones nele incluídos adquiriram o valor de normas imutáveis. É devido à importância que este *tratado* teve na cultura ocidental que M. Vitruvius se afirma, sem dúvida, como um dos mais importantes *artistas-engenheiros-autores* da história da humanidade.

Embora parte das referências que o autor utilizou para o seu *tratado* fossem retiradas de obras gregas que se perderam, M. Vitruvius também redigiu a partir da sua própria experiência pois não há dúvida de que trabalhou como engenheiro militar, participando na construção e reparação de máquinas de guerra. Certa é a sua autoria na basílica de

---

<sup>241</sup> *Ibidem*.

<sup>242</sup> *Idem*, p.XIII.

<sup>243</sup> *Ibidem*.

<sup>244</sup> *Ibidem*.

Fano, uma majestosa obra que demonstra o seu talento como *artista-engenheiro* e que M. Vitruvius descreve circunstancialmente no primeiro capítulo do *Liber V*<sup>245</sup>.

Com efeito, nos seus livros, M. Vitruvius faz referência a vários autores gregos. Dessas, salienta-se a respeito a Demócrito e que demonstra que o seu trabalho é não só um levantamento do grau de sofisticação a que os Romanos teriam chegado nas áreas da engenharia e da arquitectura, mas uma confirmação de que no mundo da Grécia clássica haviam sido escritos *tratados* como o seu, os quais denotavam o interesse de grandes autores pelos artefactos, isto é, pelas “coisas feitas pela mão do homem”. “Não posso deixar de sentir admiração, por vários motivos, pelos livros que escreveu Demócrito sobre a natureza das coisas, e em particular pelo seu comentário intitulado “Cheirokmetón” (Colecção de experiências - Das coisas feitas pela mão do homem.) no qual foi marcando com o seu anel e cera vermelha as coisas que ele próprio tinha experimentado”<sup>246</sup>. Também é curioso verificar que esse interesse pelos artefactos não era unicamente do plano teórico, mas também do nível prático, nomeadamente pela comprovação prática registada, do funcionamento das coisas<sup>247</sup>.

Com efeito, no seu *tratado* expõem-se os fundamentos técnicos e as regras práticas das artes mecânicas, da hidráulica e das artes da construção, entendendo portanto não apenas a construção de edifícios, religiosos ou civis, mas também a condução e gestão de águas, objectos para a medição do tempo e sobretudo as mais diversas máquinas. No *Liber X*, são descritas, quer as máquinas aplicadas à construção arquitectónica, quer as aplicadas à mediação das distâncias, percorridas em carruagem ou navio por exemplo, ou ainda, máquinas de guerra, como aríetes, catapultas, bestas, etc.. Infelizmente este importante documento não sobreviveu até aos nossos dias tendo-nos

---

<sup>245</sup> Idem, p.XI.

<sup>246</sup> Idem, p.227.

<sup>247</sup> Embora a raiz histórica da discriminação das máquinas e dos homens que se ocupavam tanto da sua invenção e projectação, como da sua produção, venha da antiguidade, mais concretamente da sociedade escravagista grega, nomeadamente pelo seu desprezo absoluto pelos trabalhos manuais e mecânicos, considerados de natureza infames por serem trabalhos executados por escravos, podemos verificar através da obra de M. Vitruvio que contrariando essa posição o autor revelava um grande interesse pelas produções humanas, quer manuais quer maquinais. - Esta referência, no âmbito de estudos de design, aparece pela primeira vez na obra de Tomás Maldonado em 1977, mas posteriormente, em 1991, é complementada com uma nota que refere que a tese de Schuhl (1938), pelo menos em parte, foi contestada por outros estudiosos, que se recusam a englobar toda a cultura da Grécia debaixo do desprezo pela técnica. Em apoio da sua interpretação, sublinham as diferenças existentes, por exemplo, entre os pré-socráticos e Platão. Esta afirmação de Vitruvio sobre Demócrito confirma isso.

chegado, indirectamente, apenas o texto. Calcula-se que a obra devia estar escrita por páginas e em dez rolos ou “*volumina*”, e que era acompanhada de figuras, umas no final das páginas e outras no final de cada volume<sup>248</sup>.

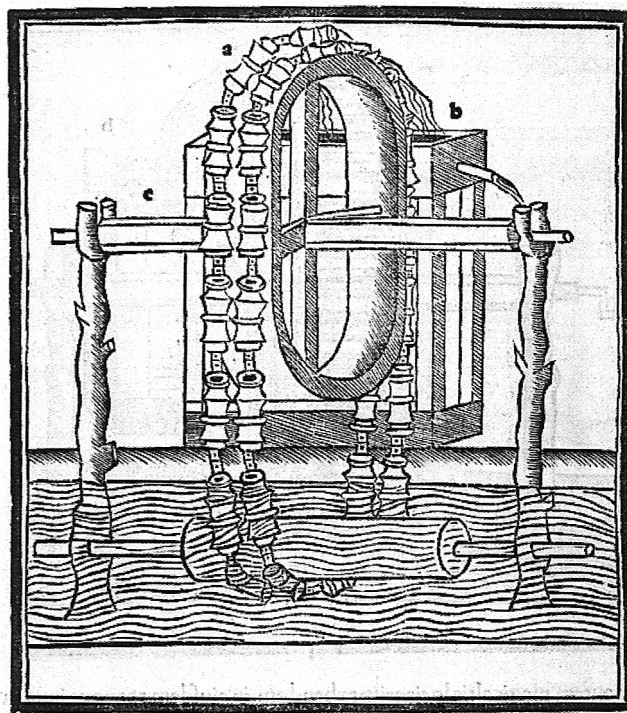


Figura 23 – Imagem retirada da obra de Fra Giocondo (1511), primeira edição ilustrada do livro *De Architectura* de Marco Vitruvius.

A mais antiga reprodução manuscrita dessa obra de que se conhece a data é dos séculos VIII/XIX<sup>249</sup>. A partir do ano mil, porém, os manuscritos de M. Vitruvius multiplicaram-se e todas as bibliotecas monásticas possuíam exemplares seus. Mais tarde, após as primeiras impressões da obra – *Divinum opus Vitruvi – editio princeps* de 1485, publicada por Giovanni Sulpicio da Verole e primeira edição ilustrada de Fra Giocondo, em 1511<sup>Figura 23</sup> – os conteúdos desenvolvidos e compilados por M. Vitruvius expandiram-se pela Europa em diversas edições e traduções em várias línguas. Rapidamente esse seu trabalho passaria a ser considerado uma “bíblia” para os artistas-engenheiros do Renascimento e estudado como modelo. Os Tratados de M. Vitruvius constituíram inspiração para inúmeros autores como foram os casos de Leon Battista Alberti (1404-1472), que em 1486 publicou o famoso *De re Aedificatoria*,

<sup>248</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1998, p.152.

<sup>249</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1997, p.XII.

também esse dividido em dez livros, considerado como o primeiro tratado moderno de arquitectura e engenharia, de Sapredo, em 1526, de Sebastiano Serlio, em 1537 e de Andrea Palladio em 1570<sup>250</sup>.

Pode-se concluir então que os Tratados de M. Vitruvius, dada a época em que foram escritos, pelo modo como contribuíram para o conhecimento do património cultural da antiguidade clássica e pela influência na arte renascentista, podem, com toda a justiça, ser colocados entre as obras fundamentais do pensamento humano.

## 1.2 – Homem e Natureza

A expressão “(...) os princípios das coisas da Natureza”<sup>251</sup> é retirada do primeiro capítulo do *Liber I* do tratado de M. Vitruvius, com o título “*O que é a Architectura e que coisas devem saber os architectos*” e refere-se à noção por si defendida de que, entre muitas outras coisas, o architecto deve conhecer os princípios das coisas da Natureza. Com efeito, as suas referências à Natureza são constantes nomeadamente considerando as ideias da Natureza como modelo, para melhor se construir, isto é, recorrendo a *metodologias biotécnicas*, da Natureza como elemento determinante na adequação da construção através do aproveitamento dos elementos naturais, e da Natureza ainda como fornecedora de materiais de qualidade para a construção de máquinas e edifícios. Em relação às *metodologias biotécnicas*, o autor refere: “As colunas do plano superior serão uma quarta parte mais pequenas que as do inferior, (...)” e continua, explicando: “(...) esta disposição baseia-se na imitação da Natureza, que faz com que todas as árvores de tronco redondo, como são os abetos, o cipreste, o pinheiro, sejam sempre mais grossos junto às raízes, e à medida que crescem e progridem em altura, vão diminuindo a sua grossura até à copa”<sup>252</sup>.

Também no que respeita às questões técnicas, assim como à adequação dos materiais às necessidades do projecto, o autor afirma acerca do Homem como construtor “(...) e

---

<sup>250</sup> Idem, p.iii.

<sup>251</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1997, p.8.

<sup>252</sup> Idem, p.110.

dando-se conta de que a Natureza lhes dava esplêndidas madeiras e toda a classe de materiais de construção, serviram-se deles, aumentaram-nos com o cultivo e deste modo aumentaram com auxílio das artes as comodidades e delicadeza da vida humana<sup>253</sup>. Também implícita no seu discurso encontra-se a noção de qualidade de vida e a sugestão de que esta pode ser obtida com o auxílio das artes. Este foi um dos motivos principais pelos quais se dedicou à escrita dessa obra no final da sua vida, facto já por nós salientado anteriormente: a sua preocupação de divulgar o conhecimento “a todos os que quisessem construir”. De referir é que o sentido de construção corresponde aqui às áreas contemporâneas da engenharia, da arquitectura e do design. O que se entende em geral na obra de M. Vitruvius é uma aplicação constante da razão às áreas de projecto. Não podendo ainda afirmar-se que o seu discurso é um discurso de carácter científico, podemos afirmar contudo que a Natureza é a sua grande referência, e que é essa constante leitura inspiradora na Natureza que orienta, na sua visão, o bom senso na produção de bens materiais, seja pelo respeito pelas características humanas específicas, pelo entendimento das diferenças climáticas, pela identificação e adequação ao projecto das características dos materiais empregues ou pela compreensão das proporções ou dimensões do Homem.

Está também implícito na obra de M. Vitruvius um grande sentido antropológico. Com efeito, as suas observações sobre o modo como os homens começaram a construir e se adaptaram ao meio ambiente são elucidativas. Como o próprio afirma: “(...) não há dúvida que se devem projectar os edifícios segundo as diversas propriedades dos países e das raças, já que na própria Natureza encontramos ao nosso alcance uma clara e evidente demonstração<sup>254</sup>. Mas vai mais longe ao afirmar que esta adaptação deve ser feita em função das características físicas dos seres humanos: “Tudo isto se pode provar examinando a própria natureza das coisas, observando especialmente os membros e os corpos dos homens segundo os diferentes lugares<sup>255</sup>. Demonstrando uma sensibilidade antropológica antecipada, coloca muito bem a questão da necessidade de adaptação do projecto às características dos corpos, raças e países, utilizando a natureza como referência para esse processo.

---

<sup>253</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1998, p.38.

<sup>254</sup> *Idem*, p.144.

<sup>255</sup> *Idem*, p.141.

Também as suas preocupações com o sentido de proporção são notáveis. Como ele refere: “Logo, se a Natureza dispôs o corpo do homem de tal maneira que as proporções de cada membro correspondem com o todo, com razão quiseram os antigos que existisse também nas obras perfeitas essa mesma correspondência de medidas com a obra inteira”<sup>256</sup>. Essas preocupações proporcionais são bem exemplificadas pelos estudos que M. Vitruvius desenvolveu sobre os cânones humanos, Figura 24 perfeitamente ilustrados pelos desenhos de obras de reedição de autores posteriores, uma vez que a versão original da obra se perdeu. Dessas edições salienta-se *De Architectura* (1684), de Claude Perrault (1613-1688), comentada pelo próprio.

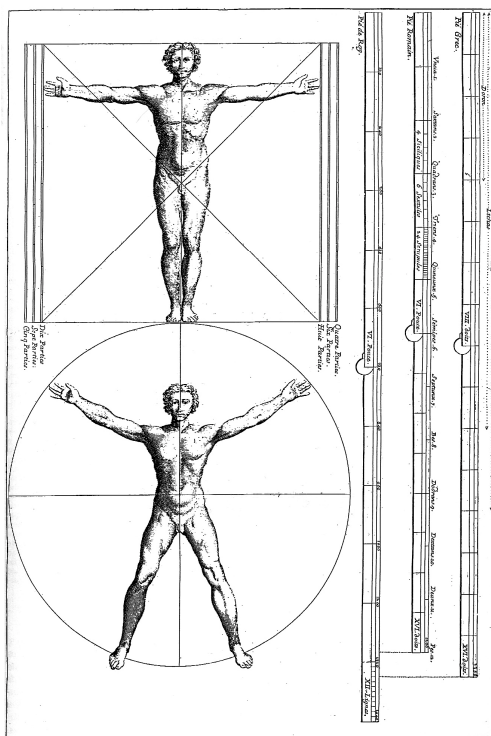


Figura 24 – Imagem dos cânones humanos vitruvianos retirado do livro de Claude Perrault.

Encontramos, portanto, na obra de M. Vitruvius diferentes referências a elementos naturais que servem de base à aplicação de metodologias próximas das biotécnicas, em que o estudo da natureza é uma prática aplicada à procura de soluções projectuais. Preocupações como a qualidade de vida dos utilizadores, da adaptação dos projectos aos diferentes climas e características humanas, o respeito pelas proporções e medidas

<sup>256</sup> Idem, p.68.

do corpo humano, colocam M. Vitruvius como um projectista notável para a sua época e justificam, por si só, a importância do seu papel no Renascimento Italiano.

### 1.3 – Máquinas e Órgãos

Como foi referido, M. Vitruvius dedica o *Liber X* à construção das máquinas. Neste o autor faz a distinção entre *máquinas* e *órgãos* sendo que as primeiras eram de maiores proporções e manuseadas por vários homens, como a *catapulta*, e os segundos são manuseados por um só homem, como as *Balestras*, uma espécie de pequena catapulta portátil<sup>257</sup>. Como refere: “Destas máquinas, umas movem-se mecanicamente e outras organicamente. Entre máquinas e órgãos há esta diferença: as máquinas produzem efeitos por meio do esforço de numerosos operários e de uma força maior;” e acrescenta, seguidamente: “Os órgãos, pelo contrário, produzem um efeito que é originado pelo manejo hábil de um só homem”<sup>258</sup>.

Podem existir várias leituras das diferenças entre máquinas e órgãos segundo M. Vitruvius. Esta é uma característica da obra deste autor, pois já B. Alberti o acusa de escrever de uma maneira pouco “elegante”, mas como refere A. Blánquez a causa pode estar nas múltiplas interpretações que ao longo dos séculos os copistas produziram<sup>259</sup>. Mas pode-se depreender das citações anteriores que os *órgãos* têm escala infra-humana e as *máquinas* escala supra-humana e o que os liga é o carácter utilitário que estes têm: “Assim tanto os órgãos como as máquinas são indispensáveis para as necessidades humanas e sem elas não se pode fazer comodamente coisa alguma”<sup>260</sup>. Encontramos pois, nesta descrição, uma necessidade explícita de classificação de dois tipos diferenciados de funcionamento: um *maquinal* e outro *organicista*. É de salientar ainda que sendo a escala humana uma das características dos *órgãos*, não podemos aqui deixar de referir as possíveis analogias com os órgãos do corpo humano. A visão vitruviana da máquina como elemento supra-humano vai mesmo ao ponto de afirmar que a natureza coordenada do Sol, da Lua e dos Planetas tem origem mecânica. E

<sup>257</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1998, p.296.

<sup>258</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1997, pp.255-256.

<sup>259</sup> Idem, p.XV.

<sup>260</sup> Idem, p.256.

nesse sentido afirma: “Toda a mecânica nasceu da mesma Natureza e teve como origem reguladora a rotação do mundo”<sup>261</sup>. Esta visão organicista da máquina vai, como veremos no capítulo seguinte, ser retomada por da Vinci, através da sua proposta de Elementos ou Órgãos das Máquinas.

Mas para além da distinção entre *máquinas* e *órgãos*, *Liber X* apresenta ainda uma sistematização de máquinas agrupadas por funções, como máquinas para puxar, máquinas para elevar cargas, máquinas para transportar cargas, máquinas para elevar água, máquinas hidráulicas, máquinas que medem distâncias, máquinas de arremesso, máquinas de ataque, etc.. Na mesma obra M. Vitruvius faz ainda referência a uma classificação utilizada pelos gregos, que subdivide as máquinas em três tipos: máquinas para elevar, a que chamam *Acrobation* (o escadote, por exemplo), máquinas que tiravam partido do vento, a que chamam *Pneumation* (a trompeta, por exemplo) e máquinas para tirar, a que chamam *Banauson* (a carroça, por exemplo)<sup>262</sup>. Estas sistematizações do universo das máquinas são provavelmente os primeiros exemplos de que há conhecimento no que se refere à *taxonomia das máquinas*.<sup>Figura 25</sup>

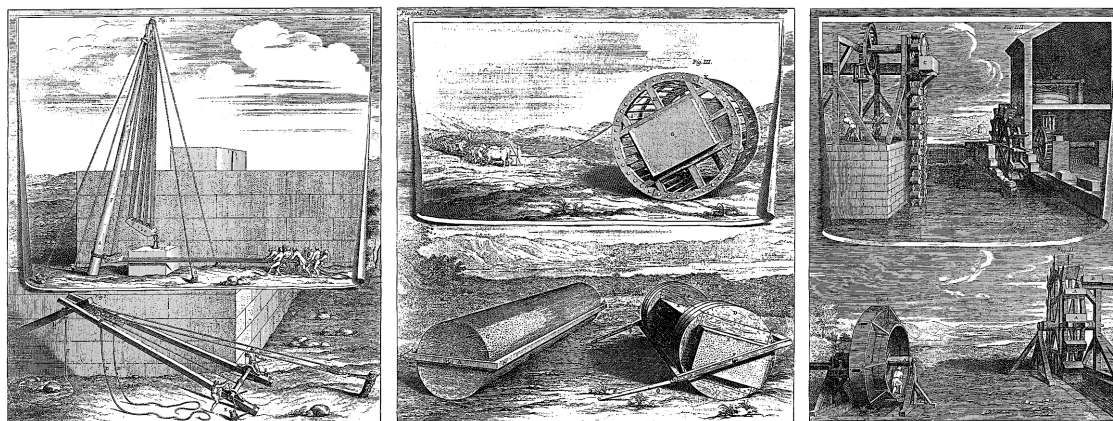


Figura 25 – Máquinas propostas por Marco Vitruvius movidas a diferentes tipos de energia: a energia humana, a energia animal e a energia hidráulica.

Tal como autor sublinha, foi através da observação de exemplos da natureza que o Homem, numa atitude mimética, conseguiu produzir com sucesso máquinas e outros instrumentos necessários à sua evolução e adaptação: “Portanto desde que os nossos

<sup>261</sup> *Ibidem*.

<sup>262</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1998, p.295.

antepassados observaram que estas coisas eram assim, tomaram como exemplo a Natureza, e tentados a imitá-la, guiados por tais coisas divinas, fizeram delas aplicações úteis e necessárias para a vida e adoptaram estes modelos, da maneira mais simples possível, servindo-se umas vezes de máquinas e das suas rotações e outras de instrumentos e órgãos”<sup>263</sup>. Neste excerto identificamos, com maior especificidade, a diferença entre as máquinas de escala supra-humana e os instrumentos e órgãos de escala infra-humana. Mais difícil é compreender qual a diferença atribuída às duas últimas categorias de objectos, ou seja, para M. Vitruvius, qual a diferença entre “instrumentos” e “órgãos”.

Um dado podemos ter como certo – em *Liber X*, são considerados “órgãos” os objectos directamente relacionados com a produção de bens de escala humana: “Fixemo-nos um pouco e observemos que a primeira das invenções nasceu da necessidade, como o vestuário, cuja invenção foi feita com a ajuda das combinações dos órgãos (...)” e prossegue, acrescentando: “afim de que possa não só cobrir o corpo, mas também dar honestidade ao ornamento”<sup>264</sup>. Esta posterior explicação salienta, para além das questões funcionais que estão muito presentes no discurso vitruviano, que o ornamento deve ser feito com honestidade, isto é, apropriado às circunstâncias.

A sua manifesta vontade de fazer uma obra de grande divulgação foi seguramente atingida, pela importância que o seu *tratado* assumiu. As suas preocupações pela grande divulgação estão bem patentes na seguinte observação: “Fiz tudo o que pude para explicar claramente uma coisa que em si é bastante confusa, e apenas posso ser facilmente entendido por aqueles que se tendo aplicado tenham adquirido os conhecimentos” e prossegue mais à frente: “mas assegurei-me que aqueles que a quem aquilo que eu escrevi não poderá fazer compreender o artificio desta máquina, sejam pelo menos obrigados a admirar a curiosa subtilidade com que tudo isto é feito, quando a observarem em funcionamento”<sup>265</sup>. Permitindo, no seu tempo, uma transmissão documental do conhecimento, os seus tratados puderam ser recuperados tendo-se tornado uma obra central do Renascimento e proporcionando o reaparecimento da

---

<sup>263</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1997, p.256.

<sup>264</sup> *Idem*, p.256.

<sup>265</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1998, p.327.

cultura clássica como elemento na génese da cultura ocidental. Nada ilustra melhor essa influência do que o famoso desenho dos cânones humanos de Leonardo da Vinci, baseado nos cânones vitruvianos, em que a figura humana é inscrita num quadrado e num círculo.<sup>Figura 26</sup> Os objectivos inscritos na obra de M. Vitruvius estão bem condensados na seguinte afirmação do seu autor: “Parece-me ter descrito de uma maneira completa como devem dispor-se as máquinas para se obterem com elas comodidades e utilidade em tempos tranquilos e de paz”<sup>266</sup>.

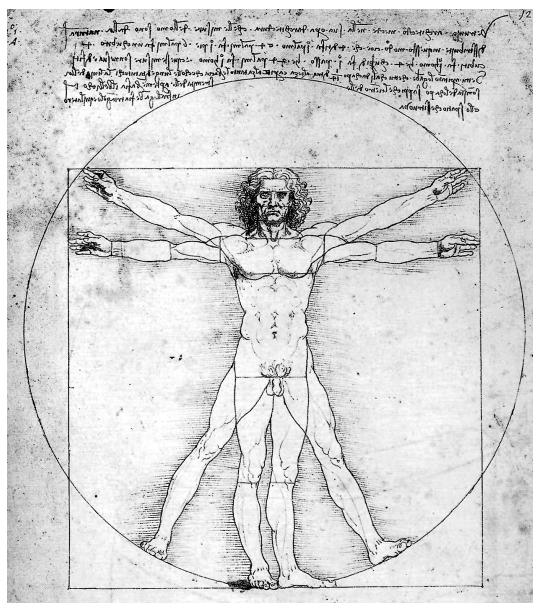


Figura 26 – Cânones de figura humana de Marco Vitruvius representados em desenho por Leonardo da Vinci (Século XV).

## 2 – Leonardo da Vinci e o Espírito Renascentista

“O bom engenheiro como o bom pintor deve conhecer as leis que governam cada natural processo”<sup>267</sup>.

Leonardo da Vinci, 1505

Numa época caracterizada por contínuas guerras entre os Estados Italianos, a consolidação dos principais Senhores, o desenvolvimento do comércio e manufacturas,

<sup>266</sup> M. Vitruvio, *op. cit.*, 1997, p.277.

<sup>267</sup> Paolo Galluzzi, *po. cit.*, p.49.

e a intensa urbanização levaram as máquinas e os seus construtores a desempenharem um papel crucial no Renascimento. O projecto e a construção de palácios, igrejas, pontes, vias navegáveis, diques, fortificações, máquinas de guerra e aquedutos, para além da necessidade de máquinas e de sistemas que modernizassem processos de produção específicos, acrescidos do desenvolvimento do impacto de acontecimentos teatrais e festas de corte através de efeitos especiais, assim como os mais convencionais contratos para pintura, escultura, desenho, arquitectura e trabalho decorativo foram as áreas em que estes *artistas-engenheiros* desenvolveram grande parte da sua obra. No contexto laboratorial descrito os inventores e construtores de máquinas desenvolveram múltiplas competências continuamente aperfeiçoadas no sentido de potenciarem a inovação artística e técnica, característica essa que viria a distinguir as oficinas renascentistas, e a própria época.

Renascimento, que significa “nascer de novo”, sedimenta-se na ideia de um novo começo baseado na redescoberta da arte clássica da Antiguidade Greco-Latina. O desejo de investigar e representar o mundo real, a par com o estudo sistemático dos modelos greco-latinos, e com uma confiança renovada na razão, colocaram na filosofia e na ciência, o Homem como centro do Universo. E ninguém o fez com tanta mestria como Leonardo da Vinci, correctamente designado por alguns autores como o “primeiro homem moderno”<sup>268</sup>.

## 2.1 - Autor e Obra

Nascido em Anchiano, perto da Vila de Vinci, em 15 de Abril de 1452, L. da Vinci era filho ilegítimo de um notário, Piero da Vinci e de Caterina, uma empregada da família Vinci. Em 1467, a família muda-se para Florença, um dos grandes centros artísticos europeus e que oferecia muitas oportunidades a um jovem que aspirasse ser artista. O começo do seu percurso artístico é conotado com a ida, em 1469, para a oficina de Andrea del Verrocchio (1435-1488), uma das mais importantes da cidade. Na altura da sua entrada na oficina, a cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore de Filippo

---

<sup>268</sup> Francesca Romei, *Leonardo da Vinci*, Porto, Ed. Porto Editora, 2001, p.60.

Brunelleschi (1377-1446) estava completa, mas grande parte das máquinas necessárias à sua construção, assim como os andaimes, estariam ainda provavelmente no lugar pois sabe-se que faltava colocar a grande esfera terminal que se encontrava a ser produzida na oficina de A. Verrocchio e que apenas viria a ser colocada entre 1468 e 1472, isto é, cerca de meio século após o início da sua construção. Esse facto constituiu a oportunidade de L. da Vinci vir a ter contacto directo com as mais avançadas técnicas de construção do Renascimento. São famosos os seus desenhos retratando essas máquinas, e sem os quais grande parte da informação chegada até nós sobre os sofisticados sistemas tecnológicos projectados por F. Brunelleschi, estaria perdida.

Foi esta a sua iniciação aos sistemas das máquinas. L. da Vinci terá permanecido na oficina de A. Verrocchio, entre os anos de 1470 e 1477, passando desde então a auferir do patronato do Duque Lourenço de Medici, até 1482.

Nesse ano, abandona Florença e passa a trabalhar para o Duque de Milão, Ludovico Sforza, que representava a corte mais poderosa de Itália. Fica ao seu serviço até 1499. Estuda a realização de uma grande estátua equestre, desenha os trajes para a boda de Ludovico com Beatriz, em 1492, e três anos depois começa a pintar a “Última Ceia” no refeitório do Convento de Santa Maria delle Grazie, executando ainda uma série de melhorias no Castelo dos Sforza. Em 1499, parte de Milão com o matemático Luca Pacioli, passa por Vaprio, Mântua, Veneza e regressa a Florença onde permanecerá de 1500 a 1507. Aí, trabalha como engenheiro e arquitecto ao serviço de César Bórgia. Estuda os sistemas de fortificações e máquinas bélicas. Em 1503, inicia a pintura de “Gioconda”, a sua obra mais célebre. É-lhe, entretanto, encomenda a pintura “A Batalha de Anghiari”. Em 1508, regressa a Milão, onde permanecerá até 1513. Retoma, então, os seus estudos sobre anatomia, urbanismo, geometria, óptica, física e engenharia hidráulica. Executa uma série de desenhos de máquinas e instrumentos para a indústria têxtil, área em que o Duque tinha interesses, preocupando-se com questões associadas à automatização. Entre 1500 e 1514, L. da Vinci desenvolve estudos aprofundados sobre a natureza do ar, a mecânica do voo,<sup>Figura 27</sup> executando desenhos de algumas das suas mais famosas máquinas. Estabelece as suas analogias entre o ar e a água, e entre o voar e o nadar.

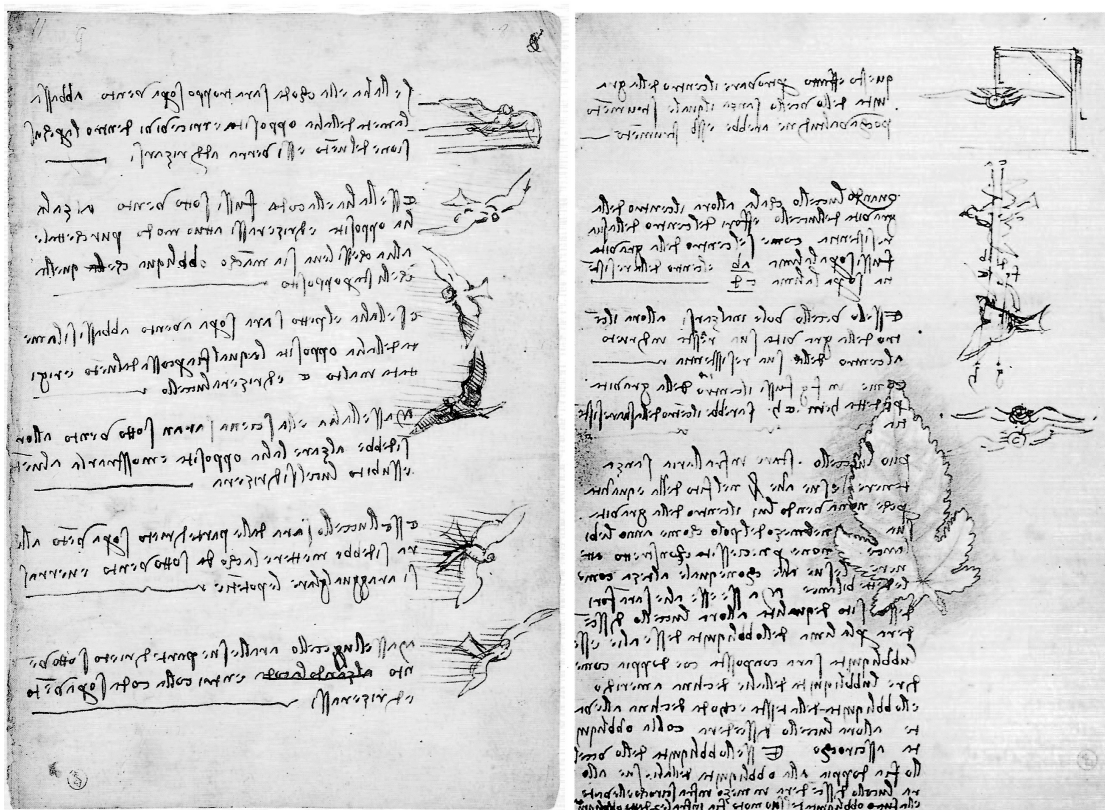


Figura 27 – Estudos de Leonardo da Vinci sobre o voo dos pássaros (Século XV).

O facto de Leonardo da Vinci se ter deslocado tanto e servido tantos Senhores pode parecer estranho, mas naquela altura a Itália central encontrava-se permanentemente em guerra, o que fazia com que houvesse uma grande procura de escultores e arquitectos, sobretudo devido aos seus conhecimentos de engenharia e de materiais. Não é por acaso que, na sua carta de recomendação a L. Sforza, L. da Vinci apresenta trinta e uma propostas de carácter técnico, associadas à engenharia, e seis propostas relacionados com pintura, escultura e arquitectura<sup>269</sup>.

Em 1513, L. da Vinci irá para Roma ao serviço do Papa Leão X, Giuliano de Medici, onde ficará três anos dedicando-se a estudos matemáticos e científicos. Em 1517 deixa Roma a convite do rei de França, Francisco I, em cuja corte assume o papel de “Primeiro pintor, engenheiro e arquitecto do Rei”. Projecta em honra de Francisco I um autómato em forma de leão, que se abria através de um mecanismo, espalhando pelo chão flores-de-lis, símbolos da coroa francesa. No ano seguinte cria as cenografias para o casamento de Lourenço de Medici com uma neta do rei de França.

<sup>269</sup> Charles Gibbs-Smith, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, London, Ed. Peerage Books, 1985, p.viii.

Morre a 2 de Maio de 1519 no Castelo de Cloux, perto de Amboise. Deixa todos os seus escritos a Francesco Melzi, o seu fiel discípulo que o seguira até França<sup>270</sup>.

O enorme corpo de trabalho produzido por L. da Vinci, torna difícil a sua caracterização precisa, seja como artista, engenheiro, arquitecto, inventor, filósofo ou cientista, embora uma leitura mais detalhada permita verificar que a maior parte da sua atenção foi dedicada àquilo que hoje consideramos como pesquisa tecnológica e científica<sup>271</sup>. O que se conhece hoje da sua obra, cerca de seis mil páginas escritas à mão, representa cerca de um terço do que doou ao seu pupilo. Mesmo depois das mutilações e perdas que sofreu ao longo dos séculos, a sua obra continua a ser a mais extensa, detalhada e reveladora documentação que possuímos da tecnologia renascentista<sup>272</sup> e, segundo P. Galluzzi, pode ser classificada como: sonhos tecnológicos, comissões específicas, estudos em fundamentos teóricos e máquinas e instrumentos derivados da experiência de outros autores como Arquimedes, Euclides, M. Vitruvius, B. Alberti ou Francesco di Giorgio<sup>273</sup>.

A sua obra conhecida é composta por vários tratados que abordam temáticas diversas e se encontram em diferentes lugares<sup>274</sup>. O *Codex Atlanticus*, maior conjunto, está na Biblioteca Ambrosiana, em Milão, assim como na Biblioteca Trivulziana, na mesma cidade. A Biblioteca Real em Turim possui um pequeno *Codex* seu sobre o voo dos pássaros; em Inglaterra, para além da grande colecção de desenhos que pertencem ao castelo de Windsor, estão, no British Museum, o *Codex Leicester*, o *Codex Arundel* e no Victória e Albert Museum estão os três *Codex Forster*. Em Paris, existem doze manuscritos seus, catalogados de *A a M*, e em Madrid, encontram-se os *Codex Madrid I* e *Codex Madrid II*, descobertos em 1966<sup>275</sup>. O seu mais antigo desenho conhecido “Paisagem do Vale do Arno” data de 1473<sup>276</sup> e a sua obra mais famosa, “Gioconda”,

---

<sup>270</sup> Salvatore Suter, *Le Macchine di Leonardo da Vinci*, “Il Grande Leonardo da Vinci Ingegnere e Tecnologo”, Milão, Ed. Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica, 1996. Para a complexa história dos manuscritos até hoje, ver Carlo Pedretti, *The Codex Atlanticus of Leonardo da Vinci. A Catalogue of its newly restored sheets*, New York, 1978-79, 2 vols.

<sup>271</sup> Paolo Galluzzi, *op. cit.*, p.46.

<sup>272</sup> *Ibidem*.

<sup>273</sup> *Idem*, p.49.

<sup>274</sup> Marco Cianchi e Carlo Pedretti, “Leonardo. I codici”, in *Art e Dossier n° 100*, Firenze, Giunti Gruppo Editoriale, 1995.

<sup>275</sup> C. Gibbs-Smith, *idem*, p.x.

<sup>276</sup> André Chastel, Paolo Galluzzi, Carlo Pedretti, *Leonardo*, Art Dossier n° 12, Firenze, Ed. Giunti, 1987, p.6.

foi iniciada em Florença, em 1503, e acompanhou-o até França, onde, como já foi referido, L. da Vinci viria a falecer dezasseis anos depois. Com uma depuradíssima técnica, numerosas camadas de velatura e não mostrando vestígios de pinceladas, “Gioconda” é o quadro mais famoso do mundo. Mas outras obras e estudos seus estão igualmente entre os mais valiosos que existem, o que demonstra a excelência da sua versatilidade como artista, engenheiro e autor.

## 2.2 – Renascimento do artista-engenheiro-autor

O renascimento do artista-engenheiro-autor centrou-se sobretudo na Itália do séc. XV, e foi fruto de um longo processo movido por variados factores, dos quais se destaca: a necessidade de desenvolvimento de máquinas aplicadas na enorme expansão da construção e o aumento da produção a que se assistiu na época; a recuperação dos valores da antiguidade clássica, como o livro *De Architectura* de M. Vitruvius; o desenvolvimento da imprensa, etc.. Como refere P. Galluzzi: “O artista-engenheiro-autor esteve fora do cenário cultural do Cristianismo Ocidental pelo menos desde a distante época de M. Vitruvius (1º séc. A.C.) e Heron de Alexandria (1º séc. D.C.)”<sup>277</sup>. Na verdade, o ressurgimento do artista-engenheiro-autor, à imagem de M. Vitruvius, deve-se, sobretudo, a um processo de grande amadurecimento das metodologias projectuais renascentistas iniciadas, conforme já se referiu, com F. Brunelleschi, o primeiro grande *artista-engenheiro* renascentista, e assumidas na sua plenitude por L. da Vinci (1452-1519), *artista-engenheiro-autor* por excelência.

Embora Itália fosse um espaço central nesse processo, importantes figuras se destacaram em França e no sul da Alemanha no mesmo período. O *artista-engenheiro-autor* – combinando múltiplos conhecimentos em assuntos militares, mecânicos, hidráulicos, arquitectura, arte e outros campos – emerge na última metade do séc. XV, e vai ter um largo sucesso nas cortes europeias durante o séc XVI. Como refere P. Galluzzi: “Assim o artista-engenheiro-autor de meados do séc. XV era uma figura respeitada e socialmente proeminente” E continua sublinhando: “com poderes conferidos pelos poderosos e opulentos senhores, bem pago, e por vezes olhado como

---

<sup>277</sup> P. Galluzzi, *op. cit.*, p.14.

um dos mais importantes ornamentos das cortes de papas, príncipes e repúblicas italianas, que rivalizavam entre si para conseguirem os serviços dos mais conhecidos, sobretudo durante a segunda metade do séc. XV<sup>278</sup>. Ao adquirir prestígio social, e ao frequentar as cortes dos grandes soberanos, o artista-engenheiro procurou melhorar o seu nível cultural em contacto com os humanistas capazes de recitar discursos complexos em latim, discutir filosofia ou lógica Aristotélica e conhecer os clássicos gregos e latinos, particularmente as fontes técnicas e científicas. Isto fez com que os *artistas-engenheiros* se transformassem em autores de textos bem estruturados, os quais complementavam com ilustrações de grande qualidade.

Uma das mais originais contribuições desses novos autores é, precisamente, a sistemática integração de imagens em textos sobre arquitectura e máquinas, facto esse que, segundo P. Galluzzi, assinala o reconhecimento da primazia das imagens sobre as palavras<sup>279</sup>. Nesse âmbito, destaca-se sobretudo a importância das ilustrações das máquinas, objectos que, para serem entendidos, obrigavam a uma maior interacção entre texto e imagem, o que originou um grande desenvolvimento da capacidade de representação e, nesse campo, foi sem dúvida L. da Vinci quem levou a minúcia dessas representações mais longe. Mas também convém assinalar que esta tendência para representar através do desenho o mundo material, e que tem uma escola importante no renascimento italiano, é complementada com o desejo de representar a natureza, quer plantas quer animais, sobretudo exóticos, prova disso são o caso do famoso desenho do rinoceronte<sup>Figura 28</sup> oferecido, em 1515, pelo rei Manuel I de Portugal ao papa Leão X e as representações do planeta Terra, de que os levantamentos executados pelos cartógrafos portugueses são um bom exemplo. Estamos, assim, perante uma época em que o enorme interesse pelas artes e pelas ciências se traduzem conciliatoriamente em publicações. Estas reflectem um grande poder de comunicação o qual, auxiliado pelo desenvolvimento da imprensa, foi capaz de transmitir esse conhecimento a futuras gerações de uma forma extremamente consistente.

---

<sup>278</sup> Idem, p.11.

<sup>279</sup> Idem, p.14.

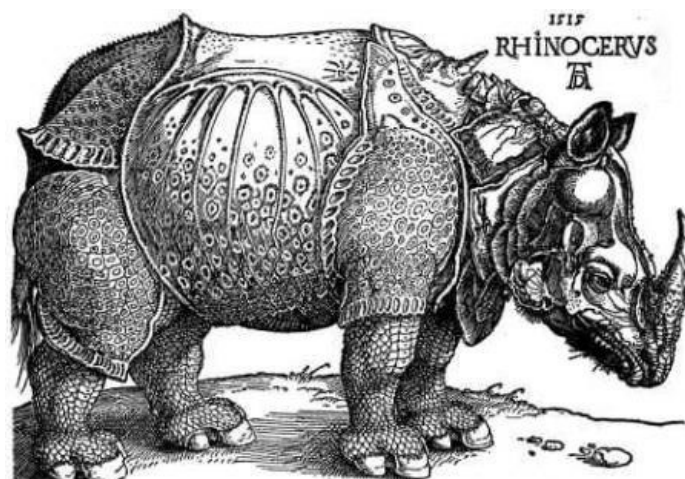


Figura 28 – Desenho de autoria de Albrecht Dürer, de 1515, representando o rinoceronte enviado por D. Manuel I de Portugal, de Lisboa para Roma, como oferta ao papa Leão X.

Numa outra vertente, também os textos dos clássicos, inspiração para os humanistas, foram cruciais para o processo de transformação do trabalho dos *artistas-engenheiros*. Por intermédio da influência dos humanistas, os *artistas-engenheiros* passaram de uma experiência baseada na pura prática para uma experiência disciplinar assente num conjunto de premissas teóricas axiomáticamente definidas e implementadas por meio de rigorosos cálculos e métodos de medida. Relações como as estabelecidas entre F. Brunelleschi e Paolo dal Pozzo Toscanelli, entre Mariano di Iacopo (também conhecido por Tacola) e Mariano Sozzini, entre Francesco di Giorgio e Ottaviano Ubaldini ou entre Leonardo da Vinci e primeiro L. Pacioli e depois Giorgio Valla, são exemplos da colaboração entre *artistas-engenheiros* e conhecidos humanistas. Considerando estes últimos, Fra Giocondo era uma exceção<sup>280</sup>.

No início do processo de emancipação dos *artistas-engenheiros* F. Brunelleschi foi quem estabeleceu o corte com o construtor medieval (detentor de uma atitude prática, anónima e sem grandes ambições eruditas) gerando, com o seu invulgar sucesso, a definição de uma nova identidade profissional nas gerações seguintes. Com um percurso a que deu início como ourives e que passou pela relojoaria, pelas construções hidráulicas e mecânicas, a arquitectura e a escultura, F. Brunelleschi adquiriu

<sup>280</sup> Idem, p.15. Efectivamente, Fra Giocondo possuía ambos os tipos de conhecimento, evidenciados na sua tradução de latim para italiano da primeira edição ilustrada dos *Dez livros de Vitruvio* em 1511, conforme já foi referido. O seu conhecimento de latim necessário à tradução por um lado, e as ilustrações integradas por outro, são disso um exemplo.

conhecimentos que lhe permitiram ser um precursor do Renascimento, na medida em que se afirmou preparado para projectar a globalidade de uma obra (ou seja, a obra e os meios com que se constrói a obra), o que por si só constituía um corte com o método repartido de projectação/construção, da Idade Média. Por intermédio do seu trabalho, o reconhecimento social tão característico dos *artistas-engenheiros* renascentistas torna-se uma prática. Com ele muda, contudo e sobretudo, a metodologia projectual até então adoptada. Depois da definição do conceito projectual de uma obra, F. Brunelleschi estrutura as técnicas e os instrumentos necessários à execução tendo como preocupação base factores económicos, de rapidez e de segurança<sup>281</sup>. Exemplo paradigmático do seu trabalho é a Catedral de Florença, obra que demonstra as qualificações de F. Brunelleschi como *artista-engenheiro* através da aplicação e do desenvolvimento do seu conceito de trabalho, no qual integra os métodos apropriados de construção da obra e o design das máquinas para essa mesma construção. Com efeito, F. Brunelleschi marcou uma nova era nas metodologias projectuais. É sua inclusive a primeira patente conhecida, um barco para transportar mármore<sup>282</sup> Figura 29

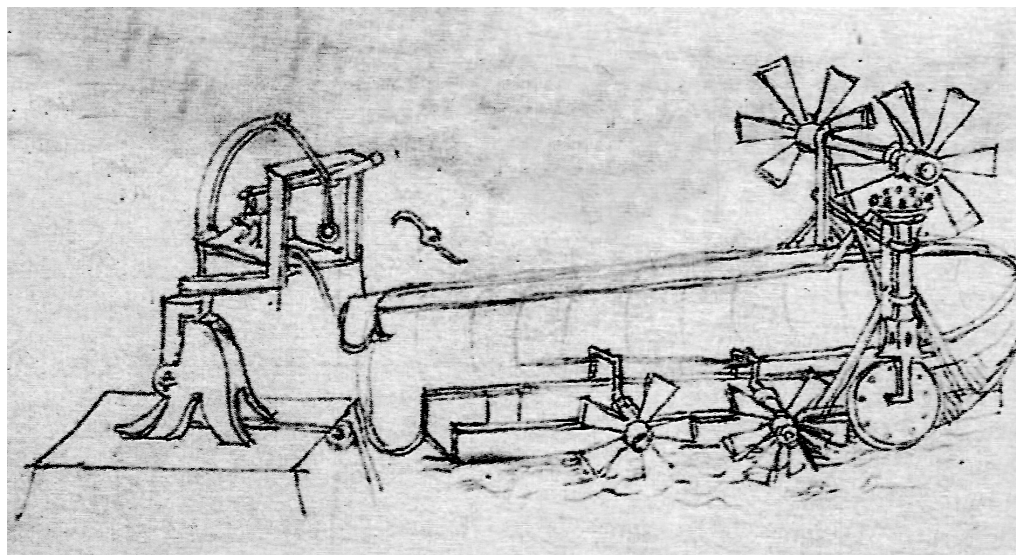


Figura 29 – Desenho anónimo do século XVI: presumível reminiscência do barco patenteado por Brunelleschi.

<sup>281</sup> Idem, p.21.

<sup>282</sup> Idem, p.28.

No seu túmulo consta o seguinte epitáfio, escrito pelo humanista Carlo Marsuppini – “Várias máquinas de engenho divino a ele se devem” (*plures machinae divino ingenio ab eo adinventae*) – referindo-o como o inventor de máquinas extraordinárias<sup>283</sup>.

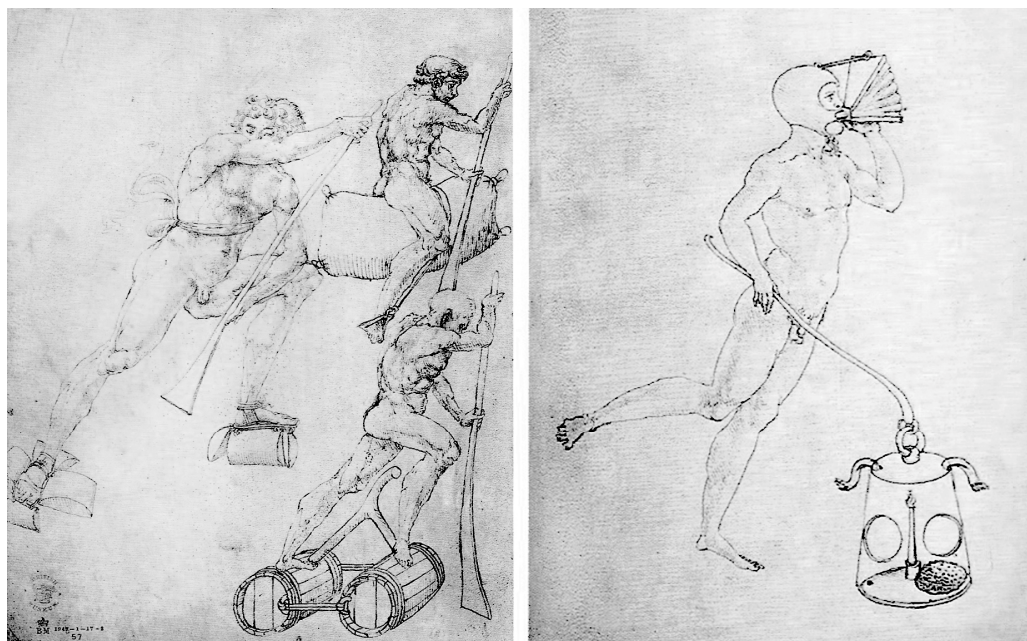


Figura 30 – À esquerda: desenho de sistemas de flutuação de Francesco di Giorgio (século XV). À direita: desenho de autor anónimo representando mergulhador com sistema de fole para respirar e com lanterna à prova de água (século XVI).

Nas gerações seguintes, o grande salto é transformar o *artista-engenheiro* em *autor*. Mariano di Iacopo (1382-1458) com os seus tratados *De ingeneis* e *De machinis* e, mais tarde, Francesco di Giorgio (1439-1501) com *Codicetto*, *Opusculum de architectura* e *Trattato I e II*, exploram o potencial gráfico das obras escritas,<sup>Figura 30</sup> recuperando os modelos da antiguidade clássica, sobretudo influenciados por M. Vitruvius e a sua obra *De Architectura*. Com eles aparece um novo género literário renascentista e a figura do *artista-engenheiro-autor*, cuja obra se caracteriza por uma utilização gráfica muito expressiva, de modo a realçar a grande maturidade dos textos. Eles desenvolveram uma nova forma de representar e classificar as máquinas que se revela, tal como em M. Vitruvius, muito importante. O *Opusculum* de di Giorgio, por exemplo, apresenta uma taxonomia baseada em cinco categorias: moinhos, bombas, máquinas de arrastar e de elevar, carroças e armas ofensivas, que depois continham

<sup>283</sup> Idem, p.24.

sub-capítulos ordenados de forma sistemática. Nos moinhos, por exemplo, ele divide-os por fontes de energia: moinhos de água, moinhos de vento, moinhos a energia humana e moinhos a energia animal<sup>284</sup>. Também é inovadora a inclusão de comentários escritos a valorizar as imagens, informação léxica, características dos materiais, dimensões, informações que demonstram uma apurada experiência e conhecimento. <sup>Figura 31</sup>

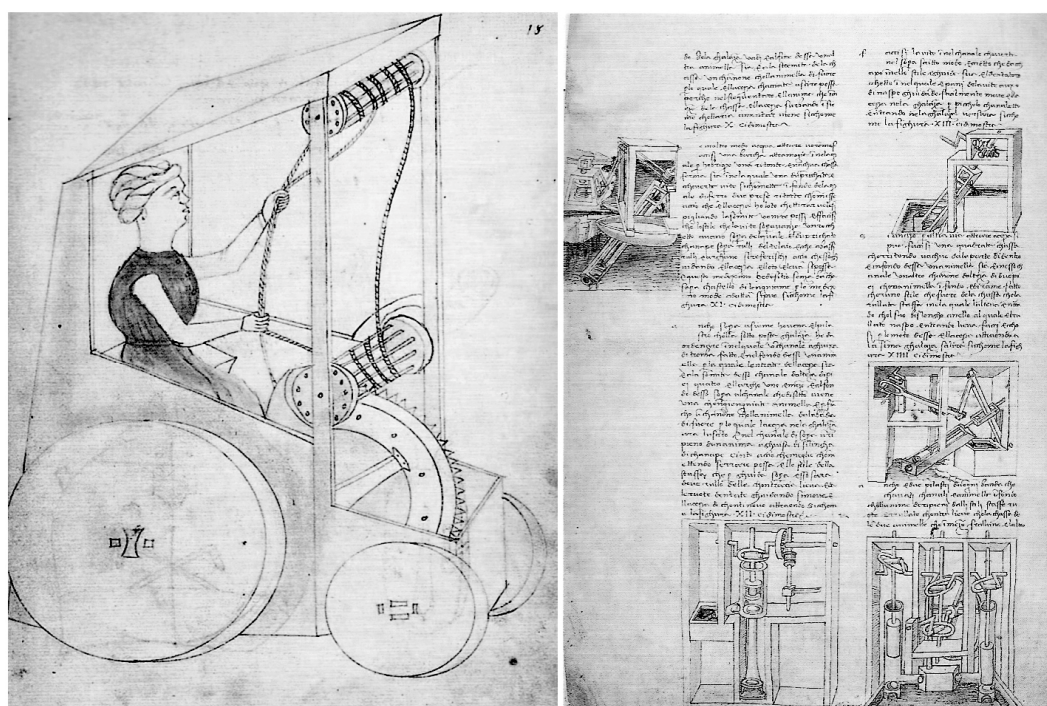


Figura 31 – À esquerda: veículo automóvel *Cathedra deambulatória*, de Giovanni Fontana (Século XV). À direita: paginação de Francesco di Giorgio no *Trattato I* (1460-70).

Mas é com L. da Vinci que esta metamorfose se vai completar. Consigo desenvolvem-se, extraordinariamente, as características ilustrativas das obras ao ser-lhes acrescentado um sentido científico, humanista e filosófico, até então nunca alcançados. Ultrapassa-se assim, a tratadística da antiguidade clássica. Com L. da Vinci efectiva-se o cruzamento de conhecimentos das diversas áreas, o qual associado a um interesse pelos estudos e dissecação da natureza, proporciona uma metodologia projectual até então inédita que, só no século XX, viria a ser ultrapassada pela exploração sistemática das metodologias biotécnicas e biomórficas.

<sup>284</sup> Idem, p.43.

### 2.3 – Das Metodologias Técnicas às Biotécnicas

Uma das características originais de L. da Vinci, e que ninguém antes dele conseguiu incorporar tão bem, foi a sua capacidade de representação aliada às preocupações com o detalhe figurativo de maquinaria. Essa característica torna o seu trabalho uma reminiscência do desenho e ilustração técnica do século XX. De facto, até à edição da *Encyclopédie* de A. Diderot, no século XVIII, nunca o desenho técnico foi tão evidente e instrutivo como em L. da Vinci, no que respeita ao detalhe das aplicações práticas nos tratados mecânicos, derivando deles princípios gerais baseados numa análise quantitativa rigorosa e na sistematização geométrica<sup>285</sup>.

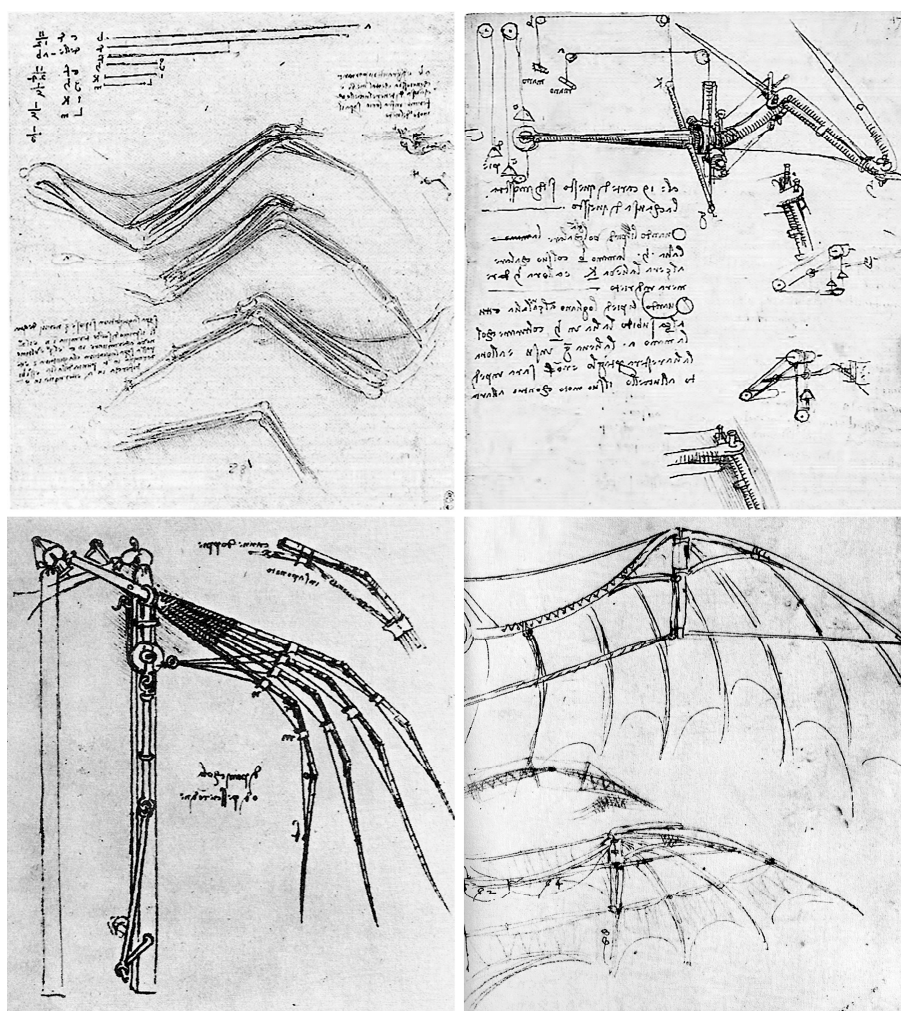


Figura 32 – Desenhos de Leonardo onde se evidencia a sua inspiração no estudo de sistemas naturais; aplicação de metodologias biotécnicas claramente ilustradas.

<sup>285</sup> C. Gibbs-Smith, *op. cit.*, p.ix.

Esta postura de Leonardo da Vinci indica uma mudança radical relativa aos *artistas-engenheiros* anteriores e uma grande distância em termos evolutivos em relação aos seus coevos. Um dos principais factores que comprovam esse fosso entre L. da Vinci e os outros artistas coevos foi, precisamente, o seu elevado conhecimento ao nível das metodologias técnicas e a potenciação desse conhecimento pela utilização da própria natureza como sendo constituindo em si mesma uma referência técnica.

Ao compreender a importância da natureza na evolução da técnica, L. da Vinci passa das metodologias técnicas utilizadas sistematicamente por si e pelos seus colegas, para o estudo e exploração das metodologias biotécnicas que viriam a ser amplamente desenvolvidas nos seus trabalhos.<sup>Figura 32</sup> Pode afirmar-se que L. da Vinci foi o primeiro projectista a corporizar a passagem do tecnólogo para o biotecnólogo antecipando, em quase cinco séculos, outras metodologias biotécnicas apresentadas na segunda metade do século XX, como o são os casos da Biónica ou do Biodesign.

Nessa transformação, desenhar assume então um papel primordial. Como é sabido, L. da Vinci era um perito a analisar instrumentos e máquinas e a reuni-los numa série de ilustrações técnicas baseadas no seu excepcional domínio da perspectiva. Estes projectos eram representados através de vários pontos de vista, perspectivas explodidas e diagramas geométricos. Mas o autor, nos seus desenhos, não representava apenas o funcionamento de máquinas. Também representava os sistemas naturais com grande rigor funcional. Deu início a um processo experimental de ilustração de textos através da aplicação de novas técnicas gráficas que incluíam representações semelhantes a radiografias com desenhados rigorosos do interior dos mecanismos; bombas com representações de grande precisão e complexidade, como mecanismos de transmissão que transformavam um impulso circular constante num movimento alternativo; mas também representava o corpo humano, o seu funcionamento e morfologia; representava estudos de plantas e de animais, assim como sistemas naturais de hidrodinâmica e aerodinâmica. Parece inclusive ter sido o inventor da “impressão natural”, que consistia na impressão de uma folha de planta, previamente tratada numa folha de manuscrito<sup>286</sup>.

---

<sup>286</sup> Idem, p.88.

Desses trabalhos salienta-se o desenvolvimento de estudos direccionados para os movimentos produzidos por cavalos e caranguejos, ou por morcegos durante o voo. Estes últimos, como se sabe, foram aplicados nos seus estudos para o projecto *Ornithopter*, máquina voadora com asas morfológica e estruturalmente muito semelhantes às do morcego e em que o corpo humano era colocado na posição que ocupava a volumetria principal do corpo do morcego, o que incluía o tronco, a cabeça e as pernas, numa nítida alusão a um trabalho de aplicação directa das suas metodologias biotécnicas (c.f. Figura 39). Mais tarde, L. da Vinci iria concluir que não é possível transpor directamente as estruturas morfológicas da natureza para a cultura projectual, afastando-se da criação de dispositivos voadores que funcionavam com batimento de asas, tendo antes passado a centrar-se em dispositivos planadores, equivalentes às actuais asas delta e pára-quadras, também seguramente inspirados na observação da Natureza. <sup>Figura 33</sup>

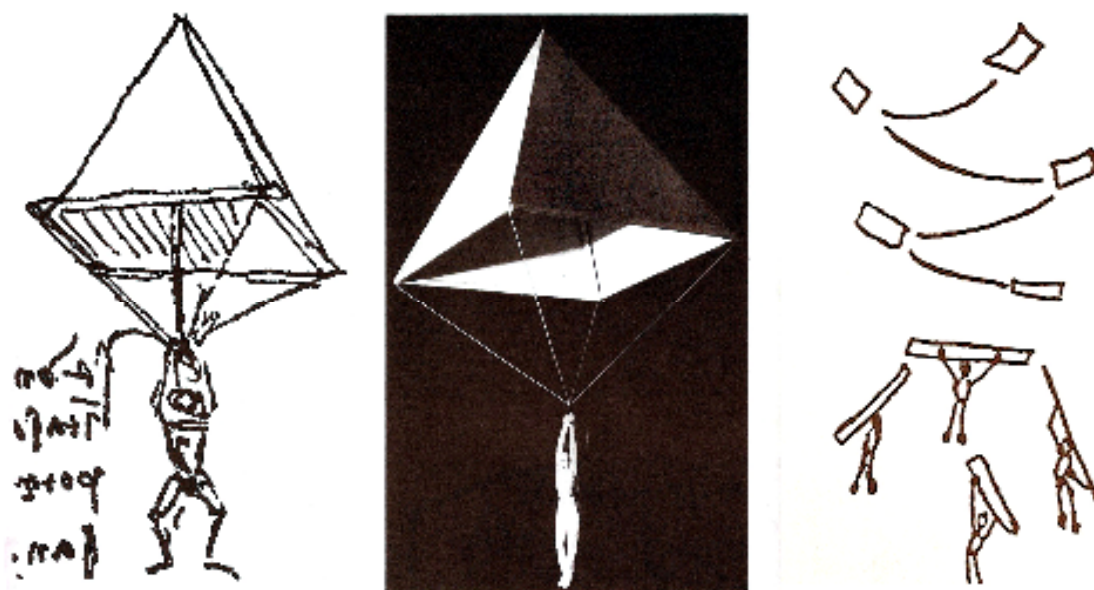


Figura 33 – Desenho de pára-quadras e de planador, de Leonardo da Vinci (Século XV). Ao centro, modelo de pára-quadras com base em desenhos de Leonardo (Século XX).

Em alguns projectos, o autor limitava-se a reciclar a funcionalidade applicativa de dispositivos técnicos já desenvolvidos, acrescentando-lhe apenas uma nova finalidade ou aperfeiçoando-os. É o caso do hodómetro descrito por M. Vitruvius em *Os Dez livros de Arquitectura*, aparelho que servia para medir distâncias, tão importantes já nos primeiros anos da Cristandade, e sobre o qual se debruça também L. da Vinci,

propondo, como tal, uma versão mais sofisticada do mesmo aparelho.<sup>Figura 34</sup> Enquanto que, no de M. Vitruvius, cada volta da roda implicava a queda de uma pequena pedra para dentro de uma caixa, sendo que no final do percurso bastava multiplicar o número de pedras pelo diâmetro da roda para se calcular a distância percorrida, na proposta posteriormente desenvolvida por L. da Vinci, versão desmultiplicada da anterior, a cada pedra correspondia cerca de uma milha, o que aumentava assim a autonomia do aparelho<sup>287</sup>.

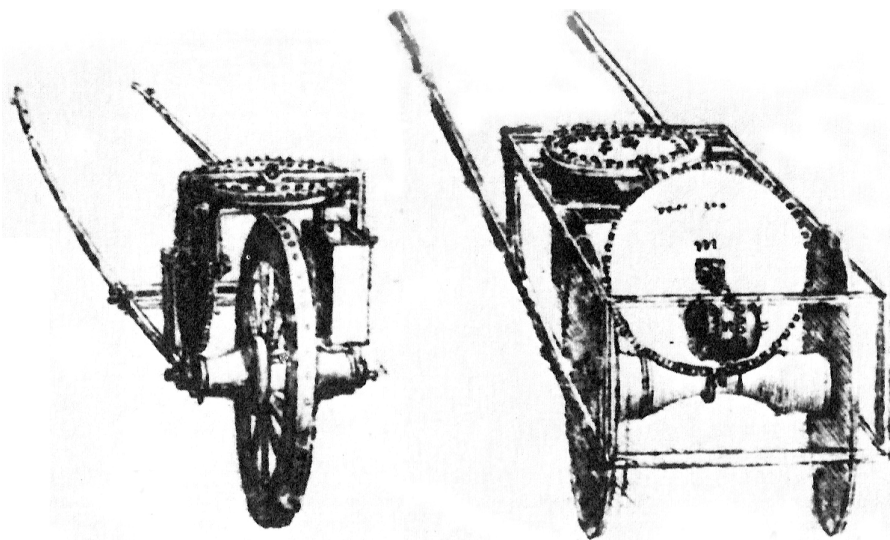


Figura 34 – Desenhos de Leonardo da Vinci representando, à esquerda, o hodómetro de Marco Vitruvius e, à direita, a sua própria proposta.

Mas L. da Vinci também se interessou por máquinas industriais, associando-as a processos de standardização, automatização, facilidade de produção e de utilização.<sup>Figura 35</sup> Algumas folhas do *Codex Atlanticus*, datadas dos últimos anos do autor em Florença, mostram-nos um bem conhecido exemplo desse domínio, o projecto da máquina de fazer limas (1480). Nesse projecto L. da Vinci prova o seu enorme interesse pela mecanização de processos de produção tradicionalmente manuais.

A partir de meados de 1480, redige dois manuscritos, *Ms. B* e *Codex Trivulzianos*, ambos muito semelhantes nos respectivos tópicos abordados, nos quais é dada relevância aos estudos de arquitectura e tecnologia militar, e são incluídas referências a

<sup>287</sup> Idem, p.84.

algumas fontes clássicas e suas coevas, caso do tratado de Valturius, publicado em latim em 1472 e em italiano em 1483, do qual L. da Vinci retira informações acerca de máquinas de guerra antigas, assim como terminologia técnica. Estes estudos têm interesse sobretudo por ajudarem a caracterizar o seu autor, demonstrando preocupações projectuais suas não comuns para a época, como o desenvolvimento de soluções para: aumentar a capacidade de fogo, facilitar a recarga, diminuindo o recuo ou, melhoramento, dos métodos de pontaria. Este género de estudo e de preocupações projectivas está hoje associado a áreas de apoio ao Design Industrial, como a Ergonomia e a Antropometria, que incidem nas relações que as máquinas estabelecem com o corpo humano.

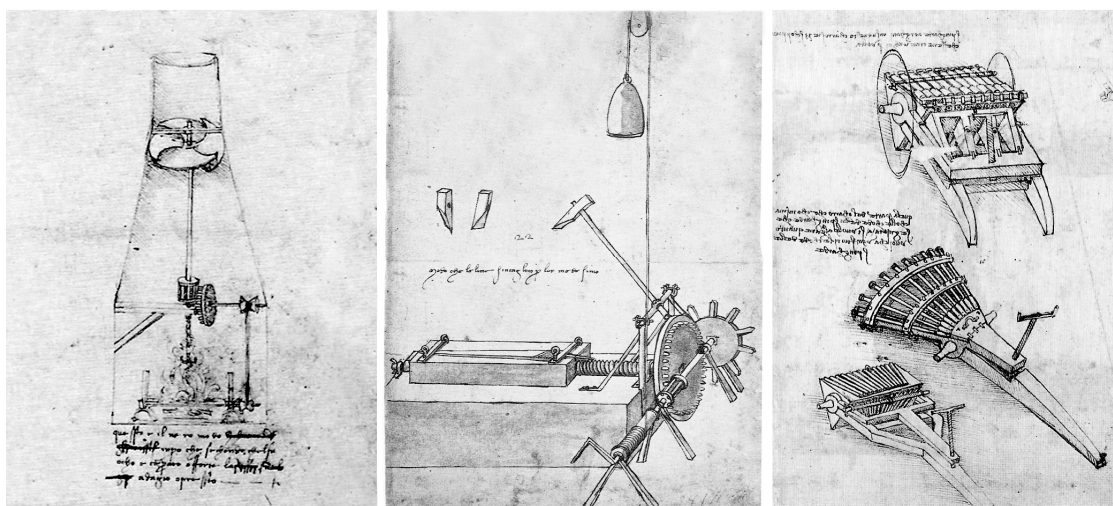


Figura 35 – Desenhos de Lonardo da Vinci representando diferentes processos de automatização (Século XV). Da esquerda para a direita: grelhador automático, máquina automática para gravação de sulcos em limas e máquina de disparos múltiplos (metrelhadora).

A “automatização” é, como já foi referido, uma das preocupações de L. da Vinci, que utiliza o seu talento na automatização das operações, como o revelam por exemplo, os seus estudos de máquinas e instrumentos para a industria têxtil, datados de 1495/99, em que, a partir da observação das deficiências funcionais das máquinas, quando manipuladas pelos seus operadores, apresentam novas soluções. Algumas dessas soluções – actualmente assumidas como preocupações do homem moderno, nomeadamente pela consideração da noção de eficiência – estão presentes no seu trabalho, no que respeita à velocidade e à simplificação de utilização, pela aplicação de uma acção sequencial na concepção de máquinas automáticas. Também o interesse de

L. da Vinci por relógios e autómatos<sup>Figura 36</sup> – máquinas capazes de armazenar uma série de movimentos predeterminados –, resultou na produção de alguns modelos, incluindo projectos especificamente destinados a festas de corte. Nesse âmbito, relatando um projecto para um autómato registado nos *Codex Atlanticus*, Carlo Pedretti demonstrou que a questão da automatização era extremamente importante nos projectos de L. da Vinci<sup>288</sup>. Esse facto é unanimemente subscrito por vários outros autores que, inclusivamente, consideram L. da Vinci como um profeta da “automatização”<sup>289</sup>.

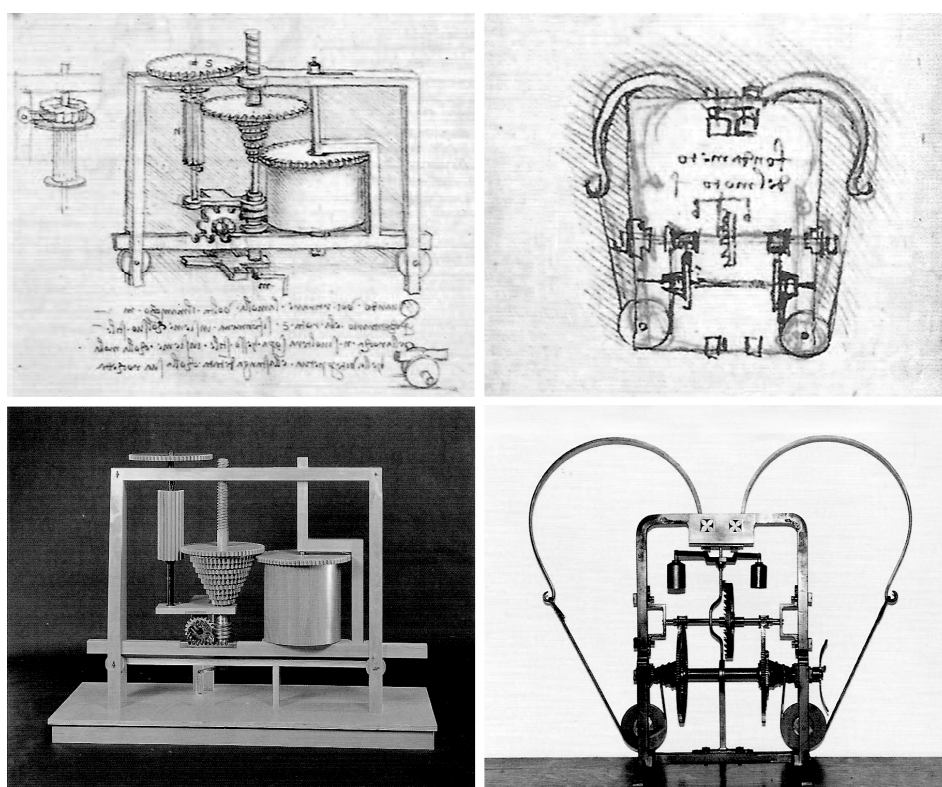


Figura 36 – Desenhos e respectivos modelos de motores de molas projectados por Leonardo da Vinci.

O espírito utópico que prevalece em muitos dos escritos de L. da Vinci mostra-nos que o *artista-engenheiro* se transformou num verdadeiro filósofo, o único capaz de conhecer individualmente os segredos complexos da natureza e seus mecanismos. Como refere P. Galluzzi: “Com Leonardo (...) a metamorfose do técnico medieval

<sup>288</sup> Para mais informações consultar Carlo Pedretti, *The Codex Atlanticus of Leonardo da Vinci. A Catalogue of its newly restored sheets*, New York, 1978-79, 2 vols.

<sup>289</sup> P. Galluzzi, *idem*, p.68.

estava completa”<sup>290</sup>. Mariano di Iacopo, Francesco di Giorgio, e – mais tarde com maior desenvoltura – L. da Vinci, enfatizaram a inadequação das palavras e a necessidade de as complementar com desenhos. Na realidade, só o *artista-engenheiro* detinha a competência e os conhecimentos artísticos e mecânicos necessários à produção destas extraordinárias obras. Como refere P. Galluzzi: “A cultura da observação, acção e descrição substitui aqui a cultura da eloquência, retórica e som”<sup>291</sup>.

Importante é salientar o facto de que L. da Vinci definiu os princípios de representação da engenharia, arquitectura e design vigentes até praticamente ao final do século XX. Só o aparecimento da informática alterou substancialmente os padrões leonardinos. Como padrões leonardinos podemos considerar principalmente o desenho rigoroso, a perspectiva, a perspectiva explodida e as transparências. Ainda dentro do seu padrão podemos referir as representações dos programas das máquinas – modo de funcionamento, movimento – e a relação entre texto e imagem, para uma melhor compreensão dos elementos representados. E são as máquinas que o obrigaram a desenvolver esta qualidade de representação, pois a sua complexidade colocava um novo desafio aos autores renascentistas.

Mas, como foi anteriormente referido, em L. da Vinci, o *artista-engenheiro* ultrapassa as suas supostas funções. Através da análise e síntese dos desempenhos da natureza, L. da Vinci passa a interpreta-la de forma rigorosa, retirando desse processo profundos conhecimentos. Essa observação constante da natureza leva-o a conclusões correctas sobre temas até então sustentados em teorias erradas. Prova disso é, por exemplo, o seu estudo sobre a disposição das folhas num tronco de uma árvore o qual resultou na conclusão de que a sua posição se deve ao facto de assim as folhas estarem aptas a receber a luz, e não para estarem aptas a receber a água - teoria defendida por outros estudiosos da época<sup>292</sup>. O seu conhecimento dos fenómenos naturais, através de estudos que efectuou em áreas como a hidrodinâmica e aerodinâmica, abriu novas

---

<sup>290</sup> Idem, p.17.

<sup>291</sup> Idem, p.14.

<sup>292</sup> S. Suter, *op. cit.*, “Leonardo e La Natura”.

perspectivas nos seus trabalhos de engenharia, possibilitando-lhe projectar moinhos com maior rendimento, ou melhorar o fluxo de água nos canais por si projectados.

Em meados de 1490, L. da Vinci tinha delineado a sua teoria da Natureza dos quatro poderes – movimento, peso, força e percussão – base de todos os fenómenos físicos<sup>293</sup>. Nesse sentido, o autor descreve o ar e a água como forças naturais e poderosas em contínuo movimento, que o homem pode controlar e utilizar em seu próprio benefício. Estes estudos reflectem um esforço para estabelecer uma ligação entre os princípios gerais derivados da observação assídua e imitação da natureza e possíveis aplicações práticas. De facto, na sua maturidade, L. da Vinci dedica-se cada vez mais a essa missão. Nesses estudos podemos dizer que o autor se vai transformando de técnico, em tecnólogo: “O bom engenheiro como o bom pintor deve conhecer as leis que governam cada processo natural”<sup>294</sup>. Este apelo ao conhecimento das Leis da Natureza é o melhor exemplo de que a sua metodologia projectual era directamente inspirada na observação da natureza.

Leonardo da Vinci deu voz ao entusiasmo e investigação de processos de inovação e de contínua expansão dos horizontes geográficos. Os *sonhos tecnológicos* de L. da Vinci assumem um tom profético, ou estão acompanhados de reflexões provocatórias sobre a natureza humana, como são os casos de alguns dos seus estudos sobre o voo, ou da famosa nota em que ele diz que deseja manter secreta a sua invenção de um modo de respirar e nadar debaixo de água, para prevenir que esta comece a ser usada como instrumento de morte<sup>295</sup>. Uma parte substancial da sua pesquisa técnica não deve ser encarada como projectos de dispositivos destinados a serem produzidos na época, mas mais como “sonhos tecnológicos”, produzidos por uma profundamente analítica e metódica imaginação e de grande interesse. Eles mostram uma fé sem precedentes no desenvolvimento dos poderes do homem através da tecnologia: “voar como um pássaro, viver debaixo de água como um peixe”<sup>296</sup>. Estes estudos são exemplares do modo como se pode desenvolver a capacidade projectual através do correcto estudo da

---

<sup>293</sup> P. Galluzzi, *op. cit.*, p.64.

<sup>294</sup> Idem, p.49.

<sup>295</sup> Idem, p.47.

<sup>296</sup> Idem, p.94.

Natureza, pois podemos afirmar, como ficou demonstrado, que L. da Vinci utilizava de forma sistemática *metodologias biotécnicas* nos seus projectos. <sup>Figura 37</sup>

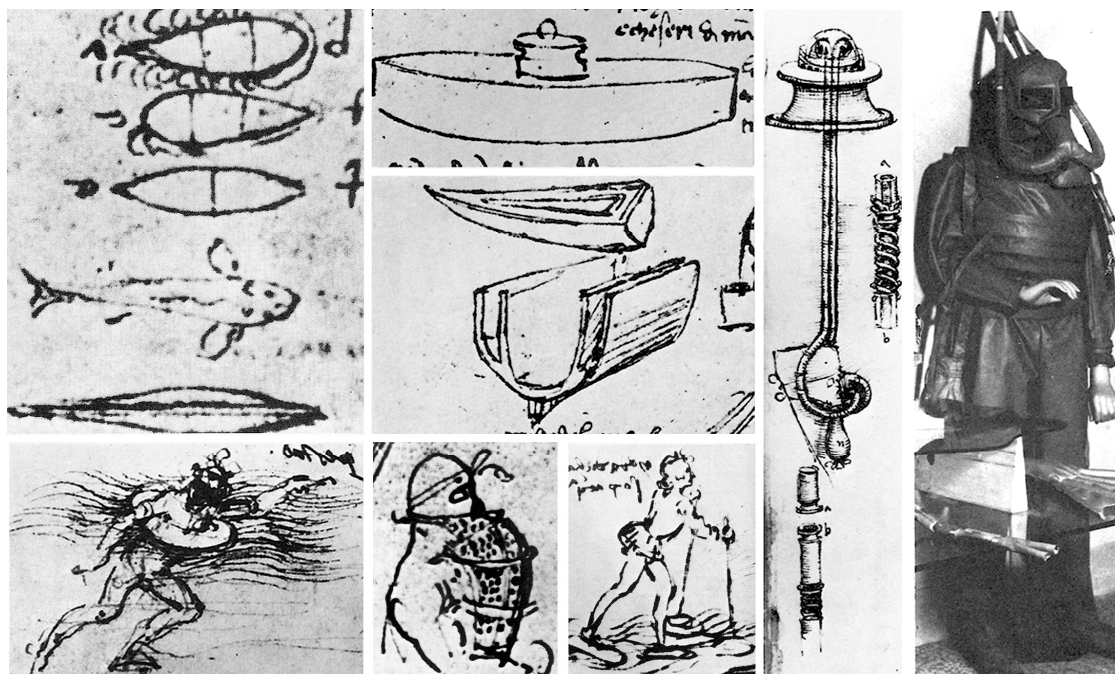


Figura 37 – Projectos de Leonardo da Vinci baseados na observação de sistemas naturais: estudos de animais marinhos, submarino de casco duplo, boia, fato de mergulho, skis. À esquerda, desenho e modelo de escafandro.

L. da Vinci leva as metodologias técnicas<sup>297</sup> do seu tempo às últimas consequências, mas sobretudo, inaugura uma nova e sistemática metodologia centrada na Natureza, que lhe vai permitir aprofundar ainda mais os seus estudos e destacar-se, de forma inconfundível, dos seus colegas tecnólogos. Como refere C. Pedretti, um dos maiores estudiosos de L. da Vinci: “Cada concepção tecnológica de Leonardo se inspira nos exemplos da natureza e reconhece no homem, como máquina vivente, o modelo insuperável da generalidade inventiva que só em pequena parte pode ser simulada pelo robot”<sup>298</sup>. A sua evolução como tecnólogo só podia prosseguir recorrendo a *metodologias biotécnicas*, na medida em que ao utilizar a natureza como modelo, lhe permitiam ir tecnicamente onde o conhecimento humano ainda não tinha chegado. Ele é provavelmente o primeiro projectista a compreender a importância do conhecimento

<sup>297</sup> Piero C. Marani, *Leonardo, gli ingegneri e alcune macchine lombarde*, Firenze, Giunti Barbèra, 1985.

<sup>298</sup> Carlo Pedretti, *Leonardo – Le Macchine*, Florença, Ed. Giunti, 2000, p.51.

da Natureza na evolução da tecnologia, antecipando assim alguns dos métodos biotécnicos e biomórficos mais recentes.

## 2.4 – Máquina como Corpo

Um dos mais inovadores aspectos das contribuições técnicas de L. da Vinci foi a sua análise dos componentes (órgãos) das máquinas, desenvolvida a partir de 1490. Foi o primeiro a olhar para as máquinas, não como um corpo indivisível, mas como um conjunto de partes distintas. Percebeu que a infinita variedade de máquinas derivava das muitas combinações possíveis de um número finito de mecanismos ou *órgãos*, que definiu como os *elementos das máquinas*. Ou seja, L. da Vinci definiu e estudou pela primeira vez a verdadeira *anatomia das máquinas*<sup>299</sup>. Pretendia catalogar esses mecanismos/*órgãos*<sup>Figura 38</sup> num número finito, e em que estes se combinavam entre si para produzir uma infinita variedade de *máquinas-organismos*<sup>300</sup>.

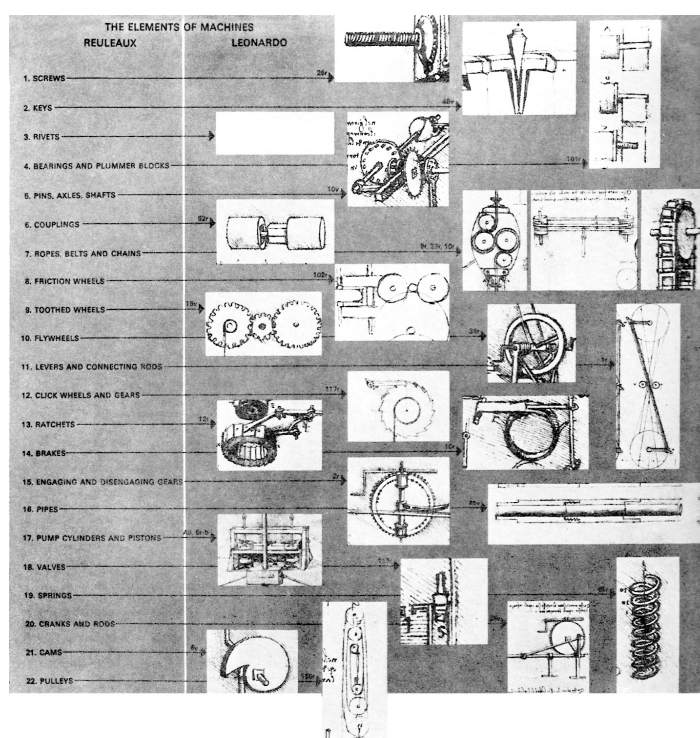


Figura 38 – Quadro dos elementos das máquinas segundo sistematização proposta por Leonardo da Vinci (Século XV).

<sup>299</sup> P. Galluzzi, idem, p.74.

<sup>300</sup> Idem, p.76.

Tal como explica nos *Codex Madrid I e II*, o autor planeava dedicar um tratado inteiro a estes elementos, retirados da dissecação das máquinas, como os seus órgãos básicos, estudando depois as características e performances dispostas em duas secções: uma dedicada à teoria das máquinas e outra aos mecanismos e à mecânica aplicada.

A sua visão das máquinas prova o quão distante estava dos seus colegas. A sua perspectiva da Engenharia era tão inovadora que, como refere P. Galluzzi, só em meados do século XIX se chegaria a conclusões análogas, como as ilustradas na obra *General Theory of Machines*, de Franz Reuleaux<sup>301</sup>. Ninguém antes de L. da Vinci tinha tratado as aplicações mecânicas de modo a retirar delas princípios gerais, submetendo-os a uma rigorosa análise quantitativa e a esquematização geométrica. Posteriormente, o autor adaptou o mesmo método ao estudo do corpo humano. A sua visão da anatomia das máquinas e do homem foi enriquecida com uma série de magníficos desenhos que marcam o nascimento da ilustração científica.

Podemos observar, em *Ms. B e Codex Atlanticus*, projectos para máquinas voadoras, em algumas das quais o piloto se encontra deitado de barriga para baixo movendo as asas da máquina com os seus próprios braços.<sup>Figura 39</sup> Noutros projectos ou são as pernas do piloto que dão o impulso para a descolagem, ou são os braços e pernas quando o avião está de pé. O batimento de asas nestas máquinas derivava de operações extremamente complicadas de controlar. É com surpresa que constatamos que o Mestre Leonardo da Vinci acreditava ser possível ao homem voar com esses aparelhos. Daí que tenha trabalhado neles com tantas expectativas. Para si, o homem poderia efectivamente imitar com estes aeroplanos o equipamento natural dos animais voadores: “O pássaro é um instrumento que opera segundo leis matemáticas, um instrumento que está nas mãos humanas reproduzir”<sup>302</sup>.

Por volta de 1490, L. da Vinci abandona os seus estudos de máquinas voadoras com batimento de asas, pois nessa altura através de uma cuidadosa comparação entre o poder muscular dos pássaros e do homem, assim como entre o peso do mecanismo do pássaro e o da máquina voadora, percebeu que o homem não tinha força muscular

---

<sup>301</sup> Idem, p. 74.

<sup>302</sup> Idem p.69.

suficiente para levantar voo com a máquina voadora que projectara. Nesses estudos, porém, encontram-se alguns dos mais complexos e sofisticados meios de representação usados por L. da Vinci, sendo os desenhos de rara beleza e de uma complexidade técnica enorme. Viriam a ser resumidos por si, em 1505, num extraordinário manuscrito conhecido por *Codex do voo dos pássaros*.

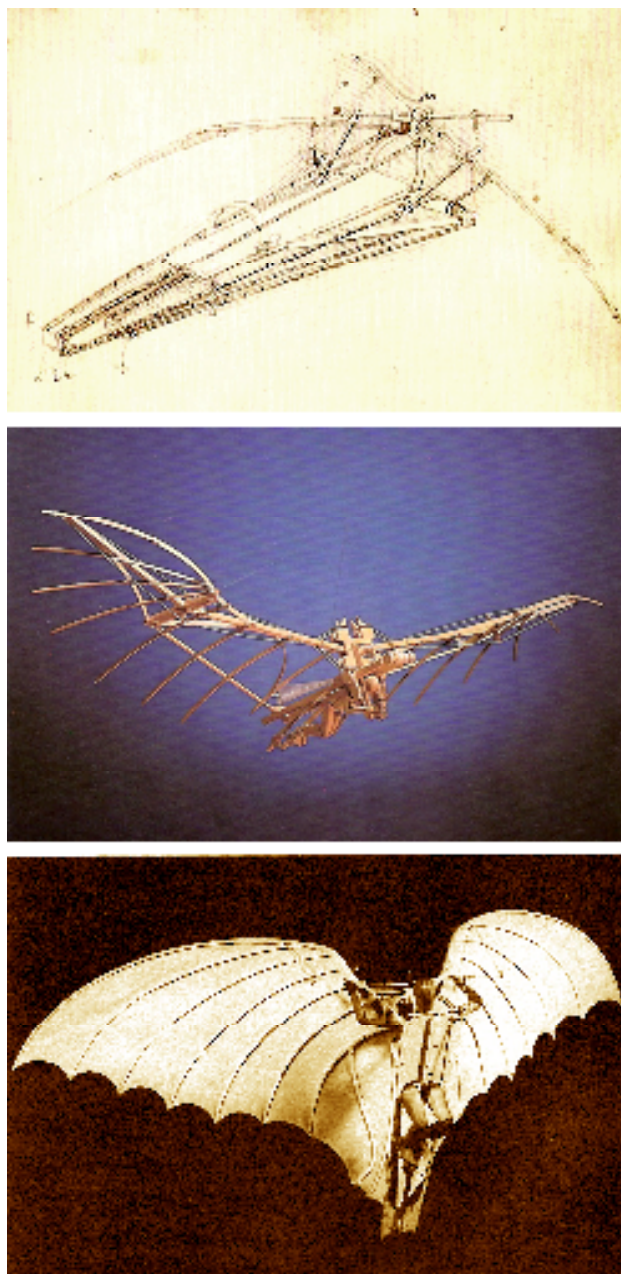


Figura 39 – De cima para baixo: estudo de Leonardo da Vinci para *Prone ornithopter* (1486-90); modelos do mesmo projecto (século XX).

Mas no âmbito dos estudos sobre máquinas voadoras destacam-se igualmente, como aliás já foi atrás referido, os estudos do planador. Estes levam L. da Vinci a desenvolver investigações sobre: a mecânica do voo dos pássaros, a natureza do ar, a formação e o papel dos ventos e das correntes de ar. Esse trabalho, muito importante para a ciência, ocupou grande parte do tempo do Mestre entre 1500 e 1514, sendo constante a analogia entre os meios ar e água, as acções de nadar e voar, peixes e pássaros: “Escreve sobre o nadar debaixo de água e terás o voo dos pássaros sobre o ar”<sup>303</sup>.

Estas investigações mecânicas não se destinavam a ser um fim em si próprias. Nos últimos dez anos da sua vida, a sua obra sobre a *anatomia das máquinas* tornou-se um modelo que rapidamente o autor tentou transferir para outros campos de pesquisa. Analisou os edifícios, as suas construções e os seus componentes como uma máquina, não como uma estrutura estática baseada em proporções precisas, mas como organismos vivos em equilíbrio dinâmico<sup>304</sup>. Como o próprio refere: “Tal como os médicos (...) devem compreender o que o homem é, que vida tem, que saúde tem... O mesmo é necessário para um edifício inválido, ou seja, o médico-arquitecto que tem um bom conhecimento do que o edifício é, e de que de boas regras de construção deriva, e a origem dessas regras...”<sup>305</sup>. E este princípio era aplicado por L. da Vinci a tudo: aos Seres, às máquinas, aos edifícios e até à Terra; para o autor, o planeta Terra também era considerado um imenso organismo vivo<sup>306</sup>, atravessado por uma constante circulação de humores em que cada fluxo segue modelos e leis mecânicas. Entende ainda o sistema universal como uma unidade de processos e funções – uma unidade baseada no movimento, com leis mecânicas constantes e modelos para cada tipo de organismo (máquinas, edifícios, Terra, animais e homem). A partir dos tratados dos *elementos das máquinas*, os seus estudos sobre o homem assumem um grande protagonismo a partir de 1500.

---

<sup>303</sup> *Ibidem*.

<sup>304</sup> Corrado Maltese, *Gusto e metodo scientifico nel pensiero architettonico di Leonardo*, Firenze, Giunti Barbèra, 1973.

<sup>305</sup> *Idem*, p.78.

<sup>306</sup> Esta noção seria posteriormente abordada por James Lovelock, nomeadamente na obra *Gaia. A New Look at Life on Earth*, Oxford, Oxford University Press, 1979.

## 2.5 – Corpo como Máquina

Da Vinci acreditava na validade da investigação estritamente mecânica do homem. Acreditava na desmontagem dos órgãos vitais da máquina humana para desvendar os seus segredos na procura de uma sólida prova da estreita correspondência entre o homem (um mundo menor) e o cosmos (um mundo maior). Alguns dos seus mais famosos desenhos são dedicados, precisamente, à descrição da maravilhosa máquina humana. Precedidos cronologicamente pelos seus estudos sobre a *anatomia das máquinas*, são conceptualmente a sua origem. Nos seus esplêndidos desenhos anatómicos da primeira década de 1500, a influência do modelo dos *elementos das máquinas* é notória. Nos seus desenhos anatómicos, as influências dos estudos mecânicos estão presentes não só nos princípios gerais, como nas técnicas gráficas, vocabulário e analogias expressivas. Como o próprio referiu: “Ponho em ordem o livro dos elementos de máquinas que com a sua prática procede à demonstração do movimento e força do homem e outros animais, e por meio deste estou habilitado a provar todas as propostas”<sup>307</sup>, ou ainda: “Porque é que a Natureza não pode dar movimento aos animais sem instrumentos mecânicos, como eu demonstro neste livro...”<sup>308</sup>.

A investigação anatómica leonardiana demonstra o corpo humano como um notável conjunto de instrumentos mecânicos. Muitas das articulações do corpo humano são apresentadas como eixos de revolução a que chama *poli*, os músculos são chamados de *potenze*, referências que realçam a analogia entre órgãos humanos e instrumentos mecânicos. Com efeito, o autor estuda os sistemas do corpo humano com as técnicas que utilizou no *Codex Madrid Ms. I*. Isto é visível nos seus estudos do dente, em que defende que as suas formas derivam das acções mecânicas, numa visão funcionalista que aplica aos seus estudos do *homem-máquina* – nervos, tendões, veias, artérias e músculos – cada um deles associado a uma determinada função. Mas a complexidade das representações do homem leva-o a uma enorme sofisticação das técnicas de representação. Aumenta o número de vistas, utiliza constantemente vistas explodidas e aperfeiçoa as técnicas de transparência das ilustrações de estruturas. <sup>Figura 40</sup>

---

<sup>307</sup> *Ibidem*.

<sup>308</sup> *Ibidem*.

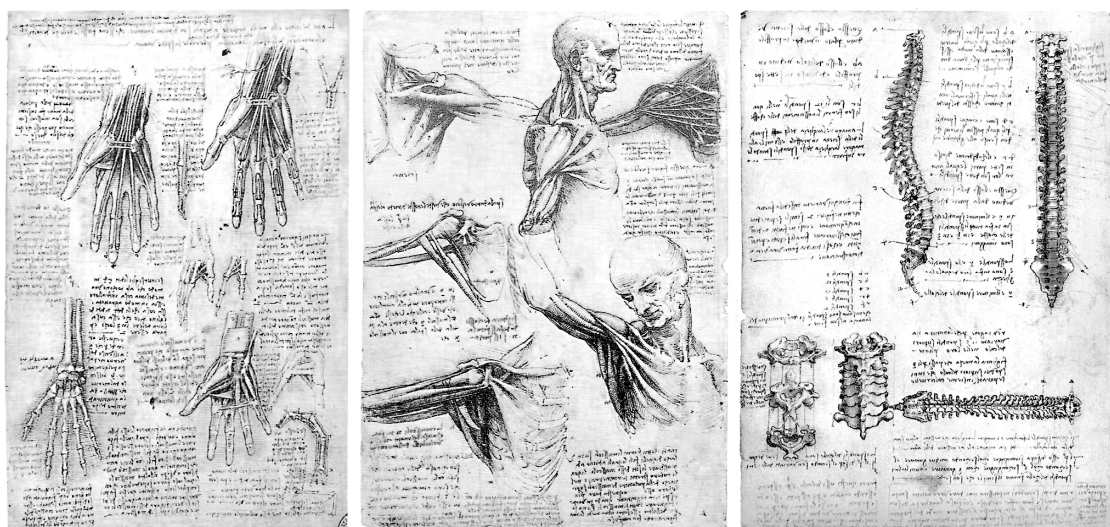


Figura 40 – Desenhos de anatomia já paginados para futura impressão (c. 1505), Leonardo da Vinci.

Uma das características que colocam Leonardo da Vinci à parte dos outros *artistas-engenheiros-autores* do seu tempo é o facto de encarar as suas representações não só como um meio para ilustrar as criações naturais e humanas nas suas manifestações mais visíveis mas comprovando também as suas leis universais, isto é, as essências universais que estão presentes nas máquinas, no homem, na arquitectura e no macrocosmos. E isto é evidente na comparação dos seus estudos com os dos seus colegas, pois os seus manuscritos apresentam ainda hoje uma contemporaneidade inigualável. L. da Vinci é seguramente o expoente máximo do *artista-engenheiro-autor* do Renascimento. Foi o primeiro homem a idealizar uma hélice, que montou numa espécie de helicóptero projectado por si próprio, desenhou casas pré-fabricadas e portáteis, canalizações para sistemas de água quente, lanternas, laminadoras, máquinas de fazer parafusos, máquinas de fiar e de encordoar, máquinas de imprimir, perfuradoras, niveladoras, bestas, gruas, dragas, embarcações, pontes, canais, moinhos, fortificações e edifícios. Inventou a engrenagem diferencial, desenvolveu relógios, autómatos, o inclinómetro – aparelho que indica o grau de inclinação – e o anemómetro – aparelho que indica a velocidade e a força do vento – e foi ainda ele quem desenvolveu a bússola tal como a conhecemos, ao colocar a agulha magnética num eixo horizontal. Também idealizou os skis, a bóia de natação, o escafandro, o submarino, o tanque de guerra, canhões, catapultas, aparelhos de voo, o pára-quedas e até o míssil. Inventou a bicicleta<sup>Figura 41</sup> e provou que os músculos são como alavancas

e que o olho é uma lente, assegurou que o coração funciona como uma bomba hidráulica e provou que o ritmo do pulso está sincronizado com o bater do coração. Descobriu ainda que a arteriosclerose é uma das causas de morte em idade avançada. Também concluiu, como cientista, que os fósseis eram animais extintos e que a Terra girava em volta do Sol<sup>309</sup>. A isto tudo acrescentam-se os seus trabalhos em botânica, geologia, física, óptica, geometria, escultura e pintura, sendo esta última uma pequena parte do seu trabalho, mas que valeria por si só, o suficiente para o tornar num dos mais importantes artistas renascentistas.

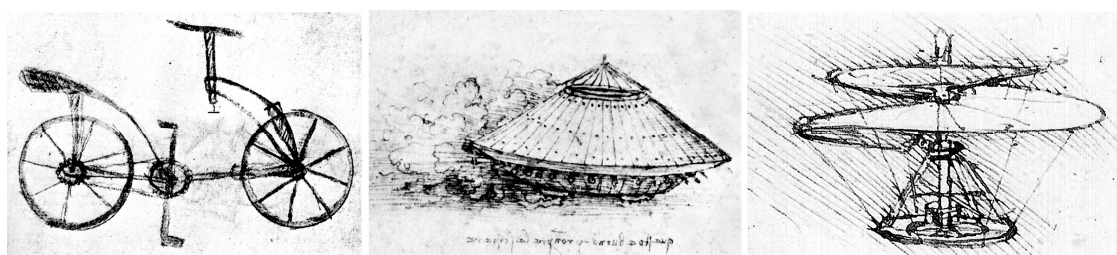


Figura 41 – Propostas de Leonardo da Vinci para veículos; da esquerda para a direita: bicicleta (desenho atribuído a um dos seus discípulos), tanque de guerra e helicóptero.

## 2.6 – Terra como Máquina

Para L. da Vinci, a Terra era um vasto organismo governado pelas leis da Natureza, ela própria gerida por princípios e leis mecânicas universais que governavam tanto o microcosmos como o macrocosmos. Investigava a estrutura da Terra em termos mecânicos procurando o seu centro de gravidade, estudando as marés, a origem das montanhas, a erosão do vento ou os tremores de terra. E nestes estudos aplicava a sua capacidade de representação desenvolvida para as máquinas. Acreditava profundamente nas capacidades de representação do desenho, que articulava com textos, preferindo-as às dos modelos, segundo ele demasiado rígidos. A sua tendência progressiva para procurar as essências universais tanto nas máquinas como no Homem, tanto na arquitectura como no macrocosmos, possibilitou-lhe a visão, única no seu tempo, de uma geografia universal assente em rigorosos princípios de análise

<sup>309</sup> Donald Peattie, in *Grandes Vidas Grandes Obras – As Dez Vidas de Leonardo da Vinci*, Lisboa, Ed. Selecções do Reader's Digest, p.233.

geométrica e mecânicos, apresentando um novo ideal enciclopédico com uma unidade baseada no movimento, com leis constantes e modelos para cada tipo de organismo. A obra inteira de L. da Vinci – não só os estudos anatómicos das máquinas e do mundo vivo – expressa a sua intenção de usar o *design* como um meio para ilustrar as criações naturais e humanas, não só nas suas manifestações visíveis, como também na encarnação das leis universais em acção. Como refere P. Galluzzi: “Que passagem pode ilustrar melhor a metáfora sugerida por Lucien Febvre, o grande historiador dos Annales franceses, na transição da primazia do ouvido para a primazia do olho? Febvre caracterizou esta transição como uma das características importantes, da mudança da cultura medieval, baseada no modelo puro de comentário verbal para a nova cultura renascentista, fortemente marcada pelo processo visual da actividade artística”<sup>310</sup>.

### 3 – Le Corbusier e o Espírito Moderno

“O objecto perfeito é um organismo vivo, é animado pelo espírito da verdade”<sup>311</sup>.

Le Corbusier, 1925

O início do século XX é caracterizado, em termos artísticos, por uma explosão de formas novas por toda a Europa onde, para além da pintura, escultura e arquitectura, aparecem novas áreas como a fotografia, o cinema e o design, ou seja, artes industriais que vão alterar irreversivelmente o panorama artístico e a própria forma como é usufruído. “Cubistas”, “futuristas”, “dadaístas”, “neo-plasticistas”, “abstraccionistas”, “suprematistas”, “construtivistas”, “expressionistas”, e “surrealistas” são alguns dos termos correntes aos quais se vai juntar o de “puristas” elaborado por Charles-Edouard Jeanneret e Amédée Ozenfant, num manifesto que acompanha a exposição das suas obras, em 1918, com o título *Après le Cubisme*.

---

<sup>310</sup> P. Galluzzi, *idem*, p.84.

<sup>311</sup> Le Corbusier, *L'Art Decoratif d'aujourd'hui*, Paris, Ed. Flammarion, 1996, p.185.

### 3.1 - Autor e Obra

Charles-Edouard Jeanneret (1887-1965) nasceu na Suíça em La Chaux-de-Fonds, capital mundial da relojoaria de precisão. Mais conhecido por Le Corbusier, nome que utiliza a partir de 1920 como autor<sup>312</sup> (retomado da sua avó Lecorbésier e que para além da sua acentuação nobiliárquica, joga com a sua semelhança fisionómica com um corvo<sup>313</sup>), é uma figura central da arquitectura moderna, embora não tivesse tido uma formação académica em arquitectura. Com efeito, Le Corbusier é uma figura polivalente com uma formação multifacetada. Estudou na Escola de Artes de La Chaux-de-Fonds a profissão de gravador, tendo realizado, em 1902, uma caixa para relógio que foi premiada na exposição internacional de Turim<sup>314</sup>. Em 1904, matricula-se nos Cursos Superiores de Decoração. A partir de 1907, viaja bastante, tendo contactado com grandes designers e arquitectos como Joseph Hoffmann. Trabalha, entre 1907 e 1908, com August Perret – que o inicia na técnica do betão armado – e entre 1910 e 1911, com Peter Behrens que lhe transmite os conceitos de industrialização e standardização, assim como a utilização de formas geométricas numa perspectiva mecanista da construção. Aí foi colega de L. Mies van der Rohe e provavelmente de Walter Gropius, também eles a trabalhar no escritório de P. Behrens.

Em 1912, Le Corbusier produz o “Etude sur le Mouvement d’art décoratif en Allemagne”, um relatório que redige a pedido da Escola de Artes de La Chaux-de-Fonds, local onde estudou e ensinou. Nesse artigo, o autor manifesta a sua opinião sobre as artes decorativas alemãs, isto é, sobre os métodos de ensino, o desenho, a fabricação e a venda de produtos de arte. Aí, refere a experiência da AEG e o cenário da reforma cultural de Ratheau. A Alemanha transmite-lhe a realidade do design e da arquitectura industrial, uma temática importante para a sua carreira futura, na qual para além de P. Behrens – com quem tinha trabalhado anteriormente –, contacta com Hermann Muthesius, Karl Ernst Osthaus e Heinrich Tessenow<sup>315</sup>.

---

<sup>312</sup> Desde 1917 que o autor já assinava como Le Corbusier-Sauvignac. Mas é a partir de 1920 que adopta o nome de, simplesmente, Le Corbusier.

<sup>313</sup> Vittorio Magnano Lampugnani, *Dictionnaire encyclopédique de l’architecture moderne & contemporaine*, Paris, Ed. Philippe Sers, 1987, p.196.

<sup>314</sup> Penny Sparke, *100 Ans de Design*, Paris, Ed. Octopus, 2002, p.94.

<sup>315</sup> V. M. Lampugnani, *idem*, p.194.

Uma das suas primeiras realizações como arquitecto foi a *Villa Shwob*, em 1916, uma das primeiras casas em betão-armado e que reflecte as influências das obras de J. Hoffmann e A. Perret<sup>316</sup>. Nesta altura, já trabalhava sobre um princípio construtivo industrial que permitia realizar casas em série, as casas *Dom-ino*, que assentam numa estrutura em betão, com as lajes assentes sobre pilares recuados, extensíveis em todas as direcções, tornando a construção substancialmente mais económica.<sup>Figura 42</sup> Como o autor refere, em 1915: “O processo de construção é aqui aplicado a uma casa de professor que está prevista ser ao preço de m<sup>2</sup> da casa de operários mais pobres. Os recursos arquitectónicos do processo de construção autorizam disposições grandes e ritmadas e permitem fazer verdadeira arquitectura”, e seguidamente acrescenta referindo-se à casa em série: “É aqui que o princípio da casa em série mostra o seu valor moral: um certo espaço comum entre a habitação do rico e a do pobre, uma decência na casa do rico”<sup>317</sup>. Com base na tecnologia do betão, utilizam-se elementos combinados em que a standardização incide não sobre a habitação, como W. Gropius propõe mais tarde<sup>318</sup>, mas sim sobre a estrutura, no interior da qual se podem realizar diferentes tipos de habitações, segundo os hábitos locais e os materiais da região.

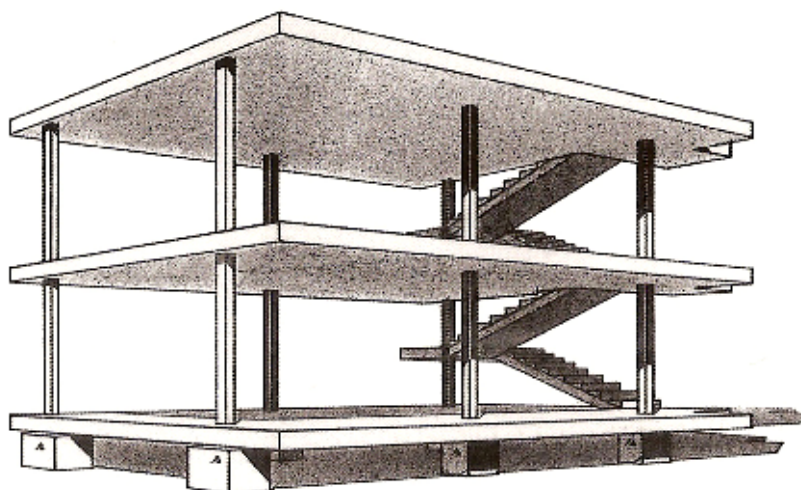


Figura 42 – Casa *Dom-ino*: Sistema estrutural de betão reforçado.

<sup>316</sup> Idem, p.195.

<sup>317</sup> “Le procédé constructif est appliqué ici à une maison de maître qui est établie au prix de cube de la plus pauvre maison ouvrière. Les ressources architecturales du procédé constructif autorisent des dispositions larges et rythmées et permettent de faire de véritable architecture”. “C’est ici que le principe de la maison en série montre sa valeur morale: un certain lien commun entre l’habitation du riche et celle du pauvre, une décence dans l’habitation du riche” Stanislaus von Moos, *L’Esprit Nouveau – Le Corbusier et L’Industrie 1920-1925*, Berlin, Ed. Ernst & Sohn, p.171.

<sup>318</sup> Bernard Piens, *Le Bauhaus (1919-1933)*, Lieusaint, Ed. Centre National de Documentation Pédagogique, 1985, p.57.

O seu espírito empreendedor leva-o para Paris em 1917, onde lança, um ano depois, com A. Ozenfant, o manifesto *Après le cubisme*, criando uma nova tendência na pintura, o *Purismo*. Os temas dos seus quadros são objectos comuns

Figura 43 e instrumentos de música, desenhados em planta e alçado. Para além da pintura, realiza colagens, tapeçarias, esculturas, litografias, grafismos e até um fresco para o Pavilhão Suíço da Cité Universitaire de Paris. Em 1920, sempre com A. Ozenfant, lança a revista *L'Esprit Nouveau* e, a partir de 1922, inicia a colaboração com o seu primo Pierre Jeanneret (1896-1967), aos quais se juntará em 1927, Charlotte Perriand (1903-1999).

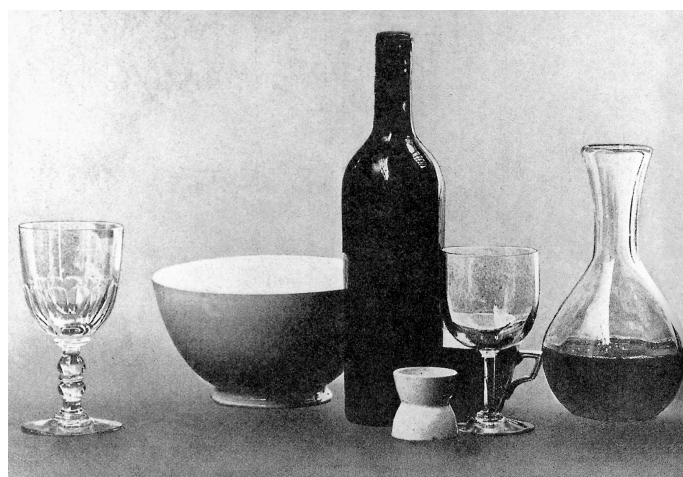


Figura 43 – Objectos comuns, *L'Esprit Nouveau* (1924).

É na década de 20 que, no campo do Design, o seu trabalho mais se destaca. O seu interesse pela indústria, por influência do *Deutscher Werkbund*, é exposto na revista *L'Esprit Nouveau*, da qual são editados 28 números entre 1921 e 1925, data do lançamento do seu livro *L'Art Décoratif D'Aujourd'hui* considerado, na opinião do autor da presente investigação, um dos primeiros *livro-manifesto* na área do design. A sua produção de mobiliário, projectado em colaboração com C. Perriand, foi apresentada em 1929 no Salão de Outono de Paris. Dessa produção salientam-se a cadeira dossier *B301*, o sofá *Grand Confort LC2* e a *Chaise Longue B306*, todos de 1928, e a cadeira giratória *B302*, de 1928-29, inspirada na cadeira *B9* de Thonet – esta última grande referência para Le Corbusier. As peças em causa foram desenvolvidas durante a segunda metade da década de 20, quando C. Perriand chegou ao atelier. A

formação de C. Perriand na École de l'Union Centrale des Artes Décoratifs, assim como o seu interesse pela estética da máquina representada nas bicicletas ou automóveis, leva-a a contactar a Peugeot para produzir as peças por ela desenhadas para Le Corbusier, mas será a firma austríaca Thonet que assumirá a produção dos modelos atrás referidos, os quais são logo de início extremamente apreciados pelo próprio Sr. Thonet<sup>319</sup>.

Na arquitectura, durante a mesma década, salientam-se em 1923 o livro *Vers une architecture*, no qual Le Corbusier define a casa como uma “máquina a habitar”. As suas propostas baseiam-se num design minimal e serão ilustradas pelo pavilhão do *L'Esprit nouveau*, para a *Exposição de Artes Decorativas e Industriais de Paris*, de 1925 e pelas várias habitações que o próprio projectou na época: *Villa Stein* em Garches (1927) e *Villa Savoye* em Poissy-sur-Seine (1929-1930);

Figura 44 *Villa Besnus* em Vaucresson (1922); as casas *La Roche* e *Jeanneret* em Auteuil (1923); a casa *Cook* em Boulogne-sur-Seine (1926); e ainda as duas casas de *Weissenhofsiedlung* em Stuttgart (1927).



Figura 44 – *Villa Savoye* (1929).

---

<sup>319</sup> P. Sparke, idem, p.97.

Também os seus estudos sobre urbanismo surgem compilados no livro *Urbanisme* publicado em 1925 pela Ed. Crés e concretizados em projectos como “a cidade contemporânea de três milhões de habitantes”, de 1922, ou no Plano Voisin de 1925. Pouco mais tarde, Le Corbusier participa no concurso para o Palácio das Nações em Génève (1927) e para o Palácio dos Soviets em Moscovo (1931). Posteriormente realiza grandes obras como a *União Central das Cooperativas de Consumo* (Centrosyouz) em Moscovo (1929-31), a *Unidade de Habitação* em Marselha (1947-52) ou o plano de conjunto de Chandigarh (1950-51) com Maxwell Fry e Jane Drew, assim como o quarteirão do Capitólio e os edifícios do governo, *Palácio da Justiça*, *Palácio do Governo* e a *Sala das Assembleias* (1952-64), que levam às últimas consequências as suas propostas<sup>320</sup>. Na arquitectura religiosa, salientam-se a capela de *Notre Dame du Haut* em Ronchamp (1950-55) e o convento de *Sainte Marie de La Tourette* (1957-60). Foi ainda membro fundador do Congrès International d’Architecture Moderne (CIAM). No planeamento urbano, foi um dos primeiros a perceber como o automóvel iria alterar as aglomerações humanas e a propor soluções para a cidade industrial,<sup>Figura 45</sup> sendo por vezes criticado por as suas propostas serem demasiado espartanas. O excesso de racionalismo de que é acusado levou-o uma vez a afirmar: “por lei, todos os edificios deveriam ser brancos”<sup>321</sup>.

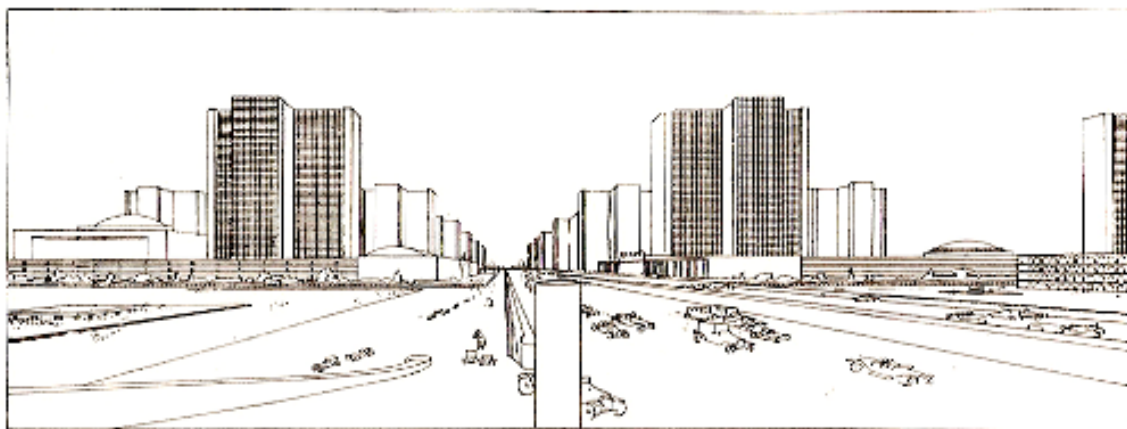


Figura 45 – Le Corbusier *A Cidade Contemporânea* (1925).

<sup>320</sup> V. M. Lampugnani, *idem*, pp.197-200.

<sup>321</sup> *Ibidem*.

Le Corbusier faleceu em 27 de Agosto de 1965. Com uma obra enorme e abordando temáticas muito diversificadas, ficará para a história como uma das referências mundiais da teoria, arte, design, arquitectura e urbanismo modernos.

### 3.2 – L’Esprit nouveau

Em Outubro de 1920, Le Corbusier inicia, com A. Ozenfant e Paul Dermée<sup>322</sup>, a publicação da revista *L’Esprit Nouveau*, que inicialmente aparecia com o subtítulo de *Revue internationale d’esthétique* e, a partir da saída de P. Dermée, passou a ser, no nº4, a *Revue internationale de l’activité contemporaine*. Editada até Janeiro de 1925, com um total de 28 números passou, com a alteração do subtítulo, a procurar áreas do conhecimento muito mais vastas do que as conotadas com a arquitectura, o design e as artes. Retirando o título-programa de uma fórmula de G. Apollinaire, *L’Esprit nouveau et les poètes*<sup>323</sup>, a revista procurava proclamar o espírito da sua época através de artigos sobre arte, sobre engenharia e cultura industrial. Para Stanislaus von Moos “Le Corbusier idealizava os engenheiros da sua época ao mesmo tempo que denunciava os arquitectos”<sup>324</sup>. Na realidade, Le Corbusier referia: “Os engenheiros estão ocupados com as barragens, as pontes, os transatlânticos, as minas, os caminhos-de-ferro. Os arquitectos dormem”<sup>325</sup>. Outros artigos abordavam as temáticas da economia, sociologia, música, teatro, belas-artes, cinema, indústria e as últimas explorações técnicas da época. Esta diversidade de artigos era estruturada pela unidade dos temas: ordem, racionalidade, tecnologia e produção industrial eram palavras de ordem no espírito da nova era. O paralelismo com as construções dos engenheiros e os meios de transportes modernos levam-no a declarar que a casa deve ser construída de “uma forma tão funcional e prática como uma máquina de escrever”<sup>326</sup>. Esta referência funcional à máquina de escrever também pode ser entendida na seguinte referência de Rogério Ribeiro à Olivetti Valentine: “Peça exemplar nos itens que constituíam os objectivos do design na sua desejada pureza, tais como a coerência da forma, da

---

<sup>322</sup> Poeta com experiência no domínio das edições. Seria o primeiro director da revista *L’Esprit Nouveau*.

<sup>323</sup> S. von Moos, idem, p.156.

<sup>324</sup> Idem, p.27.

<sup>325</sup> *Ibidem*.

<sup>326</sup> V. M. Lampugnani, idem, p.196.

função e o conteúdo devidamente expresso, e sobretudo o impacto duradouro da novidade, da beleza subjacente, da poética, da aquisição cultural que nos implicava...”, acrescentando seguidamente sobre os pormenores construtivos da mesma máquina: “A caixa vermelha de plástico, fechada com duas borrachas, cujo tampo com pega era o fundo da própria máquina... A nova portátil, emblema vivo e itinerante da Olivetti sem falhas, sem pecado, bela na «letra», no tacto, na simplicidade evidente e visível da sua estrutura construtiva...”<sup>327</sup>



Figura 46 – Da esquerda para a direita: Páginas da revista *L'Esprit Nouveau* (1921) com produtos industriais, página do livro *Vers une Architecture* (1923) e capa de *Plans* (1931).

Le Corbusier defendia que os elementos da arquitectura actual deviam ser reconhecidos nos produtos industriais – barcos, aviões, automóveis – e definia a casa como “*une machine à habiter*” que devia, tal como as máquinas, construir-se em série.<sup>Figura 46</sup> São disso exemplos paradigmáticos, para além das já referidas casas *Domino* (1915), as casas *Citrohan* (repare-se na analogia com a palavra “Citroen”, que em francês se lê da mesma forma). Nessa última obra, em que uma casa é por si comparada a um automóvel<sup>328</sup> num artigo da revista *L'Esprit nouveau* n.º 13, Le Corbusier homenageia o *Citroen 10 HP* de 1919, “a primeira viatura francesa construída em série” - frase assumida como slogan publicitário da época<sup>329</sup>. Esse artigo faz parte dos 12 primeiros por si escritos para a revista, entre 1920 e 1921 (ainda assinados como Le Corbusier-Saugnier). Esses mesmos artigos seriam posteriormente reunidos e publicados pelas Edições Grès et Cie, em 1923, na obra intitulada *Vers une*

<sup>327</sup> Rogério Ribeiro, “À bela *Vallentine*”, in *Ícones do Design – Coleção Paulo Parra*, Almada, Casa da Cerca – Centro de Arte Contemporânea, 2003, p.3.

<sup>328</sup> Le Corbusier, *Por Uma Arquitectura*, São Paulo, Ed. Perspectiva, 1994, p.170.

<sup>329</sup> S. von Moos, idem, p.259.

*Architecture*, o seu primeiro trabalho teórico sobre arquitectura. No ano seguinte é editado *Urbanismo* e, em 1925, *L'Art Décoratif D'Aujourd'hui*, ambos também das Edições Grès et Cie e contemporâneos de *L'Esprit Nouveau*.

A revista *L'Esprit Nouveau* foi um ponto de encontro dos movimentos que procuravam uma linguagem universal e defendiam a estética da máquina/estética industrial – o De Stijl holandês, a Bauhaus alemã e os construtivistas soviéticos –, e muito bem resumida num comentário de Octave Mirbeau a propósito da Galeria das Máquinas, construída em Paris em 1889, no contexto da Exposição Universal: “A indústria está mais perto da beleza moderna que a arte”<sup>330</sup>. A modernidade dos produtos industriais irá ser uma das características mais importantes de alguns dos objectos mais emblemáticos do séc. XX. Como refere Rogério Ribeiro: “(...) estes casamentos design-indústria deram frutos de rara qualidade ao longo dos anos, beneficiando-nos duma cultura fundada no nosso envolvimento pela beleza das coisas, da sua utilidade de uso, duma poética de permanente enriquecimento humano.”<sup>331</sup>

A união entre a indústria e o design foi uma das grandes conquistas do Movimento Moderno, defendida entre outros, por P. Behrens no Deutsches Werkbund e na AEG, W. Gropius na Bauhaus e Le Corbusier na *L'Esprit Nouveau*, os quais promoveram, respectivamente, o debate teórico sobre o tema, a implementação industrial das suas ideias, novas experiências pedagógicas e, finalmente, a síntese e divulgação dos processos por si empreendidos. Como defendeu S. von Moos – comissário da exposição *L'Esprit Nouveau – Le Corbusier et L'Industrie 1920-1925* –, em 1920 era intuito da revista “ (...) realizar uma espécie de programa do Werkbund alemão do pós-guerra”<sup>332</sup>. Nesse contexto, não esqueçamos que Le Corbusier trabalhou com P. Behrens (1868-1940), um dos principais mentores do Deutsches Werkbund, o que fez com que conhecesse perfeitamente não só as pesquisas alemãs sobre a relação arte/indústria como também, particularmente, as construções e objectos de P. Behrens<sup>333</sup>. Como refere Jean-Luc Daval, no *Journal des Avant-Gardes*: “Nos anos 20,

---

<sup>330</sup> Idem, p. 14.

<sup>331</sup> Rogério Ribeiro, *op. cit.*, 2003, p.3

<sup>332</sup> Idem, p.15.

<sup>333</sup> Idem, p.52.

as condições estavam enfim reunidas para que as ideias elaboradas desde 1907 no seio do *Werkbund* se tornassem realizáveis”<sup>334</sup>.

### 3.3 - Le Corbusier e o *Deutsche Werkbunde*

Neste ponto convém fazer uma pequena reflexão que, embora se afaste um pouco das matérias aqui tratadas, nos permite compreender as origens do Design Industrial. O *Deutsche Werkbund* foi fundado em 1907 e era uma instituição que agrupava artistas, designers e industriais. Uma das suas figuras principais era Hermann Muthesius (1861-1927), estudante de filosofia e arquitectura, muito viajado, que em Inglaterra tinha contactado com o movimento *Arts and Crafts* e com Charles R. Mackintosh. As suas posições, defendendo o funcionalismo e a standardização, colocam-no em rota de colisão com Henry van de Velde (1863-1957), pintor, designer e arquitecto belga, outro dos fundadores do *Deutsche Werkbund*, que defendia a importância do artista na produção industrial. Peter Behrens, que assumia uma atitude conciliatória entre os dois foi posteriormente crucial na definição da profissão “Designer” e na redefinição da profissão de “Arquitecto”.

Com efeito, foi a colaboração de P. Behrens com a AEG que estabeleceu o primeiro caso de concepção global da imagem de uma empresa. P. Behrens era responsável por tudo o que era projectado na AEG, desde o alfabeto utilizado no logótipo até ao projecto das fábricas, passando pelo projecto dos produtos industriais, embalagens, cartazes, catálogos, papel de carta, salas de exposição e até mesmo dos ateliers da empresa<sup>335</sup>. E essa foi a primeira vez que o “Design Global” foi utilizado, procurando uniformizar a concepção total da empresa, experiência que só viria a ter grande sucesso meio século depois com os conhecidos exemplos da Olivetti e da Braun na Europa e, posteriormente, da IBM nos EUA e da Sony no Japão.

É de salientar que, tal como Le Corbusier, Peter Behrens não era arquitecto de formação, estando qualquer um deles muito mais próximo daquilo que hoje se

---

<sup>334</sup> Idem, p.94.

<sup>335</sup> V. M. Lampugnani, idem, p.54.

considera a formação em Design, uma formação mais global e portanto mais apta a assimilar os paradigmas do movimento moderno. P. Behrens tinha formação em pintura, e a partir de 1890 projecta móveis, porcelanas, ourivesaria e vitrais. A partir de 1898, começa a projectar objectos para a grande série: vidros para Benedikt von Poschinger nesse ano, jóias para a sociedade Schreger, em 1901, e no ano seguinte, talheres para Ruckert. Como refere Penny Sparke: “Desde os seus primeiros trabalhos, Behrens aparece como uma figura essencial do design internacional”<sup>336</sup>. Só em 1901 é que ele executa o seu primeiro projecto de arquitectura, a sua própria casa em Darmstadt, em que, e segundo o espírito da *Gesamtkunstwerk* (obra de arte total), é tudo desenhado por si desde o mais pequeno detalhe, seguindo o exemplo de H. van de Velde (1863-1957) com a vila *Bloemenwerf* de 1895. De facto, este último influencia muito P. Behrens na sua primeira fase, em que é assumida uma linguagem orgânica próxima da Arte Nova, mas bastante mais simplificada.

Com a sua entrada para a AEG, segundo convite feito em 1907 por Walter Ratheau, director da companhia, é proposto a P. Behrens que desenhe uma série de produtos industriais: candeeiros, motores para esmerilar e polir, ventoinhas, chaleiras, robots de cozinha, aquecedores, humidificadores e relógios de simples fabricação fáceis de utilizar. Mas P. Behrens vai mais longe do que o simples desenhar e aplica os princípios de racionalização e standardização nos produtos, iniciando assim os princípios do design industrial moderno. A sua capacidade de conciliar os aspectos técnicos com os aspectos estéticos colocam-no, no *Deutsche Werkbund*, como já foi referido, entre as posições de H. Muthesius e H. van de Velde. Podemos-lo verificar nas suas chaleiras de 1909 que, utilizando uma linguagem neoclássica de raiz e fabricação em série, podem, pela opção da aplicação do tratamento superficial martelado, parecer feitas à mão. Com efeito, apenas três formas base somadas a vários tipos de acabamento – latão, cobre ou cromado, lisos ou texturados –, permitem oferecer ao público uma grande diversidade de opções (cerca de 50) neste produto. O primeiro caso da aplicação das teorias defendidas pelo *Deutsche Werkbund* é presenciado por Le Corbusier que trabalhou no atelier de P. Behrens entre 1910 e 1911, e que possuía alguns números anuais do *Werkbund* desses anos, onde se defendida a colaboração

---

<sup>336</sup> P. Sparke, *idem*, p.31.

entre as elites artísticas e industriais, fazendo-se referência aos paquetes, automóveis, fábricas e aviões, parte do universo cultural do *Werkbund* e que seriam posteriormente alguns dos temas favoritos do *L'Esprit nouveau*<sup>337</sup>.

### 3.4 - Le Corbusier e a Exposição de Artes Decorativas

Também aqui necessitamos de fazer um pequeno apontamento para referir a importância do ano de 1925 na área do Design. Com efeito, a *Exposição de Artes Decorativas e Industriais de Paris* é a primeira grande exposição em que se confirma a Arte Deco, à qual deve o seu nome, com as suas características marcadamente geométricas, isto é, a primazia de uma linguagem geométrica própria da era da máquina. Os principais países industriais estavam presentes na Exposição, à excepção da Alemanha, por razões políticas, e dos EUA que consideraram não ter obra para apresentar, visto o caderno de encargos imposto aos expositores ser extremamente rigoroso, excluindo toda a cópia directa do passado, e pedindo a todos os participantes para se esforçarem por apresentar móveis o mais “modernos” possível que fizessem apelo a formas geométricas e abstractas.

Neste panorama destaca-se, desde logo, a arquitectura do pavilhão Russo, projectado por Konstantin Melnikov (1890-1974), assim como o mobiliário de Alexander Rodchenko concebido para o Clube Operário Soviético, ambos portadores de uma linguagem marcadamente *construtivista* e angariando para a delegação soviética várias medalhas de ouro. Salientam-se ainda o pavilhão austríaco, projectado por J. Hoffmann, com mobiliário de Josef Frank – o pai do “moderno sueco”<sup>338</sup> – que assumiria uma linguagem depurada recorrendo, preferencialmente, a materiais tradicionais, e o pavilhão do *L'Esprit Nouveau* que exprimia as concepções funcionalistas defendidas pelos designers alemães<sup>339</sup>. Ao contrário dos outros pavilhões da exposição, peças únicas com aparência extravagante, o do *L'Esprit Nouveau* funcionava como um protótipo para unidades de habitação standardizadas,

---

<sup>337</sup> S. von Moos, *idem*, p.15.

<sup>338</sup> P. Sparke, *idem*, p.56.

<sup>339</sup> S. von Moos, *idem*, p.53.

assumindo uma linguagem minimalista e industrial, prefigurando o pavilhão alemão de Mies van der Rohe, da feira mundial de Barcelona, em 1929. O pavilhão de Le Corbusier posicionava-se como unidade de habitação ou célula que poderia ser repetida infinitamente<sup>340</sup>. No seu interior encontravam-se móveis-tipo projectados pelo autor do projecto, entre os quais, elementos modelares para arrumação que funcionavam como armários, vitrines ou mesas de trabalho, os “armários standard”, enquanto que os móveis-tipo destinados ao repouso estavam representados por cadeiras como a *Thonet B9* (muito presentes nas obras de Le Corbusier) e a poltrona *Maple*. Identifica-se ainda outros objectos-tipo como o globo terrestre da *Maison Forest*, assim como pinturas de diversos artistas que podiam ser interpretadas como elementos de mobiliário, correspondendo, desse modo, ao espírito do pavilhão<sup>341</sup>.  
 47



Figura 47 – Le Corbusier e Pierre Jeanneret, Pavilhão do *L'Esprit Nouveau* (1925): Vista frontal e lateral do Pavilhão, sala de estar e sala de jantar.

<sup>340</sup> George H. Marcus, *Le Corbusier – Inside the machine for living*, New York, The Monacelli Press, 2000, p.26.

<sup>341</sup> S. von Moos, *idem*, p.139.

Com a construção do novo edifício da Bauhaus – também em 1925 –, escola que concilia as questões pedagógicas com as de projecto, podemos afirmar que esse é o ano da confirmação internacional do Design Industrial da “era da máquina”, embora, como já foi afirmado, a primeira manifestação de Design Industrial tal como o conhecemos hoje possa ser datada de 1907: com a fundação do *Deutsche Werkbund*, sustentada na intenção de unir o design e a indústria; com os debates associados a este tema; e com a integração de P. Behrens na AEG, o qual através desse processo confirmou na prática essa conciliação, nomeadamente através dos produtos da marca e da política de Design Global que lhe está subjacente.

### 3.5 – Le Corbusier e *L’Art Décoratif d’Aujourd’hui*

Em 1925, no mesmo ano da *Exposição de Artes Decorativas e Industriais de Paris*, é lançado o livro *L’Art Décoratif D’Aujourd’hui* que, ao pretender aproximar as Artes Decorativas da Indústria constitui um verdadeiro manifesto do Design Industrial, onde não está presente a palavra Design, palavra que embora já utilizada nos países de língua anglo-saxónica, não é proposta como tal na obra referida. Mas o conceito e a metodologia do Design estão nela implícitas. Senão, vejamos: “Porquê chamar a estas coisas que nos ocupam presentemente: *arte decorativa*? Aí está o paradoxo; porquê chamar *arte decorativa* às cadeiras, às garrafas, aos cestos, aos sapatos, todos objectos úteis, *utensílios*?” E continua, acrescentando: “Fazer arte com utensílios é válido, se nos unirmos ao Larousse que pretende que a ARTE seja *a aplicação dos conhecimentos à realização de uma concepção*. Então sim. E heis-nos aplicados a pôr todos os nossos conhecimentos na execução perfeita de um utensílio: saber, habilidade, rendimento, economia, precisão, soma dos conhecimentos”<sup>342</sup>. E mais à frente Le Corbusier acrescenta ainda: “O paradoxo está portanto na terminologia.” Embora não aceite a denominação Arte Decorativa, chegando a exclamar: “Decididamente um termo impróprio!”, mas também não aceita a terminologia alemã ao referir: “Os

---

<sup>342</sup> Le Corbusier, *L’Art Decoratif d’aujourd’hui*, Paris, Ed. Flammarion, 1996, p.85.

alemães inventaram ‘Kunstgewerb’ (Arte industrial); é ainda mais equívoco! Esquecia o termo bem pejorativo de *arte aplicada*”<sup>343</sup>.

De referir ainda que nesta tentativa de se encontrar uma nomenclatura que estivesse em harmonia com a nova profissão industrial na área do projecto, na União Soviética, no início dos anos 20, foi proposta a designação de “Arte Produtiva” ilustrada no texto de Nicolai Taraboukine, de 1923, com o título *Do Cavalete à Máquina*, relatando uma reunião do Inkhok, em 24 de Novembro de 1921: “Vinte e cinco artistas de esquerda recusaram a pintura de cavalete, como fim em si, e decidiram ocupar-se da produção, considerando esta escolha como necessária e inevitável.” E continua: “Pela primeira vez nos anais da história da arte, recusando conscientemente o seu território específico e mudando de orientação os artistas tornam-se sismógrafos sensíveis das tendências do futuro”<sup>344</sup>.

O Inkhok era uma associação que existiu entre 1920 e 1924, de pintores, escultores, arquitectos, críticos e teóricos da *arte produtiva* e teve presidentes como Wassily Kandinsky, A. Rodchenko ou Ossip Brik. Numa reunião, de 6 de Abril de 1922, na sua exposição intitulada *O Artista na Produção* Kouchner refere o seguinte, numa antevisão extraordinária: “A complexidade da cultura moderna dita formas de comportamento novas; estas formas manifestam-se no construtivismo (...) O artista entra na produção como representante do consumidor”<sup>345</sup>. Também O. Brik, na reunião de 13 de Abril, refere: “(...) numa fábrica de lâmpadas por exemplo, é necessário economizar o vidro. O artista fará todo um trabalho de laboratório, fará pesquisas, desenhos, experiências, e ele encontrará soluções ainda mais revolucionárias antes de realizar uma coisa fundamentada: de cada vez que se começa a produzir, novas potencialidades criativas surgem. O artista tal como nós o imaginamos é diferente do engenheiro puro e simples que realiza uma coisa fundamentada. O engenheiro fará talvez (...) toda uma série de experiências, mas no que diz respeito à observação, a

---

<sup>343</sup> Idem, p.86

<sup>344</sup> Selim O. Khan-Magomedov, *Alexandre Rodchenko – L’Ouvre Complet*, Paris, Ed. Philippe Sers, 1986, p.72.

<sup>345</sup> Idem, p.114.

capacidade de ver, nós somos diferentes dele. A diferença reside precisamente no facto que nós, nós sabemos ver”<sup>346</sup>.

Temos aqui uma descrição das metodologias do design extremamente apurada para a época, podendo mesmo afirmar-se que é uma das primeiras vezes que se definiu aquilo que viria a chamar-se Design Industrial. Mas esses autores iriam mais longe ao propor uma nova visão museológica. Como salientou Nikolaï Ladovski: “(...) Na minha opinião não é necessário recolher senão coisas novas: O nosso museu poder-se-á chamar Museu da nova cultura material (...)” E continua referindo: “Podemos mesmo fazer entrar neste museu realizações técnicas, máquinas por exemplo, se elas também forem esculturais. Num museu deste género não é necessário delimitar onde acaba a escultura ou a pintura e onde começa qualquer outra coisa (...)”<sup>347</sup>.

Se o primeiro designer industrial foi C. Dresser, ainda no século XIX, a primeira experiência de Design Industrial numa perspectiva global teve a sua expressão com o trabalho desenvolvido para a AEG, a partir de 1907, por P. Behrens na Alemanha, a definição mais próxima do sentido actual foi provavelmente a dos teóricos da Arte Produtiva na União Soviética, e a primeira experiência pedagógica consistente foi dividida entre a Bauhaus e o Vkhoutemas (o equivalente Soviético da Bauhaus), ou seja, entre os dois países. Caberia aos EUA o mérito de aplicar extensivamente estes conceitos durante os anos trinta, quer através dos designers industriais a que adiante faremos referência quer com o aparecimento do primeiro Museu com uma política vocacionada para a cultura material e tecnológica, o MoMA de Nova York. Caberia ainda aos designers norte americanos a divulgação da palavra Design Industrial, ao que parece utilizada pela primeira vez nos EUA por Joseph Claude Sinel (1889-1975), designer de origem Neozelandesa que teria utilizado o termo “Industrial Design”, em 1919, para se referir a desenhos de objectos industriais utilizados num anúncio publicitário. J. C. Sinel é considerado o primeiro designer industrial nos EUA, e entre outras coisas desenhou lettering, logótipos, máquinas de calcular e de escrever e até um automóvel.

---

<sup>346</sup> Idem, p.115.

<sup>347</sup> Idem, p.82.

Mas a génese do programa metodológico do Design Industrial surgiu na Europa e *L'Art Décoratif D'Aujourd'hui* aparece como um dos primeiros livros que defendem uma mudança no panorama da produção dos objectos utilitários, ou seja, no Design Industrial. Embora esta nomenclatura ainda não seja utilizada, ele é um manifesto ao design do quotidiano, “purista”, chamando a atenção para os objectos utilitários e para a necessidade de uma nova nomenclatura para esse tipo de objectos, propondo um sistema classificativo e novas metodologias. Como refere Le Corbusier: “Dia a dia, a indústria produz objectos perfeitamente convenientes, perfeitamente úteis, de cuja elegância de concepção, pureza de execução e eficácia de serviços emana um verdadeiro luxo que deleita o nosso espírito. Essa perfeição racional e determinação precisa, particular a cada um deles, cria vínculos suficientes de solidariedade entre eles e tais vínculos permitem reconhecer-lhes um estilo”<sup>348</sup>.

*L'Art Decoratif d'aujourd'hui* é também um ataque ao individualismo artístico nas *artes decorativas*, sendo um dos seus principais argumentos que os objectos em que mais profusamente foram aplicadas as artes decorativas, como cadeiras, mesas e outros equipamentos de uso quotidiano, não passam de prolongamentos evoluídos dos membros humanos e, como tal, inteiramente inapropriados para a exibição de criação artística. Le Corbusier define aqui um programa que vai executar posteriormente nos seus móveis: “A arte decorativa moderna não tem decoração. Mas afirmam que a decoração é necessária à nossa existência. Rectifiquemos: a arte é-nos necessária, ou seja, uma paixão desinteressada que nos eleva”<sup>349</sup>. E continua, acrescentando: “Basta pois, para entender com clareza, distinguir entre sensações desinteressadas e necessidades utilitárias. As necessidades utilitárias requerem a ferramenta, aperfeiçoada em tudo, da mesma forma que certa perfeição se manifestou na indústria. Trata-se então do magnífico programa da arte decorativa”<sup>350</sup>.

---

<sup>348</sup> Le Corbusier, *op. cit.*, 1996, p. 95.

<sup>349</sup> Le Corbusier, *op. cit.*, 1996, p.81.

<sup>350</sup> Le Corbusier, *op. cit.*, 1996, p.81.

### 3.6 - Necessidades-Tipo, Objectos-Tipo, Objectos-Membros Humanos

No seu artigo “*Necessidades-tipo, móveis-tipo*” da revista *L’Esprit Nouveau* nº 23 de Maio de 1924, Le Corbusier coloca no início uma figura com um desenho anatómico e refere: “O Larousse, encarregado de nos fornecer a definição de homem, apresenta-nos três imagens para o desmontar à frente dos nossos olhos; toda a máquina está lá, esqueleto, sistema nervoso, sistema sanguíneo, e trata-se de cada um de nós, exactamente e sem excepção”<sup>351</sup>. Esta introdução define-nos o *homem-tipo*, o que segundo Le Corbusier permite constatar que para um *homem-tipo* existem *necessidades-tipo* que são colmatadas com os *objectos-tipo*. Senão vejamos: “Buscar a escala humana, a função humana, é definir necessidades humanas. Tais necessidades são tipos. Temos todos necessidade de completar as nossas capacidades naturais com elementos de reforço. Os objectos-membros humanos são objectos-tipos que atendem a necessidades-tipos”<sup>352</sup>.

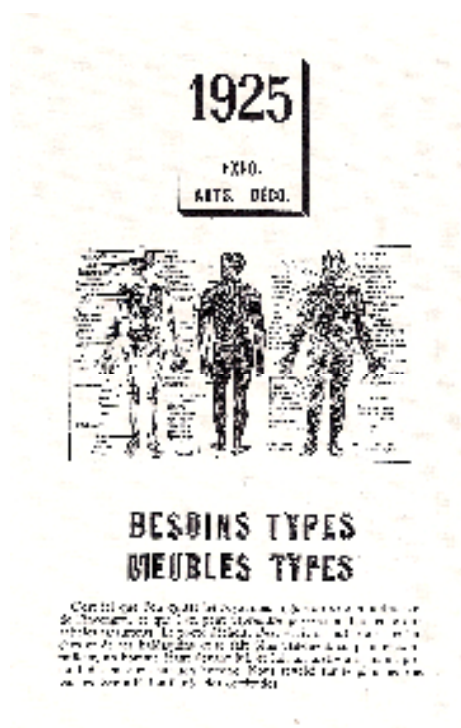


Figura 48 – Página de *L’Art décorative d’aujourd’hui*.

<sup>351</sup> Idem, p.72.

<sup>352</sup> Idem, p.67.

Já aqui ele insiste na necessidade da escala humana nos estudos sobre mobiliário, estudos que mais tarde vai aplicar também aos espaços arquitectónicos, mas vai mais longe ao acrescentar: “Necessidades-tipo, funções-tipo, portanto, objectos-tipo, móveis-tipo. O *objecto-membro humano* é um servidor dócil. Um bom servidor é discreto e retrai-se para deixar o seu patrão livre. A arte decorativa é uma ferramenta, uma bela ferramenta”<sup>353</sup>.

Compreendendo a importância destes objectos a que ele chama *objectos-membros humanos*, isto é, verdadeiros prolongamentos do corpo humano, Le Corbusier assume estes objectos como extensões do corpo que são necessárias para suprir as dificuldades e limitações que o corpo apresenta: “Essas necessidades são padrões (tipos), isso quer dizer que todos nós temos as mesmas; temos todos necessidade de complementar as nossas capacidades naturais com elementos de reforço (objectos), pois a natureza é indiferente, inumana e inclemente”<sup>354</sup> Figura 48

Esta necessidade de adaptação à natureza é retirada das teorias darwinistas, que Le Corbusier também vai aplicar à produção industrial, como refere num artigo de *L’Esprit nouveau* 19, em 1923, sobre *L’Art décoratif d’aujourd’hui*: “A arte do bem-fazer (...) desenvolve-se em pleno trabalho industrial pelo operário, impõe escalões sucessivos, por aquisições adicionadas (...) e pela prática contínua de procedimentos, e por este fenómeno de experiência fecunda nasce do próprio trabalho (...)”<sup>355</sup>.

Alguns dos móveis por ele projectados, em colaboração com Charlotte Perriand e Pierre Jeanneret, são ainda hoje produzidos pela Cassina S.p.A., que adquiriu os direitos, em 1964, e são considerados ícones do mobiliário da “era da máquina”. Antes da chegada de Charlotte ao atelier de Le Corbusier, em 1927, ele tinha utilizado para o pavilhão de *L’Esprit nouveau* como exemplo de *móveis-tipo* contentor o “*armário standard*”, por si projectado em 1924 e que pretendia substituir uma série de móveis, cómodas, toucadores, vitrinas, armários de escritório.

---

<sup>353</sup> Idem, p.67.

<sup>354</sup> Idem, p.72.

<sup>355</sup> S. von Moos, *op. cit.*, p.125.

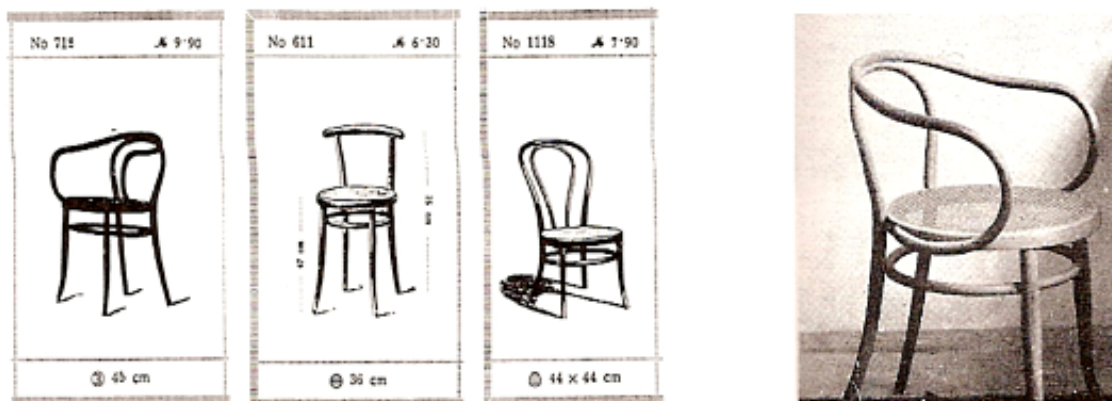


Figura 49 – “Máquinas para sentar”: As cadeiras. Modelos seleccionados para o Pavilhão de L’Esprit Nouveau (1925).

Como *objectos-tipo* para sentar, utilizou as cadeiras Thonet<sup>Figura 49</sup> (sobretudo a B9 de escritório) e a poltrona de clube Maple, um objecto, segundo ele, com uma perfeição tal que a criação de um novo modelo parecia-lhe supérflua. Daí o facto de, no pavilhão, os assentos não serem projectados por si. Já no número 9 de *L’Esprit Nouveau*, de Junho de 1921, num artigo intitulado “Manual da habitação”, Le Corbusier faz referência a esse mobiliário, apresentando ainda uma primeira classificação para os seus *móveis-tipo* em cadeira, poltrona e “chaise-longue”. Esta classificação, herdada da pintura purista que representa os objectos comuns, garrafas, copos, cachimbos, livros, irá ter uma importância fundamental na sua posterior evolução como designer e arquitecto<sup>356</sup>. Para além dos *objectos-tipo* para sentar, Le Corbusier apresentou outras tipologias suas complementares, como são os casos do relógio Ómega, da grafonola Mikiphone e do globo da Maison Forest.<sup>Figura 50</sup>



Figura 50 – “Objectos Tipo”: relógio de bolso Omega, grafonola portátil Mikiphone e globo Maison Forest.

<sup>356</sup> Idem, p.137.

Com efeito, em 1918, o pensamento “purista” tinha-se orientado para os produtos em série que respondem às necessidades típicas do homem. A ideia de uma depuração formal está ligada à da fabricação em série. Os *objectos-tipo* adquirem desta forma uma evidência e uma presença que os torna "objectos em si": “de uma leitura perfeita e reconhecidos sem esforços, eles evitam a dispersão, o desviar da atenção que seria perturbada na contemplação das suas singularidades”<sup>357</sup>. Em *L'Esprit Nouveau* de 1921 aparece um primeiro catálogo de assentos possuidores do carácter de *objectos-tipo*. Este catálogo estabelece já uma classificação dos assentos em cadeira, poltrona e preguiçadeira (chaise-longue). A vontade de Le Corbusier de representar uma função particular através de um *objecto-tipo* que prefigurava um modelo, e de estabelecer um repertório destes objectos para dispor na habitação, é de uma importância fundamental para toda a sua posterior evolução. Com efeito, as suas cadeiras feitas em 1928-29 em colaboração com C. Perriand representam um estágio posterior da evolução anunciada com os *objectos-tipo*, dos quais eles conservam os traços característicos.

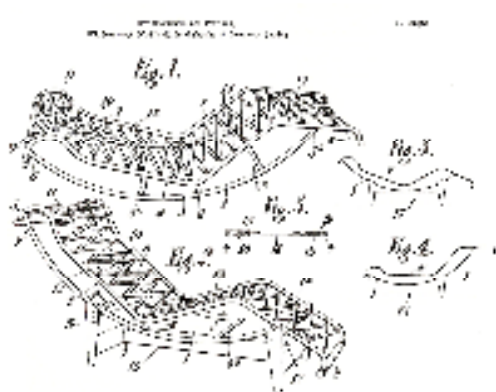


Figura 51 – Cadeira de repouso B306 (1928), Le Corbusier e Charlotte Perriand.

A partir de 1927, com a entrada de C. Perriand, Le Corbusier irá criar um programa muito definido para a sua produção de mobiliário: uma cadeira para “conversação” que vai ser a B301, uma para “relaxamento” que será o sofá *Grand Confort* e finalmente outra para “dormir” que será a B306.<sup>Figura 51</sup> Como se pode verificar, ao contrário do “armário standard” que tem um programa arquitectónico, com formas neutras, prismáticas e homogéneas, os assentos apresentam uma estrutura antropomórfica

<sup>357</sup> Ozenfant e Jeanneret, *La peinture moderne*, Paris, 1925.

motivada pelas posições em que se pretende colocar o corpo humano: conversar, relaxar e dormir. Ou seja, os seus cenários espaciais apresentam uma composição herdada da pintura purista, onde os assentos são uma referência da presença humana. <sup>Figura 52</sup>

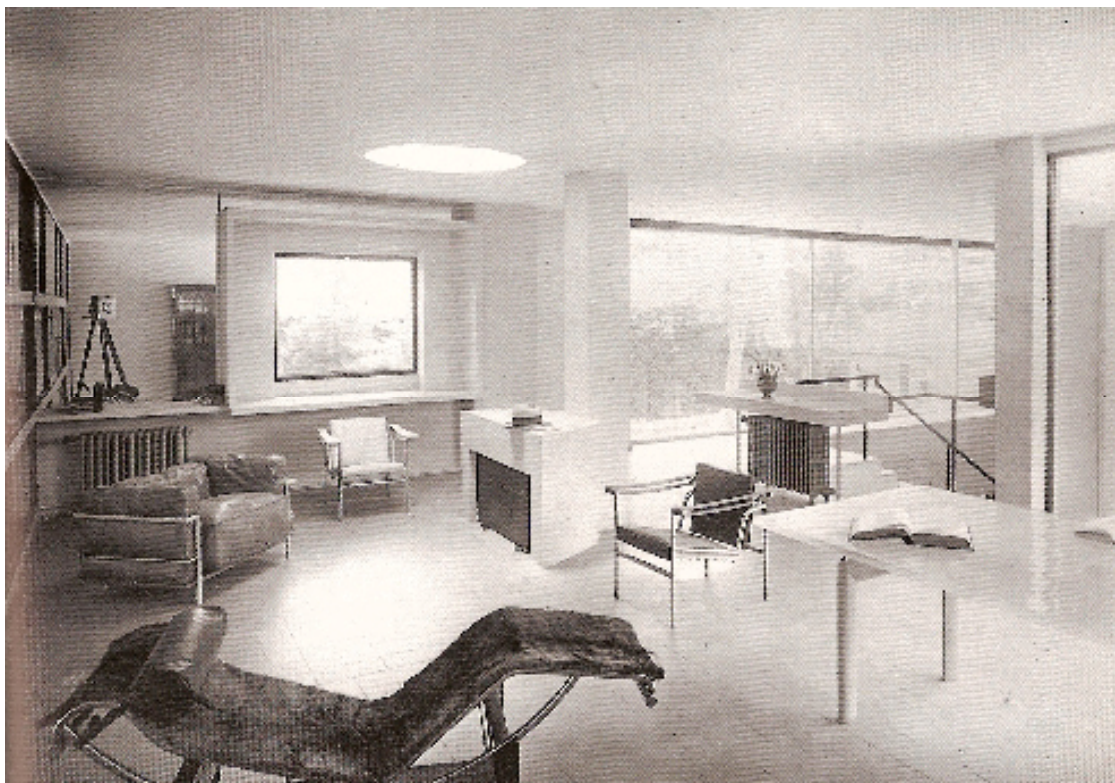


Figura 52 – *Villa Church*, biblioteca com peças de Le Corbusier e Charlotte Perriand entre as quais a cadeira B301, a cadeira de repouso B306 e o sofá *Grand Confort*.

No artigo “*Necessidades-tipo, Móveis-tipo*”, de 1924, Le Corbusier insiste na noção de escala humana, no estudo que se segue sobre os móveis de escritório funcionais: “As necessidades humanas são pouco numerosas; são muito idênticas entre todos os homens, pois todos os homens são feitos a partir da mesma forma desde as épocas mais remotas que conhecemos”<sup>358</sup>. Posteriormente, através do *Modulator*, serão apresentados estudos evidentes da tentativa de que os produtos estandardizados de série tenham essa escala humana, mostrando a preferência de Le Corbusier por *objectos-tipo*; perfeitos e normalizados, prolongamentos evoluídos dos membros humanos. Aproximando-se do raciocínio matemático ele refere: “Quando *a* e *b* são

<sup>358</sup> Le Corbusier, *op. cit.*, 1996, p.72.

iguais a *c*, *a* e *b* são iguais entre si. Aqui, *a* = nossos *objectos-membros humanos*; *b* = nosso senso de harmonia; *c* = nosso corpo.” E conclui com a lógica própria: “Logo, os *objectos-membros humanos* são conformes ao nosso senso de harmonia, sendo conformes ao nosso corpo. Então ficamos contentes... até ao próximo aperfeiçoamento dessas ferramentas”<sup>359</sup>.

Numa página que faz lembrar muito S. Butler (talvez não por acaso, uma vez que os trabalhos deste tinham acabado de ser traduzidos para francês), Corbusier escreve: “Nascemos nus e insuficientemente armados. (...) Os classificadores, a cópia de cartas suprem as ausências da nossa memória; os armários, os aparadores são os estojos onde guardamos os nossos membros auxiliares de garantia contra o frio ou o calor, contra a fome ou a sede, etc.”<sup>360</sup>. Le Corbusier chama aos produtos deste tipo de evolução protética *objectos-membros humanos*, para os distinguir dos *objectos-sentimento*, produzidos pelas belas-artes que segundo ele eram o único campo para a actividade artística: “Ao *objecto-ferramenta*, ao *objecto-membro*, opõem-nos o *objecto-sentimento*, o *objecto-vida*”<sup>361</sup>. Nesta abordagem, Le Corbusier defende uma visão protética dos *objectos* em que estes são entendidos como extensões do corpo humano.

Ele chegou mesmo a afirmar que os armários-arquivo e roupeiros, não tinham sequer sido projectados, sendo antes resultado de uma “evolução biológica”: “Temos o direito de afirmar a qualidade-padrão (tipo) das nossas necessidades, já que temos de nos ocupar dessa mecânica que nos cerca e não é mais do que o prolongamento dos nossos membros; são para dizer a verdade membros artificiais. A arte decorativa torna-se ortopedia, actividade que recorre à imaginação, à invenção, à habilidade, mas officio análogo ao do alfaiate: o cliente é um homem conhecido de todos e claramente definido”<sup>362</sup>. A referência à ortopedia aqui é bastante explícita e assenta na permissão de que o seu processo de desenvolvimento conceptual, não considera os *objectos-membros humanos* no sentido metafórico, mas sim no sentido estritamente literal. Como refere: “Os *objectos-membros humanos* são *objectos-tipo*, atendem às *necessidades-tipo*: cadeiras para sentar, mesas para trabalhar, aparelhos para iluminar,

---

<sup>359</sup> Idem, p.76.

<sup>360</sup> Idem, p.72.

<sup>361</sup> Idem, p.73.

<sup>362</sup> *Ibidem*.

máquinas para escrever, estantes compartimentadas para classificar. Se as nossas mentes são diferentes, os nossos esqueletos são semelhantes e os nossos músculos ocupam os mesmos lugares e realizam as mesmas funções: dimensões e mecanismos, são, portanto determinados”. E continua afirmando: “O problema está formulado, resta ver quem o resolverá engenhosamente, sólido e barato. Sensíveis à harmonia que oferece a quietude, reconheceremos os objectos que se harmonizam com os nossos membros”<sup>363</sup>.

### 3.7 - O Objecto Perfeito é um Organismo Vivo

Como foi referido anteriormente, Le Corbusier defendeu que os *objectos-membros humanos* se deviam harmonizar com os nossos membros, e que os objectos eram fruto de uma evolução biológica, o que é confirmado pela afirmação anterior de que o objecto perfeito é um organismo vivo. Ao falar da máquina, o autor refere: “A obra é tão maravilhosa que quando os produtos vivem, funcionam e trabalham, o seu movimento ultrapassa o nosso entendimento e a nossa capacidade de registo... A sensação de alegria que recebia era a de reconhecer seres organizados. Organizados como seres vivos, espécie de bichos fortes ou delicados, espantosamente hábeis e que nunca se enganam, pois os seus actos são absolutos”<sup>364</sup>. Neste parágrafo, é nítida a alusão a uma teoria organizacional baseada na teoria evolutiva dos seres vivos. E mais à frente acrescenta, atribuindo-lhe para além de um organismo um espírito associado ao ideal de perfeição: “O objecto tem que ser, imperativamente, feito, concebido para alguma coisa, feito com plena perfeição”<sup>365</sup>. E acrescenta, apresentando uma perspectiva de sentido ético no relacionamento do ser humano com o objecto: “Os objectos úteis da existência libertaram muitos escravos de outrora. Eles é que são os escravos, os criados, os servidores. Vocês tomam-nos por confidentes? Sentamo-nos em cima, trabalhamos em cima, usamo-los, desgastamo-los; desgastados, substituímo-los”<sup>366</sup>. Le Corbusier antecipa-se no tempo em relação a questões que ainda nos nossos dias muito raramente são abordadas mas de crucial importância no que respeita à

---

<sup>363</sup> Idem, p.76.

<sup>364</sup> Idem, pp.106-107.

<sup>365</sup> Idem, p.193.

<sup>366</sup> Idem, p.9.

evolução da cultura material e referências de carácter ético em relação à utilização dos objectos.

Corbusier expôs no seu artigo "Pedagogie", no nº19 de *L'Esprit Nouveau*, as implicações das suas concepções para a teoria do design, no qual esquiça uma espécie de lei darwinista da produção industrial e artesanal de tipos; dito de outra forma, ele descreve o desenvolvimento de tipos (standards), que se produzem no mundo dos bens de consumo como um processo que pressupõe a competição de iniciativas privadas no interior do sistema de produção, da mesma maneira que, na natureza (segundo C. Darwin), se produz a selecção das espécies, a sua luta pela existência e a vitória do mais forte. Tal como afirma: "O homem reergueu-se como um gigante; forjou uma ferramenta. Já não trabalha com as mãos. A sua mente comanda. Delegou à máquina o trabalho das suas mãos pesadas e inábeis. A sua mente liberada trabalha livremente. Em papel quadriculado, desenha as curvas ousadas de sonhos. A máquina torna realidade os sonhos. O homem descobriu um modo de fazer com que se trabalhe para ele..."<sup>367</sup>. Prolongamento das utopias científicas e técnicas do século XVII, nas quais a máquina surge como instrumento capaz de assegurar aos homens a felicidade na Terra, e quem sabe fora dela, e que são baseadas directa ou indirectamente, na grande revolução das mentalidades, anteriormente descrita, verificada a partir do século XV.

Para Le Corbusier, a "máquina, fenómeno moderno, opera no mundo uma reformulação do espírito. Contudo, intacto, permanece o factor humano, pois a máquina foi concebida pelo homem para as necessidades humanas." E continua, afirmando: "A máquina é construída a partir do sistema mental que o homem elaborou para si e não a partir de uma fantasia, sistema que lhe constitui um universo tangível; esse sistema, arrancado, artigo por artigo, do mundo que nos rodeia, é bastante coerente para determinar a criação de órgãos, que cumprem funções semelhantes às dos fenómenos naturais..."<sup>368</sup>. Encontramos nesta referência uma estreita analogia entre o universo material e o biológico, talvez ainda mais ousada de que a estabelecida em relação aos objectos-membros humanos. Também o facto de Le Corbusier referir a máquina como um produto do sistema mental acaba por a situar como prolongamento

---

<sup>367</sup> Idem, p.106.

<sup>368</sup> Idem, p.111.

deste: “A máquina é um acontecimento tão capital na história humana, que é permitido designar-lhe um papel tão decisivo e quão mais extenso do que o imposto nas era passadas pelas hegemonias guerreiras ao substituírem uma raça por outra raça. A máquina não opõe uma raça a outra raça, mas um mundo novo a um mundo antigo na unanimidade de todas as raças”<sup>369</sup>.

### 3.8 - Modulor

No âmbito da presente investigação salienta-se ainda a edição, em 1948, de *Le Modulor* e, em 1955, de *Le Modulor 2*, um sistema de proporções fundado sobre o número de ouro e as séries de Leonardo Fibonacci<sup>370</sup>, transpostas para a figura humana<sup>371</sup>.

As pirâmides, os templos gregos e hindus, ou as catedrais foram construídos segundo códigos que respeitavam as dimensões humanas. O dedo, a polegada, o pé, o palmo eram medidas baseadas no corpo humano e portanto, segundo Le Corbusier, instrumentos eternos e permanentes<sup>372</sup>. Com a Revolução Francesa abriu-se o caminho para a abolição das medidas de *tipo humano* e para a adopção de medidas de carácter abstracto como o *metro*, considerado pelo autor uma medida despersonalizada e desapaixonada. E isto, segundo Le Corbusier, deslocou a arquitectura, pela sua falta de relação com o corpo humano, isto é, distanciou-a de para quem as casas e outros espaços arquitectónicos se destinam, dividindo o mundo em dois sectores: o sistema anglo-saxónico de *pés-polegadas* e o sistema *métrico*<sup>373</sup>.

<sup>369</sup> Idem, p.110.

<sup>370</sup> A sucessão de Fibonacci, da autoria do matemático Leonardo de Pisa (c. 1170- c. 1240, o nome de Fibonacci, pelo qual é actualmente conhecido, foi-lhe atribuído no século XIX por um editor, devido ao facto de Leonardo de Pisa por vezes assinar como *fillius Bonacci*, que significa filho de Bonacci), apareceu no livro *Liber Abaci*, publicado em 1202 e no qual o padrão de cada termo se obtém somando os dois anteriores: 1,1,2,3,5,8,13,21,34,... Ao que parece estas sucessões aparecem no arranjo das espirais dos ananases, das pétalas das rosas, etc. O número de ouro é obtido fazendo o rácio entre cada número de Fibonacci e o anterior:  $1/1=1$ ,  $2/1=2$ ,  $3/2=1.5$ ,  $5/3=1.66...$ ,  $8/5=1.625$ , etc. Este rácio vai convergir para um limite e esse limite é o número de ouro  $\Phi$ . Esse número não é racional e daí o uso de reticências quando escrito, o que com dez casas decimais corresponde a  $\Phi = 1.6180339887...$  (nota do autor).

<sup>371</sup> S. von Moos, idem, p.196.

<sup>372</sup> Le Corbusier, *El Modulor y Modulor 2*, Barcelona, Ed. Poseidon, 1980, p.18.

<sup>373</sup> Idem, p.20.

Le Corbusier propõe o *Modulor*, como um instrumento de trabalho baseado na estrutura humana e na Matemática, elemento unificador das proporções nos espaços arquitectónicos que vão da unidade de alojamento à planificação urbana. Na sua primeira versão, a medida média adaptada para a altura do corpo é de 175 cm, mas esta dimensão não era facilmente compatível com o sistemas de medida inglês ou com o sistema métrico-decimal e portanto, para o *Modulor 2*, que nasceu de um reajustamento, foi adoptada pelo autor a medida de 183 cm<sup>374</sup>.<sup>Figura 53</sup> Este sistema universal de medidas proposto por Le Corbusier, embora seja interessante pois coloca o homem como medida de todas as coisas, é fortemente criticado sobretudo porque se argumenta que a altura proposta para a figura humana parece ser arbitrária, escolhida em função de conveniências matemáticas, por um lado, excluindo por outro lado, o corpo da mulher como fonte de proporções.

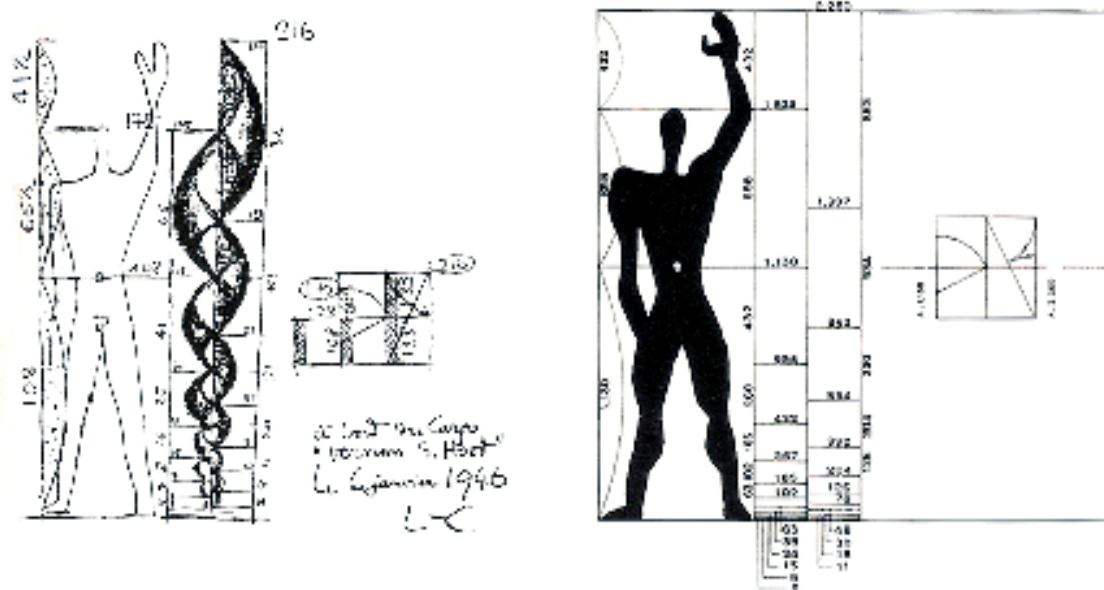


Figura 53 – À esquerda : *Modulor 1*, versão de 175 cm. À direita: *Modulor 2*, versão de 183 cm.

Mas isso não impediu Le Corbusier de o utilizar em algumas das suas obras como gerador de escala, como são os casos da igreja de Notre Dame du Haute, em Ronchamp, dos edifícios, em Chandigarh e da Unité d'Habitation, em Marselha, onde inclusive surge a figura do *Modulor* moldada no betão próximo da entrada. Esta figura foi ainda homenageada, ao ser impressa numa nota de 10 CHF editada pelo governo

<sup>374</sup> Idem, p.44.

suíço e constitui tal como os modelos propostos por M. Vitruvius e retomado por L. da Vinci, uma tentativa de conciliar biologia e arquitectura através dos pressupostos da geometria euclidiana. É inegável a importância que estes artistas-engenheiros atribuíam ao factor humano e às proporções do corpo. A isto não é alheio o facto comprovado de pelo menos em Leonardo da Vinci e Le Corbusier existir uma experiência inicial em Belas Artes, através da pintura e sobretudo naquilo que hoje são as áreas do Design: no caso de L. da Vinci com as máquinas e autómatos e, no caso de Le Corbusier com o mobiliário, actividades em que as escalas humanas, através do conhecimentos de matérias que hoje estão associadas à Ergonomia e Antropometria são de facto de uma importância fundamental na prática projectual.

Em relação a M. Vitruvius, percebe-se pela consistência do seu tratado, como já foi referido, sobretudo no *Livro X*, que existiam grandes preocupações com a adequação dos projectos ao factor humano e suas proporções, assim como conhecimentos de engenharia de máquinas em que, necessariamente, têm de ser contemplados os factores e escalas humanas. Estas investigações foram aprofundadas por H. Dreyfuss (1904-1972), um dos designers que mais contribuíram para fazer da Antropometria e da Ergonomia elementos essenciais à concepção dos objectos do quotidiano. Os seus estudos, menos baseados em elementos da geometria euclidiana ou em regras de ouro do que em medições efectuadas no corpo humano masculino e feminino, levam-no a publicar em 1960 o livro *The Measure of Man*<sup>375</sup>, cuja versão revista é, ainda hoje, uma das maiores referências na área da Antropometria e Ergonomia. Em 1955, o mesmo autor tinha publicado o livro *Designing for People*<sup>376</sup>, em cujo capítulo 2 é tecida uma homenagem a Joe e Josephine, dois modelos antropométricos a que H. Dreyfuss se refere do seguinte modo: “Eles fazem parte do nosso staff, representando milhões de consumidores para os quais estamos a projectar e eles ditam cada linha que desenhamos.” E acrescenta: “Eles representam (Joe e Josephine) muitos anos de pesquisa do nosso escritório, não apenas nos seus aspectos físicos como também nos psicológicos”<sup>377</sup> Figura 54

<sup>375</sup> Henry Dreyfuss, *The Measure of Man: Human Factors in Design*, New York, Ed. Whitney Library of Design, 1960, edição revista em 1967 foi sucedida pela série *Humanscale* em 1980 e *The Measure of Men and Woman* em 1993.

<sup>376</sup> Henry Dreyfuss, *Designing for People*, New York, Ed. Simon and Schuster, 1955.

<sup>377</sup> Idem, p.26.

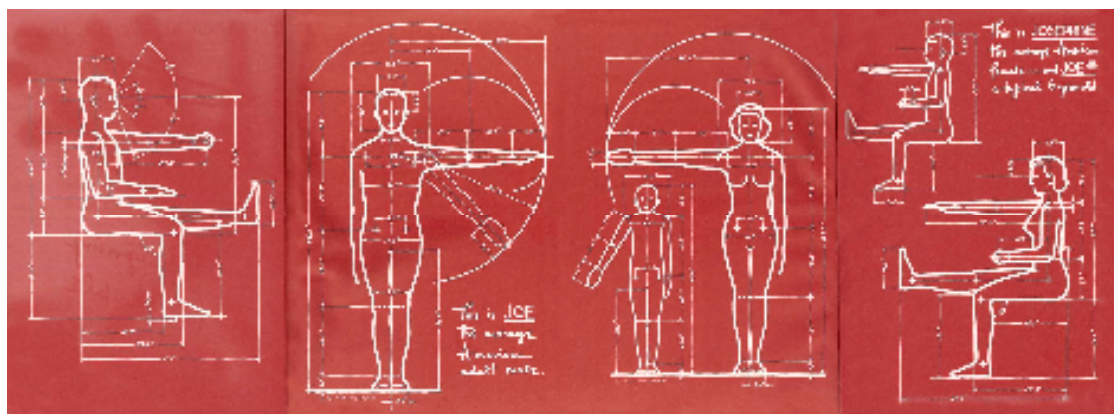


Figura 54 – Estudos antropométricos de Henry Dreyfuss: Joe, Josefine e Joe jr. (1955).

Os seus projectos de telefones para a Bell nos anos 30/40 e 50, assim como as câmaras Pollaroid nos anos 60 e 70, entre outros, reflectem claramente as suas preocupações, tal como os seus trabalhos na área dos transportes, como são os casos da locomotiva *Mercury*, de 1939, ou do comboio *20th Century Limited*, de 1941, projecto pensado na sua globalidade desde as chávenas de café à própria locomotiva, passando pelos assentos, camas e vagão-restaurante. De todo o modo, o *Modulor* de Le Corbusier é uma referência incontornável no estudo das relações entre o corpo humano e a matemática, relatando a própria procura de uma solução universal para a questão das proporções humanas. No final do seu livro *L'Art Décoratif D'Aujourd'Hui*, no capítulo “Confissões”, Le Corbusier refere, em relação ao seu Professor: “O meu professor dizia: Só a natureza é inspiradora, é verdadeira e pode ser o suporte da obra humana. Mas não a uses à moda dos paisagistas, que mostram apenas o seu aspecto. Esquadrinha-lhe a causa, a forma, o desenvolvimento vital e sintetiza-os, ornamentando-os. Ele tinha uma elevada concepção do ornamento, que queria que fosse como um microcosmo”<sup>378</sup> Figura 55



Figura 55 – Imagem dos órgãos de uma flor com a legenda “A natureza: os organismos que funcionam” (*La nature : des organes qui fonctionnent*).

<sup>378</sup> Le Corbusier, *op. cit.*, 1996, p.198.

## ***II – VISÕES PROTÉTICAS E DESIGN INDUSTRIAL***

Tradicionalmente, os seres humanos têm desprezado os objectos aos quais tanto devem. Estes produtos da técnica, tal como os homens que os projectaram e produziram, foram discriminados durante séculos. A raiz histórica desta atitude remonta às sociedades escravagistas e ao seu absoluto desprezo pelos trabalhos manuais e mecânicos, considerados de natureza inferior por serem tarefas associadas aos escravos. E como refere Tomás Maldonado, a progressiva superação desta discriminação conduz-nos às etapas históricas que viriam a permitir o aparecimento e consolidação do design industrial enquanto disciplina<sup>379</sup>.

### **1 - Sistema dos Objectos Técnicos**

Ao longo de grande parte da história do homem, a técnica<sup>380</sup> tem tido um tratamento insólito na medida em que, se por um lado as sociedades se orgulham do controlo do mundo natural, por outro lado, habitualmente desvalorizam as técnicas que permitiram essas conquistas pelo facto de não considerarem o seu valor como equivalente ao das actividades do espírito. Ou seja, se por um lado o homem ocupa na natureza um lugar único pelo facto de fabricar utensílios, por outro é sobretudo à produção espiritual que é atribuído valor. Já na antiguidade era clara a oposição entre aqueles que trabalhavam e aqueles que usufruíam. Mas como refere T. Maldonado “(...) os produtos da actividade técnica humana têm de se considerar sempre como feitos de “vida material”; ou melhor ainda, de cultura (ou de civilização) material<sup>381</sup>.

Uma das etapas mais importantes da história do homem foi a grande revolução cultural que se iniciou no séc. XV, protagonizada por grandes pensadores, cientistas, engenheiros, arquitectos e pintores, que abriu caminho para o ultrapassar da tradicional oposição entre saber prático e saber científico. Como é referido por Luca Fraioli na sua

---

<sup>379</sup> T. Maldonado, *op. cit.*, 1993, p.16. Tomás Maldonado, *La Speranza Progettuale. Ambiente e società*, Torino, Giulio Einaudi, 1971; Tomás Maldonado, *Il futuro della modernità*, Milano, Giangiacomo Feltrinelli, 1992.

<sup>380</sup> Pierre Ducassé, *História das Técnicas*, Lisboa, Publicações Europa-América, 1962.

<sup>381</sup> Idem, p.15.

*História da Tecnologia*<sup>382</sup> só no séc. XVII se difundiu a convicção de que conhecer a natureza podia significar controlar a sua força e, portanto, ser capaz de construir máquinas com base nesse conhecimento equivaleria a ser capaz de a aproveitar melhor. Com a introdução do “método científico” por Francis Bacon (1561-1626), Galileu Galilei (1564-1642) e R. Descartes, a validade de uma teoria científica passou a basear-se em resultados de observações e experimentações repetidas, registadas de uma forma rigorosa, de modo a poderem ser reproduzidas e novamente verificadas transformando-se, apenas assim, em verdades universais. Esta revolução científica não teve, no entanto, grandes consequências tecnológicas imediatas, e só a navegação tirou proveito do novo modo de estudar a natureza<sup>383</sup>. Como afirma Paolo Rossi, é Galileu que sai em busca de informações obtidas pelos navegadores espanhóis e afirma que “as histórias, isto é, as coisas sensatas, são os princípios sobre os quais se estabelecem as ciências”<sup>384</sup>.

No século XV e XVI, assiste-se a uma grande produção de tratados, correspondentes a um grande interesse pelas obras técnicas da Antiguidade Clássica mas também, a um desejo dos autores registarem os seus trabalhos. Mas os objectos técnicos e as artes mecânicas, produtos constitutivos da realidade material, continuaram no entanto a ser relegados para um plano inferior em relação aos das outras artes, ou seja, pelos produzidos pela a realidade pensante. Só no século XVIII seria publicado o primeiro levantamento exaustivo de objectos técnicos e de artes mecânicas. Esse trabalho foi desenvolvido por A. Diderot e Jean d’Alembert para a livraria parisiense Le Breton com o título *L’Encyclopédie* e captava, na essência, o espírito da Idade das Luzes. Os prospectos que a publicitavam, em 1750, anunciavam as famosas pranchas de desenhos nos seguintes termos: “Um olhar sobre o objecto onde a sua representação nos diz muito mais do que uma página de discursos”<sup>385</sup>.

A *Encyclopédie* é uma obra cultural relevante pois é baseada numa reflexão global sobre a técnica. Já marcada pelo racionalismo típico iluminista essa obra procura

---

<sup>382</sup> Luca Fraioli, *História da Tecnologia*, Lisboa, Ed. Caminho, 1999.

<sup>383</sup> Idem, p.67.

<sup>384</sup> P. Rossi, *op. cit.*, p.99.

<sup>385</sup> Frase retirada dos prospectos de apresentação da *l’Encyclopédie*. Clara Schmidt, *Diderot – l’Encyclopédie*, Paris, Ed. L’Aventurine, 1996, contracapa.

reunir todo o saber científico e tecnológico da época. “Mostrava” os locais de produção, os trabalhadores no seu posto, os utensílios por si utilizados e os produtos nas diversas fases de fabricação, o que secundarizava em grande parte a comunicação escrita. Com efeito foram as famosas “pranchas” com os seus desenhos requintados que se encarregaram de descrever todas as fases anteriormente descritas e continham uma informação única. Os trinta e nove volumes, produzidos entre 1751 e 1772, por uma equipa de 200 colaboradores de grande competência técnica, chefiados por A. Diderot, reuniam 2800 pranchas, constituindo um levantamento ímpar sobre o estado da técnica na época destinado a descrever as artes mecânicas na sua dimensão humana. De facto, este é um documento único sobre a vida quotidiana dos homens, em que se ilustram com grande pormenor e rigor objectos e sistemas técnicos, enquadrando-os na lógica e visão de um “Sistema de Objectos Técnicos”. Mas sobretudo é uma homenagem aos que fabricaram e utilizaram esses objectos. Como o próprio A. Diderot refere na *Encyclopédie*: “(...) pois que os homens empenhados em nos fazer crer que somos felizes conseguiram sempre muito mais louvores do que os que se esforçaram para que o fôssemos de facto”<sup>386</sup>.

A ideia de que a beleza de um objecto depende da sua utilidade e eficiência foi, nessa altura, responsável pelo iniciar de uma nova visão filosófica sobre a cultura material. Entre os que contribuem para o funcionalismo, como já foi referido, está o arquitecto e urbanista alemão Friedrich Wienbrenner que escreveu: “A beleza está na concordância total entre forma e função”<sup>387</sup>. Mais tarde, K. Marx (1818-1883), na obra *O Capital*, em 1867, refere que é a construção e uso de equipamento extra corpóreo (utensílios, armas, alojamentos, roupas) o que faz do homem “a mais adaptável das criaturas”<sup>388</sup>. A esse respeito, T. Maldonado esclarece: “O preconceito corrente que opõe os produtos estruturais aos supra estruturais, os produtos da mão (e da máquina) aos da cabeça, é definitivamente superado a partir do momento em que todos os produtos do trabalho humano se consideram artefactos”<sup>389</sup>. E conclui afirmando: “Este é o

---

<sup>386</sup> *Ibidem*.

<sup>387</sup> T. Maldonado, *op. cit.*, p.22.

<sup>388</sup> *Idem*, p.24.

<sup>389</sup> *Idem*, p.15.

pressuposto base do conceito moderno de cultura material difundido por todos os antropólogos e arqueólogos, mas também pelos historiadores”<sup>390</sup>.

A técnica aparece assim como um factor de reconciliação do homem com a realidade e com os outros homens. J. Lafitte resume de uma forma muito sintética a importância deste género de equipamento na evolução do homem ao afirmar: “Ele sofre do estômago, o seu coração vai mal, os seus pulmões estão alterados, mas ele usa um guarda-chuva quando chove, uma caneta quando quer escrever, uma arma quando vai caçar, um automóvel quando quer deslocar-se rapidamente”. E acrescenta seguidamente: “As máquinas somos nós próprios. Elas serão aquilo em que nós mesmos nos tornarmos”<sup>391</sup>. E como conclusão: “Sem homem, não há máquina; não há homem sem máquina”<sup>392</sup>. Mas, A. Leroi-Gourham vai mais longe ao afirmar: “A análise das técnicas mostra que através dos tempos elas se comportaram como as espécies vivas, gozando de uma força de evolução que lhes parece ser própria e tende a fazê-las escapar à influência do homem”<sup>393</sup>.

Dois séculos depois de A. Diderot, Jean Baudrillard define o objecto de uma forma extraordinária: “O objecto: este figurante humilde e receptivo, esta espécie de escravo psicológico e de confidente tal como foi vivido no quotidiano tradicional e ilustrado em toda a história da arte ocidental até aos nossos dias, tal objecto reflectiu uma ordem total ligada a uma concepção bem definida do cenário e da perspectiva, da substância e da forma. Segundo esta concepção, a sua forma exterior, é limite fixo, o interior é substância”<sup>394</sup>. Já A. Moles, na obra *Teoria dos Objectos*, resume de uma forma muito sintética o objecto como sendo um elemento do mundo exterior, fabricado pelo homem e que este pode agarrar ou manipular, considerando-o como independente e móvel, ligado à escala humana, um pouco inferior a esta, e intervindo em primeiro lugar como prolongamento do acto humano”<sup>395</sup>.

---

<sup>390</sup> *Ibidem*.

<sup>391</sup> Jacques Lafitte, *Réflexions sur la Science des Machines*, Paris, Ed. J. Vrin, 1972 (1ª Edição de 1932), p.113.

<sup>392</sup> *Idem*, p.119.

<sup>393</sup> Gilbert Hottos, *op. cit.*, p.163.

<sup>394</sup> *Idem*, p.33.

<sup>395</sup> A. Moles, *op. cit.*, pp.13-31-32.

Por seu lado, J. Ellul afirma: “Os filósofos que pretendem dar um fim ou um sentido à técnica fazem, inconscientemente este caminho. Eles *antropologizam* ou *mitologizam* o fenómeno técnico”<sup>396</sup>. E continua, salientando: “O homem obedece primeiro à técnica e de seguida entrega-se a justificações ideológicas que lhe permitem por um lado ter aos olhos de todos uma razão apaixonadamente acessível e por outro lado e sobretudo para se dar a aparência de liberdade”<sup>397</sup>. Posicionando a revolução informática como o último estágio da emancipação do reino técnico, G. Hattois afirma: “A função principal da informática é a integração do *sistema técnico*”<sup>398</sup>. J. Ellul refere a esse mesmo propósito: “Na realidade, é o computador que permite ao *sistema técnico* instituir-se definitivamente como sistema”<sup>399</sup>. A dependência do homem em relação ao meio técnico permite afirmar que sem este a sua sobrevivência dificilmente seria assegurada<sup>400</sup>. Esta relação é tão forte que leva J. Ellul a sublinhar: “Já não faz sentido para aquele que está consciente recusar ou contestar o meio técnico nos seus aspectos sensíveis tal como não fazia sentido para o homem do século XII contestar a árvore, a chuva, a cascata”<sup>401</sup>, continuando em forma de conclusão: “A universalidade do meio técnico produz a imagem de uma natureza”<sup>402</sup>.

A *bioevolução* e antes dela a *cosmoevolução* são tal como a *tecnoevolução* desprovidas de um único sentido, desenvolvendo-se por combinações em todos os sentidos. Como refere J. Ellul: “A técnica não se desenvolve em função de uma finalidade a perseguir mas em função das possibilidades já existentes de desenvolvimento”<sup>403</sup>, isto é, ela desenvolve-se por processos combinatórios que produzem a sua evolução. O tema da envolvimento do homem pelo espaço técnico está na base da seguinte afirmação de J. Ellul: “O homem da nossa sociedade não tem nenhum ponto de referência intelectual, moral, espiritual a partir da qual possa julgar e criticar a técnica”<sup>404</sup> e acrescenta: “A técnica tende, obstinadamente a substituir a

---

<sup>396</sup> G. Hattois, *op. cit.*, p.129.

<sup>397</sup> *Idem*, p.153.

<sup>398</sup> *Idem*, pp.141-142.

<sup>399</sup> *Ibidem*.

<sup>400</sup> Hélène Larroche e Yan Tuczny, *L'Object industriel en question*, Paris, Editions du Regard, 1985.

<sup>401</sup> *Idem*, p.121.

<sup>402</sup> *Ibidem*.

<sup>403</sup> *Idem*, p.124.

<sup>404</sup> *Idem*, p.119.

totalidade do que formou o ecossistema natural”<sup>405</sup>. Prevendo como imperativo o controlo desta tendência, o relatório *Sciences de la vie et société* contém indicações precisas relativas à necessidade de conservação do planeta: “Manter o planeta em bom estado para o bem-estar do homem, necessidade de bancos de conservação do material vivo e de uma gestão ponderada dos *genômas* dos seres vivos. Assim somos nós os gestores mas não os proprietários da nossa *biosfera* e muito menos os *demiurgos*”<sup>406</sup>.

Se a afirmação da existência de um *reino técnico* deriva da evolução de séculos de conhecimento teórico e prático, o século XX, foi o século da emancipação técnica e da afirmação do design industrial<sup>407</sup>, e o século XXI será, crescentemente, o século da conciliação entre a *natureza da técnica* e a *técnica da natureza*. Esta *simbiose* terá que ser efectivada através do estreitamento das relações entre ambos os sistemas.

Na conciliação entre a *vida biológica* e a *vida tecnológica*, entre *sistemas biológicos* e *sistemas tecnológicos* a Medicina tem comprovado, ao longo da história, ser uma área pioneira, nomeadamente através da Medicina Reconstitutiva e da implementação sistemática de próteses no corpo humano.

## 2 - Sistema das Próteses

Originariamente a *prótese* pretendia suprir uma deficiência do aspecto físico do corpo humano pela integração de elementos técnicos que substituíssem o espaço normalmente ocupado por órgãos ou membros biológicos – o olho de vidro ou a mão de madeira. Por definição “Prótese (gr. *prothesis*)” significa “adição artificial que tem por fim substituir um órgão ou membro de que se fez ablação ou amputação parcial ou

---

<sup>405</sup> Idem, p.121.

<sup>406</sup> Idem, p.151.

<sup>407</sup> Reyner Banham, *Teoria e Projeto na Primeira Era da Máquina*, São Paulo, Editora Perspectiva, 1979; Reyner Banham, *Design by choice*, London, Academy Editions, 1981; Andrea Branzi, *The Hot House, Italian New Wave Design*, Cambridge, The MIT Press, 1984; Vilém Flusser, *The Shape of Things. A Philosophy of Design*, London, Reaktion Books, 1999; Siegfried Giedion, *Mechanization Takes Command, a contribution to anonymous history*, New York, W. W. Norton, 1969; Carma Gorman, *The Industrial Design Reader*, New York, Alworth Press, 2003; Victor Margolin, *Design Discourse. History, Theory, Criticism*, Chicago, The University of Chicago Press, 1989; Lewis Mumford, *Le Mythe de la Machine. La Technologie et le Développement humain. Tome 1*, Paris, Librairie Arthème Fayard, 1973 ; Lewis Mumford, *Le Mythe de la Machine. Le Pentagone de la puissance. Tome 2*, Paris, Librairie Arthème Fayard, 1974.

total”<sup>408</sup>. Com o aprofundamento dos conhecimentos na Medicina, o aperfeiçoamento das técnicas cirúrgicas e o desenvolvimento tecnológico, a *prótese* passou a incorporar parte das funções que os órgãos ou membros que substitui desempenhavam. Este processo sedimentou-se com o aparecimento da engenharia médica, especialidade nova que uniu os conhecimentos das duas áreas (engenharia e medicina), possibilitando a projectação de *próteses* cada vez mais sofisticadas, aproximando-se progressivamente do real funcionamento do corpo humano. Com conhecimentos nas áreas da anatomia, antropometria e ergonomia, por um lado, e da mecânica, electrónica, ciências dos materiais, por outro, estas equipas desenvolvem propostas de mecanismos compostos por órgãos ou membros artificiais capazes de se integrarem no corpo humano, cumprindo assim as tarefas destinadas aos órgãos e membros biológicos que substituem.

Os conhecimentos entretanto adquiridos por outra nova ciência aplicada aos sectores industriais foram também de importância relevante para o processo de evolução das *próteses*: a *robótica*. Ao mesmo tempo que a *robótica* permitiu a redução de danos físicos nos operários, estimulou, por outro lado, os estudos na área da *biomecânica*, os quais foram extremamente importantes para o posterior desenvolvimento de próteses sofisticadas, tal como a “mão biomecânica” ou, no caso dos robots, o desenvolvimento de microcâmaras que a partir do aparecimento de materiais compatíveis com os tecidos humanos, puderam ser ligados aos nervos ópticos, possibilitando a recuperação parcial da visão.

A antropomorfização destes sistemas permitiu ainda que, para além das questões estéticas e funcionais, fossem atendidas questões de carácter psicológico, tentando-se o restabelecimento “de um verdadeiro e próprio equilíbrio psicossomático perdido...”<sup>409</sup> conseguindo-se assim minimizar parte das perdas do organismo humano. Será que a prótese, que como foi referido, por definição cirúrgica significa: “adição artificial que tem por fim substituir um órgão ou membro de que se fez ablação ou amputação parcial ou total”, não poderá ver ex-tendido o seu significado a: *adição artificial que tem por fim prolongar um órgão ou membro humano?*

<sup>408</sup> Edgar Lello e José Lello, *Lello Universal – volume segundo*, Porto, Ed. Lello & Irmão, 1977, p.647.

<sup>409</sup> Antonio Rossin, “L’uomo projectato”, in *Ottagono* n° 37, Milão, ed. CC.P.INA, 1975.

A grande diferença entre as duas definições está nas palavras *substituir* e *prolongar*. E será que no futuro esta diferença não irá naturalmente desaparecer quando as próteses cirúrgicas, por exemplo, das mãos, tiverem um desenvolvimento tecnológico que lhes permita incorporar mais prestações do que as que a mão natural contém? E se tal acontecer, o que é provável, não estaremos para além do campo da *substituição*, a *amplificar*?

Todas estas questões serão naturalmente debatidas, quando, através da tecnologia, conseguirmos potenciar e amplificar o nosso corpo, não só por meio dos objectos do quotidiano, mas também através dos que a medicina substitutiva e reconstrutiva utiliza. A aceitação destas novas terminologias, facto natural numa cultura viva e dinâmica, poderia colocar em causa a dicotomia entre *seres* e *coisas*, *natural* e *artificial*, *vivente* e *não vivente*, contribuindo assim para alterar a nossa concepção do mundo.

### 3 – Design Industrial e Visões Protéticas

Alguns intervenientes na área do Design propuseram as *visões protéticas* como princípios para uma metodologia de trabalho. Parte do historial destas visões é examinada com grande profundidade no livro de P. Steadman, de 1979<sup>410</sup>, através de uma análise das analogias entre biologia, design e arquitectura. Salientam-se ainda neste processo as intervenções de Adrian Forty, de 1990<sup>411</sup>; Paulo Parra, de 1990<sup>412</sup>; Denis Santachiara, de 1990<sup>413</sup>; Giovanni Anceschi, de 1992<sup>414</sup>; Renato de Fusco, de 1992<sup>415</sup> e Paolo Deganello, de 1993<sup>416</sup>.

---

<sup>410</sup> P. Steadman, *op. cit.*, 1988.

<sup>411</sup> Adrian Forty, *Disegno Industriale e Protesi*, in Ottagono n° 96, Milão, ed. CC.P.INA, 1990.

<sup>412</sup> Paulo Parra, “Dos Objectos-Arquitectura aos Objectos-Prótese” in *Urbe Cadernos 2*, Lisboa, URBE, 1990, p.70.

<sup>413</sup> Denis Santachiara, “Superprotesi: Nuovi Menù per Nuovi Progetti”, in Ottagono n° 96, Milão, ed. CC.P.INA, 1990, p.29.

<sup>414</sup> Giovanni Anceschi, “Il Pensiero Protetico”, in Ottagono n° 102, Milão, Ed. CC.P.INA, 1992, p.14.

<sup>415</sup> Renato de Fusco com Antonio D’Auria, *Il Progetto del Design*, Milão, Ed. Etaslibri, 1992.

<sup>416</sup> Paolo Deganello, “Lo Strumento come Protesi”, MODO n°149, Milão, 1993.

Se em artigo de 1990, A. Forty defende que a mais valiosa aplicação da teoria protética é na área da estética do design, no mesmo ano<sup>417</sup>, o autor da presente investigação defende-a como um meio para intensificar as prestações do corpo humano na construção dos processos de uma relação entre o Homem, o objecto e o meio ambiente. Já D. Santachiara a propõem como uma aproximação projectual para objectos que mantêm uma relação directa com o corpo, G. Anceschi defende-a como uma forma de colocar em crise a noção de artificial, R. de Fusco propõem-na como uma classificação dos objectos do mundo do design na perspectiva antropológica e finalmente P. Deganello recorre a ela como uma pedagogia para a superação dos limites do corpo.

A. Forty propõe uma classificação aberta em que, quer se seja defensor de uma visão literal ou metafórica, o ser humano é incompleto e tende a produzir bens que preencham essa falta de integralidade que sente, tal como foi referido anteriormente. Como refere o próprio: “Quer se tenha uma visão literal ou metafórica dos artefactos como prolongamentos de membros e órgãos, uma das implicações do debate ideológico era a de que o ser humano é num certo sentido, incompleto. O destino biológico da humanidade é presumivelmente o de atingir um estado de integralidade e parte da finalidade da produção de bens materiais é dar ao homem a integralidade de que ele sente falta”.<sup>418</sup> Propondo uma distinção entre os objectos que servem de complemento aos membros, os que os substituem e os híbridos, A. Forty coloca na classe dos complementos todos os objectos que podem ser descritos como ferramentas ou utensílios, nos substitutos, mais restritos, dá como exemplo o biberão como alternativa à mama e a câmara fotográfica como substituta da memória fotográfica. Já no que respeita aos híbridos dá como exemplo a faca que é um substituto dos dentes e complemento das mãos<sup>419</sup>. Mas a perspectiva metafórica por si defendida considera a maior parte dos objectos como híbridos, o que torna muito vaga uma possível taxonomia. Pegando num dos exemplos apresentados por A. Forty, a câmara fotográfica é considerada um substituto da memória, mas ela de facto não a substitui, apenas a auxilia, o que coloca o objecto como um complemento e não como um

---

<sup>417</sup> Paulo Parra, *op. cit.*, 1990, p.70.

<sup>418</sup> A. Forty, *op. cit.*, p.120. Do mesmo autor, refere-se ainda a obra *Objects of Desire, Design and Society since 1750*, London, Thames and Hudson, 1986.

<sup>419</sup> A. Forty, *op. cit.*, p.115.

substituto. Por outro lado, a justificação de que este ponto de vista metafórico permite tratar os objectos como prolongamentos físicos e simbólicos é real mas o ponto de vista literal também permite fazê-lo. Parece, assim, oportuno não partilhar de um único ponto de vista mas sim adequar o ponto de vista literal ou metafórico em função das características das leituras efectuadas. Nessa perspectiva, o autor propõe uma metodologia classificativa sistematizada, denominada *Sistema Protético*; matéria abordada no capítulo seguinte.

O problema não é saber se os artefactos são exclusivamente prolongamentos literais ou prolongamentos metafóricos do corpo humano, pois estes podem ser interpretados segundo as duas visões em função das circunstâncias. Impõe-se sobretudo considerar que mesmo os prolongamentos físicos, integrados numa perspectiva literal, como é o caso das *próteses*, podem ser analisados pela sua importância simbólica. Um dos exemplos históricos é a força simbólica que o gancho, como substituto da mão do marinheiro, adquiriu na definição do imaginário simbólico associado a piratas. Mais recentemente, as “culturas ciberpunks” fizeram das *próteses* um dos elementos simbólicos mais identificativo do seu grupo<sup>420</sup>.

Talvez a pensar nisso, A. Forty refere: “A mais valiosa aplicação da teoria protética é na área da estética do design.”<sup>421</sup> Salientando ainda que a relação corpo/objecto pode proporcionar um prazer auto-erótico por considerar que os “artigos que se incluem na categoria genérica da estética são, por definição, as coisas que estão próximas dos nossos corpos.”<sup>422</sup> E A. Forty sublinha ainda: “tocam-nos na pele, manuseamo-las, aproximamos delas os nossos lábios”<sup>423</sup>. Mas a relação entre *próteses* e *design* não é recente. A sua capacidade operativa tem estado cada vez mais presente, como processo metodológico interdisciplinar, na própria génese das próteses clínicas. Como refere A. Forty: “Apesar de o design industrial lidar, normalmente, com objectos estranhos ao corpo e independentes dele, existe sempre a possibilidade de o design servir para

---

<sup>420</sup> Mark Dery, *Velocidad de Escape. La cibercultura en el final del siglo*, Madrid, Ediciones Siruela, 1998; O’Mahony, Marie, *Cyborg*, London, Thames & Hudson, 2002.

<sup>421</sup> Idem, p.125.

<sup>422</sup> *Ibidem*.

<sup>423</sup> *Ibidem*.

realçar o corpo, devolver-lhe a integralidade, ou compensar as suas deficiências físicas”<sup>424</sup>.

Como Giovanni Anceschi afirma: “A nossa visão do mundo e a concepção do artificial seriam alteradas se cada objecto produzido pelo homem fosse reconhecido como prótese”<sup>425</sup>. Como muito bem refere G. Anceschi a visão do artificial seria muito alterada com esta homologação. A partir do momento em que deixássemos de considerar o homem e o instrumento que o auxilia como duas entidades separadas e independentes, considerando-os antes como um sistema activo de cooperação integrado num outro complexo mais amplo em que os sistemas biológicos, tecnológicos e sociais se modelassem no sentido de criar um macro organismo, a visão que se tem do universo mudaria radicalmente.

Defendendo uma teoria evolutiva da tecnologia, G. Anceschi dá-nos o exemplo da aplicação da noção de gerações aos *sistemas técnicos*. Correntemente, referimo-nos, por exemplo, aos telemóveis como sendo de primeira, segunda ou terceira geração. Mas como refere Anceschi, uma teoria evolucionista da cultura material ao afastar a oposição entre natureza e cultura, corpo e alma, matéria e espírito, ou ainda entre aparência e realidade poderá esperar oposição de muitos lados<sup>426</sup>. A ideia de pensar que existe uma continuidade em vez de uma oposição entre natureza e cultura não é novidade. Já foram referidos vários autores que desde a antiguidade até aos nossos dias defenderam essa ideia. Mas como refere G. Anceschi talvez, nessa perspectiva, S. Freud tenha sido o mais radical. No livro *Il disagio della civiltà*, S. Freud chega a falar do homem como um *deus protético*<sup>427</sup>.

O que no presente trabalho se defende é que o rigor classificativo é essencial para que uma proposta possa ser aceite como metodologia operativa. Para tal, e numa lógica de aproximação às definições da medicina, é tudo o que substitui um órgão ou membro do corpo humano que é, por definição, uma prótese. Este conceito pode originar novos significados a partir de novas utilizações, mas as mesmas devem estabelecer uma

---

<sup>424</sup> Idem, p.128.

<sup>425</sup> G. Anceschi, *op. cit.*, p.14.

<sup>426</sup> Idem, p.19.

<sup>427</sup> Idem, p.17.

solução de continuidade com o órgão ou membro originais. Ao propor a mesma designação de Prótese para os objectos que substituem membros e para os que os complementam e defendendo um ponto de vista metafórico, A. Forty impossibilita a utilização destas visões como metodologias operativas. Como ele próprio refere: “O conceito protético do design, apesar de centrado no corpo é, como imagem do processo de design (de metodologia), e por todas as razões que vimos, inútil”<sup>428</sup>.

Ora, é precisamente como metodologia, uma vez que permite integrar como primordial nos processos de design a relação com o corpo humano, que esta “metadirecção”, que o projecto pode considerar, terá uma maior legitimidade na compreensão das necessidades da existência de uma escala humana reforçada para o design industrial.

Esta relação tão íntima que o objecto estabelece com a *escala humana* coloca-nos a possibilidade de construção de uma visão metafórica dos artefactos, ou de parte deles, como prolongamentos dos órgãos e membros do corpo humano. A utilização desta analogia, transferida do universo das próteses, poderá ajudar-nos a melhor compreender as relações que o homem estabelece com os objectos, e que alteram significativamente a distância entre o natural e o artificial. Como referiram os surrealistas: “Uma divisão sem gente mas cheia de objectos é, também, uma divisão cheia de pessoas ausentes”<sup>429</sup>.

---

<sup>428</sup> A. Forty, *op. cit.*, p.124.

<sup>429</sup> *Ibidem*.

## ***C – SISTEMA PROTÉTICO***

Hoje, os objectos não se fecham sobre si, comunicam. É esta zona de interacção com o meio que cria uma coerência de conjunto em que as relações estabelecidas são o suporte mais importante. De facto, no século XX, ocorreu uma verdadeira revolução: os objectos tornaram-se mais complexos e o comportamento do homem em relação a estes alterou-se. O homem contemporâneo necessita de interpretar e de conhecer os códigos dos seus objectos. Tal como o homem, os objectos são actores no desempenho de um processo global; neste, o seu papel é o de mediadores nas relações humanas. Como refere J. Baudrillard: “O objecto é o animal perfeito! É o único ser cujas qualidades servem descomprometidamente o homem.” E continua: “Ele desempenha um papel regulador na vida quotidiana, servindo de suporte a muitas angústias e emoções, contribuindo esta carga afectiva para a construção de uma alma necessária ao equilíbrio da cumplicidade instaurada com o homem”<sup>430</sup>.

### ***I - SISTEMA PROTÉTICO E OBJECTOS-PRÓTESE***

O território onde se processa a comunicação homem/objecto, entendendo o objecto como prolongamento de um organismo, é uma zona de interface informativa que transcende o espaço físico dos intervenientes e onde a pele se revela uma fronteira pouco satisfatória<sup>431</sup>.

Mas, tal como nos seres humanos, as exigências espaciais do objecto não são definidas pelo volume de ar deslocado pelo seu corpo, pois ele transforma-se a todo o momento, prolongado por diferentes campos de extensão variável, que lhe criam um espaço, e uma identidade. A noção de interactividade, tão estranha ao conceito tradicional de objecto, pode provocar uma perturbação considerável nas categorias filosóficas do real, fazendo desaparecer a dicotomia entre vivente e não vivente, no momento em que a construção de um *ser* pode já não ser um critério aplicável unicamente aos seres vivos. O homem encaminha-se para uma *simbiose* com os objectos em que cada vez

---

<sup>430</sup> J. Baudrillard, *op. cit.*, p.97.

<sup>431</sup> Otl Aicher, *Analógico e digital*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2001; Gui Bonsiepe, *Dall’Oggetto All’Interfaccia. Mutazioni del design*, Milano, Giangiacomo Feltrinelli, 1993; Ezio Manzini, *La materia dell’invenzione*, Milano, Arcadia, 1986; Nicholas Negroponte, *Vida Digital*, São Paulo, Companhia das Letras, 1995.

menos faz sentido a distinção entre *seres* e *coisas*. “A relação Homem/Objecto aproxima-se da do Homem/Animal. Os objectos nascem, domesticam-se e mostram-se sensíveis. Criam a sua personalidade. Será que se podem transformar em animais?”<sup>432</sup>.

## 1 - Definição

*Sistema Protético* é um conceito desenvolvido pelo autor, em que é dada primazia à importância que o relacionamento dos objectos ou sistemas de objectos estabelecem com o corpo humano e sua envolvência, numa perspectiva que defende *uma estética das relações*, por contraponto à noção de “estética das formas” em que a importância está centrada na aparência formal dos objectos. Como o autor sublinha: “A relação com o corpo humano é fundamental na existência do Sistema Protético”<sup>433</sup>. Neste sistema classificativo, segundo o autor, os objectos são passíveis de serem classificados como próteses no sentido literal ou metafórico, sendo assim denominados como *Objectos-Prótese*. Tal como é referido, em 1992, no artigo intitulado “Os Objectos nascem, vivem e como tal morrem”: “Uma estética das relações aparece no contacto mais estreito dos objectos com o nosso corpo. [...] Estes novos objectos têm a capacidade de modificar a sua forma ou o seu comportamento em função de variáveis externas, instaurando um diálogo com o meio. A tendência é dar actividade aos objectos, modificando a relação Homem/Objecto e criando uma estética das relações por contraponto a uma estética das formas”<sup>434</sup>.

A estes objectos foi atribuída a nomenclatura de *Objectos-Prótese*, isto é, objectos técnicos que apresentam uma evolução adaptativa concreta em relação ao corpo humano (noção de fisicidade humana), definindo assim uma envolvente corporal. Estas *tecnoespécies* (espécies técnicas) foram classificadas pelo autor, em três tipos fundamentais: *Próteses*, *Biopróteses* e *Tecnopróteses*<sup>435</sup>.

---

<sup>432</sup> Paulo Parra, “Os Objectos nascem, vivem e como tal morrem”, Cadernos de Design nº2, Lisboa, Ed. Centro Português de Design, 1992, p.73.

<sup>433</sup> Paulo Parra, *Pensamento e Sistema Protético* (Tese de Mestrado), Lisboa, 1997, p.39.

<sup>434</sup> P. Parra, *op. cit.*, 1992, p.128.

<sup>435</sup> P. Parra, *op. cit.*, 1997.

Numa tentativa de ordenar e expandir o conceito de *Prótese* – conceito este, retirado do universo da medicina e que, dada a sua especificidade applicativa dificilmente consegue responder ao vasto universo da cultura material –, complementa-se a noção original da palavra com os conceitos de *Bioprótese* (próteses biológicas, ou seja, prolongamentos do ser humano para adaptação ao meio ambiente) e de *Tecnoprótese* (próteses tecnológicas, ou seja, de complementos tecnológicos do ser humano).<sup>Figura 56</sup> Opta-se assim, por deslocar o leque de acção de todos os artefactos produzidos pela espécie humana para aqueles que se relacionam directa e fisicamente com o corpo humano. A exclusão de todos os outros artefactos, cuja classificação mais abrangente se distancia daquela que aqui será desenvolvida, é motivada pela sua própria natureza, na medida em que não se enquadram, segundo o autor, numa *visão protética* dos objectos. Assim, o *Sistema Protético* assume-se como uma categoria classificativa específica que se inclui numa mais ampla *Teoria Geral dos Objectos*<sup>436</sup>.



Figura 56 – Da esquerda para a direita: Prótese – Intuitive Surgical, Inc. *The Intuitive Computer-Enhanced Surgery System*, mão comandada à distância para operações cirúrgicas, Bioprótese – Spalding *Airflex* (1991), luva de baseball insuflada e Tecnoprótese – Apple *TimeBand* (1990), computador portátil de pulso.

No processo de sistematização desta *classificação protética* foram ainda introduzidas duas variantes associadas à relação do objecto com o corpo humano: *variante funcional*, que define a relação estabelecida pelos elementos da *tecnoespécie* com os órgãos ou membros do corpo humano, ao nível do funcionamento físico (esta relação é efectuada pelos modos de: substituição, prolongamento ou complementaridade); e a

<sup>436</sup> Com *Teoria Geral dos Objectos*, à semelhança do que sucede com a Teoria Geral do Conhecimento, o autor refere-se ao somatório das diferentes teses sobre a evolução e classificação dos objectos.

*variante localizacional*, que define a relação estabelecida pelos elementos da *tecnoespécie* com os órgãos ou membros do corpo humano, ao nível da localização, ou seja, considerando a hipótese de estes se encontram ou posicionados no interior do corpo humano, ou na sua superfície, ou no seu exterior.

Portanto cada uma das variantes inclui então três opções distintas. Os três modos de actuação da *variante funcional* são: *modo de substituição*, *modo de prolongamento* e *modo de complementaridade*. As três áreas de actuação da *variante localizacional* são: *área corporal interior*, *área corporal superficial* e *área corporal exterior*. Como refere o autor no “Manifesto ao Design Mutante”, de 1992: “Adaptação/Mutação são a finalidade das Próteses, Biopróteses e TecnoPróteses, que interpretam e potenciam aquilo que o ser humano tem. É essa a sua função! No centro das atenções, a relação simbiótica do corpo humano com a cultura material. Esta aproxima-se do mundo natural, aprende com ele, torna-se sensível...”<sup>437</sup>.

## 2 - Objectos-Prótese

Como foi analisado anteriormente, atribuiu-se a denominação de *Objectos-Prótese* ao conjunto de objectos técnicos que estabelecem com o corpo humano relações de proximidade, prolongando-o ou complementando-o, ou seja, projectando-o para além dos seus limites físicos e funcionando como extensões suas. Eles agrupam-se em *Tecnoespécies*, segundo critérios técnico-funcionais distintos. É, em função dos diferentes modos de relacionamento que o corpo humano estabelece com estas espécies, que se propõem os três tipos diferenciados de *tecnoespécies*: *Próteses*, *Biopróteses* e *Tecnopróteses*.

Como é referido pelo autor, em 1990, no artigo “Dos Objectos-Arquitectura aos Objectos-Prótese”: “Os objectos tecnológicos com interactividade evoluída, operando em profundidade, tornam-se «Objectos-Prótese». A relação física de proximidade/afastamento tão característica das ambiências tradicionais da arquitectura deixa de existir. Instauro um ambiente em mim e transporto-o”<sup>438</sup>.

---

<sup>437</sup> Paulo Parra, “Manifesto Design Mutante”, in *Cadernos de Design n.º13/14*, Lisboa, Ed. Centro Português de Design, 1992, p.129.

<sup>438</sup> P. Parra, *op. cit.*, 1990, p.73.

## 2.1 - Próteses

O corpo humano deixou de ser uma incógnita. Transplante de órgãos, próteses artificiais, estimulantes e excitantes químicos, instalação cerebral de microchips, cirurgia plástica e engenharia genética são termos que se tornaram familiares. O corpo em construção tende cada vez mais a afirmar-se como um híbrido fantástico entre orgânico e inorgânico, entre matéria biológica e *chip* de silício. A engenharia genética, a inclusão de *próteses* nos tecidos vivos, as novas técnicas de endoscopia, sujeitam-no a uma mutação crescente, violando-o e potenciando-o ao mesmo tempo. As implicações e desenvolvimentos que a modernidade oferece a esta perspectiva, tal como testemunha a história da medicina, são conhecidos: a *prótese* é expansiva e substitui membros ou órgãos degradados, prolonga e potencia o órgão humano que falta, orienta-se no sentido de copiar códigos e programas da natureza insinuando-se e alterando assim, muito mais profundamente, o processo tradicional ao qual associamos o conceito de vida.

A *Prótese*, “Incluída no domínio da Medicina substitutiva e reconstitutiva é por definição: substituição de um órgão ou parte dele por uma peça artificial”<sup>439</sup>. Considerando a própria definição da palavra, nesta *tecnoespécie* assume-se totalmente o seu sentido literal. Contudo, na classificação aqui proposta que diferencia as *tecnoespécies* segundo a sua *variante funcional e localizacional*, a *Prótese* caracteriza-se do seguinte modo:

*Tipo* pertencente ao *Sistema Protético*, normalmente situado: na *variante funcional*, no modo de substituição; e na *variante localizacional*, na *área corporal interior* ou *superficial*.

Exemplos de *tecnoespécies protéticas*: Lentes de contacto, braço biónico ou coração portátil.

---

<sup>439</sup> Francisco Torrinha, *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*, Porto, Ed. Domingos Barreira, 1955, p.958.

## 2.2 - Biopróteses

O Homem não nasceu perfeito! Os processos evolutivos identificados pelas teorias da Mutação/Seleção assim o demonstram. Partindo do princípio de que o ser humano   incompleto, o seu destino biológico deve tender para um estado pleno, como refere Adrian Forty<sup>440</sup>, objectivo esse que justifica a produção de bens materiais. A potencialização dos recursos naturais do ser humano, através de leituras feitas por elementos de cultura material por vezes surgidos da análise de sistemas adaptativos naturais, pode ser um passo nesta aproximação ao estado de plenitude. Como refere o autor da presente investigação: “A Cultura Material aproxima-se do Mundo Natural. Aprende com ele, torna-se sensível. Estes objectos s  interpretam e potencializam aquilo que o ser humano tem.   essa a sua função!”<sup>441</sup>.

A função das *Biopróteses*  , precisamente, a de aproveitar os recursos naturais disponíveis no ser humano que, potencializados, lhe permitem melhorar a sua relação com os seus semelhantes e com o meio ambiente. As *Biopróteses* apresentam por vezes uma hipótese regressiva ao mundo animal, em que utensílio e gesto se voltam a confundir num único órgão, numa solução de continuidade<sup>442</sup>. Se existe uma libertação operatória em relação a grande parte dos objectos, aqui assistimos a uma regressão operatória do objecto em relação ao sujeito, na procura de processos de adaptação. Estes objectos procuram compreender o corpo humano, prolongando-o naturalmente.

As *Biopróteses* aparecem como elementos de interface directo entre o corpo humano e o meio ambiente, num tecido de *rela es coevolutivas* da *bioespécie* e da *tecnoespécie*. São objectos ou sistemas adaptativos que apresentam uma homogeneidade orgânica específica atribuída pelo corpo e as analogias a que recorrem são por vezes retiradas dos processos adaptativos do mundo animal. Geneticamente, derivam da relação entre estímulos corporais e meio associado. Potencializando literalmente o ser humano; parte da adaptação biológica do homem faz-se através destas *tecnoespécies*.

---

<sup>440</sup> A. Forty, *op. cit.*, 1990, p.128.

<sup>441</sup> P. Parra, *op. cit.*, 1992, p.129.

<sup>442</sup> Essa noção de continuidade   referida por A. Leroi-Gourhan na sua obra *O Gesto e a Palavra, 2- Memória e Ritmos*, Lisboa, Ed. 70, 1987.

Tipo pertencente ao *Sistema Protético*, normalmente situado: na *variante funcional*, no *modo de prolongamento*; e na *variante localizacional*, na *área corporal superficial*.

Exemplos de *tecnoespécies bioprotéticas*: Barbatanas, equipamento de alpinismo ou fato de Skysurf.

### 2.3 - Tecnopróteses

O relógio é o precursor histórico de uma classe de objectos técnicos que tradicionalmente estavam depositados no espaço arquitectónico e que com a miniaturização, começaram a habitar o corpo do homem<sup>443</sup>. Tradicionalmente depositado na arquitectura, a sua miniaturização foi iniciada com os “Ovos de Nurenberg” de Peter Henlein, um serralheiro alemão que, em 1511, com uma mola de fechadura e uma série de engrenagens produziu uns pequenos relógios em forma de ovo. Pendurados ao pescoço no século XVI, no século XVII passam a ser de bolso e, a partir de 1868, com Patek Philippe, virão a ser usados também no pulso. A passagem para o século XX assinala, na verdade, a grande difusão do relógio de pulso e assiste, em paralelo, à miniaturização de outros aparelhos técnicos como a câmara fotográfica e posteriormente a máquina de escrever. Com o avanço da miniaturização seguem-se a câmara de filmar e os primeiros rádios portáteis, a bateria. Graças ao aparecimento dos transístores na década de 50, outros objectos tecnologicamente sofisticados perseguem esta transferência para o corpo, sendo o rádio transistorizado o primeiro, seguido da máquina de calcular de bolso nos começos dos anos 70, o leitor-gravador (Walkman) nos finais de 70, o compact-disc em meados de 80 e a TV nos finais de 80<sup>444</sup>. Estes são apenas alguns casos que, com o computador e o telemóvel nos anos 90, confirmaram o processo de miniaturização dos objectos técnicos, responsáveis por uma tendência que marcou definitivamente a viragem para o século XXI. Como refere o autor no artigo “Objectos Nómadas”, de 1992: “Os «altamente móveis» instauram-se no corpo humano tendo como característica projectual serem complementos do ser humano”<sup>445</sup>.

---

<sup>443</sup> P. Parra, *op. cit.*, 1990, p.73.

<sup>444</sup> *Ibidem*.

<sup>445</sup> Paulo Parra, “Objectos Nómadas”, in *Cadernos de Design n.º4*, Lisboa, Ed. Centro Português de Design, 1992, p.63.

A dependência do homem urbano – neo-nómada – em relação a estes objectos de grande carga tecnológico-comunicativa tornou-se cada vez mais premente e, porque obrigando-o a transportá-los, levou-os a progressivamente perder a sua escala arquitectónica de modo a serem transportáveis e adaptáveis ao corpo humano. Adquirindo uma estrutura cada vez mais próxima daquela que é a do homem, não só fisicamente, mas sobretudo, ao nível dos sentidos e do sistema nervoso, com um maior grau de interactividade, estes objectos constituem-se como *Tecnopróteses*.

As suas peles tornam-se sensíveis, texturadas, procurando o contacto com a pele humana. Por outro lado, como objectos fortemente comunicativos, invadem os nossos sentidos, instalando-se neles, tornando-se, então, objectos/sujeitos com os quais o diálogo não passa pelos circuitos tradicionais, instalando-se um novo colóquio de maior dependência e afectividade.

Acompanhando o Homem, levam àquilo a que os geógrafos chamam a existência *espacialmente extensa*. Estes objectos com *interactividade evoluída* operam em profundidade. Já não estão associados a um meio, mas antes sim a um indivíduo. Como explica o sociólogo japonês Shuhei Hosokawa, a autonomia passa a ser “como uma distância positiva entre o sujeito e o seu meio, um espaço privado. A mobilidade e o desejo de sair de casa, de se mover transportando o seu mundo consigo: a bagagem minimal que dá consistência à vida”<sup>446</sup>. Nas *Tecnopróteses* o sentido protético assume um protagonismo metafórico. Devido às suas características pode atingir grandes variações podem ser inclusive definidas, por exemplo, pelos aspectos culturais circunscritos.

Tipo pertencente ao *Sistema Protético*, normalmente situado: na *variante funcional*, no *modo de complemento*; e na *variante localizacional*, na *área corporal exterior*.

Exemplos de *tecnoespécies tecnoprotéticas*: Relógio de pulso, telemóvel ou computador portátil.

---

<sup>446</sup> AAVV, “Le Walkman”, in *Sciences et Avenir*, Hors série n° 84, Paris, Ed. Sciences et Avenir, 1991, p.74.

## **II - SISTEMA PROTÉTICO E SERES PROTÉTICOS**

O desenvolvimento científico e tecnológico possibilitou aos seres humanos conquistas operativas extraordinárias. A subida do Evereste, o mergulho a profundidades submarinas ou a ida à Lua, são alguns dos exemplos mais ambiciosos. Estas adaptações, que algumas criaturas do reino animal adquirem através do respectivo património genético, são, no ser humano, amplamente adquiridas através do património técnico-cultural. Mas a evolução da ciência aliada à tecnologia e à cultura projectual permitiu, sobretudo, a reconstrução e amplificação do corpo humano a um nível que alquimistas e médicos procuraram durante séculos alcançar, o que agora abre a possibilidade a milhões de seres humanos, lesados à nascença ou durante a sua vida, de reconstruírem partes do seu corpo através de próteses cada vez mais sofisticadas que melhoram, de forma absoluta, a sua qualidade de vida. Por outro lado, a mesma evolução da ciência aliada à tecnologia também é responsável pela possibilidade de outros seres humanos poderem amplificar as potencialidades naturais do seu corpo, e mediante a utilização de novos conhecimentos, explorarem de forma mais abrangente os vários habitats do planeta Terra ou, até mesmo, saírem dele<sup>447</sup>.

### **1 – Definição**

Utilizando os pressupostos anteriores na definição dos *Objectos-Prótese*, divididos em *Próteses*, *Biopróteses* e *Tecnopróteses*, e procurando expandir este conceito classificativo, optou-se por apresentar exemplos reais de Seres Humanos que ao utilizarem com frequência estes objectos amplificaram os seus recursos naturais, ilustrando assim, com estes exemplos, as potencializações que o organismo adquire com estas extensões. Os *Seres Protéticos* são apresentados em três tipos fundamentais, relacionados com os tipos propostos pelo autor no Sistema Protético: *Homo Sapiens Protheticus*, *Homo Sapiens Bioprotheticus* e *Homo Sapiens Tecnotheticus*.

---

<sup>447</sup> Sobre a temática do corpo e das suas potencialidades aconselha-se a leitura das seguintes obras: AA.VV., *Icons, localizer 1.3*, Berlin, Die Gestalten Verlag, 1998; AA.VV., *Shopping for the body*, Colors nº18, Paris, Colors Magazine, 1996; Faith D'Aluisio e Peter Menzel, *Robosapiens. Evolution of a New Species*, Cambridge, The MIT Press, 2000; Cynthia C. Davidson, *Anybody*, New York, Anyone Corporation and The MIT Press, 1997; Elizabeth Diller e Ricardo Scofidio, *Flesh*, New York, Princeton Architectural Press, 1994.

Se no caso da Aimee Mullins são as *Próteses* que lhe permitem potencializar o seu corpo – mutilado à nascença com a amputação dos pés –, ao ponto de se tornar mais rápida do que a maior parte dos outros seres humanos não lesados fisicamente, no caso de Jacques Cousteau são as *Biopróteses* que lhe permitiram o acesso a locais onde nunca antes nenhum humano tinha chegado<sup>448</sup>. Por seu lado, no caso de Stephen Hawking, os *Objectos-Prótese* aplicados não tentam uma aproximação formal aos membros e órgãos humanos ou animais, mas existem assumidamente, enquanto elementos técnicos que complementam e auxiliam as necessidades vitais de comunicação e deslocação dos seres humanos, constituindo-se como *Tecnopróteses*.

Pelo recurso aos *Objectos-Prótese* de forma permanente, como é o caso de Aimee Mullins ou de Stephen Hawking, ou por deles depender a sua sobrevivência em ambientes inóspitos, como é o caso de Jacques Cousteau, estes seres humanos constituem-se como *Seres Protéticos*, isto é, indivíduos que potencializam os seus recursos naturais através da utilização literal ou metafórica de *Objectos-Prótese*.

## 2 - Seres Protéticos

Com efeito, é através de alguns elementos da cultura material, definidos anteriormente no *Sistema Protético* como *Próteses*, *Biopróteses* e *Tecnopróteses*, que o ser humano consegue estender as características do seu corpo e adquirir uma versatilidade e adaptabilidade que são únicas no reino animal. Os *Seres Protéticos*, *Bioprotéticos* e *Tecnoprotéticos* são disso o melhor exemplo e podem ser considerados os descendentes naturais de alguns Heróis Mitológicos e Super-Heróis<sup>449</sup>. Na verdade, estes novos Seres ilustram a capacidade que o ser humano tem para se reconstruir, amplificar, potencializar, num percurso em que se destaca a relação entre Design e Corpo Humano.

---

<sup>448</sup> Através do desenvolvimento de elementos adaptativos que apesar de existentes organicamente noutras espécies são, no homem, *tecnoespécies*, *próteses biológicas* que funcionam como prolongamentos do ser humano para adaptação a diferentes condições do meio ambiente.

<sup>449</sup> AA.VV., *Batman - A grande aventura*, Lisboa, Bertrand, 1994; AA.VV., *DC Comics - Batman secret files*, New York, DC Comics, 1997.

## 2.1 - Homo Sapiens Protheticus

Aimee Mullins

“Não há nada impossível para mim com as pernas artificiais. Eu posso ser uma estrela desportiva de recordes mundiais e ser uma top model sem duas pernas...”<sup>450</sup>.

Aimee Mullins, 2004

Nascida em Allentown, Pennsylvania, em 1977, Aimee Mullins foi, com a idade de um ano, amputada nas duas pernas abaixo dos joelhos por ter nascido sem os ossos do perónio, um acontecimento raro e que não tem origem genética. Depois de alguns anos numa cadeira de rodas, o incentivo dos pais aliado à sua própria vontade levaram-na a recorrer à utilização de pernas artificiais. Aos dez anos, A. Mullins já era independente. Praticante de desporto e de yoga, enquanto estudante na Universidade de Georgetown em Washinton, foi seleccionada para representar essa instituição em competições desportivas da NCAA (National Collegiate Athletic Association), incluindo competições de atletas não-deficientes.<sup>Figura 57</sup>



Figura 57 – Aimee Mullins no final de uma prova desportiva.

<sup>450</sup> All American Speakers, *Aimee Mullins*, [www.allamericanspeakers.com](http://www.allamericanspeakers.com)

Com o objectivo de participar, em 1996, nos Jogos Paraolímpicos de Atlanta, A. Mullins contacta Frank Gagliano, o conhecido treinador da sua universidade, reputado pela experiência em treinos Olímpicos, e integra o seu programa de treinos. A. Mullins é a primeira atleta com a sua deficiência a competir na 1ª Divisão da NCAA<sup>451</sup> atingindo, nos Paraolímpicos de Atlanta<sup>452</sup>, os recordes mundiais de 15.77s nos 100m, 34.06s nos 200m e 3.5m no salto em comprimento. Em 1996, ela é uma atleta mundialmente consagrada.

Para além do seu desempenho desportivo, A. Mullins apresentou conferências em empresas, escolas e instituições de caridade e foi um dos três estudantes universitários seleccionados para uma bolsa atribuída pelo U. S. Department Defense. Tornava-se, assim, a pessoa mais jovem a ter livre-trânsito no Pentágono e a única mulher, entre 249 homens, do seu departamento<sup>453</sup>. Em 1997, é nomeada “Disable Athlete of the Year” pela U.S.A. Track and Field e “Womem of Distinction” pela National Association of Women in Education. No mesmo período, foi igualmente nomeada para o Disabled Sports, USA Advisory Council e convidada para integrar o Council on Physical Fitness and Sports<sup>454</sup>. A. Mullins termina a sua graduação em História e Diplomacia, em 1998, na Georgetown University School of Foreign Service.

Capa da ID em 1998, o fotógrafo Nick Knight e o estilista Alexander McQueen convidaram-na para ser fotografada para a revista *Dazed & Confused* (editada por A. McQueen) e para modelo na apresentação da colecção de A. McQueen na “Sprig Collections 99”. Na capa do número de Setembro de 1998 da *Dazed & Confused*, com o título “Fashion able”, A. Mullins surge fotografada em pé, com as suas próteses desportivas, vestida unicamente com uns calções desportivos. O seu tronco despido, assim como a sua postura, denotam uma atitude provocadora. Já no interior da revista uma fotografia apresenta-a assumindo as próteses médicas em primeiro plano, numa das quais se notam as unhas dos pés pintadas. Numa pose em que a mão apoia a cabeça caída, é criada uma imagem de boneca romântica, intencionalmente acentuada pelo excesso de maquilhagem e pelo tratamento artificial do seu cabelo loiro mas,

---

<sup>451</sup> *Ibidem.*

<sup>452</sup> *Ibidem.*

<sup>453</sup> Telegraph, *Running her own race*, [www.theage.com.au](http://www.theage.com.au)

<sup>454</sup> Lordly & Dame, Inc., *Aimee Mullins*, [www.lordly.com](http://www.lordly.com)

sobretudo, por uma postura extremamente tensa, só indiciando movimento na articulação das próteses, tal como acontece nas bonecas.<sup>Figura 58</sup> Esta referência é reforçada pela antiga armação rígida que lhe cobre as pernas, semelhante às usadas nos vestidos do séc. XIX, assim como pelo corpete que apresenta um rendilhado na parte superior dos ombros. Mais artificial ainda é a imagem em que A. Mullins aparece com a mesma produção mas em pé, fotografada de baixo para cima tal como se fosse uma boneca antiga pousada em cima de uma mesa. A. Mullins inicia assim, em paralelo com a sua carreira de diplomata, uma incursão no mundo da moda como manequim.



Figura 58 – Aimee Mullins vestida por Alexander McQueen, em foto de Nick Knight para a revista *Dazec & Confused* (1998).

A sua colecção de *próteses* foi desenhada por Bob Watts, protésico inglês, e inclui um par simétrico de pernas em silicone, assim como, as famosas hastes de carbono-grafite concebidas especialmente para a corrida: “Cada par de pernas é desenhado para ser usado com diferentes alturas de saltos. Eu levo os sapatos ao Bob e ele faz-me as pernas para andar com eles”<sup>455</sup>. Ao contrário dos casos em que existe uma perna natural e a prótese é copiada, no caso de A. Mullins ambas as pernas tiveram de ser inventadas. Feitas de silicone, reproduzem as veias e as sardas sendo muito difícil perceber que são falsas. Conforme ela própria afirma, quando passa nos aeroportos e o alarme soa devido ao metal que estas contêm ninguém acredita que as suas pernas são

<sup>455</sup> Precious Williams, *The model with metal legs*, [www.thisislondon.co.uk](http://www.thisislondon.co.uk)

falsas. Mas as dificuldades existem, como refere: “Já é suficientemente difícil para uma mulher caminhar de saltos altos. E eu estou em andas!”<sup>456</sup>. Não se reconhecendo a sua deficiência, vai mais longe ao praticar, para além do atletismo, ski, boxe e pára-quedismo, usando neste último desporto próteses especiais com amortecimento.<sup>Figura 59</sup>

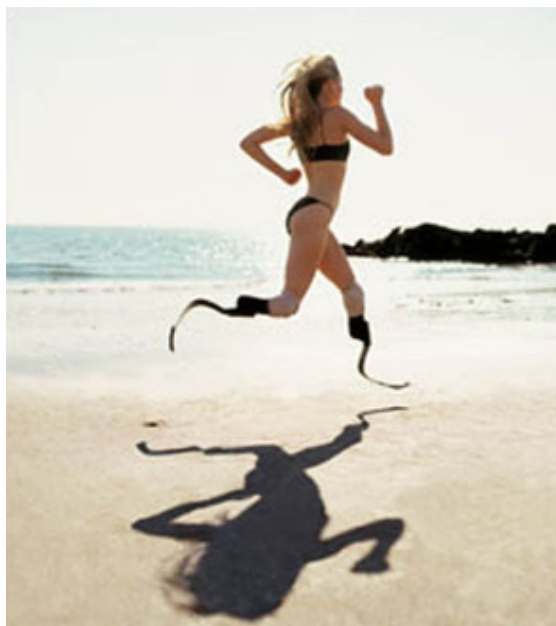


Figura 59 – Aimee Mullins a praticar desporto.

Para o desfile da sua colecção, A. McQueen produziu para A. Mullins umas pernas em madeira desenhadas para sugerirem umas longas botas, com as quais desfilou sem que grande parte do público se apercebesse de que a manequim não tinha a parte inferior dos membros. Se nas suas primeiras imagens é o confronto entre as próteses e o seu tronco despido, de rara beleza, que se conjugam naturalmente, mostrando-nos a A. Mullins, mulher e recordista mundial, já nas últimas imagens como manequim, prevalece a imagem da hiperartificialização do corpo produzida pelas visões da moda. A capacidade de mutação do espírito e corpo de A. Mullins permite-lhe transformar-se de um ícone desportivo, em 1996, num ícone da moda, em 1999.

Quando lhe perguntaram se sentia que as pessoas com quem se cruzava, designers, modelos e audiência a achavam bonita apesar da sua deficiência, ou por causa dela, A.

---

<sup>456</sup> Telegraph, *Running her own race*, [www.theage.com.au](http://www.theage.com.au)

Mullins respondeu: “Eu não estava a esconder nada. A imprensa descreveu-me como usando pernas falsas. Elas não são falsas, elas são próteses, elas são reais”<sup>457</sup>.

Depois desse acontecimento, A. Mullins já foi capa de revistas como a *Time*, *Harper's*, *Bazaar*, *Cosmopolitan*, *Life*, *Biografy*, *WWD*, *Parade*, *Esquire* e *Sports Illustrated for Women*.<sup>Figura 60</sup> Nesta última, salientou na sua entrevista: “Eu quero fazer projectos que alterem as ideias das pessoas acerca da beleza e afastem o mito de que as pessoas deficientes são menos capazes, menos interessantes, assexuais”<sup>458</sup>.

A revista *People Magazine* nomeou-a recentemente como uma das “50 Most Beautiful People in the World”<sup>459</sup>, confirmando assim a qualidade do trabalho que A. Mullins tem vindo a desenvolver como uma das grandes activistas na defesa dos direitos dos deficientes. Com efeito, se ao longo da História, pessoas, como o presidente dos EUA, Franklin Roosevelt, dependente da cadeira de rodas, ou o cientista Stephen Hawking, nos deram grandes provas, nas mais diversas áreas, das suas capacidades de superação da deficiência física, o trabalho de A. Mullins rompe definitivamente com algumas das últimas barreiras que existiam para pessoas com *próteses*, em áreas fisicamente extremamente exigentes como são os casos do mundo do desporto ou da moda.



Figura 60 – Aimee Mullins: sessões fotográficas.

<sup>457</sup> Telegraph, *Running her own race*, [www.theage.com.au](http://www.theage.com.au)

<sup>458</sup> Lynn Johnson, *Sports Illustrated for Women*, [www.life.com](http://www.life.com)

<sup>459</sup> Lordly & Dame, Inc., *Aimee Mullins*, [www.lordly.com](http://www.lordly.com)

A sua última mutação aconteceu em 2004, já como estrela de cinema, no filme de Matthew Barney, *Cremaster 3*<sup>460</sup>, o terceiro de uma antologia de cinco filmes polémicos que este cineasta realizou, todos filmados em cenários muito emblemáticos, como por exemplo, um estádio de futebol americano, o Edifício Chrysler ou o Museu Guggenheim de Nova York, sendo este último em que A. Mullins participou. No interior do Museu Guggenheim, A. Mullins desempenha o papel de Cheetah Lady, que representa, tal como o nome sugere, uma personagem meio mulher/meio felino e no qual, em contraste com a nudez do tronco, surge com as pernas texturizadas imitando a pele de uma chita cuja terminação consiste em próteses altamente flexíveis alusivas às patas de felino. <sup>Figura 61</sup>

Estas próteses, tal como as que utiliza em competição, são estruturalmente inspiradas nas patas da chita, o animal mais veloz do mundo. No mesmo filme, A. Mullins aparece ainda com um vestido branco numa das galerias superiores do museu, com umas próteses totalmente transparentes que simulam pernas e sapatos. M. Barney explora, à semelhança do que faz com outras personagens, o universo metamórfico e extraordinário o que, no caso de A. Mullins, lhe permite criar plasticamente duas personagens únicas: a mulher-felina e a mulher-cinderela.



Figura 61 – Aimee Mullins com pernas transparentes e de felino, no filme *Cremaster 3* (2004).

Embora bastante polémica, A. Mullins é hoje um ícone do desporto e da beleza, permitindo demonstrar que, através do esforço e da tenacidade, é possível romper barreiras e preconceitos sociais. De imensa ajuda foi o excelente trabalho que os seus

<sup>460</sup> Mathew Barney, *Cremaster 3*, 2004

técnicos de *próteses* conseguiram produzir, nomeadamente contribuindo para uma enorme evolução nas últimas décadas, transformando-se as *próteses*, de elementos mecânicos de algum modo agressivos, em partes integrantes do corpo humano. Com isto, foi possível “transfigurar” uma rapariga de cadeira de rodas num ícone sensual, capa de algumas das mais importantes revistas de moda de todo o mundo. A. Mullins redefiniu conscientemente a mulher atleta<sup>461</sup>, mas também a top model e actriz através do direito à diferença na beleza.<sup>Figura 62</sup> Como refere Sarah Murray: “Aimee Mullins é intencional. Ela não evoca a relação entre a mudança e a sua paixão como uma coincidência. É uma atleta em permanente desafio dos limites, uma modelo que ousa a ‘objectivação’ e uma actriz com um objectivo definido, esta dupla-amputada recordista mundial de velocidade e de salto irá mudar a forma como se pensa”<sup>462</sup>.



Figura 62 – Aimee Mullins.

Efectivamente, já foi dado um primeiro passo fundamental no sentido de alteração da concepção que temos tido da pessoa fisicamente limitada, mas esse processo é progressivo e, neste momento, irreversível. A. Mullins irá servir de exemplo a futuras gerações de deficientes que não terão receio de expor o seu corpo, tal com ela, e

---

<sup>461</sup> Sarah j. Murray in *Aimee Mullins: Redefining Sport and Beauty*, [www.womenssportsfoundation.org](http://www.womenssportsfoundation.org)

<sup>462</sup> *Ibidem*.

assumir os seus membros artificiais como parte do seu corpo natural, contribuindo assim para uma grande mudança das mentalidades e atitudes em relação à tradicional interpretação do que é o corpo humano, no que respeita à aproximação entre o inorgânico e o orgânico, entre o artificial e o natural.

## 2.2 - Homo Sapiens Bioprotheticus

Jacques Cousteau

“A razão pela qual amo o mar eu não consigo explicar – é físico. Quando tu mergulhas comes-te a sentir como um anjo. É a libertação do teu peso”<sup>463</sup>

Jacques Cousteau, 1992



Figura 63 – Jacques Cousteau em mergulho.

Jaques-Yves Cousteau nasceu em França numa pequena cidade perto de Bordéus, Saint-André-de-Cubzac, a 11 de Junho de 1910<sup>464</sup>. Cedo começou a frequentar praias.

<sup>463</sup> Mark Leff, *CNN World News*, [www.edition.cnn.com](http://www.edition.cnn.com)

<sup>464</sup> *Ibidem*.

Adorava o mar e aprendeu a nadar e a velejar, actividades que o levariam a candidatar-se, em 1930, à Academia Naval Francesa. Oficial da marinha, começou a frequentar a Escola de Aviação Naval. Um grande acidente de automóvel, em 1936, forçou-o a desistir da sua carreira de piloto. A Segunda Guerra Mundial apanhou-o na Marinha francesa. Durante este período, envolveu-se em actividades de espionagem para a Resistência Francesa, sendo agraciado com a Cruz de Guerra e, posteriormente, com a mais alta condecoração francesa, a de Cavaleiro da Legião de Honra<sup>465</sup>. Mas durante a guerra também fez o seu primeiro filme debaixo de água e sobretudo desenvolveu, com o engenheiro Emile Gagnan, um projecto que, segundo ele, o tornaria um “homem-peixe”<sup>466</sup>, – o *Aqua-Lung* – e que consistia num equipamento para respirar debaixo de água, precursor dos SCUBA (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus). O sistema de mergulho por si inventado é, ainda hoje, usado por milhares de mergulhadores de todo o mundo.<sup>Figura 63</sup>

Antes desse projecto, os mergulhadores usavam fatos de mergulho ligados à superfície por um tubo que lhes fornecia o ar. Já em 1925, o Capitão Yves Le Prieur, pioneiro do mergulho autónomo, tinha desenvolvido um sistema de ar comprimido ainda, contudo, com pouca autonomia, pois era alimentado por um fluxo de ar contínuo<sup>467</sup>. Mas J. Cousteau queria nadar debaixo de água livremente e com autonomia. A sua ideia era colocar ar comprimido num cilindro ao qual adaptaria uma válvula que o doseasse. A primeira experiência com o doseador de uma garrafa de soda não foi bem sucedido e os marinheiros que o acompanhavam tiveram de o retirar da água, já inconsciente.

O seu sogro, porém, na altura director da Air Liquide, empresa líder na produção de gases industriais, informou-o de que um dos seus engenheiros estava a trabalhar numa válvula com características semelhantes às que J. Cousteau buscava. Na sequência dessa informação, em 1942, é-lhe apresentado o engenheiro Emile Gagnan e em três semanas estava pronto um protótipo que foi testado no rio Marne, perto de Paris. Funcionava apenas quando se nadava na horizontal. Mais tarde vêm a descobrir que os reguladores de admissão e de descarga, que estavam afastados, tinham de estar próximos para que, quando se mergulhasse na vertical, conservassem a mesma

---

<sup>465</sup> Kendall McDonald, *Cousteau The Sea King*, [www..divernet.com](http://www.divernet.com)

<sup>466</sup> M. Leff, *CNN World News*, [www..edition.cnn.com](http://www.edition.cnn.com)

<sup>467</sup> Cousteau Society, *Cousteau*, [www..cousteau.org](http://www.cousteau.org)

pressão. Foi, então, produzido um novo protótipo cujo desempenho atingiu os objectivos da equipa que registou a patente em Paris no tempo da guerra com o nome *Aqua-Lung*<sup>468</sup>.

Um mês antes da invasão de Itália pelos Aliados, o primeiro *Aqua-Lung* (nome adoptado) completo estava pronto para ser experimentado. Era composto por três cilindros de tamanho médio unidos a um regulador do tamanho de um relógio de alarme. Daí, saíam dois tubos que se uniam no adaptador para a boca. O mergulho foi um sucesso e J. Cousteau emergiu quarenta minutos depois. Era o primeiro grande mergulho livre da História e constituiu um grande passo no conhecimento profundo dos mares.

Figura 64



Figura 64 – Equipamento desenvolvido por Jacques Cousteau; da esquerda para a direita: sistema de ar comprimido *Aqua-Lung* (1942), fato de mergulho e barbatanas.

Jacques Cousteau começou a experimentar as potencialidades da sua invenção e uma delas foi a possibilidade de realizar filmes subaquáticos. Já anteriormente tinha concebido uma câmara estanque, outra das suas invenções, em que instalou uma máquina de filmar. O primeiro filme que realizou chamava-se *Par Dix-Huit Metres de Fond*. O segundo filme, *Epaves*, foi realizado em 1943 quando J. Cousteau descobriu o Dalton, um navio a vapor inglês afundado. Graças ao aperfeiçoamento da câmara estanque, pôde filmar o navio a 20m de profundidade. O seu terceiro filme, realizado um ano mais tarde, *Paysages du Silence*, iria ser o precursor de muitos outros com

<sup>468</sup> K. McDonald, *Cousteau The Sea King*, [www..divernet.com](http://www.divernet.com)

temáticas semelhantes e que lhe granjeariam a fama de “explorador do mundo do silêncio”<sup>469</sup>.

Depois da guerra, o comando naval Francês entendeu que o equipamento de mergulho de J. Cousteau poderia ser utilizado na limpeza dos portos, na recolha de minas e de munições afundadas. Constituiu-se, então, o Groupe d’Etudes et de Recherches Sous-Marines, tendo sido treinados mergulhadores para essa finalidade. Em 1947, J. Cousteau ultrapassou o recorde de profundidade dos 100 metros. O seu reconhecimento levou a que, em 1950, o milionário Loel Guinness o apoiasse na compra de *Calypso*, um antigo draga-minas britânico com 42.35 metros que viria posteriormente a ser transformado em navio oceanográfico e em futura plataforma para as suas explorações marítimas. A sua equipa aglomerava cientistas de várias áreas: biólogos, zoólogos, geólogos, arqueólogos e ambientalistas. Equipado com submarinos e um helicóptero, *Calypso* era uma casa para a tripulação de 28 homens e um laboratório flutuante autónomo.<sup>Figura 65</sup>



Figura 65 – Navio *Calypso* e hidroavião *Catalina*.

Depois de dois anos de viagens e de cerca de 1000 mergulhos, J. Cousteau produziu, em 1956, o filme *Silence World*. Os oitenta e sete minutos de filme a cores valeram-

---

<sup>469</sup> Antoine Triévres, *Jacques Cousteau*, [www.terrace.qld.edu.au](http://www.terrace.qld.edu.au)

lhe, na sua categoria, o prémio do Festival Cinema de Cannes<sup>470</sup>. No mesmo ano, com *World Without Sun*, J. Cousteau vence, em 1964, o Oscar da Academia de Hollywood, consagrando-se como o mais famoso biólogo marinho do planeta<sup>471</sup>. Em 1953, Jacques Cousteau profere o seu famoso discurso “Homo Aquaticus”<sup>472</sup> em defesa da conservação do património marítimo e pondo em causa os pescadores submarinos. Em 1960, desenvolve uma campanha contra o despejo de lixo radioactivo no Mar Mediterrâneo, campanha essa que foi coroada de sucesso, justificando a alcunha que a imprensa mais tarde lhe atribuiria, “Capitão Planeta”<sup>473</sup>. Mas uma das mais importantes facetas do percurso desta figura lendária que se auto-intitulava “técnico oceanográfico”<sup>474</sup> e talvez a menos conhecida foi o seu desempenho como investigador e criador de invenções marítimas. Sem as suas descobertas de adaptação ao meio aquático J. Cousteau não teria adquirido os conhecimentos que partilhou com o resto do mundo e que o distinguiram como um dos mais importantes contributos para a evolução das ciências marinhas.

Como já foi referido, em 1942, o cientista desenvolveu, com o engenheiro Emile Gagnan, o *Aqua-Lung*, antecessor dos modernos aparelhos respiratórios de mergulho, que permitiu a muitos seres humanos o contacto directo com um mundo submerso. Em 1966, esse projecto foi aperfeiçoado e baptizado como *Strimelined Scuba*, consistindo num novo equipamento que reduzia a fadiga e, por conseguinte o consumo de ar, permitindo que os mergulhadores se movessem mais rapidamente e durante períodos mais longos. Jacques Cousteau foi também o inventor das câmaras estanques que possibilitaram a fotografia subaquática, como é o exemplo da *Spirotechnique Calypso* de 1960, a primeira câmara comercializada para utilização específica debaixo de água sem o uso de caixa estanque.<sup>Figura 66</sup> Posteriormente, um sistema semelhante foi adaptado ao cinema, área em que se assumiu igualmente como precursor, possibilitando a execução dos documentários que consagraram a sua fama.

<sup>470</sup> M. Leff, *CNN World News*, [www.edition.cnn.com](http://www.edition.cnn.com)

<sup>471</sup> Jeff Trussell, *Earthkeeper Hero: Jacques Cousteau*, [www.myhero.com](http://www.myhero.com)

<sup>472</sup> K. McDonald, *Cousteau The Sea King*, [www.divernet.com](http://www.divernet.com)

<sup>473</sup> A. Triévres, *Jacques Cousteau*, [www.terrace.qld.edu.au](http://www.terrace.qld.edu.au)

<sup>474</sup> M. Leff, *CNN World News*, [www.edition.cnn.com](http://www.edition.cnn.com)



Figura 66 – Câmara *Spirotechnique Calypso* (1960), desenvolvida por Jacques Cousteau; primeira câmara subaquática do mundo.

No processo de desenvolvimento dos equipamentos de captação de imagens subaquáticas, um dos problemas com que J. Cousteau se deparou durante algum tempo foi a falta de luz para a captação de imagem a maiores profundidades. Em 1947, J. Cousteau usou potentes projectores, ligados à superfície por um cabo eléctrico, a fim de conseguir produzir o primeiro filme colorido debaixo de água. Em 1963, para o filme *World Without Sun*, foi desenvolvido o *Owl Eye*, um sistema electrónico que, multiplicando a luz ambiente, permite executar filmagens com um mínimo de luz necessária, possibilitando assim o registo de seres extremamente sensíveis à luz como é o caso do *nautilus*, então filmado pela primeira vez. Para aumentar a capacidade das filmagens desenvolveu ainda *Scooters* submarinas muito manobráveis, que, capazes de atingir uma velocidade de 5 Km/h, permitiam acompanhar animais marinhos mais velozes. Em 1970, foram inseridos tanques de ar comprimido nas *scooters* a fim de facilitar o trabalho dos mergulhadores. Com a parte frontal transparente, o *Wet Submersible* – como foi chamado pelo facto de proteger muito mais o mergulhador – estava unido ao utilizador unicamente pelo bocal da respiração permitindo-lhe maior autonomia, menor esforço físico e uma facilidade superior de navegação.

Em 1962, J. Cousteau dá início às experiências na *Continental Shelf Station - Conshelf I* - um cilindro amarelo no qual dois “oceanautas”, Albert Falco e Claude Wesly, permaneceram pela primeira vez durante uma semana. Colocado a 12m de profundidade ao largo de Marselha, este estranho cilindro chamado de *Diogenes*, com

cinco metros de comprimento e dois metros e meio de diâmetro, serviu de casa e laboratório aos dois mergulhadores. Apesar das suas dimensões reduzidas, o *Diogenes* proporcionava algum conforto, com variadas ofertas como televisão, rádio, biblioteca e cama. Observados da superfície e monitorizados por uma equipa médica, os mergulhadores saíam, todos os dias, para o fundo aquático durante o período de cinco horas com o intuito de trabalharem numa quinta submersa e de estudarem a fauna marinha do local<sup>475</sup>.

Esta experiência foi um sucesso e no ano seguinte foi construído o *Conshelf II*. Localizado no Mar Morto a dez metros de profundidade, este projecto mais ambicioso era composto por uma casa em forma de “estrela-do-mar”, a *Starfish*, onde cinco “oceanautas” viveram durante um mês<sup>476</sup>. Perto de *Starfish* posicionava-se um aquário e uma garagem onde se guardava um pequeno submarino e outros equipamentos de mergulho. Uma estação de apoio estava situada quinze metros abaixo. Esta interessante experiência deu origem ao filme *World Without Sun*, que valeu a J. Cousteau um “Oscar” para o melhor documentário, como já foi referido.

Um *Conshelf III* foi ainda construído em 1965, perto de Nice, e nele seis “oceanautas” viveram durante três semanas, a cem metros de profundidade, num novo teste às capacidades humanas. Estes projectos comprovaram a possibilidade de os seres humanos viverem debaixo de água durante longos períodos de tempo e serviram igualmente de base para o treino dos futuros astronautas.<sup>Figura 67</sup>

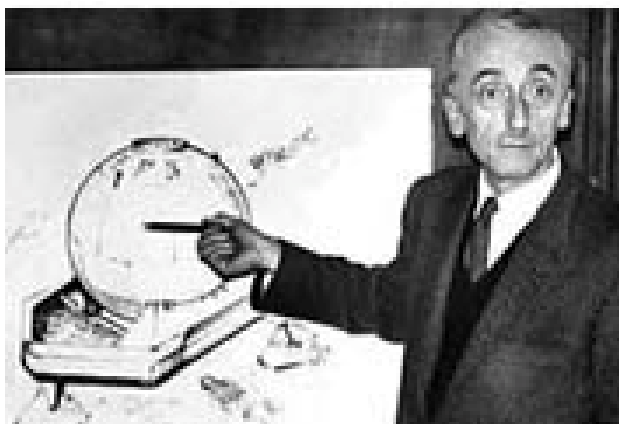


Figura 67 – Jacques Cousteau a apresentar um dos seus projectos de habitáculo submarino.

<sup>475</sup> Cousteau Society, *Cousteau*, [www.cousteau.org](http://www.cousteau.org)

<sup>476</sup> *Ibidem*.

J. Cousteau foi também inovador ao nível dos mini-submarinos de exploração. Chamados *Sea Fleas*, existiram em duas versões: os *SP 500* e os *SP 350*. Os *SP 500* eram mini-submarinos de duas toneladas, com três metros de comprimento, capacitados para transportar uma pessoa até 500 metros de profundidade. Lançados em 1967, foram projectados pela sua equipa e construídos na fábrica de material aeronáutico Sud-Aviation. Com princípios e equipamento semelhantes aos do seu irmão maior, o *SP 350*, estes pequenos submarinos eram pilotados através de um *joystick*, tal como os aviões, e equipados com janelas, câmaras de filmar e um braço mecânico para recolha de amostras. Usados para observações científicas, registos fotográficos e filmagens, afirmaram-se como instrumentos essenciais ao trabalho desenvolvido pela equipa de J. Cousteau.

A partir de 1980, talvez o seu projecto mais ambicioso tenha sido o de um navio movido, em grande parte, pelo vento. Uma tecnologia limpa, renovável e livre. J. Cousteau e os seus sócios, o Professor Lucien Malavard e o Dr. Bertrand Charrier, utilizaram um cilindro semelhante a uma chaminé de navio mas que funcionava como uma asa de avião<sup>477</sup>. Uma persiana móvel e um sistema de aspiração por ventoinha melhoravam o rendimento desta nova vela mecânica. Realizaram-se testes com modelos no túnel de vento e a *Turbosail* demonstrou ser um sucesso. A equipa começou então a desenhar um casco em alumínio num compromisso entre um casco de catamarã e o monocasco, perfeitamente adaptado a uma propulsão mista. Foram instaladas duas Turbovelas e dois motores a diesel que complementavam a navegação eólica.

Equipado com a mais moderna tecnologia o navio incluía um computador que controlava as Turbovelas e os motores de forma a manter uma velocidade constante e permitindo uma redução do consumo energético até 35%. A tripulação de cinco homens, embora presente, não era teoricamente necessária. Conjugando os conhecimentos aerodinâmicos e hidrodinâmicos o *Alcyone* marca a introdução da electrónica e da computação no mundo da engenharia marítima. A sua viagem inaugural, em 1985, que ligou La Rochelle a Nova York foi um sucesso, tendo

---

<sup>477</sup> *Ibidem*.

prosseguido até à costa do Pacífico. México, Hawai, Alaska, Austrália, Madagáscar foram alguns dos pontos por onde passou até regressar a La Rochelle, em 2001, para uma revisão completa. O navio é então equipado com servosistemas que controlam as Turbovelas através de um computador que gere 21 controladores electrónicos e electromagnéticos, baseado nos dados recolhidos por 43 sensores analógicos e digitais. Equipado com o sistema *DvonSat*, o *Alcyone* pode transmitir instantaneamente imagens por satélite em todo o mundo através da televisão ou da Internet, prefigurando assim a navegação do futuro<sup>478</sup>.

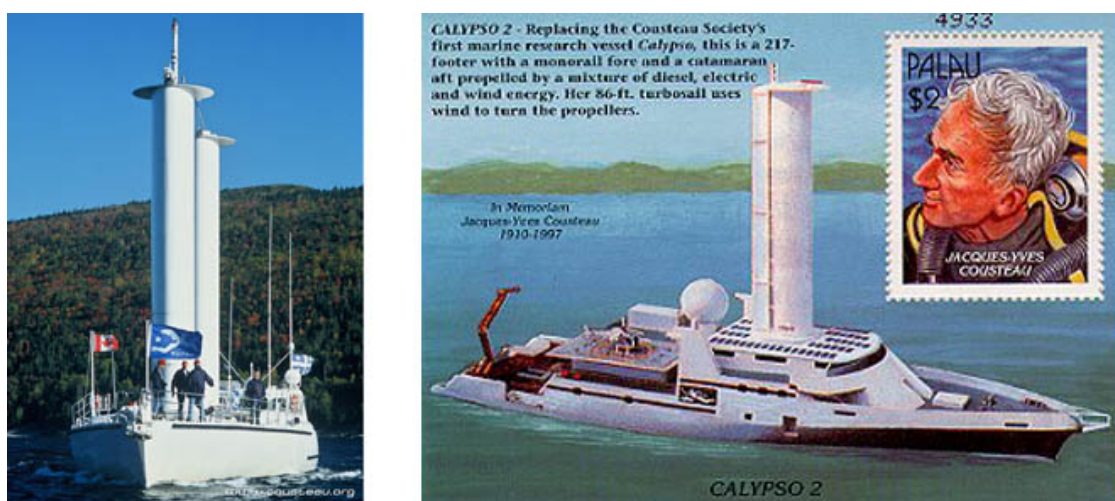


Figura 68 – Navios *Alcyone* (1985) e *Calypso 2* (1990's).

Anos mais tarde, sustentado na experiência do *Calypso* e do *Alcyone*, foi construído o *Calypso II*.<sup>Figura 68</sup> Um laboratório para a tecnologia não poluente que, tal como o *Alcyone*, incorporava a combinação Turbosail/motores a diesel como sistema de propulsão, equipamento de navegação computadorizado, mas que ao contrário do primeiro *Calypso*, dispunha de espaço para albergar laboratórios científicos, sistemas de observação e exploração como: câmara de observação, submarinos, helicóptero, etc. O seu avançado sistema tecnológico permite, graças à Internet, o acompanhamento em directo de expedições, factor que o torna um observatório privilegiado na protecção do Planeta Terra. As inovações de J. Cousteau permitiram explorações submarinas como até então não tinha sido possível. Estas demandas foram possíveis através de uma conquista tecnológica, mas são sobretudo fruto de um estudo e conhecimento apurado

<sup>478</sup> *Ibidem*.

dos elementos naturais e da sua potencialização como recursos utilizados para melhor conhecer o planeta Terra, posicionamento esse que constitui uma harmonia desejável para o século XXI.

Em 1974, foi fundada a Sociedade Cousteau, com o fim de angariar fundos que permitissem a promoção e a protecção do planeta. Essa iniciativa permitiu-lhe criar uma poderosa base para o lançamento das suas ideias sobre conservação ambiental. O seu filho, Philippe Cousteau, assumiu o papel administrativo da Associação, mas a sua súbita morte no Rio Tejo, em 1979, em virtude de um acidente de aviação com o hidroavião *Catalina*<sup>479</sup> – última aquisição de equipamento de J. Cousteau – levou a que a administração da associação fosse assumida pelo outro filho de J. Cousteau, Jean-Michel Cousteau. Jean-Michel, formado em administração, investiu numa base logística de organização de expedições, o que resultou em iniciativas como a da expedição de 1983, a maior de sempre, em que uma equipa de 50 pessoas navegou e mergulhou durante 15 meses no rio Amazonas.

Dos primeiros mergulhos de Jaques Cousteau no Mediterrâneo, salienta-se o primeiro de todos, na praia de Le Mourillon, que deixaria em si a marca que antecedeu todo o seu restante percurso: “e ali estavam alguns pequenos peixes dos quais eu não sabia o nome. Mas era o suficiente. Era outro mundo!”<sup>480</sup>. O “Comandante” conduziu o *Calypso*, envergando o seu característico gorro vermelho, através de grandes expedições ao Alaska, Antártida ou Amazónia, regiões que ajudou a preservar; navegou e explorou o Mar Morto, o Rio Nilo, Mississipi, Danúbio e Mekong, a Polinésia e a Austrália, marcando presença impositiva em todos os mares e continentes do planeta. A somar às suas importantes invenções e às suas expedições, J. Cousteau deixou-nos o legado de uma imensa quantidade de documentos fundamentais para o conhecimento da fauna marítima e fluvial. Dos cinquenta livros, duas enciclopédias, filmes e cerca de cento e vinte documentários que J. Cousteau produziu durante a sua vida, um dos mais importantes é, indubitavelmente, *O Mundo Submarino de Jacques Cousteau*. Essa série, iniciada em 1968, levou à casa de milhões de pessoas a riqueza e o exotismo dos ambientes subaquáticos, ajudando à compreensão de um mundo que

---

<sup>479</sup> K. McDonald, *Cousteau The Sea King*, [www.divernet.com](http://www.divernet.com)

<sup>480</sup> *Ibidem*.

poucos tinham tido o privilégio de visitar e contribuindo assim significativamente para as causas ambientalistas. E talvez esta seja a sua mensagem mais importante. Contribuir para o despertar de uma consciência sobre a importância da vida no planeta em que vivemos e do qual não somos mais do que um de múltiplos hóspedes. Ele foi o “Homem Que Ensinou O Mundo A Mergulhar”<sup>481</sup> Figura 69



Figura 69 – Jacques Cousteau.

Hoje a Fundação com o seu nome continua o trabalho de Jacques Cousteau e produz *The Discovery of the World*, uma série de documentários lançados pelo mesmo, em 1986. Talvez o melhor epitáfio aquando da sua morte, com 87 anos, dos quais 60 ao serviço do mar, tenha sido precisamente o da Fundação Cousteau: “O Capt. Jacques-Yves Costeau foi para o Mundo do Silêncio esta Quarta-Feira, 25 de Junho, 1997”<sup>482</sup>.

---

<sup>481</sup> *Ibidem*.

<sup>482</sup> M. Leff, *CNN World News*, [www.edition.cnn.com](http://www.edition.cnn.com)

### 2.3 – Homo Sapiens Tecnotheticus

Stephen Hawking

“Nós devemos viver sobre as bases que assegurem a continuação das espécies vivas”<sup>483</sup>.

Stephen Hawking, 2001

Stephen Hawking<sup>Figura 70</sup> nasceu, a 8 de Janeiro de 1942, em Inglaterra na cidade de Oxford. Durante a sua adolescência revelou inclinação para as matemáticas, mas o seu pai, um investigador das ciências médicas, desaconselhou-o de seguir a área pelo que S. Hawking optou por uma graduação em Ciências Naturais e posterior especialização em Química na University College de Oxford, em 1962. Em Cambridge, ampliou os seus estudos em Relatividade Geral e Cosmologia, tendo terminado o Doutoramento em 1966. Sete anos mais tarde, deixou o Instituto de Astronomia para se juntar ao Departamento de Matemáticas Aplicadas e Física Teórica de Cambridge. Foi convidado para Professor de Física Gravitacional em 1977, e em 1979 foi apontado para *Lucasian Professor of Mathematics* em Cambridge, herdando o histórico lugar de Isaac Newton nessa disciplina. No livro de honra consta a sua assinatura, a última que S. Hawking, com grandes dificuldades, executou com a sua própria mão<sup>484</sup>.

Um percurso brilhante sobretudo para quem, em 1963, com 21 anos, foi confrontado com a tremenda notícia de ser portador de uma doença neurológica motora, ALS (Amyotrophic Lateral Sclerosis ou Doença de Charcot), a qual é caracterizada por uma degeneração gradual das capacidades motoras por via do atrofiamento do sistema nervoso central, mas que deixa intactas as capacidades cerebrais ao nível do raciocínio. A sua condição física começou a deteriorar-se rapidamente e os médicos preconizavam que S. Hawking não viveria o suficiente para terminar o doutoramento. Mas a notícia surtiu um efeito despoletador surpreendente e como ele próprio afirma: “(...) embora existisse uma nuvem suspensa sobre o meu futuro descobri, para minha surpresa, que estava a gozar a minha vida no presente mais do que alguma vez o tinha feito.

---

<sup>483</sup> AAVV, “Le Mistère Hawking”, in *Sciences et Avenir n°658*, Paris, Ed. Sciences et Avenir, 2001, p.57.

<sup>484</sup> Hélène Mialet, “Le phénomène HAWKING”, in *Sciences et Avenir Hors-série n° 111*, Paris, Sciences et Avenir, 1997, p.82.

Comecei a fazer progressos na minha pesquisa e queria ficar noivo de uma rapariga chamada Jane Wilde...<sup>485</sup>.



Figura 70 – Stephen Hawking.

Com efeito, meses antes tinha conhecido uma rapariga com quem viria a casar e da qual teria três filhos. Como ele próprio refere esse noivado mudaria a sua vida. Intensificou a sua força para lutar contra a doença, terminar o doutoramento e conquistar um emprego que lhe permitisse poder casar. Quando perguntaram a Jane Hawking porque é que tinha decidido casar com um homem com a expectativa de vida de três anos ela respondeu: “Eram os dias da depressão atômica e por conseguinte todos tínhamos uma expectativa de vida curta”<sup>486</sup>. Em 1966, após terminar o doutoramento, S. Hawking candidatou-se a *research fellowship* no Gonville and Caius College de Cambridge, onde foi aceite. O seu trabalho de investigação sobre os Buracos Negros levou-o a descobrir, em 1970, uma notável propriedade. Usando a Teoria Quântica e a Relatividade Geral conseguiu demonstrar que os Buracos Negros não são totalmente negros na medida em que podem emitir uma pequena radiação.

<sup>485</sup> About Stephen Hawking-A Brief History of Mine, [www.hawking.org.uk](http://www.hawking.org.uk)

<sup>486</sup> Wikipedia, *Stephen Hawking*, [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)

Continuando a usar estas duas teorias S. Hawking propõe a *Teoria do não limite*, em 1983, com Jim Hartle de Santa Barbara. Como o cientista explica: “...ambos, tempo e espaço são finitos em extensão, mas não têm limites ou margens”<sup>487</sup>. Figura 71

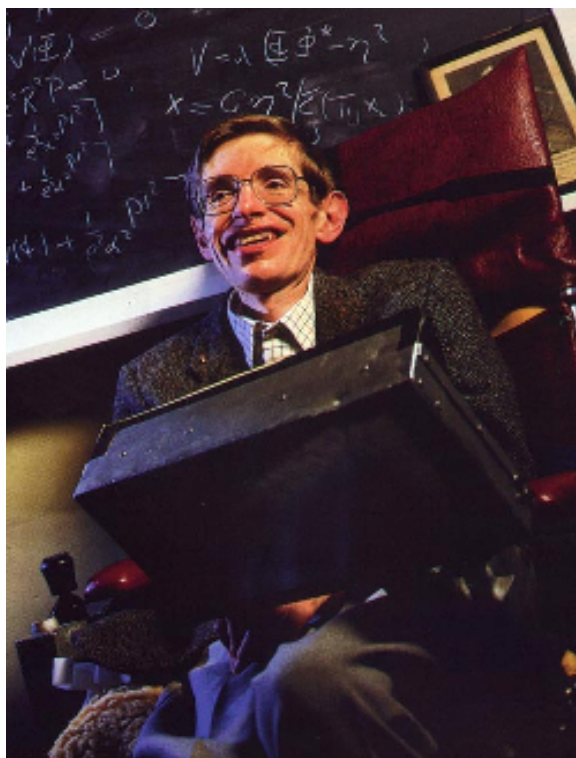


Figura 71 – Stephen Hawking.

Em 1985, durante uma investigação no grande acelerador de partículas do CERN de Geneva, S. Hawking contrai pneumonia. Internado e posteriormente transferido para um hospital em Cambridge S. Hawking sobrevive, mas acaba por perder a voz. Graças ao especialista californiano em computadores, Walt Woltoz, pai do programa *Equalizer*, S. Hawking pôde, todavia, continuar a comunicar verbalmente. Através desse programa é possível seleccionar as palavras de uma série de menus comandados por um interruptor adaptado à mão, denominado *Clicker*, e enviar a informação escrita para um sintetizador que tem a capacidade de converter as frases em discurso sonoro. *Equalizer* pode ainda ser “manipulado” por um interruptor comandado pelo cérebro ou pelos olhos<sup>488</sup>.

<sup>487</sup> John J. O'Connor e Edmund F. Robertson, *Stephen William Hawking*, [www-gap.dcs.st-and.ac.uk](http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk)

<sup>488</sup> Wikipedia, *Stephen Hawking*, [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)

Mais tarde, David Mason, da *Cambridge Adaptive Communication*, adaptou um computador portátil e um sintetizador de voz à cadeira de rodas eléctrica de S. Hawking permitindo-lhe aumentar a mobilidade aliada à comunicação. Esse sintetizador, da marca Speech Plus, tem a capacidade de produzir variações na entoação, conferindo ao discurso uma sonoridade próxima do real, apresentando como única limitação a sua formatação rígida em pronúncia americana. A empresa Speech Plus encontra-se actualmente a trabalhar numa versão que “fale” e “reconheça” a pronúncia inglesa<sup>489</sup>. Na comunicação do cientista com o mundo, o sintetizador substitui a sua voz. Grande parte das respostas que S. Hawking concede a quem o entrevista está previamente incluída na memória do computador o qual está, por sua vez, ligado ao sintetizador. Esse facto leva a que quem o entrevista recolha, com muita frequência, uma imagem estereotipada da sua vida sustentada por um processo de standardização de respostas. A sua autobiografia está pois muito estabilizada, construindo um espaço situado entre o seu ”handicap” e o seu motivo de pesquisa, reforçando a ideia de que a física teórica se pode fazer inteiramente na mente<sup>490</sup>.



Figura 72 – Stephen Hawking.

<sup>489</sup> *About Stephen Hawking – Disability - My Experience with ALS*, [www.hawking.org.uk](http://www.hawking.org.uk)

<sup>490</sup> H. Mialet, *op. cit.*, p.83

Mas a dependência de S. Hawking relativamente às várias próteses que o complementam e amplificam é enorme. A sua cadeira de rodas, baptizada por si com o nome de *Quantum Jazzy*<sup>491</sup> permite-lhe a mobilidade, mas não só.<sup>Figura 72</sup> Complementada por outros *sistemas tecnoprotéticos*, a cadeira transforma-se no lugar de interface do cientista com o resto do mundo. Através do computador e sintetizador nela instalados, S. Hawking pode escrever, memorizar ou até falar. Um pequeno movimento da mão esquerda permite-lhe, através do “Clicker”, seleccionar as palavras no ecrã do computador. Permite-lhe, inclusivamente, através de um sistema telecomandado, abrir e fechar a porta do seu escritório no laboratório da Universidade de Cambridge.

Esta fragmentação do seu corpo passivo e sem voz, confirmam a proclamação de Rosemarie Thompson, de que o corpo pós-moderno envolve o reconhecimento de que “a cadeira de rodas é parte de si”<sup>492</sup>.



Figura 73 – Stephen Hawking na sua cadeira de rodas, baptizada de *Quantum Jazzy*.

Com efeito, a cadeira de rodas e o sintetizador são primordiais para a existência e identidade de S. Hawking. Como Sandy Stone referiu “Hawking não deixa de ser Hawking no fim do seu corpo visível”<sup>493</sup>. Sem a conciliação entre o seu corpo e as suas

<sup>491</sup> AAVV, “Le Mistère Hawking”, *op. cit.*, p.57.

<sup>492</sup> Jonathan Smith, *The Hawking of Stephen Hawking: Celebrity, Cosmology, Disability*, [www.disability.gr](http://www.disability.gr)

<sup>493</sup> *Ibidem*

*próteses* não haveria o reconhecimento público da obra do cientista S. Hawking. A sua transformação em *cyborg*, parte organismo, parte máquina, dependendo para a sua existência de máquinas, contraria a imagem de um S. Hawking puramente cerebral<sup>494</sup>, isto é, só existe S. Hawking porque a tecnologia o permite. Com ele a metáfora do cérebro-máquina concretiza-se.<sup>Figura 73</sup>

A doença que o confinou definitivamente a uma cadeira de rodas impedindo-o de ler, de escrever, de calcular ou até de falar, de uma maneira directa e simples, segundo ele próprio afirma, é também a responsável pelo aperfeiçoamento do seu carácter na medida em que lhe conferiu a liberdade cerebral necessária para se concentrar na Física e no Universo. Com a sua contribuição científica, temas como a Cosmologia nas áreas da Relatividade Geral, Gravidade e Teoria Quântica, com particular aplicação nos Buracos Negros, são unificados numa teoria mais geral, concebe a expansão do espectro das dimensões das minúsculas partículas subatómicas até ao Universo, ou seja, aquilo que se chama a “theory of everything” (TOE), uma teoria científica unificada que pretende contribuir para questões cosmológicas: “Como é que o universo começou? Porque é o universo da forma que é? Ou onde é que acaba?”<sup>495</sup>.

Em 1988, S. Hawking publicou um livro com intenções de democratizar o conhecimento sobre cosmologia. *A Brief History of Time* revelou-se rapidamente um estrondoso êxito, ultrapassando todas as expectativas de venda, o que gradualmente lhe garantiu a independência e segurança económica. Traduzido em 40 línguas, vendeu cerca de vinte cinco milhões de cópias. Presente na lista de *best-seller's* do Sunday Times durante 237 semanas consecutivas, a obra seria integrada no *Guinness Book of Records* de 1998<sup>496</sup>. S. Hawking transformava-se assim num cientista muito popular reconhecido. A fotografia da capa de *A Brief History of Time* ilustrava o cientista sentado na sua cadeira de rodas munida de um computador portátil e tornar-se-ia a sua imagem de marca. É essa mesma imagem que o retrata num quadro, exposto na National Portrait Gallery de Londres<sup>497</sup>.<sup>Figura 74</sup>

<sup>494</sup> *Ibidem*

<sup>495</sup> Sammeer Vassa, *A brief history of Stephen Hawking*, [www.vassa.net](http://www.vassa.net)

<sup>496</sup> John J. O'Connor e Edmund F. Robertson, *Stephen William Hawking*, [www-gap.dcs.st-and.ac.uk](http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk)

<sup>497</sup> H. Mialet, *op. cit.*, p.80.



Figura 74 – Stephen Hawking.

Em 2001, é publicado *The Universe in a Nutshell*, obra também merecedora de grande reconhecimento e sucesso. A preocupação de fazer chegar a informação registada a indivíduos que não detivessem conhecimentos específicos da matéria tratada gera, tal como da primeira vez, um livro de fácil leitura, acessível a todos os tipos de público, integrando imagens extremamente elucidativas das visões de S. Hawking sobre o Universo. As características populares de ambas as obras acentuaram, com a segunda publicação, a admiração do grande público e expandiram a internacionalização, não só, do cientista como também da sua imagem e do que ela representa: o homem que, apesar das contrariedades da enfermidade, ultrapassa o corpo e consegue alcançar o sucesso.

Sendo verdade que o diagnóstico clínico de S. Hawking, aos vinte anos, previa uma esperança de vida de cerca de dois anos, é verdade também que, aos sessenta e cinco anos, ele se afirma por um lado como cientista de renome mundial e, por outro lado, como o indivíduo que se auto supera em termos de desempenho.

Em 1990, S. Hawking divorcia-se de Jane, da qual tem três filhos, Tim, Lucy e Robert. Cinco anos mais tarde casa-se com a sua antiga enfermeira, Elaine Mason. Ambas as uniões demonstram que, apesar da doença degenerativa de que sofre, consegue conciliar a investigação com a vida familiar e um extenso programa de viagens e conferências, assim como a frequência regular da ópera ou do teatro (a sua realidade

de figura pública não passa apenas pela sua contribuição à ciência mas também por uma vida social extensamente preenchida). De entre os desafios assumidos por S. Hawking destacam-se também alguns papéis em diversas áreas que não a das ciências, assim participa: em 1992, num do episódio de *Star Trek - The Next Generation* – em que surge a jogar poker com Data, Albert Einstein e Isaac Newton; em 1993, num episódio dos *Simpsons*;<sup>Figura 75</sup> em 1994, emprestando a voz para a canção “Keep Talking” do álbum *The Division Bell* dos Pink Floyd e, mais tarde, aceitando ser entrevistado para a revista *Playboy*.



Figura 75 – Imagem de Stephen Hawking retirada dos *Simpsons* (1993).

Transformado em Ícone da cultura popular<sup>498</sup>, escreveram-se múltiplas biografias sobre si, dirigidas ao público infantil sendo, inclusive, o seu estatuto comparado, no livro de Michael White and John Gribbin, com o de uma estrela de rock<sup>499</sup>. S. Hawking é sem dúvida um dos mais famosos e polémicos cientistas do século XX, na

<sup>498</sup> J. Smith, *op. cit.*, [www..disability.gr](http://www.disability.gr)

<sup>499</sup> *Ibidem*.

medida em que encarna o puro indivíduo cerebral que, independentemente das implicações geradas pelas suas limitações motoras no que respeita ao contacto com o mundo a si exterior, procura desvendar os enigmas do universo chegando mesmo a ser apelidado por alguns de *master of universe*. Devido à sua condição física, não sendo desviado pelas ocupações quotidianas e mundanas próprias do indivíduo comum, S. Hawking pode dedicar-se plenamente ao pensamento<sup>500</sup>. Quando se indagou junto dos donos do bar onde se fundou o clube de fans de S. Hawking quais as motivações que haviam levada à criação do grupo, eles responderam que o mundo precisava mais de “heróis reais” do que dos produzidos pela indústria do desporto e entretenimento<sup>501</sup>. S. Hawking transformou-se num “herói” cuja autoridade moral se baseia nas suas produções intelectuais, mas também muito na sua capacidade para ultrapassar as dificuldades, provando vivamente o “poder da mente sobre a matéria”<sup>502</sup>.

Mais do que representante da figura mítica do génio que encarna no seu caso o cientista perfeito – tal como nos habituámos a pensá-lo numa linha de tradição filosófica racionalista cartesiana – S. Hawking vê-se a si mesmo como alguém que, liberto do corpo e sublimando o espaço emocional, se transfigura no sábio que reúne as condições para atingir as últimas leis do Universo e o espírito de Deus<sup>503</sup>.

---

<sup>500</sup> H. Mialet, *op. cit.*, p.80.

<sup>501</sup> J. Smith, *op. cit.*, [www..disability.gr](http://www..disability.gr)

<sup>502</sup> *Ibidem*.

<sup>503</sup> H. Mialet, *op. cit.*, p.81.

### **III - SISTEMA PROTÉTICO E DESIGN INDUSTRIAL**

Como já foi referido no capítulo “Design Industrial e *Visões Protéticas*”, alguns intervenientes na área do Design propuseram *visões protéticas* baseadas em princípios diversificados. O autor apresentou um sistema classificativo, o *Sistema Protético*, que regula e uniformiza os princípios de uma *visão protética* dos *sistemas tecnológicos*. Mas será que encontramos reflexo do *Sistema Protético* na produção industrial qualificada? Embora produto de uma reflexão, este sistema classificativo é, como se verificou anteriormente, baseado nos sistemas adaptativos produzidos pelos seres humanos, o que significa que, desde o início da história do homem existem produtos que cumprem essa função adaptativa, prolongando ou complementando membros ou órgãos do corpo humano, dos quais o “Chopper” ou “pedra lascada” é um dos mais antigos.

#### **1 - Objectos-Prótese e Produção Industrial**

Um exemplo histórico: o “Chopper”

Um dos primeiros exemplos de *objectos-prótese* é sem dúvida a “pedra lascada”. A sua história tem 2,5 milhões de anos e a sua produção é simples: escolhe-se um seixo do leito de um rio, bate-se com ele noutro, retirando-se as lascas de forma a torná-las cortantes, aproveitando-as posteriormente para diversos fins como sejam cortar, raspar ou escavar. Alguns estudos mais recentes defendem que esta pedra cortante poderia ser utilizada para cortar os alimentos dos mais idosos, privados de dentes. Esta hipótese a verificar-se poria o “chopper” como uma *prótese* efectiva e colocava-o no início da evolução dos artefactos. O autor deste cenário é o *Homo Habilis* que, ao produzir os primeiros instrumentos/ferramentas dá início, assim, à aventura humana da descoberta técnica. O seu nome, *Habilis*, evoca precisamente a habilidade única que desenvolvera no fabrico de utensílios, utensílios esses que serão posteriormente utilizados na fabricação de outros utensílios, e assim sucessivamente, e que corresponderá a uma característica primordial na evolução do homem<sup>504</sup> quer em termos correlacionais com os da mesma espécie, quer no seu relacionamento com o meio. De facto, o que nos

---

<sup>504</sup> A. Leroi-Gourham, *O Gesto e a Palavra – Técnica e Linguagem*, p.104.

separa de outras espécies não é a construção de utensílios, pois outras espécies também o fazem, mas sim o facto de produzir utensílios para fabricar outros utensílios.

A etapa seguinte à descoberta do “chopper” ser-lhe-á posterior mais de um milhão de anos e dará origem ao "biface": um utensílio alongado com dois bordos cortantes que substituirá o simples "chopper" ou pedra lascada anteriormente utilizada<sup>505</sup>. Figura 76 Há cerca de duzentos mil anos estes bifaces tornaram-se polivalentes sendo utilizados para trinchar, cortar, raspar e moer. A sua base é então configurada à da mão para melhor facilitar a respectiva utilização; nasceria assim a sensibilidade antropométrica. Os especialistas consideram que a técnica das indústrias produtoras destes utensílios – das quais as mais conhecidas são as "indústrias monsterienses" que produziram instrumentos em sílex durante o Paleolítico Médio – exigiam alta capacidade imaginativa e de abstracção, pois o desafio era retirar de um bloco de sílex uma lasca com uma forma predeterminada, que poderia ser utilizada como faca, raspador, etc..

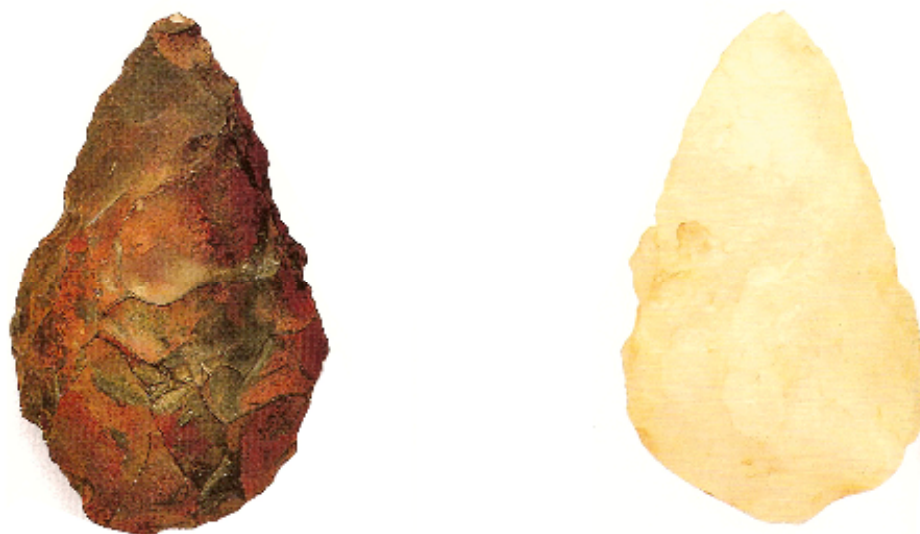


Figura 76 – À esquerda: Biface em Sílex. À direita: Biface em Quartzo.

A essa capacidade de predeterminar, visualmente, a virtualidade de uma peça que tinha que executar, seria mais tarde acrescida a capacidade de visualizar uma série complexa de operações que permitiam obter peças finais mais sofisticadas. André Leroi-

---

<sup>505</sup> Idem, p.137.

Gourham, grande especialista nesta matéria, realizou um cálculo sobre a evolução destas indústrias<sup>506</sup>: com um bloco de 1kg de sílex em bruto, há 200.000 anos, obtinha-se uma peça que oferecia 40cm de superfície útil de corte; com o mesmo bloco há 20.000 anos dispunha-se de 20m de superfície útil de corte. Ou seja, em 180.000 anos, o rendimento de produção foi aumentado em 50 vezes. Naturalmente a "era do projecto" estava a começar. A produção seriada viria a permitir um maior número de peças, facilitando o acesso a estas por parte de um maior número de indivíduos. Viria ainda a propor, progressivamente, uma oferta mais diversificada de peças.

Com a “revolução industrial” estes processos tornaram-se ainda mais complexos, assistindo-se a uma maior diversificação de produtos. Próteses, *Biopróteses* e *Tecnopróteses* são produzidas em grandes quantidades assistindo-se à sua grande e cada vez mais acelerada profusão. Mas é sobretudo nos finais do milénio, com o desenvolvimento de novos materiais e da capacidade de miniaturização que estas áreas vão conhecer o enorme desenvolvimento que, hoje, as caracteriza.

### 1.1 - Próteses Industriais

Tal como já foi referido, as primeiras próteses desenvolvidas pelo Homem, de funcionamento extremamente simples, como a perna de pau, uma das mais antigas e que era uma simples estaca de madeira que substituí a perna ou o mais recente olho de vidro, uma prótese estética destinada a suprir formalmente a falta do olho, deram lugar a *sistemas protéticos* altamente complexos na medida em que propõem, simultaneamente, sistemas funcionais e estéticos de grande sofisticação tecnológica, como é o caso, por exemplo, da “mão biónica”, que substitui esteticamente a mão, mas também executa uma série de operações, que imitam as da mão natural, através de comandos estimulados pelo cérebro.

Na lógica das *evoluções protéticas*, a questão que aqui surge como legítima, é: conseguirão as *próteses*, no futuro, ultrapassar as prestações naturais do órgão ou do

---

<sup>506</sup> Idem, p.136.

membro que pretendem substituir? E, se assim for, poderá um amputado submetido à intervenção de *próteses* vir a correr mais do que um ser humano totalmente natural? Tudo indica que este universo, já presente na ficção, se venha efectivamente a tornar real. No que respeita à primeira questão levantada, constatamos que em certa medida o cenário por si especulado é já realidade. Basta pensarmos ou no caso da cirurgia plástica, através da qual é hoje, por exemplo, possível “substituir”, deliberadamente, seios verdadeiros por falsos que se aproximem mais dos padrões estéticos da paciente, ou nas cirurgias que permitem a mudança de sexo. No caso da medicina terapêutica, por intermédio do recurso a *próteses*, há já deficientes auditivos a ouvir, invisuais a ver, amputados a andar ou até mesmo a correr. No que respeita à problemática da relação do corpo com as suas próteses, Paulo Cunha e Silva afirma: “Substituí-lo por próteses mecânicas ou químicas, capazes de incrementar a sua prestação. Tal o paradoxo que a modernidade da prática desportiva de rendimento convoca. Qual a legitimidade da intervenção ou da substituição? (...) Até que ponto o corpo treinado é um agente natural e, se o deixar de ser, qual o seu lugar no contexto das acções desportivas?”<sup>507</sup>. Como veremos mais adiante, para a concretização dos cenários atrás formulados, basta que os cientistas trabalhem na ampliação das prestações funcionais destas e de outras, próteses. Aí, a relação com o corpo irá ser radicalmente transformada. E, ao esquecer a noção primitiva de exclusividade identitária do próprio corpo, enquanto sistema natural com que nascemos, será que passaremos a decidir e a seleccionar a parte dos órgãos e membros que desejamos ver prestativamente ampliados, ou esteticamente corrigidos?

### 1.1.1 - Ossur *Flex-Foot Cheetah*

O *Cheetah Foot* é uma prótese, revolucionária para os atletas, inventada nos anos 90 por um jovem americano chamado Van Philips, ele próprio um amputado. Frustrado com a imperfeição do seu pé artificial, V. Philips entendeu que para um bom funcionamento de uma prótese era necessária uma combinação de robustez e flexibilidade. A introdução de novos materiais com prestações mais elevadas impunha-

---

<sup>507</sup> P. Cunha e Silva, *op. cit.*, p.165.

se. A fibra de carbono era um material adequado pois combinava uma enorme resistência, característica do material, com a possibilidade de ser moldada de modo a tornar-se em simultâneo flexível e amortecedora. Isto significava que a “perna artificial” poderia simular o efeito de mola do pé verdadeiro, podendo mesmo tornar-se mais eficiente em termos biodinâmicos do que ele<sup>508</sup> Figura 77



Figura 77 – Cheetah Foot, prótese para competição em forma de C (C-shaped).

O objectivo da Ossur, empresa fundada por V. Philips, é o de criar *próteses* que imitem o mais possível a função do corpo humano, permitindo às pessoas amputadas viverem o tipo de vida que ambicionam, ou seja, uma vida sem limites de mobilidade. O pé humano é uma mistura complexa de funções e o mesmo princípio tem que se aplicar às *próteses*. Assim, V. Philips procurou criar *próteses* que imitassem o mais possível as funções do corpo humano, permitindo aos amputados andarem, correrem ou mesmo saltarem como o fazem os não inválidos. Estas próteses de alta qualidade focam-se no conforto e em prestações óptimas para os utilizadores. A alta tecnologia permite a mímica do movimento natural dos corpos. É o caso da *Cheetah Foot* que maximiza as prestações, devolvendo energia ao corpo, enquanto ele corre, como se de uma mola se tratasse.<sup>Figura 78</sup>

<sup>508</sup> Matt Turner, *things to see-cheetah foot*, [www.sciencemuseum.org.uk](http://www.sciencemuseum.org.uk)



Figura 78 – Atleta paraolímpico com *Cheetah Foot*.

Tal como o nome indica, o pé capta as características corredoras da *cheetah*, um felino aparentado do leopardo, que é o animal mais veloz do mundo. Ao contrário do que acontece com os pés humanos que em movimento assentam a totalidade da planta no chão, tendo depois que se elevar para dar o impulso de deslocação, a *prótese* em causa foi concebida em forma em C (C-shaped) flexível e, à imagem do animal que lhe serviu de modelo, coloca apenas cerca de 5cm de biqueira em contacto com o chão, o que privilegia a eficiência da relação movimento/esforço dispendido. O que acontece é que, em paralelo com o factor superfície de contacto, o próprio segmento em forma de C (C-shaped) é responsável por uma maior distribuição de energia produzindo um efeito de mola que impulsiona, sem grande esforço, o corredor para a frente. O *Cheetah Foot* é um elemento dinâmico que está desenhado especificamente para correr. Não sendo, pelas suas características dinâmicas, uma *prótese* aconselhada para o uso diário, uma das dificuldades com que os atletas na verdade se depararam durante a

sua utilização foi precisamente quando tinham de permanecer parados para, por exemplo, posarem para uma fotografia.



Figura 79 – Vários modelos de próteses biomecânicas da Ossur.

O *Cheetah Foot* existe em quatro tipos básicos: o *Flex-Foot* para pessoas com muita actividade que andem a velocidades variáveis, podendo ainda correr e saltar; o *Flex-Foot* com características especiais que incluem pé com absorção de choque, rotação ou elevada propulsão; o *Flex-Foot* para baixos impactos; e, finalmente, o *Flex-Foot* para usos especiais, como o pé para correr ou sprintar, assim como o pé com calcanhar ajustável em altura<sup>509</sup>. A diversidade prestativa desta gama de produtos foi conseguida depois de vários testes a diferentes protótipos, no início dos anos 90, desenvolvidos com o apoio de atletas deficientes.<sup>Figura 79</sup>

Uma das suas primeiras aparições públicas foi em 1996, nos Jogos Paraolímpicos de Atlanta. A. Mullins, como já foi anteriormente referido, foi um dos atletas que a testou e usou com sucesso, batendo três recordes nesse evento: os 100m, os 200m e os 3.5m

<sup>509</sup> *Flex-Foot*, [www.scheckandsiress.com](http://www.scheckandsiress.com)

no Salto em Comprimento<sup>510</sup>. Devido a essas qualidades, o *Cheetah Foot* tornou-se a escolha preferida da grande maioria dos atletas profissionais amputados, permitindo-lhes obter recordes próximos dos competidores não deficientes. Para dar um exemplo, o recorde mundial dos Paraolímpicos, em 2003, foi batido por Marlon Shirley, com 11,09 s, quando o recorde mundial absoluto feminino pertencia a Florence Griffith-Joyner, com 10,49 s<sup>511</sup>, o que representa uma diferença de cerca de meio segundo entre a recordista amputada e a não amputada. O contínuo aperfeiçoamento destas próteses, em paralelo com o aparecimento de novos materiais, pode levar a um desenvolvimento tal que, talvez um dia, se venha a assistir à obtenção das melhores marcas mundiais absolutas por atletas amputados. Mas sobretudo, estas próteses contribuem para melhorar a qualidade de vida dos seus utilizadores.<sup>Figura 80</sup>



Figura 80 – Amputado a dançar.

<sup>510</sup> Aimee Mullins, [www.allamericanspeakers.com](http://www.allamericanspeakers.com)

<sup>511</sup> Flex-Foot Cheetah Designed for Competitive Running, [www.ossur.com](http://www.ossur.com)

### 1.1.2 - Doerset *Orthopaedic*

A Dorset Orthopaedic é uma empresa fundada por Bob Watts, que juntou à sua volta alguns dos mais reconhecidos Protésicos e Técnicos do Reino Unido. Iniciou a sua actividade em 1989, tendo por objectivo inovar no âmbito da produção de pernas artificiais, colocando-se como líder de mercado. Nesse sentido, foram definidos alguns objectivos primordiais para os quais se canalizou a investigação da Dorset Orthopaedic. Em primeiro lugar foi definido como prioridade o conforto da união entre a perna artificial e o corpo, conforto sem o qual o utilizador não pode explorar as potencialidades dos componentes, por mais sofisticados que sejam. Em segundo lugar a “competência” funcional da perna artificial. Em 1992, Bob Watts tornar-se-á Protésico oficial do British Paralympic Team, o que lhe permitiu desenvolver e testar em competição, até ao limite, as pernas artificiais desenvolvidas pela sua empresa. Essas experiências foram definitivas no processo de evolução dos produtos Doerset.

Em 1993, a jovem modelo, Heather Mills perdeu a parte inferior de uma perna, do joelho para baixo, em consequência de um acidente. H. Mills encomenda, então à Doerset o desenvolvimento de uma perna artificial, a *Silicone Cosmetic Cover*, que se caracterizava por uma simulação muito realista da perna real recorrendo à tecnologia do silicone. Tal como H. Mills comentou: “Se as pessoas podem despender dinheiro em roupas de Designers porque é que os amputados não podem despender-lo numa perna bem desenhada”<sup>512</sup>. Em 1995, Bob Watts apresentou o resultado das suas investigações no International Society of Prosthetics and Orthonics World Congress, numa comunicação sobre a qualidade do acabamento cosmético das pernas artificiais. As palavras-chave do desenvolvimento de produto assumidas nas suas investigações foram: “Conforto”, “Função” e “Cosmética”. A integração do terceiro factor, “Cosmética” como palavra-chave nas suas investigações revelou-se determinante para que fosse reconhecida a importância da componente estética das próteses, sendo nesse sentido alcançado o objectivo de com os novos produtos se tornar muito difícil, senão mesmo impossível, descobrir visualmente a diferença entre a perna verdadeira e a

---

<sup>512</sup> Bob Watts, *Philosophy of Our Clinic*, [www.dorset-ortho.co.uk](http://www.dorset-ortho.co.uk)

artificial, ou seja, conseguir que os seus pacientes não fossem identificados como deficientes.



Figura 81 – Modelos de próteses estéticas da Doerset.

Com efeito, já no início dos anos noventa, Jan De Cubber tinha trabalhado em High Elastomer Silicones, desenvolvendo um programa de investigação que permitia cobrir as “próteses transtibiais” produzidas em plástico, com silicone, iniciando a arte cosmética das pernas artificiais. Posteriores desenvolvimentos foram realizados ao nível do estudo da cor de modo a tornar as “próteses transtibiais” muito parecidas com as pernas reais, sem no entanto afectar a função das próteses.<sup>Figura 81</sup> Como pioneiros na área da cosmética de silicone, a Doerset Orthopedic revolucionou, pois, as próteses cosméticas, desenvolvendo métodos únicos que levaram à conquista de duas patentes: a UK Patent N° 2341322, para um método de concepção de pernas artificiais e a UK Patent N° 2341325, para um método de coberturas para pernas artificiais<sup>513</sup>. Esse factor e, obviamente, o *know-how* a si associado, elevaram a empresa a líder de mercado, e valeram-lhe a conquista de clientes em todo o mundo. As pernas artificiais da Doerset Orthopedic podem ser implantadas acima ou abaixo do joelho, ou podem ser *próteses* parciais do pé, ou ainda, dedos dos pés de substituição. As próteses para braços podem ser acima ou abaixo do cotovelo, mãos parciais e dedos de substituição. Qualquer uma

<sup>513</sup> *Silicone Technology*, [www.dorset-ortho.co.uk](http://www.dorset-ortho.co.uk)

das peças são fabricadas em silicone médico de elevada resistência, o que lhes garante a duração de dois/três anos, se forem bem preservadas e, a reparação intermédia em caso de eventuais rasgos. O último desenvolvimento em *próteses cosméticas* de silicone da Doerset foi a *Heather Mills-McCarteney Cosmesis* (HMMC), produto especialmente desenhado para oferecer ao amputado uma prótese cosmética realista de preço acessível, que pode inclusive ser comprada através da Internet.<sup>Figura 82</sup>



Figura 82 – Heather Mills-McCarteney com prótese estética da Doerset.

A importância destes desenvolvimentos só pode ser devidamente apreciada por aqueles que perderam parte do seu corpo. É o caso da canadiana Candance Carnahan, que, com 21 anos, perdeu o pé num acidente de trabalho, tendo-se visto obrigada a usar uma prótese que a impedia de usar saltos altos ou saias curtas. Tomou contacto com as próteses da Dorset Orthopaedic através de um dos programas da Oprah Show em que a convidada era A. Mullins e que, tal como Heather Mills-McCarteney, era publicamente reconhecida como um dos modelos profissionais que utilizam as próteses cosméticas da Doerset. A entrevista de A. Mullins motivou Candance que contactou o programa com vista a obter mais informações acerca das próteses de A. Mullins. Três anos depois (após ter experimentado adaptar-se a sete próteses

diferentes), Candance apanhou um avião para Inglaterra onde passou três semanas na Doerset a instalar uma perna cosmética. Hoje, pode usar sapatos de salto alto ou saias como qualquer outra mulher. Como ela própria referiu, com a emoção própria de quem podia voltar a ter uma vida normal: “Isto não é só uma prótese da perna... é uma peça de arte que se tornou parte do meu corpo”<sup>514</sup>.

### 1.1.3 – WorldHeart Novacor LVAS

Em 1969, cientistas de Berkley, na Califórnia, iniciaram o desenvolvimento de um Sistema Assistido do Ventrículo Esquerdo – Left Ventricular Assist System (LVAS) -, baseado no “pulsed-solenoid driver concept”. Em 1977, o primeiro LVAS integrado eléctrico foi produzido. Posteriores desenvolvimentos concretizaram um sistema mais refinado, destinado e qualificado para uso clínico. Em 1984, o *Novacor LVAS* foi usado com sucesso no primeiro transplante mundial do género (Bridge-to-Transplant – BTT)<sup>515</sup> permitindo a sobrevivência do paciente durante o período em que aguardava um coração biológico para transplante. Em 1990, pela primeira vez, um paciente sujeito a essa intervenção pôde ir para casa com um *Novacor LVAS* enquanto aguardava o transplante do coração biológico e, em 1994, o produto recebeu aprovação regulamentar de ser comercializado na Comunidade Europeia como sistema Bridge-to-Transplant (BTT) e como alternativa a longo termo para terapia médica e, em 1998, o *Novacor LVAS* recebeu igualmente aprovação para ser vendido nos EUA<sup>516</sup>.

Em 2000, a empresa Novacor Division foi adquirida pela World Heart Corporation (WorldHeart). Esta empresa foi fundada em 1996, com a finalidade de desenvolver a tecnologia do *HeartSaver VAD*, criada pela Cardiovascular Devices Division (CVD) da Universidade de Ottawa, Canadá. As tecnologias integradas no *Novacor LVAS* (Left Ventricular Assist System) e no *HeartSaver VAD* (Ventricular Assist Devices) estão no presente a ser sujeitas a um processo de fusão que visa desenvolver a *Next Generation LVAS* que manterá a segurança dos equipamentos anteriores, enquanto

---

<sup>514</sup> Candance Carnahan, *Candance from New Brunswick in Canada shares her story*, [www.dorset-ortho.co.uk](http://www.dorset-ortho.co.uk)

<sup>515</sup> *About Worldheart*, [www.worldheart.com](http://www.worldheart.com)

<sup>516</sup> *FDA aproves two portable heart-assist devices*, [www.fda.gov](http://www.fda.gov)

aperfeiçoa o sistema protético, tornando-o mais pequeno, totalmente implantável e mais económico<sup>517</sup>. Sendo o primeiro aparelho de Bridge-to-Transplant (BTT) bem sucedido e o primeiro a ultrapassar seis anos de implante num paciente, o *Novacor LVAS* está bem posicionado no mercado, com aprovação para utilização em todo o mundo. <sup>Figura 83</sup>



Figura 83 – Prótese de coração artificial *WorldHeart Novacor LVAS*.

Mas o que é o *Novacor LVAS*? Já tendo sido implantado em mais de 1500 pessoas, consiste num implante que produz circulação pulsátil para os pacientes com lesões cardíacas que se encontram em tratamento ou aguardando uma doação de coração. Esta prótese é na realidade uma bomba electromagnética implantada no abdómen que providencia circulação sanguínea ao corpo humano, aliviando assim a maior parte do trabalho do ventrículo esquerdo, a principal câmara de bombeamento do coração. O seu sistema é completamente auto-regulado, ajustando automaticamente a variação da batida e o volume de sangue, em função das necessidades de mudança de circulação do paciente. Um controlo externo encontra-se ligado à bomba implantada através de um tubo subcutâneo, que transporta para o exterior as ligações que permitem controlar manualmente a potência da bomba do LVAS e a monitorização do sistema. Esse sistema é alimentado por duas baterias, podendo estas e o próprio Controlador do

---

<sup>517</sup> *About Worldheart*, [www.worldheart.com](http://www.worldheart.com)

Sistema, ficarem alojados no vestuário, numa mala ou mochila. A natureza portátil do LVAS permite aos pacientes regressar a casa e gradualmente reconquistar uma vida normal. <sup>Figura 84</sup>

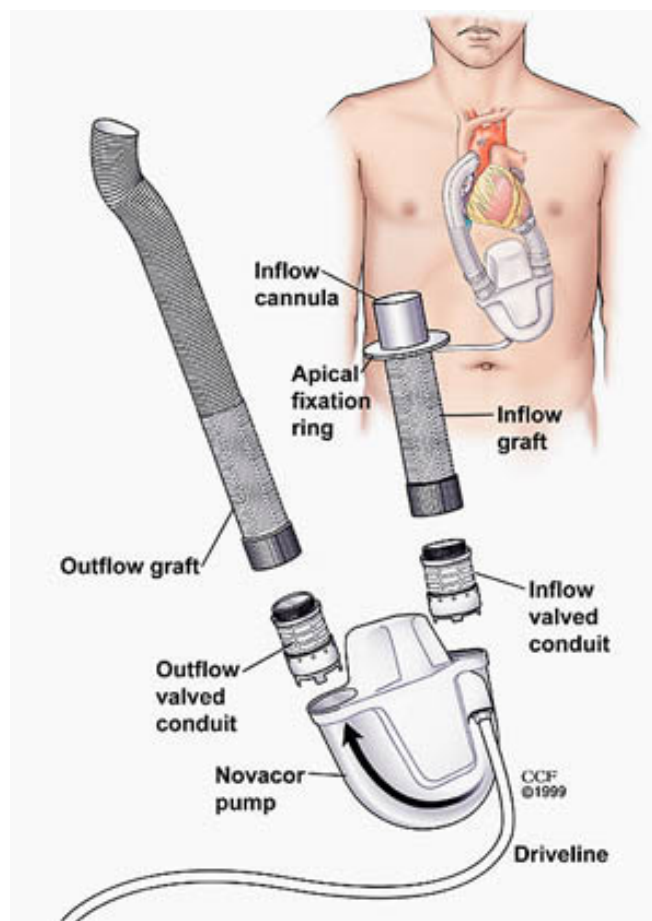


Figura 84 – Esquema do sistema do coração artificial *WorldHeart Novacor LVAS*.

Foi o caso de R. J., um nadador profissional que aos dezoito anos sofreu de alguns problemas cardíacos enquanto treinava para as Olimpíadas e que resultaram, poucos meses mais tarde, numa paragem cardíaca. Foi-lhe então temporariamente implantado um *Novacor LVAS* que substituiu durante três meses o funcionamento do seu coração, após o que mais tarde foi submetido a um transplante cardíaco podendo voltar, pouco tempo depois, à natação. Em 2001, R. J. conseguiu ganhar cinco medalhas de ouro nos World Transplant Games, concretizando assim parte do seu sonho, o que não teria sido

possível sem o recurso temporário ao *Novacor LVAS* o qual lhe permitiu levar uma vida normal até que surgisse um doador<sup>518</sup>.

Também Mauro, em 1996, um italiano proprietário de um restaurante em Padova, sofreu de um problema cardíaco grave que o impossibilitava, durante um curto período de tempo, ser sujeito a um transplante. Assim, usando o *Novacor LVAS*, Mauro esperou que o risco da operação ao coração diminuísse. Entretanto, continuou a fazer a sua vida normal, trabalhando no seu restaurante. Em 2000, pôde finalmente ser operado e receber o coração de um doador. Detém, até hoje, o recorde mundial de permanência com um único coração artificial: mais de quatro anos<sup>519</sup>.

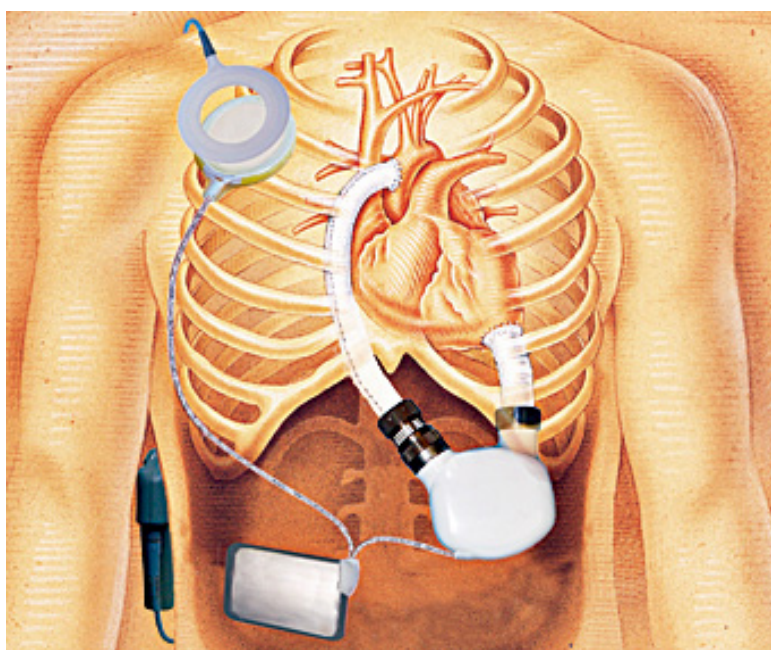


Figura 85 – Prótese do novo coração artificial da WorldHeart, *HeartSaver VAD*.

Do entre a nova geração de LVAS, destaca-se o *HeartSaver VAD*.<sup>Figura 85</sup> Para além de ser substancialmente menor do que o seu antecessor – cerca de metade –, pode substituir o funcionamento não só do ventrículo esquerdo mas também do direito tendo, sobretudo, a vantagem de dispensar os fios de saída subcutânea, visto que é controlado por indução magnética, o que permite integrar uma parte do sistema no interior do corpo do paciente e outra parte no exterior sem ligação através de fios. Isto

<sup>518</sup> *Patient Experiences*, [www.worldheart.com](http://www.worldheart.com)

<sup>519</sup> *Ibidem*.

deve-se ao Transcutaneous Energy Transfer system (TETs)<sup>520</sup>, que transfere energia através da pele, intacta, do carregador externo para o controlador implantado. A eliminação de fios e tubos reduz consideravelmente o risco potencial de infecção, assim com melhora substancialmente a mobilidade, a estética e o conforto do paciente. O controlador interno incorpora uma bateria recarregável que suporta operações temporárias, facilitando assim actividades como o banho ou a natação.

Esta nova tecnologia irá, em breve, permitir, para além do salvamento de vidas, uma autonomia e uma autoconfiança, até agora, impossíveis de alcançar, permitindo uma grande melhoria na qualidade de vida dos doentes cardíacos. O desenvolvimento tecnológico e o crescente conhecimento acerca do funcionamento do corpo humano autorizam a que hoje se possa, com alguma tranquilidade, falar da substituição de membros de grande complexidade, como as pernas, ou de órgãos com uma complexidade ainda superior, como é o caso do coração. Por agora, estes aparelhos são próteses com prestações inferiores às dos órgãos que substituem. No futuro, todavia, estas regras poderão vir a ser alteradas.

Numa primeira fase da reconstrução do corpo humano através da artificialidade, o Homem irá provavelmente, desenvolver órgãos e membros artificiais com desempenhos superiores aos dos órgãos e membros naturais mas, numa segunda fase, iremos conseguir a reconstrução natural dos nossos órgãos e membros tal como o fazem, há milhões de anos, alguns animais – é o caso das salamandras que conseguem reconstruir totalmente um membro amputado. O corpo humano, em alguns casos de amputação, também o consegue naturalmente, tal como acontece, por exemplo, a um nível reduzido, com as extremidades dos dedos, desde que a amputação não envolva articulações. Face à evolução do nosso conhecimento, a questão que se poderá colocar num futuro próximo, face a uma amputação, será eventualmente a de se houver a possibilidade de escolha entre a integração de um elemento artificial com prestações superiores às do elemento natural e a reconstrução do órgão ou membro, quais serão as opções dos pacientes? Um corpo naturalizado ou um corpo hiperartificializado? Será que nessa perspectiva poderemos vir a ter dois tipos de humanos?

---

<sup>520</sup> *Next Generation LVAS*, [www.worldheart.com](http://www.worldheart.com)

## 1.2 - Biopróteses Industriais

Os seres humanos sempre desenvolveram sistemas adaptativos que lhes permitissem uma maior integração no meio. O recurso à pele de animais para protecção do frio é um dos primeiros e mais óbvios exemplos desse processo de adaptação e pode-se mesmo afirmar que as vestes em pele devem ter sido precisamente dos primeiros artefactos desenvolvidos pelo homem o que se justifica pelo facto de constituírem objectos indispensáveis à sua sobrevivência no ambiente climático do planeta.

Hoje, graças ao avanço tecnológico, assistimos ao desenvolvimento de produtos com enormes prestações à base de materiais compostos por microfibras que potencializam o corpo, permitindo-lhe melhorar o rendimento muscular, a penetração hidrodinâmica, a resistência ao frio e ao calor, entre outros<sup>521</sup>. Em paralelo, assistimos ao desenvolvimento de sistemas que nos possibilitam respirar em meio aquático ou até mesmo ao desenvolvimento de fatos que nos permitem voar, como no caso do Skysurf.

Com efeito, os desportos radicais são, por excelência, actividades em que o ser humano explora, e intencionalmente, as suas capacidades de adaptação a condições extremas. Por intermédio de equipamentos adequados à sua prática, esses desportos põem à prova materiais de prestações elevadas que, em conciliação com a superação das limitações físicas do corpo, nos permitem ultrapassar os mais diversos obstáculos e sobreviver nas condições mais adversas. O seu objectivo é satisfazer a curiosidade humana permitindo-nos acesso a todos os locais do planeta. Mergulhar até às profundidades dos mares, subir até às cordilheiras mais altas, descer a vulcões, saltar de um avião e aterrar em segurança são, até hoje, os nossos limites. Mas a Terra já não chega. Também vamos à Lua e iremos a Marte. Enquanto raça, desafiamos as leis de Darwin. A nossa adaptação já não é unicamente determinada pela natureza. Parte dela é conseguida através de sistemas tecnológicos cada vez mais complexos, inteiramente pensados e produzidos por nós.

---

<sup>521</sup> Sobre essa temática salienta-se o projecto do autor, *Ser Simbiótico*, retratado no capítulo “Design Simbiótico e Projecto Simbiótico”.

### 1.2.2 - Nike Air Go LWP

O pé humano suporta o peso inteiro do nosso corpo e, embora seja uma extraordinária peça do desenvolvimento genético, é extremamente delicado e constantemente solicitado para múltiplos e variados esforços. Curiosamente, é um elemento que funciona como um todo elástico do qual só algumas partes estão em contacto directo com o solo. E é, precisamente, com a interrelação dessas diferentes partes que os designers de calçado desportivo têm de se preocupar particularmente, ou seja, com o conforto proporcionado pelo equilíbrio ergonómico e antropométrico das peças por si criadas. Outra das questões inerentes ao desenho de sapatos desportivos é o factor leveza, pois que quanto mais leve for o sapato menos esforço é empreendido pelo utilizador enquanto se desloca.

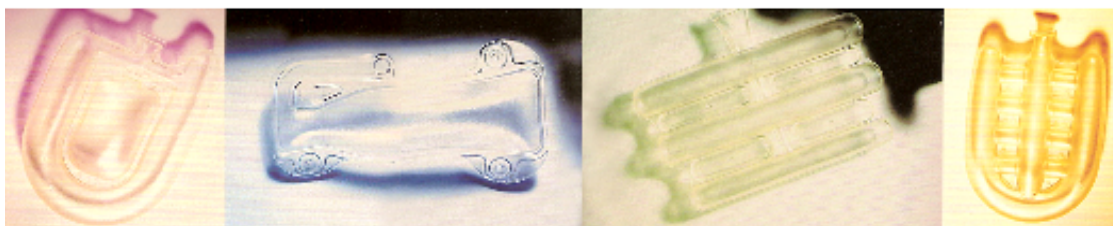


Figura 86 – Almofadas insufladas de ar da Nike (1994). Da esquerda para a direita: *Tensile-Air*, *Nike Air*, *Nike Air* de baixa pressão e *Flexile-Air*.

A partir de 1993, a Nike desenvolveu uma tecnologia, a que chamou *Nike-Air*<sup>522</sup>, que utiliza almofadas em poliuretano, que contêm um gás que reduz o impacto dos choques no pé.<sup>Figura 86</sup> Essas membranas são incrustadas nos pontos mais sensíveis das solas e, para além de serem extremamente leves, providenciam conforto e protecção ao pé no momento de impacto. A empresa conseguiu, assim, através de uma única solução, amplificar os factores conforto e leveza dos seus sapatos.

Os investigadores da Nike estudaram as diferentes utilizações possíveis da *Nike-Air* e, em função destas, desenvolveram diferentes tipos de almofadas e sapatos. Uma das mais simples é a *low pressure Nike-Air*<sup>523</sup>, composta por uma forma tubular adequada

<sup>522</sup> Paola Antonelli, *Mutant Materials in Contemporary Design*, New York, Ed. The Museum of Modern Art, 1995, p.73.

<sup>523</sup> *Ibidem*.

ao andar e habitualmente situada por sob o calcanhar. Uma das suas variantes mais complexas é a *Air Max*<sup>524</sup>, que combina quatro câmaras individuais com dois tipos de pressão diferentes. As câmaras laterais são usadas para estabilizar o peso do pé e portanto, a sua pressão é maior, enquanto as centrais, no interior da sola, são mais flexíveis, amortecendo o andar. A *Tensile-Air*<sup>525</sup> consiste numa membrana muito fina, colocada pontualmente debaixo do calcanhar, na parte posterior do pé ou no perímetro lateral. Já a *Flexile-Air*<sup>526</sup> possui características diferentes, na medida em que apresenta vários canais profundos que criam uma estrutura flexível, promovendo uma elasticidade anatomicamente correcta para cada movimento, sendo adequada a actividades como o atletismo ou o basquetebol.



Figura 87 – Corte transversal de sapato de desporto, Nike *Air Go LWP*.

Um exemplo destas tecnologias aplicadas a calçado profissional é a *Nike Air Go LWP* (Lightweigth Performance), um sapato para alta competição que incorpora a *low pressure Nike-Air*, por sob o calcanhar e a lâmina *Tensile-Air* na parte posterior do apoio do pé<sup>527</sup>. Figura 87

<sup>524</sup> *Ibidem.*

<sup>525</sup> *Ibidem.*

<sup>526</sup> *Ibidem.*

<sup>527</sup> *Ibidem.*



Figura 88 – Modelo mais recente de Nike *Air Go*.

Estes exemplos demonstram que a biomecânica, aplicada a tipos muito diferentes de sapatos, responde às necessidades exigidas por cada modalidade desportiva, adaptando tecnologias à optimização de prestações específicas (a Nike introduziu um gás inerte numa membrana de poliuretano para criar um efeito de absorção e ressalto quando se corre). Inicialmente desenvolvida para atletas, a tecnologia *Nike-Air* está agora ao alcance de todos.<sup>Figura 88</sup> Materiais e sistemas são usados para proteger, amortecer e absorver o impacto, e entre esses materiais encontram-se espumas de poliuretano e gel. Os sapatos podem ser completamente almofadados e alguns podem inclusive massajar o pé num processo designado por “reflexologia em movimento”<sup>528</sup> Figura 89



Figura 89 – Modelo de Nike *Air Go*.

<sup>528</sup> Marie O’Mahony e Sarah E. Braddock, *Sportstech*, London, Ed. Thames & Hudson, 2002, p.170.

### 1.2.2-Tan Delta *Force Fin*

As barbatanas são um dos exemplos mais directos do que é uma *Bioprótese*, sendo que, no processo de adaptabilidade do corpo humano ao meio marinho, a analogia que é estabelecida entre o objecto e a natureza é facilmente reconhecível (tal como o próprio nome indica, a “barbatana” é morfológica e funcionalmente inspirada na barbatana das rãs e dos peixes). O processo adoptado por Bob Evans para melhorar as barbatanas tradicionais, partiu da observação da natureza, pois que, como fotógrafo marinho, teve inúmeras oportunidades de analisar os peixes no seu habitat. No seu estudo minucioso, B. Evans verificou que consoante diferentes espécies de peixes, as barbatanas possuíam formas e comportamentos específicos, sempre em função do princípio da economia de meios que, aliás, é comum a toda a natureza. Foi essa relação, biomorfia/peso/comportamento/economia de meios, que B. Evans analisou e transportou para os seus modelos destinados a humanos.



Figura 90 – Diferentes modelos da barbatana Tan Delta *Force Fin*.

Concebidas na década de 80, as barbatanas *Force Fin* são um exemplo de como, um equipamento de desportos aquáticos altamente eficiente é compatível com a poética e a capacidade de inovação em design.<sup>Figura 90</sup> Essas inovações incluem: a fixação do pé e a libertação dos dedos, o que reduz a hipótese de câibras e fadiga, permitindo um bater de pés poderoso e confortável; a maior organicidade nas curvaturas das lâminas, permitindo uma natural e eficaz batida de pés; e as próprias formas que permitem uma propulsão mais rápida que evita a turbulência. Isto significa um design integrado e dinâmico, em sintonia com a elasticidade do corpo humano.<sup>Figura 91</sup> O melhor exemplo

disso é a forma como a força do pé é exercida. Ao contrário das barbatanas comuns – que exercem uma grande pressão na extremidade dos pés, trabalhando mais com os músculos destes e com os da parte inferior da perna –, a *Force Fin* liberta as extremidades dos pés, exercendo a sua pressão no peito do pé, o que obriga a trabalhar os músculos da parte inferior e da parte superior das pernas. Esta solução é baseada nos conhecimentos da biomecânica humana e da ergonomia.



Figura 91 – Barbatanas *Force Fin*.

Como refere B. Evans: “Estudando a locomoção animal marinha e a biomecânica humana, nós pesquisamos e desenhamos as nossas barbatanas para tirar partido das leis da natureza e da física”<sup>529</sup>. Isto permitiu um modo de utilização mais rentabilizado por parte do nadador ao mesmo tempo que a barbatana adquire novas potencialidades, elevando as suas prestações. Ao nadar, quando o mergulhador bate o pé para baixo, a lâmina da barbatana abre para cima com vista a tirar o máximo partido do impulso e, acumulando a força máxima de todos os músculos da perna, impulsiona sem grande esforço o nadador para a frente. Quando a lâmina baixa, a barbatana assume a sua forma original, impulsionando novamente o nadador para a frente. Assim que começa

<sup>529</sup> *The Truth About Swim Fins*, [www..forcefin.com](http://www.forcefin.com)

a subir, a lâmina vai-se dobrando lateralmente para baixo, diminuindo a resistência à água e minimizando assim o esforço dos músculos da perna, ao mesmo tempo que canaliza a água para trás, aumentando a velocidade do mergulhador.<sup>Figura 92</sup> Este rendimento é possível, graças ao desenho em forma de lâmina curva em vez do tradicional desenho de lâmina plana; na sua base encontra-se o estudo profundo de B. Evans sobre a forma como os peixes se movimentam enquanto se deslocam, estudos cujos resultados a equipa de “engenharia de design” envolvida no seu projecto aplicou ao desenho das barbatanas. Na produção da *Force Fin*, outro factor houve que contribuiu para aumentar a sua flexibilidade e capacidade de resposta a uma variada complexidade de movimentos e que consistiu na substituição da borracha, material tradicionalmente utilizado nesse género de equipamentos, por uma resina de poliuretano extremamente elástica e detentora de memória.

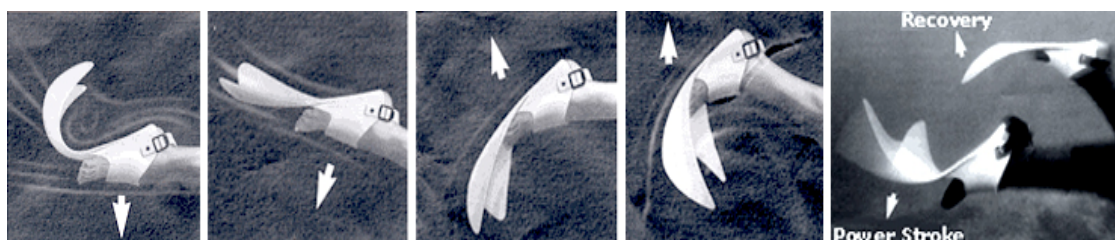


Figura 92 – Sequência de movimentos da barbatana Tan Delta *Force Fin*, e respectivo comportamento hidrodinâmico.

Comercializada em seis tamanhos diferentes para melhor se adaptarem aos pés dos nadadores, as *Force Fin* são postas no mercado em cinco cores brilhantes e preto mate, um pedido da U. S. Navy S.E.A.L., e apresentam uma dureza de 90 e uma repercussão de 100, procurando assim maximizar a eficácia da propulsão e ao mesmo tempo conservando uma grande capacidade de manobra. Para além do modelo *Tan Delta*, existem ainda seis *Force Fin*: *Pro*, *Original*, *Foil*, *Extra*, *Excellerating* e *Adjustable*<sup>530</sup>. Pela sua capacidade de inovação, as barbatanas Tan Delta *Force Fins* foram várias vezes premiadas, como no “Think Uretane 2000”<sup>531</sup>, e estão incluídas na Colecção de Design do MoMA, Museu de Arte Moderna de Nova York<sup>532</sup>.

<sup>530</sup> *Force Fins for Scuba*, www..forcefin.com

<sup>531</sup> Stevens Urethane, www..forcefin.com

<sup>532</sup> P. Antonelli, *op. cit.*, p.23.

### 1.2.3 - Speedo *Fastskin*

A Speedo é uma companhia australiana com tradição no desenvolvimento de fatos de banho. Em 1928, a empresa lançou o seu primeiro produto, o *Racerback*. Ao contrário do que acontecia com outras marcas da época, que usavam a lã para a confecção, o *Racerback* foi produzido em seda. Devido às suas características inovadoras, o fato-de-banho da Speedo foi imediatamente adoptado pela campeã do mundo de natação, Arnie Borg, e o seu sucesso ajudou a colocar a empresa entre as marcas líderes de fatos-de-banho, a nível mundial.

Em 1957, a Speedo substituiu a seda por nylon e mais tarde, nos anos setenta, optou por o misturar com Lycra, confirmando assim a sua capacidade para desenvolver e integrar nos seus produtos os novos materiais têxteis. Foi o que aconteceu com o seu modelo *Speedo Fastskin*, que dominou a natação nos Jogos Olímpicos de Sidney, em 2000, sendo usado pelas equipas de cento e trinta países. Como confirmação da sua qualidade, basta enunciar que 13 dos 15 recordes mundiais desse campeonato foram batidos com o *Fastskin*<sup>533</sup>.

O *Fastskin* é inspirado no tubarão, um dos mais rápidos animais marinhos. Ou melhor, é baseado na sua pele, grande responsável pela sua rapidez. O corpo do tubarão não é considerado particularmente hidrodinâmico na medida em que está preparado para que, devido às suas características de predador, o animal se movimente lentamente na água. E é, precisamente, a conjugação de um volume, o corpo, que permite deslocações a baixa velocidade, com uma superfície preparada para altas velocidades subaquáticas, característica proporcionada pela sua pele, que faz do tubarão um predador marinho de grande sucesso. E foi, provavelmente, essa combinação de factores que motivou os investigadores da Speedo a desenvolverem o *Fastskin*, isto é, a aliarem a um volume, o do corpo humano, que não é particularmente hidrodinâmico, uma pele que lhe aumentasse a velocidade.<sup>Figura 93</sup>

A pele do tubarão é coberta por uma série de pequenos espinhos bem afiados com configuração hidrodinâmica, escamas rígidas, também designadas dentes dérmicos.

---

<sup>533</sup> *Swin industry News*, [www..swininfo.com](http://www..swininfo.com)

Esses espinhos são revestidos, na parte superior, por esmalte dental enquanto a parte interior, que ancora na pele, é em osso. Estas escamas dentadas reduzem consideravelmente a resistência da água em redor da pele do tubarão, permitindo-lhe, ao criar uma película de água em seu torno, deslizar na água e atingir velocidades muito elevadas.

### Swimwear's new sleek design

Think of a shark and how efficiently it moves through the water. Speedo took a cue from nature and designed its Fastskin swimsuit to channel water away and reduce drag similar to a shark's skin.

**How it works** The fabric holds the body in, reducing muscle vibration which reduces fatigue. Water doesn't adhere to the suit. The v-shaped ridges cause vortices of water to spiral off and flow away from the swimmer.

Seams crisscross the suit and hug body contours. Each 1-inch length of seam contains 52 inches of thread.

Chevron-shaped panels in the fabric stretch.

Made of Lycra and polyester.

**The long-sleeve version** A tight mesh fabric (without ridges) runs inside the arm from wrist to just under the armpit. Water can permeate the mesh so the swimmer gets a better feel for the water and can moderate his or her stroke accordingly.

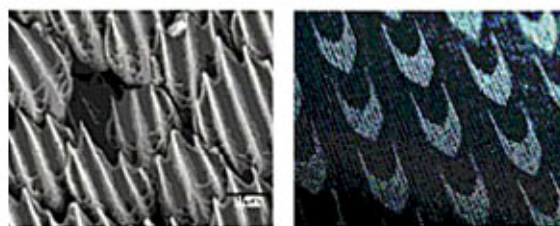



Figura 93 – Esquema de processo biomimético do Speedo *Fast Skin*: à esquerda, pele de tubarão e à direita, amostra de tecido *Fast Skin*.

Foi esta configuração da pele de tubarão que os investigadores da Speedo reproduziram no *Fastskin*, afastando-se assim dos métodos convencionais de desenvolvimento de fatos de banho e focando-se antes na *biomimética*, recorrendo ao estudo e aplicação de soluções que a natureza desenvolveu para resolver um mesmo problema. Combinando painéis de tecido com estrias em forma de V, que diminuem o arrastamento e a turbulência, com uma costura especial, o *Fastskin*, por um lado, aumenta a compressão dos músculos, reduzindo a sua vibração e, aumentando, consequentemente, a sua coordenação, ao mesmo tempo que se molda ao corpo com a eficácia de uma segunda pele. Testes efectuados com atletas profissionais demonstram

que o *Fastskin* (modelo *Full Bodyskin*) é 7,5% mais rápido do que qualquer outro dos fatos-de-banho testados e apresenta menos 3% de resistência superficial do que o modelo anterior, o *Speedo Aquable*<sup>534</sup>. Um processo de digitalização tridimensional do corpo dos atletas de alta competição garante que estes tenham um fato de banho que configura os contornos do seu corpo, num processo de alinhamento dos músculos com as costuras do fato, garantindo-se assim a tensão ideal do corpo<sup>535</sup>. O *Speedo Fastskin* tornou-se uma referência no mundo do desporto e foi galardoado com o “Best Designed Sport Kit” dos Sport Industry Awards em 2002<sup>536</sup>.



Figura 94 – Modelo *Fast Skin* (2000) e modelo *Fast Skin II* (versão *Full Bodyskin* - 2004).

Em 2004, foi lançado o *Fastskin II*, o mais “rápido” fato-de-banho do mundo, como resultado de quatro anos de pesquisa exaustiva, apoiada na alta tecnologia computacional da CyberFX, usada no cinema, na Fórmula Um e na America’s Cup, conhecida pelo seu domínio na tecnologia de modulação *laser-scan* utilizada no filme *Matrix* e que permitiu digitalizar os corpos dos campeões olímpicos Ed Moses e Gabrielle Rose de modo que, a partir de manequins perfeitos fossem, pela primeira vez, produzidos fatos específicos para homem e para mulher.<sup>Figura 94</sup> A Fluent, empresa

<sup>534</sup> *Speedo FSII Bodyskin*, [www.sports-spot.com](http://www.sports-spot.com)

<sup>535</sup> M. O’Mahony, S. E. Braddock, *op. cit.*, p.124.

<sup>536</sup> *Swin industry News*, [www.swininfo.com](http://www.swininfo.com)

que lidera o software da dinâmica dos fluidos, possibilitou a análise dos fluxos e resistências ao longo da utilização do novo fato-de-banho e a Otago University, que detém um dos mais importantes canais de água do mundo, permitiu a execução de testes, que no total foram mais de 1000, e que passaram por três continentes. Este método multidisciplinar de investigação e desenvolvimento permitiu à Speedo, e ao *Fastskin II*, reduzir a resistência na água em 4%<sup>537</sup>. Tal como afirmou Nathalie Coughlin, seis vezes recordista mundial de natação: “A Speedo tem os melhores produtos, o mais dedicado grupo de investigação e o mais rápido fato-de-banho do mundo”<sup>538</sup>. Figura 95



Figura 95 – Nadadora com *Fast Skin II* (versão Full Bodyskin).

<sup>537</sup> *Speedo goes top secret to develop suit*, [www.usatoday.com](http://www.usatoday.com)

<sup>538</sup> *Speedo Fastskin*, [www.yenra.com](http://www.yenra.com)

### 1.3 - Tecnopróteses Industriais

As *tecnospécies* industriais são simultaneamente as mais numerosas e as que comportam maiores riscos. Gozam de maior autonomia em relação ao corpo humano e atingem, portanto, escalas que nos ultrapassam e fazem inclusivamente perigar a nossa existência. Mas também salvam muitas vidas. A sociedade de consumo considera-as uma necessidade, desprezando o facto do excesso nos poder sufocar. Difíceis de enumerar exaustivamente dada a sua vastidão, vão da simples esferográfica ou isqueiro, ambos descartáveis, aos super-computadores que comandam os arsenais bélicos. A sua capacidade de mutação é enorme.

Assistimos ao nascimento, no séc. XX, da câmara fotográfica, pouco depois surge a câmara de filmar, nos anos 10, verifica-se a afirmação do telefone, nos anos 50 é a confirmação do gravador de som e, nos anos 70, assistimos ao aparecimento do computador. Hoje, ao alcance de milhões de utilizadores existe um telemóvel de 3ª geração com Agenda e PDA, gravador de som, câmara fotográfica, de vídeo e acesso à internet. A mutação demorou apenas um século para se concretizar. Foi o tempo suficiente para grandes *espécies técnicas* se desenvolverem e compactarem de modo a coexistirem num só corpo, que se vai tornando menor do que qualquer um dos seus antecessores individuais. As *tecnopróteses* industriais rodeiam-nos por todo o lado. São como os insectos. E tal como estes são imprescindíveis à nossa sobrevivência. Mas são também uma das causas da nossa decadência. São demasiado poderosas. Já não sabemos passar sem elas.

#### 1.3.1 - Sony Walkman *TPS-L2*

A cassette áudio lançada pela Philips, em 1961, havia sido um sucesso. Todos os grandes fabricantes tinham aceiteado este formato, graças não apenas ao facto de a Philips ter cedido gratuitamente os direitos de fabricação<sup>539</sup> e do produto apresentar, em relação ao vinil, menos fragilidade mas, sobretudo, por permitir gravações. Nos

---

<sup>539</sup> M. Bertherat e M. de Halleux, *op. cit.*, p.85.

inícios dos anos 70, os leitores/gravadores de cassetes encontravam-se já difundidos nos ambientes domésticos e automóveis, mas não existia ainda uma unidade portátil estéreo que permitisse aos audiófilos escutar as suas músicas, com qualidade estéreo, quando se encontravam em movimento. Uma das opções surgidas era, no momento, o *Sony TC-DS*, um modelo estéreo pequeno mas muito pesado, usado por Masaru Ibuka, um dos fundadores da Sony, que tivera a ideia de lhe associar uns auscultadores e que, estrategicamente, lançou o desafio de produção de um leitor/gravador portátil a Norio Ohga, presidente executivo da empresa. O primeiro protótipo foi realizado a partir de um gravador portátil direccionado para jornalistas profissionais, o *TCM-100*, do qual foi removido o sistema de gravação, e efectuada uma conversão que passava a permitir fazer reproduções em estéreo. Acrescentou-se-lhe ainda um par de auriculares. O som era de tão boa qualidade que a ideia foi apresentada a Akio Morita, presidente e um dos fundadores da Sony, que, nessa sequência, declarou a propósito do novo produto: “O público-alvo são os estudantes e outros jovens, pelo que o produto deve ser lançado antes das férias de verão”<sup>540</sup>.



Figura 96 – Sony *TPS-L2* (1979), primeiro walkman comercializado.

Não era a primeira vez que a Sony aceitava desafios tecnológicos na área da miniaturização e da portabilidade. Pioneira na utilização de circuitos transistorizados

---

<sup>540</sup> Paul Kunkel, *Digital Dreams*, Ed. Laurence King, 1999, p.42.

lançou, em 1955, um dos primeiros rádios transistorizados de bolso e, em 1959, a primeira televisão transistorizada portátil do mundo. Em 1968, produziu o *Sony TC-50*, um gravador de cassetes áudio destinado ao mercado profissional de jornalistas, e que constituiu um considerável salto qualitativo na área. Basta referir que o *Sony TC-50* foi o gravador portátil escolhido pela NASA para equipar a missão Apollo 10<sup>541</sup>. Derivado dos sofisticados gravadores compactos para jornalismo, o *Walkman* – nome proposto por Toru Kohno do departamento de publicidade –, o primeiro leitor de cassetes portátil compacto, propriedade da Sony, surge então como um conceito inteiramente novo no domínio da electrónica de grande consumo.<sup>Figura 96</sup> Suficientemente pequeno para ser colocado num bolso ou à cintura e com auscultadores estéreo para saída de som, o leitor portátil *Walkman*, embora com um preço inicial elevado, atingiu um sucesso que nem a própria Sony previra: lançado a 1 de Julho de 1979, tornou-se um dos primeiros produtos personalizados, colocando-se entre o objecto funcional e o acessório de moda.<sup>Figura 97</sup> O modelo *TPS-L2* foi o primeiro produzido com cerca de 30.000 unidades em 1979, antes de ser reformulada toda a produção com o lançamento do *WMI*, em 1980, e do *WM-2*, em 1981.



Figura 97 – Cartaz das primeiras publicidades ao walkman Sony *TPS-L2*.

Este último modelo apresentava já o produto na sua maturidade: dimensões próximas das da cassette áudio, botões na superfície e materiais plásticos em cores brilhantes.

<sup>541</sup> S. Bayley, *op. cit.*, p.61.

Kaoru Sumita, que o desenhou, fez do Walkman um produto “lifestyle”, ainda antes deste termo ser inventado<sup>542</sup>. O grande salto seguinte verificou-se com o aparecimento, em 1988, do *WM-DD Quartz*, desenhado por Joe Wada e considerado o mais sedutor Walkman jamais criado sendo e actualmente encarado como peça de colecção. Com o seu corpo em alumínio anodizado a negro e fidelidade musical de topo destinava-se a um público audiófilo mais exigente. Hoje existem mais de 350 Walkman’s diferentes, representativos de diferentes grandes grupos de consumo: a linha “sofisticada/elegante” focalizada predominantemente em princípios estéticos; a linha “mainstream” que privilegia a funcionalidade e o conforto; a linha “image-making fashion” mais vinculada à moda; e finalmente, a linha “sports”, uma das mais populares e identificáveis<sup>543</sup>. O “Walkman”, em 1979 deu assim origem a uma longa família de portáteis de tipologias diferentes na Sony, caracterizados por uma incorporação tecnológica elevada de alto sucesso, tal como é o caso dos seus sucedâneos: a “Watchman” (1982), o “Discman” (1984), a “Handycam” (1985), o “MD Walkman” (1992) ou, mais recentemente, o “DVD Discman” (1998).



Figura 98 – Cartaz do walkman onde este é apresentado como produto “lifestyle”.

<sup>542</sup> P. Kunkel, *op. cit.*, p.43.

<sup>543</sup> *Ibidem*.

Depois dos relógios e das câmaras fotográficas, este foi um importante passo evolutivo ao nível da transportabilidade dos sistemas tecnológicos. A miniaturização e a aproximação ao corpo correspondem, na verdade, a um grande avanço que constitui na passagem destes produtos do interior das casas para as ruas, definindo novos comportamentos e formas de estar associadas a um novo nomadismo urbano, característico dos finais do século XX.<sup>Figura 98</sup>

### 1.3.2 - Motorola *Micro Tac*

Em 1983, a Motorola lança o *DinaTAC*, o primeiro telefone portátil comercializado no mundo. Este telemóvel, cujo nome significa “Dinamic Adaptive Total Area Coverage”, representava uma nova proeza tecnológica. É certo que já anteriormente existiam telefones móveis, projectados, contudo, para automóveis, os chamados “Car Phones”; e é certo também que, depois destes surgiram telefones transportáveis, com as dimensões de uma pequena mala. A redução das dimensões para um telefone portátil deveu-se, porém e efectivamente, à Motorola.

A tradição na inovação em sistemas móveis era já há muito um facto constatado na história da empresa; basta para tal recordar o lançamento do primeiro auto-rádio de grande difusão em todo o mundo, em 1930<sup>544</sup>. Esse produto, baptizado como *Motorola*<sup>545</sup>, obteve um grande sucesso comercial, que seria repetido pela marca, alguns anos mais tarde, com o lançamento do primeiro transmissor portátil de rádio (Walkie-Talkie)<sup>546</sup>. Ambos confirmaram da marca uma tradição ligada ao desenvolvimento das comunicações sem fios. E é também na sequência da implementação interna dessa filosofia que a Motorola lança, nos anos 40 e 50, três outras invenções suas: o “pager”, o radiotelefone de automóvel e o emissor/transmissor por via satélite. Foi graças a este último sistema, e à Motorola, que pudemos ouvir a voz do astronauta Neil Armstrong pronunciar as primeiras

---

<sup>544</sup> *Motorola célèbre les 20 ans du mobile*, [www.motorola.fr](http://www.motorola.fr)

<sup>545</sup> O nome “Motorola” deveu-se ao facto do produto associar as noções de som e de movimento. Esse nome será posteriormente adoptado para a empresa, em 1947, substituindo assim o anterior: “Galvin Manufacturing Corporation”.

<sup>546</sup> *Ibidem*.

palavras proferidas na Lua: “Um pequeno passo para o homem, um grande passo para a humanidade”<sup>547</sup>.

Durante a década de 70 a Motorola dedica-se ao desenvolvimento de um instrumento de comunicação portátil que irá revolucionar as comunicações, o telefone celular, lançado em 1983. O Motorola *DynaTac 8000X*, com 33cm de altura, 794gr de peso e 60mn de autonomia em conversação e 8h em espera<sup>548</sup>, foi um sucesso. Como refere Rudy Krolopp, director de design industrial da empresa, na altura: “Os consumidores estavam tão impressionados com a ideia de estarem sempre acessíveis, com o telefone portátil, que a lista de espera para o *DynaTAC 8000X* tinha milhares de nomes, isto malgrado o preço de venda inicial de 3 995 dólares”<sup>549</sup>. Apelidado, pelas suas formas, de “o tijolo” esse aparelho revelava mais semelhanças com um “Walkie Talkie” – área em que a Motorola tinha grande experiência – do que com os futuros telemóveis. Mas representou, sem dúvidas, o início de um grande passo no âmbito das comunicações pessoais.<sup>Figura 99</sup>



Figura 99 – Evolução dos telemóveis desde o *DynaTAC* (1983) até ao *StarTAC* (1996).

Em 1989, a Motorola lança o primeiro telemóvel de bolso, o *MicroTAC*. Projectado por uma equipa composta por R. Krolopp, Al Nagele e Leon Soren, era o telemóvel mais compacto e leve da sua época, com 17cm de altura, 349gr de peso, 100mn de autonomia em conversação e 8h em espera<sup>550</sup>. O *MicroTAC* apresentava já cerca de

<sup>547</sup> *Ibidem.*

<sup>548</sup> *Ibidem.*

<sup>549</sup> *Ibidem.*

<sup>550</sup> *Ibidem.*

metade das dimensões e do peso do *DynaTAC*. O seu desenho impressionou a crítica e os consumidores pelo facto de ser o primeiro telemóvel a incorporar o sistema “flip”<sup>551</sup> que consistia numa tampa que, para além de proteger o teclado e o microfone, funcionava também como interruptor para iniciar ou terminar a ligação do aparelho. Com efeito, quando o telefone tocava, bastava erguer a tampa para atender a chamada e fechá-la para a terminar. O levantar da tampa permitia ao utilizador falar muito mais próximo do microfone, o que, na altura, em que as prestações do telemóvel não eram as de hoje, suscitava um sentimento imediato de privacidade na medida em que servia de barreira à propagação do som durante a conversa<sup>552</sup>. Figura 100



Figura 100 – Cartaz publicitário do Motorola *MicroTac* onde é salientado o seu carácter “pocket-size”.

Com nítidas preocupações ergonómicas, o *MicroTAC* revolucionou a interface com os telemóveis ao propor dimensões extremamente compactas, facilitando o seu transporte e utilização, assim como incorporando o sistema “flip” que estabelece um cerimonial de comunicação com o utilizador. Figura 101

<sup>551</sup> Este sistema foi pela primeira vez utilizado num telefone pela Siemens, no modelo *Grillo*, projectado por Marco Zanuso e Richard Sapper em 1965.

<sup>552</sup> V. Albus, R. Kras e J. M. Woodham, *op. cit.*, p.162.



Figura 101 – Telemóvel Motorola *MicroTac* com o sistema “flip” (1989).

Em 1996, é comercializado o Motorola *StarTAC*, inspirado no *Communicator* da série televisiva *Star Trek*. Com 9,4cm de altura, 89gr de peso, 240mn de autonomia em conversação e 110h em espera<sup>553</sup>, este modelo constituía o telemóvel mais pequeno e ligeiro do mundo, por altura do seu lançamento.<sup>Figura 102</sup> Com a equipa agora liderada por Dan Williams, pretendia-se manter o sistema “flip” mas torná-lo mais equilibrado. E a miniaturização dos componentes possibilitava-o. A opção foi então, dividir o telemóvel em duas partes que se fechavam como uma concha, de um lado dispendo-se a bateria e o auricular e, do outro, o teclado e o microfone<sup>554</sup>.



Figura 102 – Motorola *StarTAC* (1996).

<sup>553</sup> Motorola célèbre les 20 ans du mobile, [www.motorola.fr](http://www.motorola.fr)

<sup>554</sup> V. Albus, R. Kras e J. M. Woodham, *op. cit.*, p.162.

Desde o lançamento do *DynaTAC*, em 1983, o número de utilizadores de telefones portáteis no mundo passou de 300.000 para 1,2 milhões de indivíduos, em 2003.

O telemóvel tornou-se um instrumento de comunicação individual indispensável, podendo mesmo transformar-se num objecto de moda e de culto. O utilizador, de acordo com o seu gosto pessoal, pode decorá-lo ao comprar acessórios complementares que o personalizem. O desenvolvimento das prestações oferecidas por um telemóvel contemporâneo é enorme e inclui: agenda, internet, sistema de mensagens de texto e de imagem, câmara fotográfica e de vídeo, rádio ou ainda MP3. É um escritório compacto em movimento mas também uma companhia. Com um telemóvel nas mãos nunca estamos sós!

### 1.3.3 - Macintosh *PowerBook*

Em Setembro de 1989, a Apple anunciava o *Macintosh Portable*, o primeiro computador portátil que a marca tentaria comercializar. A aceitação por parte do público não foi positiva. Era muito lento, não tinha capacidade de expansão e devido ao seu ecrã de matriz activa, era excessivamente caro. As origens do projecto remontam a meados dos anos 70, quando Alan Kay, um visionário dos computadores, defendeu a ideia do *Dinabook*, projecto que julgava imaterializável antes dos anos 90, e que descreveu como um “manipulador de conhecimento auto-contentor numa embalagem portátil do tamanho e da forma de um vulgar notebook”<sup>555</sup>, isto é, com menos de uma polegada (25,4mm) de espessura, um ecrã de LCD e com um peso total inferior a uma libra (453 gr).

Steve Jobs foi o responsável pela aceleração do processo de desenvolvimento dos computadores portáteis, ao incluir o projecto do *BookMac* no *brief* original do *Snow White*, em 1982. “O nosso último sonho”, afirmou, é um “Mac do tamanho de um livro em 1986”<sup>556</sup>. Em 1984, a Frogdesign dispendeu centenas de horas a projectar conceitos para portáteis e, em 1985, S. Jobs propôs à Apple que construísse um *BookMac* que

---

<sup>555</sup> Paul Kunkel, *AppleDesign*, New York, Ed. Graphis, 1997, p.66.

<sup>556</sup> *Ibidem*.

funcionasse por bateria. A Apple, todavia, não era experiente na área da produção de portáteis. Foram, então, estudados todos os portáteis do mercado e registadas as condições de concepção de um portátil ideal, mas, na realidade, o desenvolvimento tecnológico da época não conseguia corresponder às exigências da Apple, que considerava como prioritário um equipamento com grande autonomia, com ecrã de qualidade em que não surgisse o *submarine efect*, isto é, o desaparecimento do cursor por breves instantes durante uma movimentação rápida no ecrã, e sendo ainda necessário reduzir os parafusos para quatro, o que permitiria que o produto fosse montado por *robots*<sup>557</sup>. Esta complexidade de pré-requisitos levantou grandes dificuldades às equipas de projecto, quer da Apple quer da Frogdesign, no que respeita ao cumprimento de prazos. O projecto com o nome de código “Laguna” era demasiado ambicioso, caro e chegou tarde ao mercado. Mas finalmente, a partir de Setembro de 1989, o primeiro *Macintosh Portable* estava disponível<sup>558</sup>. <sup>Figura 103</sup> Demasiado grande e pesado para ser considerado um portátil, conseguiu ainda assim alguma aceitação por parte do mercado consumidor, dada a necessidade que se fazia sentir de um Mac alimentado por bateria. Mas ainda teriam de passar dois anos até que a Apple produzisse um portátil genuíno, o *PowerBook*.



Figura 103 – *Macintosh Portable* (1989), primeiro computador portátil da Apple.

<sup>557</sup> *Ibidem*.

<sup>558</sup> *Idem*, p.124.

O *PowerBook* foi, pois, o primeiro desenvolvimento de produto realmente importante após a chegada de Robert Brunner à Apple, em Janeiro de 1990. Com uma equipa de luxo composta por quinze engenheiros (incluindo uma equipa de engenheiros da Sony) e designers de produto (três designers industriais da ID e dois designers da Lunar Design - duas das mais importantes empresas de design americanas), o sucesso do produto estava garantido. Como referiu R. Brunner: “Com o processo do *PowerBook*, nós aprendemos mais do que com qualquer outro projecto que tivéssemos realizado”<sup>559</sup>.

No *PowerBook*, o teclado foi colocado à frente do ecrã, ficando o sistema de “trackball” à frente e ao centro, a bateria foi colocada à esquerda e o disco rígido à direita. A unidade de disquete, passível de ser interna ou externa, foi assumida internamente o que aumentou um pouco a espessura do computador mas lhe permitiu, por outro lado, uma maior autonomia. E esta foi, durante anos, a tipologia adoptada pela maior parte dos computadores portáteis.<sup>Figura 104</sup>



Figura 104 – Computador portátil Apple Machintosh *PowerBook 170* (1990).

Mas para além destes, outros pormenores foram sendo adicionados ao *PowerBook*, como foi o caso do ecrã em concha, que não permitia a entrada de cliques ou de outros elementos agressores para o ecrã, e a inclusão de dois elevadores na parte traseira para

---

<sup>559</sup> Idem, p.87.

tornar o teclado mais confortável. Outro factor importante foi a adopção da linguagem *Snow White*, desenvolvida pela Frogdesign, caracterizada pelas conhecidas riscas e que, até então, não se adequava aos portáteis<sup>560</sup>. Mas era necessário criar impacto visual. Isso foi conseguido com o recurso à charneira colocada entre o ecrã e o teclado e com a mudança de cor que, passar do branco para o cinzento-escuro, permitia esconder mais facilmente eventuais dedadas e riscos. Com o nome de código “Sapporo”, produzido pela Sony, foi comercializado nas variantes *PowerBook 100/140/170*, das quais a primeira era de menores dimensões por não incluir *Floppy Drive*, sistema esse integrado apenas a partir de Outubro de 1991<sup>561</sup>.

Como resultado do trabalho da equipa envolvida no projecto nasceu um novo Ícone do Design<sup>562</sup>. Em 1992, o *PowerBook* conquistou os mais importantes prémios de Design como foram os casos do “Gold Industrial Design Excellence” (USA), do “Industrie Forum Design Award” (Alemanha), do “Design Distinction” da ID Design Review (USA) e do SMAU (Itália), entre outros. Com efeito, este foi o mais premiado produto Apple e um dos mais importantes produtos na história da marca. O seu sucesso levou a que quase todas as marcas concorrentes, ao fim de 18 meses, tivessem redesenhado os seus portáteis em conformidade com o Apple *PowerBook*<sup>563</sup>.

Mas outro desafio foi rapidamente colocado à bem sucedida equipa de projecto que concebera o primeiro *PowerBook*. O “BobW – The Best of Both Worlds”, tal como era designado pelo departamento de Marketing da Apple, e que consistia num sistema que deveria conciliar o melhor dos dois ambientes (de Secretária e Portáteis), foi motivado por solicitações provenientes dos próprios clientes da marca: “um computador subnotebook ultraligeiro que servisse de coração a um sistema de desktop expansível”<sup>564</sup>. O resultado foi um dos mais equilibrados portáteis alguma vez concebidos, justificando por inteiro a denominação de *PowerBook*, pois as suas dimensões e peso eram as de um livro pequeno mas altamente poderoso.

Com o nome de código “Gemini”, o *PowerBook Duo Dock*, denominação com que foi comercializado, funcionava como uma cassete que se introduzia num leitor de vídeo,

---

<sup>560</sup> Idem, p.88.

<sup>561</sup> Idem, p.148.

<sup>562</sup> Idem, p.225.

<sup>563</sup> *Ibidem*.

<sup>564</sup> Idem, p.226.

pois era um portátil de reduzidas dimensões (Duo) que era inserido numa doca (Dock), passando a funcionar como Desktop com as vantagens que daí advinham: ecrã e teclado de grande formato (pois o teclado do portátil era compactado, com 88% das dimensões de um teclado normalizado), assim como acesso a periféricos como Floppy Disk, impressora, etc. Posto à venda a partir de Outubro de 1992<sup>565</sup>, o *PowerBook Duo* recebeu vários prémios de entre os quais se destacam o “Gold Industrial Design Excellence”, em 1992 (USA); no mesmo ano, o “Industrie Forum Design Award” (Alemanha); e o “Honorable Mention” da ID Design Review (USA), em 1993<sup>566</sup>.

Este produto confirmava, pela segunda vez, a qualidade e inovação dos produtos da Apple e, conseqüentemente, da sua equipa de desenvolvimento de portáteis, conseguindo, em pouco mais de 2 anos, passar de uma situação de inexperiência para uma posição de referência no mercado. E essa posição, merecidamente, foi mantida até aos nossos dias.



Figura 105 – Computador portátil Apple Machintosh *PowerBook 5300* (1995).

Em 1993, a Apple introduz os ecrãs a cores nos portáteis e, em 1994, não só incorpora o som estéreo nesses equipamentos, como faz a substituição da *rolling ball* pela

---

<sup>565</sup> Idem, p.153.

<sup>566</sup> Idem, p.226.

*trackpad* - um sistema de deslocação do rato através da movimentação do dedo num ecrã sensível, sistema esse ainda hoje utilizado na maioria dos portáteis<sup>567</sup>. Em 1995, surge o *PowerBook PC*,<sup>Figura 105</sup> já compatível com os PCs e que introduz uma significativa inovação técnica, a ligação à internet sem fios. Em 1996, é introduzido o leitor de CDs assim como a memória RAM em módulos e, em 1998, é lançado o *PowerBook G3*, equipado com um superprocessador. Seria o primeiro portátil a poder ser encomendado por medida graças aos sistemas modulares que permitiam a escolha de diferentes módulos, como fossem a inclusão de 2 baterias ou leitor de CD, ZIP ou Disquetes. Nesse mesmo modelo é igualmente proporcionada a possibilidade de opção por ecrãs de diferentes dimensões<sup>568</sup>. Em 1999, sai o *iBook*, a versão portátil do *iMac*, e um dos Desktop mais revolucionários alguma vez criados. Fruto do regresso de Steve Jobs à Apple e da inclusão de Jonathan Ive na equipa de design, o *iBook* foi um sucesso, com o seu formato em concha, as suas cores brilhantes e uma pega para transporte. Destinado a um público jovem que, pela primeira vez, descobria no mercado um portátil de preço acessível, foi desenhado a pensar no seu estilo de vida. Em 2001, sai um novo *iBook*, uma caixa em policarbonato branco, formalmente um pouco mais convencional, transformação essa que lhe permitiu, por outro lado, reduzir substancialmente as dimensões.



Figura 106 – Computador portátil Apple Machintosh *PowerBook G4 Titanium* (2001).

---

<sup>567</sup> [www.apple-history.com](http://www.apple-history.com)

<sup>568</sup> *Ibidem*.

Também em 2001, é comercializado o *PowerBook G4 Titanium*, uma verdadeira revolução técnica e estética.<sup>Figura 106</sup> Com a sua aparência metálica, e destinado aos executivos, afirma-se como o primeiro portátil a poder ser utilizado com segurança durante voos de avião. A sua espessura fora reduzida para quase metade, passando a ter cerca de 25mm, e apresentava um formato rectangular, devido ao seu ecrã “Wide” de 15,2 polegadas. Mais uma vez a Apple lançava um dos portáteis mais sofisticados de sempre que, desde logo, se tornaria uma referência incontornável para a concorrência. Em 2003, foi-lhe acrescentado o duplo processador e ecrã de 17 polegadas, transformando-o no mais potente portátil jamais construído, inclusivamente superior a muitos computadores de Secretária, o que leva hoje em dia, muitos utilizadores a optarem unicamente pela compra do portátil que, ao contrário do computador de Secretária, é um instrumento adequado aos paradigmas de um trabalho em movimento, tão caracterizador do séc. XXI.<sup>Figura 107</sup>



Figura 107 – Utilização de portáteis *PowerBook*: Transportes e escritório.

## 2 - Projectos Protéticos

A cultura de projecto tem uma grande tradição na arte de projectar para o corpo humano. Como já vimos, o primeiro exemplo histórico desse processo é o “chopper”, mas muitos outros se lhe seguiram, sobretudo, ao nível das tipologias dos objectos técnicos, como é o caso paradigmático das armas.

Inicialmente, e até há bem pouco tempo, as armas eram objectos manuseados com e pelo corpo e que exigiam uma enorme precisão de construção apurada, com vista à

potencialização máxima dos recursos humanos. De facto, as armas são, ainda hoje, um dos melhores exemplos da rentabilização do corpo humano, e daí o facto de os primeiros estudos antropométricos e ergonómicos terem sido feitos na área. Se a primeira lança consistia numa simples vara afiada na extremidade, lançada pelo braço de um homem, cedo ela se adaptou ao arco para ser arremessada com mais força e precisão, tendo mais tarde evoluído para sistemas mecânicos de maior complexidade, como a besta, que se revelavam ainda mais forte e mais precisos do que os sistemas anteriores e, resultando, hoje, na Bazuca lança-rockets, capaz de destruir um tanque ou um avião a distâncias consideráveis e com um elevadíssimo índice de precisão. Há, neste processo evolutivo da técnica, uma tentativa progressiva de exponenciar as potencialidades naturais do corpo humano, pela complementação através de sistemas técnicos das suas prestações. De facto, as artes da guerra e da medicina sempre foram das que mais contribuíram para esse progresso.

Para percebermos essa evolução basta pensarmos na evolução histórica das *Próteses* para a perna que vão da simples estaca de madeira à actual perna biónica que procura simular os movimentos mais complexos do andar. O mesmo aconteceu com as *Biopróteses*, que no calçado vão da pele de animal que é atada ao pé, até aos últimos sapatos desportivos com almofada de ar afinável que permite uma adaptação maior ao terreno, potencializando assim o todo o corpo em movimento. Nas *Tecnopróteses* deparamo-nos com o exemplo pré-histórico das duas pedras que, batidas uma contra a outra, produziam com grande dificuldade, faíscas – princípio da obtenção artificial do fogo através de técnicas rudimentares –, em confronto com os isqueiros modernos que, segundo o mesmo princípio, acendem à primeira tentativa e permitem manutenção e regulação de chama, mesmo com vento. Estes *Objectos-Prótese* sempre existiram, mas as suas prestações, e sobretudo a dependência e a consciência do homem em relação a eles, foi-se alterando. Hoje, são objectos sem os quais não conseguíamos sobreviver. Fazem parte da nossa evolução biológica.

## 2.1 - Definição

Como já foi referido, e na sequência do que o autor definiu, os *Objectos-Prótese* são aqueles objectos que, providos de prestações cada vez mais integradas, se adaptam ao corpo humano, substituindo, prolongando ou complementando órgãos ou membros seus, conduzindo-o num processo de adaptação ao meio envolvente e melhorando significativamente as suas prestações originais. Parte da evolução biológica do ser humano neste momento é feita através de objectos com estas características.

Os *Projectos Protéticos* são produto de uma metodologia desenvolvida e aplicada pelo autor, que defende e aprofunda uma utilização na cultura projectual de conhecimentos sobre o corpo humano, suas necessidades e potencialidades, procurando desse modo uma crescente adaptação do Homem ao ambiente que o rodeia, na perspectiva de melhorar as suas prestações. Ao contrário do que sucede habitualmente num projecto convencional – em que primeiro se define uma forma, procurando-se, posteriormente, melhorar as suas prestações ergonómicas e antropométricas –, no caso do Projecto Protético, a própria estrutura do projecto é, à partida, definida pelas relações que o produto pode estabelecer com o corpo humano e, só posteriormente, se procede ao desenvolvimento projectual, propriamente dito. As questões formais, normalmente implícitas na prática projectual, são neste caso sujeitas a um forte condicionamento por parte das questões de funcionamento estrutural que a estreita relação com o corpo humano implica. Ou seja desenha-se o objecto como prolongamento do ser humano.

## 2.2 - Metodologia

A metodologia proposta para o desenvolvimento de *Projectos Protéticos* obriga a um profundo conhecimento do corpo humano e do meio envolvente, permitindo criar objectos ou sistemas de objectos que sirvam de interface entre os dois. Áreas das Ciências do Corpo Humano como a Antropometria e a Ergonomia, das Ciências da Natureza como a Biologia e a Zoologia ou das Ciências dos Materiais como a Tecnologia dos Materiais, mas também das Ciências Humanas como a Antropologia e

a Sociologia, produzem conhecimentos que cruzados com o Design, permitem construir uma cultura projectual ao serviço do Homem e da conquista da sua qualidade de vida em harmonia com o meio em que vive. Um exemplo desta metodologia aplicada à prática projectual pode ser documentado pelo projecto *Walkhand* na medida em que nele, a relação que o objecto estabelece com a mão é a base que serve de fio condutor para o desenvolvimento projectual, explorando-se processos que vão desde a inicial prensalidade do barro pela mão, até ao próprio nome do projecto que remete, precisamente, para esta relação.

### 2.3 - Projectos Protéticos

A delimitação das *metodologias protéticas* foi sendo progressivamente amadurecida pelo autor a partir de 1988<sup>569</sup>, em projectos em que a relação com o corpo era considerada primordial, e aparece teorizada e ilustrada pela primeira vez, em 1990, vez no artigo “Dos Objectos-Arquitectura aos Objectos-Prótese”. Mais tarde, esse mesmo assunto assumiu-se como tema central da sua investigação de Mestrado, denominada “Pensamento e Sistema Protético”<sup>570</sup>, estudo esse que, na presente investigação, adquire uma nova dimensão, na medida em que esta matéria se apresenta mais aprofundado e sistematizado.

Foi na área do design de mobiliário que estas metodologias foram pela primeira vez aplicadas pelo autor, nomeadamente em projectos do conjunto *A Origem das Espécies*<sup>571</sup> como o candeeiro *Luz*<sup>572</sup>, de 1988, a cadeira longa *M*<sup>573</sup>, de 1990 e o sofá *Volume*, de 1992.<sup>Figura 108</sup>

Os projectos seguidamente referidos como “study case”, *Walkhand*, *Morphos* e *Pedalinho* representam uma ilustração prática da aplicação dos conceitos teóricos

<sup>569</sup> Durante a licenciatura em Design de Equipamento.

<sup>570</sup> “Pensamento e Sistema Protético”, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto

<sup>571</sup> A temática *A Origem das Espécies* é abordada no artigo: Paulo Parra, “Os objectos nascem, vivem e, como tal, morrem” in *Cadernos de Design*, n.º2, Lisboa, Centro Português de Design, 1992, p.73, e no capítulo dedicado ao autor na obra *Design Lisboa 94*, Lisboa, Electra – Dimensão, 1994.

<sup>572</sup> Este projecto foi seleccionado para a “12th International Biennial – Design for Europe”, promovido pela FOUNDATION INTERIOR – Bélgica.

<sup>573</sup> Menção Honrosa em “Projecto Europa’ 93”, promovido por ARFLEX – Itália.

desenvolvidos pelo autor, em que as *metodologias protéticas* são evidenciadas ao nível do design de projectos de produto industrial<sup>574</sup>.

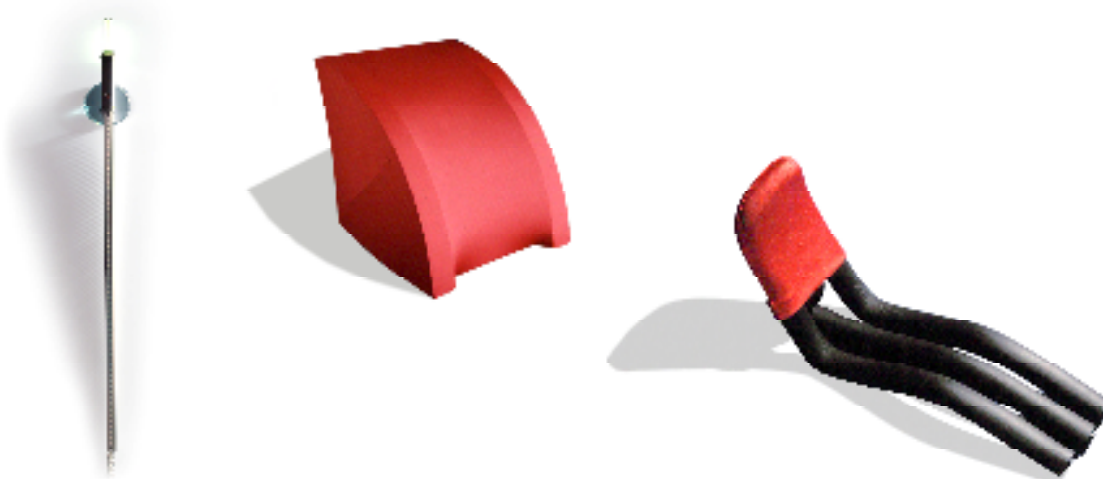


Figura 108 – *A Origem das Espécies: Animale Iluminante Luz* (1988), *Animales Repausantes Volume* (1992) e *M* (1990).

### 2.3.1 - *Walkhand*

*Walkhand*<sup>575</sup> é um projecto desenvolvido para responder ao desafio do concurso Sony International Student Design Competition, em 1989: “desenhe o seu próprio Walkman”. O novo Walkman tinha ainda de respeitar as dimensões da cassette áudio padronizada. Optou-se então por propor um produto destinado ao mercado feminino, urbano e sofisticado, procurando assim ocupar um nicho de mercado ainda não contemplado pela Sony neste tipo de produtos. Nesse sentido, foi dada particular atenção à relação que o objecto estabelece com o corpo humano, procurando-se que este se relacionasse com o corpo como se de um prolongamento tecnológico se tratasse. Como o autor, em 1989, refere na memória descritiva do projecto: “A sensualidade desperta: *Walkhand* nasce na mão e assume as suas medidas. A sua

<sup>574</sup> Na área do produto industrial, refere-se o pedal para comando de máquinas de costura da Singer, *Pedalinho*, de 1994, ao qual foi atribuído o prémio "BEST OF IF" - Household Product no IF - INDUSTRIE FORUM DESIGN HANNOVER

<sup>575</sup> Design concebido por Paulo Parra e por José Viana.

estrutura afasta-se da forma geométrica do contentor, aproxima-se do exterior, tornando-se pele, momento de interface Homem-Objecto”<sup>576</sup>.

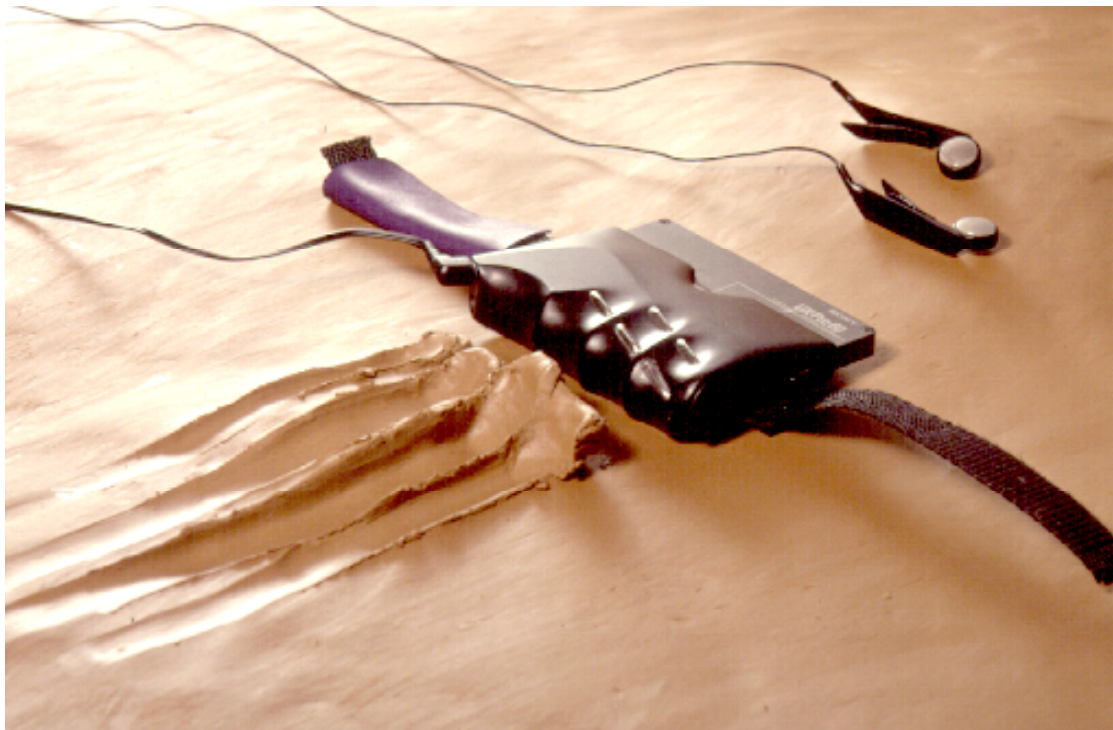


Figura 109 – *Walkhand* (1989), sistema de som portátil.

Nesse sentido, no processo de desenvolvimento projectual foram determinadas algumas das direcções a assumir: dimensões reduzidas, formas ergonómicas e multiplicidades de utilização. O molde da peça foi feito a partir de um modelo em barro sujeito à compressão pela mão, o que permitiu uma leitura ergonómica e orgânica da mão, colocando-se os botões de controlo nos interstícios dos dedos, opção essa naturalmente sugerida pela configuração do modelo em barro. Os botões, em acabamento metálico, destacam-se do corpo em ABS negro, procurando-se assim, por um lado, a sua fácil visualização e identificação e, por outro, a criação de uma imagem discreta e sofisticada, adequada às características do público-alvo.<sup>Figura 109</sup>

Optou-se ainda por assumir que, quando em utilização, a cassette ficaria ligeiramente fora do corpo estrutural do Walkman, o que permitiu diminuir substancialmente a

<sup>576</sup> Paulo Parra, “Walkhand Memo”, in *Sony International Student Design Competition*, 1989. Fragozo Gomes, “Paulo Parra: (re) conhecer o objecto”, in *Page N° 9*, Lisboa, PAGE, 1999, p.10.

volumetria total do corpo do objecto. Uma pega permitia a fixação da peça à mão, proporcionando assim uma maior liberdade aos dedos. A fixação dos auriculares é efectuada por pressão de uma mola no lóbulo da orelha, o que permite quer a execução de uma pressão correcta, quer o estabelecimento de uma relação de maior integração física entre o lóbulo e o auricular; à semelhança do que aconteceu com o corpo de *Walkhand*. Esse sistema de fixação permitia, já na altura, evitar a *bandelette* tradicionalmente adoptada para a mesma função (que entrava facilmente em conflito com os cabelos mais compridos), mas sobretudo permitia evitar a obstrução da audição, pois, com o género de fixação proposto, o auricular é introduzido perpendicularmente ao canal auditivo, o que tem em conta questões de segurança ao nível da audição, numa utilização que pressupõe grandes deslocações urbanas.<sup>Figura 110</sup> Para outro tipo de utilizações como a prática de *jogging*, foram previstos dois acessórios complementares: uma alça que assegura a fixação do walkman ao tronco, e uma bateria extra também fixada ao peito. Para locais sujeitos a salpicos ou areias, como a praia, foi igualmente desenvolvida uma capa em silicone transparente que, como uma pele, cobria todo o corpo do aparelho, impermeabilizando-o.



Figura 110 – *Walkhand* em interacção com o utilizador.

Este projecto, desenvolvido no final dos anos oitenta – altura em que os Walkman's ainda eram uns paralelepípedos<sup>577</sup> de volumetria bastante superior à da cassette –, procurava, através de uma interpretação mais profunda do corpo humano, estabelecer

<sup>577</sup> Forma herdada dos sistemas de música convencionais “Hi-fi”, que não previam a transportabilidade.

com este uma integração maior do produto, assim como das suas prestações. A validade desta proposta foi reconhecida pelo júri internacional da Sony que lhe atribuiu uma Menção Honrosa e o expôs, no mesmo ano do concurso, na World Design Exposition em Nagoya, no Japão.

### 1.3.2- *Morphos*

*Morphos*<sup>578</sup> é um projecto desenvolvido no âmbito do Sony Design Vision<sup>579</sup>, em 1990, concebido com a finalidade de constituir um novo telemóvel. Optou-se, assim, por propor um produto destinado a um novo nicho de mercado, dirigido a um utilizador sofisticado e apreciador das novidades tecnológicas. A somar à consideração das especificidades atrás enunciadas, e utilizando alguns dos pressupostos do projecto anterior (*Walkhand*), este telemóvel procurava corresponder a uma utilização versátil que traduzisse uma interpretação profunda das relações estabelecidas entre o corpo humano e o produto, nomeadamente no que se refere à integração e manuseamento de prestações. <sup>Figura 111</sup>



Figura 111 – *Morphos* (1990), telefone portátil.

<sup>578</sup> Design do grupo *Ex Machina*: Paulo Parra, José Viana, Raúl Cunca e Marco Sousa Santos.

<sup>579</sup> No *briefing* do concurso era pedido o desenvolvimento de um telemóvel que se conciliasse com a tipologia do “Walkman”, produto muito associado à imagem de marca da Sony.

Tal como o autor também refere, na memória descritiva deste projecto: “Procurando uma arquitectura do corpo, anulam-se os espaços e os tempos entre este e o objecto, tornando o telefonar mais imediato e integrado. Já não me desloco para telefonar mas telefono enquanto me desloco. Ultrapassando o conceito de volume, *Morphos* surge da superfície que se contrai e distende, ora fechando-se sobre si próprio, ora procurando a comunicação”<sup>580</sup>.

*Morphos* é equipado com uma protecção antichoque e antisalpicos, proporcionada por um revestimento em borracha que abraça a totalidade do produto. A informação de chamadas é facultada através de um visor de cristais líquidos colocado numa membrana flexível que, através da manipulação, permite a respectiva orientação no sentido mais apropriado, possibilitando assim a visualização da informação em ângulos diferentes. A fixação do volume principal ao corpo humano é feita, como nos walkman’s, através de um gancho de encaixe no cinto. O auricular e o microfone são integrados numa única peça que acoplada a um gancho especialmente desenhado para o efeito possibilita a sua fixação na orelha, facilitando a utilização do equipamento e libertando as mãos do utilizador para outras funções.<sup>Figura 112</sup>



Figura 112 – *Morphos* em interacção com o utilizador.

De uma forma precoce, o que se propõe com esse sistema é uma utilização semelhante à do *kit de mãos livres*, o qual permite a condução e a realização de outras tarefas,

<sup>580</sup> “Mophos Memo”, in *Sony Design Vision*, 1990.

como escrever enquanto se está ao telefone. Esta integração dos elementos tecnológicos no corpo humano procura, tal como no projecto anterior, uma maior facilidade no processo de utilização e um interface mais amigável com o homem, preocupações essas que, a nível geral, se têm vindo progressivamente a afirmar numa cultura projectual cada vez mais integrada e que, se encontram na raiz dos *Projectos Protéticos*.

### 1.3.3- Pedalinho

O projecto de um “pedal de comando electrónico para as máquinas de costura da Singer”, surge na sequência da estada do autor, como designer convidado, no Gabinete N.C.S. – Neumeister Design<sup>581</sup>. O desafio colocado foi o de projectar um pedal de produção simplificada, de modo a integra-lo em toda a nova gama de máquinas de costura da marca Singer que estavam a ser desenvolvidas pelo Gabinete de design em causa.

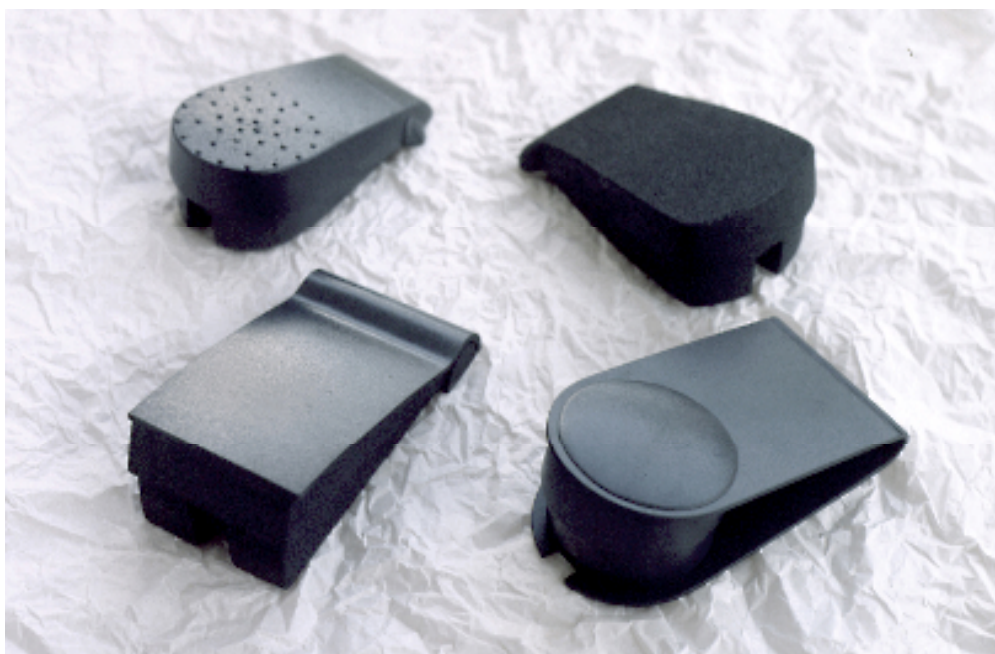


Figura 113 – Modelos das várias propostas de pedais para a Singer, executados pelo autor (1994).

<sup>581</sup> Gabinete no Rio de Janeiro fundado pela designer brasileira Ângela de Carvalho e pelo designer alemão Alexander Neumeister.

O pedal Singer original tinha uma tipologia convencional, sendo composto por duas peças em polipropileno, articuladas segundo um eixo. No seu interior, encontrava-se um circuito integrado que se pretendia que fosse mantido no novo projecto. O cabo de ligação à máquina de costura encontrava-se incrustado na zona lateral do pedal.

Foram elaboradas várias propostas em que os princípios de desenvolvimento projectual se distinguiam, tendo sido, no entanto, estabelecido pelo autor que a consideração de questões ergonómicas e ecológicas deveriam assumir-se, sempre, como prioridade comum<sup>Figura 113</sup>. Dessas propostas salientaram-se duas: uma em que se propôs uma solução tecnológica convencional, constituída por duas partes, que fazia recurso a formas mais orgânicas; numa analogia directa ao nome “Rato” utilizado nos computadores; essa proposta foi baptizada de *Sapo*. A outra, com o nome *Pedalinho*, procurava simplificar ao máximo o processo de produção e de montagem, diminuindo desse modo o respectivo custo. A opção da Singer foi para esta última, pois o dispêndio energético para a sua produção era tão reduzido em relação às propostas convencionais que foi unânimemente aprovada.

Com efeito, o pedal ao ser produzido como uma única peça de polipropileno moldado por injeção permitiu não só a redução dos dois moldes, anteriormente necessários, a um único, como a redução para um terço da própria quantidade de polipropileno necessário à produção da peça<sup>Figura 114</sup>. Esta solução permitiu integrar processos e metodologias mais respeitadores do ambiente e por conseguinte mais integrados nos conceitos de sustentabilidade.



Figura 114 – Pedalinho, vista lateral de modelo.

As noções de rentabilização energética e material não incidiram apenas no produto em si, mas foram também aplicadas a factores como a linha de montagem do produto e sua utilização. Com efeito, ao abolirem-se as duas peças e a consequente manobra de precisão necessária ao seu encaixe, facilitou-se a montagem do pedal, reduzindo-se o tempo necessário a essa operação e, sobretudo, facilitando-se a tarefa do operário fabril, na medida em que a nova solução (peça única) permitia que, com um só gesto, se fechasse o pedal. No que respeita às questões ergonómicas e antropométricas respeitantes à utilização salienta-se, por um lado, o facto de o cabo de ligação ter sido deslocado da lateral para a parte frontal do pedal, libertando mais o pé do utilizador e, por outro lado, a existência de uma calote na parte superior do pedal que permite um melhor posicionamento do pé<sup>Figura 115</sup>.



Figura 115 – Produto final de pedal para a Singer.

A solução de pedal produzido em peça única foi objecto de patente mundial pela Singer e levou a que, posteriormente, aquando da sua apresentação na Alemanha na Feira de Hannover, em 1998, o *Pedalinho* fosse considerado pelo *Industrie Forum Design* como o melhor produto na categoria de *Household*, e distinguido com o prémio “Best of IF - Product Design Award”. Particular relevo nesta atribuição foi conferido,

precisamente, às questões ambientais, nomeadamente no que respeita à significativa redução de moldes e de material.

Qualquer das três propostas apresentadas procura aproximar sistemas biológicos e sistemas tecnológicos. Contudo, este género de relações podem operar ainda em maior profundidade, chegando mesmo a atingir um ponto em que, a própria transferência energética entre os diferentes sistemas, se torna num exemplo a explorar. É precisamente essa perspectiva que o autor vai propor no próximo capítulo, *Design Simbiótico*.

## ***D – DESIGN SIMBIÓTICO***

Poderão os processos simbióticos originar um tipo de metodologia aplicada ao design? E poderão as relações entre *organismos biológicos* e *organismos tecnológicos* ser analisadas através dos processos simbióticos que estão na base das relações entre organismos biológicos? Por definição, a *simbiose*, pressupõe a cooperação entre duas espécies diferentes para benefício de, pelo menos, uma delas.

Esse género de *simbiose* tem-se verificado, desde sempre, entre os seres humanos e os seus objectos embora, à semelhança do que sucede nos sistemas biológicos, tenha evoluído ao longo dos tempos e sido acentuada, no século XX, pelo maior desenvolvimento da relação entre o ser humano e os *objectos técnicos*. Tal como refere Le Corbusier: “Os objectos úteis da existência libertaram muitos escravos de outrora. Eles é que são os escravos, os criados, os servidores.”<sup>582</sup> Aqui, os objectos técnicos são encarados como os novos escravos do Homem, substituindo este último em grande parte das tarefas anteriormente por si assumidas. De facto, os seres humanos, *bioespécie*, têm tirado benefício da sua associação com as *tecnoespécies*. Mas esta é, ainda assim, uma visão clássica. Como refere L. Gallino: “(...) à margem das metáforas e à luz das dinâmicas coevolutivas, os mesmos sistemas (tecnológicos) parecem em tais casos evoluir principalmente em função dos seus interesses reprodutivos”<sup>583</sup>. O que significa segundo L. Gallino que os sistemas tecnológicos também agem em função dos seus próprios interesses, isto é, também beneficiam das relações com os seres humanos. Será que uma *simbiose* do *tipo comensalista*, associação em que só uma das espécies retira benefícios, pode transformar-se numa *simbiose* do *tipo mutualista*, em que os benefícios são recíprocos?

A crescente interacção entre *bioespécies* e *tecnoespécies* é inevitável e, nesse sentido, talvez a Natureza – entidade que desenvolve esses processos de interacção há biliões de anos –, deva passar a ser consultada numa nova perspectiva. Não apenas como modelo estético, funcional ou estrutural que serve a criação de objectos (biónica e biodesign por exemplo), mas, numa perspectiva de avaliação, primeiramente, das

---

<sup>582</sup> Le Corbusier, *op. cit.*, 1996, p.9.

<sup>583</sup> L. Gallino, *op. cit.*, p.207.

metodologias por ela utilizadas a projectar, e de como estas podem ser implementadas no contexto de uma cultura projectual que se configure entre o projecto das *espécies biológicas* e o projecto das *espécies tecnológicas*. A *simbiose* é seguramente uma das metodologias naturais que poderá ser implementada na cooperação entre ambas as espécies; biológicas e tecnológicas. Com efeito, a proposta do autor visa, não só, o garante da sobrevivência da Natureza, através de um menor impacto que a cultura tecnológica nela possa ter, ao utilizar os seus próprios sistemas evolutivos, como também a própria sobrevivência do ser humano, na medida em que este último, convém não esquecer, constitui parte integrante da primeira. O que se propõe neste último capítulo é, pois, uma visão coevolutiva dos dois sistemas, biológico e tecnológico, em que as trocas energéticas são fundamentais.

O Design é uma das áreas em que mais se investigou e propôs metodologias operativas aplicadas ao projecto de produtos, basta, para tal, recordar as propostas de metodólogos como Christopher Alexander<sup>584</sup> e Christopher Jones<sup>585</sup>, entre muitos outros. Contudo, como muito bem referiu Gui Bonsiepe, nesse processo de evoluções metodológico-operativas, talvez se estivesse a incorrer no risco de que as metodologias passassem a ser metodolatrias<sup>586</sup>, uma vez que algumas das propostas enunciadas quase ultrapassaram os limites do razoável: “A metodologia tinha-se tornado um ritual e a ciência um totem.”<sup>587</sup> De todo o modo, esta preocupação não invalida de modo algum todo o trabalho exaustivo que foi e continua a ser desenvolvido na área da metodologia<sup>588</sup>, mas simplesmente alerta para uma tendência de hiper-artificialização de alguns dos processos metodológicos propostos e utilizados anteriormente.

Com esta investigação, propõem-se uma aproximação mais naturalizada das questões metodológicas aplicadas à cultura projectual. Tal como acontece em todas as outras áreas do pensamento humano que procuram uma aproximação ao espectro natural,

---

<sup>584</sup> Christopher Alexander, *Notes on the Synthesis of Form*, Cambridge, Ed. Harvard University Press, 1964; Christopher Alexander, *Tres Aspectos de Matematica e Diseño. La Estructura del Medio Ambiente*, Barcelona, Tusquets Editores, 1980.

<sup>585</sup> Christopher Jones, *Design Methods. Seeds of Humam Futures*, Chichester, Ed. John Wiley & Sons, 1970.

<sup>586</sup> G. Bonsiepe, *op. cit.*, p.203.

<sup>587</sup> Idem, p.204.

<sup>588</sup> Otl Aicher, *El Mundo como proyecto*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1994; Bernhard Burdek, *Diseño. História, teoria e prática del diseño industrial*, Barcelona, Gustavo Gili, 1994; Renato de Fusco e Antonio D’Auria, *Il Progetto del Design*, Milano, Etaslibri, 1992; Vittorio Gregotti, *Il disegno del prodotto industriale*, Milano, Electa, 1994.

evitando assim uma grande artificialização, também o Design, que nesta área tem importantes antecedentes como temos vindo a verificar, deve procurar, na perspectiva do autor, uma renovação que o aproxime ainda mais do ecossistema em que estamos integrados. Salienta-se ainda o facto desta aproximação aos sistemas biológicos possibilitar a construção de uma metodologia operativa de Design fundamentada em pressupostos científicos estudados por áreas como a Biologia.

Como já vimos antes, para além da racionalidade e do conhecimento humanos se debruçarem sobre os diversos métodos passíveis de serem aplicados na cultura de projecto, também existe a possibilidade de serem estudados novos métodos de projecto com base nos próprios métodos aplicados pelos sistemas naturais. Mais do que no passado, hoje, torna-se cada vez mais menos viável desprezar a experiência metodológica dos processos naturais, profundamente empenhados na concepção e na criação, há cerca de quatro biliões de anos. E a *simbiose* nos *sistemas biológicos* como iremos ver, tem toda essa experiência acumulada.

### ***I - DESIGN SIMBIÓTICO E EVOLUCIONISMO SIMBIÓTICO***

A *simbiose* é um processo que promove a associação entre dois ou mais organismos. A sua evolução é caracterizada por uma longa experiência no desenvolvimento de interacções entre espécies biológicas e é essa experiência metodológica que pode, e deve, ser útil à prática projectual de sistemas tecnológicos. O planeta Terra é um laboratório em movimento, e o ser humano é apenas uma das *espécies* que nele vive e, que de si faz parte. Respeitar as regras que estão presentes nesse laboratório pode ser a única via capaz de desfazer o mal-estar que criámos através das nossas pequenas, mas perigosas, experiências. Poderá, o século XXI, ser o século da coexistência, em que passaremos a utilizar regras por nós há muito tempo esquecidas e que dizem respeito à nossa inserção nos sistemas naturais?

Os primeiros artefactos que produzimos, enquanto *espécie*, eram coerentes com o ambiente natural em que nos integrávamos; os utensílios em pedra lascada, madeira ou barro constituem prova disso. Basicamente, no início da nossa evolução observámos,

compreendemos e experimentámos alguns processos funcionais retirados dos processos naturais e ao utilizá-los como modelo, a nossa integração era perfeita. Mas depois, progressivamente, começámos a entusiasmar-nos com as crescentes potencialidades dessas experiências até que atingimos um ponto de sofisticação e de complexidade tal, que, hoje, podemos estar a pôr a nossa existência, e a de outras espécies, em perigo.

Talvez tenha chegado a altura de nós, seres humanos, compreendermos que essa não é a via que garante a nossa evolução e sobrevivência, que temos de respeitar o espaço que nos foi oferecido neste “laboratório em movimento”, como o autor gosta de lhe chamar, e a que, R. Buckminster Fuller, chamou “Nave Espacial Terra”<sup>589</sup>. Compreender o *evolucionismo biológico*, do qual a *simbiose* é um grande motor, parece-nos ser uma direcção importante para que o *evolucionismo tecnológico* possa ser consciente e responsabilmente integrado no *evolucionismo biológico*, marcando desse modo um passo fundamental na coexistência dos dois sistemas.

## 1 - Simbiose e Vida

Embora ainda não se saiba como a vida começou, Freeman Dyson defendeu que esta tenha, provavelmente, surgido por uma espécie de “*simbiose*” molecular entre o RNA – ou ácido ribonucleico<sup>590</sup> –, uma “*supermolécula*” e “*criaturas próteicas*”, que cresciam mais aleatoriamente<sup>591</sup>. Efectivamente, o RNA está na origem da vida, pois tem a capacidade de dirigir sozinho a sua replicação e produção de proteínas. Por seu lado, o DNA, ou ácido desoxirribonucleico<sup>592</sup>, tem de usar o RNA para codificar as proteínas, o que significa que este último é anterior ao DNA. Como refere Lynn

---

<sup>589</sup> Richard Buckminster Fuller, *Manual de Instruções para a Nave Espacial Terra*, Porto, Ed. Via Optima, 1998, p.viii.

<sup>590</sup> “O RNA, ou ácido ribonucleico, é uma molécula em cadeia simples, apresentando uma estrutura primária semelhante à do DNA”. U.T.L., *Biologia*, [www.e-escola.pt](http://www.e-escola.pt).

<sup>591</sup> Lynn Margulis & Dorian Sagan, *O que é vida?*, Rio de Janeiro, Ed. Jorge Zahar Editor Ltda, 2002, p.87.

<sup>592</sup> “O DNA ou ácido desoxirribonucleico, é o suporte universal da informação genética que define as características de cada organismo vivo”. U.T.L., *Biologia*, [www.e-escola.pt](http://www.e-escola.pt).

Margulis: “No universo, a vida pode ser rara ou até singular, porém a matéria de que é feita é elementar.”<sup>593</sup>

Embora exista uma multiplicidade de teorias acerca do aparecimento da vida, até hoje, nunca foi possível sintetizar vida em ambientes laboratoriais. Esta apresenta características que ultrapassam largamente os limites dos indivíduos e das espécies. Tal como nós, humanos, não somos um somatório dos microrganismos que nos compõem, também a vida na Terra não é um simples somatório dos organismos nela existentes. A Terra ultrapassa as dimensões físicas destes múltiplos organismos para se tornar um enorme macroorganismo, uma entidade que se comporta como mais do que a soma das partes, ou seja, apresenta um comportamento *sinérgico*<sup>594</sup>.

Mas a vida na Terra tem sido interpretada pelos seres humanos (sobretudo no Ocidente), como inscrita numa grande pirâmide hierárquica de seres, em cujo topo o homem se coloca. Esta visão antropocêntrica tem sido amplamente contrariada nomeadamente com o aparecimento da definição de *holarquia*. Este termo é criado pelo romancista e filósofo Arthur Koestler (1905-1983) para caracterizar a coexistência de seres menores em totalidades maiores<sup>595</sup>. A *holarquia* defende que não existem seres mais importantes do que outros e que todos são totalidades que também funcionam como partes. Não sendo meras partes, os seres que constituem o planeta são designados por A. Koestler de *hólons*.

Esta demarcação da tão característica *cadeia hierárquica* permite a L. Margulis defender que: “A vida na Terra não é uma hierarquia criada, mas uma holarquia emergente, surgida da sinergia auto-induzida de combinação, de interacção e de recombinação.”<sup>596</sup> E a autora acrescenta, seguidamente: “A vida holárquica e auto-transformadora irrompe em novas formas, que incorporam indivíduos antes autónomos

---

<sup>593</sup> L. Margulis & D. Sagan, *op. cit.*, p.37.

<sup>594</sup> *Sinergia*, do grego *synergos*, que significa trabalhar junto, foi a palavra escolhida por R. Buckminster Fuller para descrever as entidades que se comportam como mais do que a soma das partes. R. Buckminster Fuller, *op. cit.*, p.45.

<sup>595</sup> Arthur Koestler, *Janus: A summing up*, Nova York, Ed. Random House, 1978.

<sup>596</sup> L. Margulis & D. Sagan, *op. cit.*, p.24.

como partes integrantes de identidades maiores. O maior desses níveis é a camada planetária, a própria biosfera.”<sup>597</sup>

Mais recentemente, a ideia de *cooperação*, mais do que a de *competição* como motor evolutivo, foi também defendida por Brian Goodwin: “analisando a estabilidade dinâmica da vida na Terra como uma intrincada teia de interações entre organismos e o seu ambiente físico, a Terra fornece-nos, com precisão, a estrutura conceptual correcta para um tratamento da evolução do nosso planeta em termos de processos complexos de dinâmica não linear, os seus estados de estabilidade, e os seus pontos de mudança”<sup>598</sup>. Também aqui, B. Goodwin defende que os padrões de relações e interações entre os organismos são mais importantes para a sua evolução do que a competição. Ao contrário da relação competitiva, a relação simbiótica é geralmente benéfica para os dois parceiros. Um bom exemplo da *relação simbiótica* é a actividade sexual reprodutora, em que dois organismos combinam, reagem um ao outro, redefinem-se a si próprios, e readaptam-se um ao outro e ao seu ambiente, levando a que algo de novo surja: outra vida. “Reprodução” é portanto uma expressão que pressupõe a cooperação entre sistemas vivos complexos<sup>599</sup> no processo de invenção de uma nova vida. É, precisamente, a *simbiose* intrínseca ao acto reprodutor que permite a combinação genética que torna a cria gerada mais competitiva no meio ambiente em que nasce. E é essa importância crucial da *simbiose*, como sendo um processo de *cooperação* entre espécies, fundamental para a existência, e para a própria evolução, no desenvolvimento da vida que passaremos a explicar no capítulo seguinte.

## 2 - Biosimbiose, Tecnosimbiose e Cosimbiose

*Biosimbiose*, *Tecnosimbiose* e *Cosimbiose*, são três vertentes do *evolucionismo simbiótico* propostas pelo autor da presente investigação. A primeira, diz respeito às simbioses implicadas no *Bioevolucionismo*, a segunda, refere-se às *simbioses*

---

<sup>597</sup> Idem, p.28.

<sup>598</sup> Brian Goodwin, *How the Leopard Changed its Spots: The Evolution of Complexity*, New York, Ed. Charles Scribner's Sons, 1984, p.180 (citado por Gerald Schueler in *Complex Systems and Symbiosis*, 1997).

<sup>599</sup> John Briggs e F. David Peat, *The Turbulent Mirror: An illustrated guide to Chaos Theory and the Science of Wholeness*, New York, Ed. Harper & Row, 1989.

implicadas no *Tecnoevolucionismo* e, finalmente, a terceira, *Cosimbiose*, talvez hoje a mais determinante na medida em que medeia as outras, diz respeito à evolução de processos simbióticos entre os *sistemas biológicos* e os *sistemas tecnológicos*.

## 2.1 - Biosimbiose

*Simbiose*, no plural *Simbioses*, tem origem nas palavras gregas *syn*, que significa *mais*, e *bion* que significa *vivo*. Isto é, uma interação, ou mesmo fusão, entre dois ou mais organismos diferentes que vivem em conjunto, com maior ou menor grau de associação íntima. O termo *hospedeiro* é habitualmente usado para designar o maior (macro) dos organismos envolvidos na *simbiose*, e o termo *simbionte*, ou *simbiota*, é utilizado para designar o mais pequeno (micro)<sup>600</sup>. À cooperação através de processos simbióticos chama-se *simbiogénese*.

Foi Heinrich Anton de Bary o primeiro a demonstrar, em 1866, que os líquenes eram produto da íntima associação de um fungo e de uma alga. A palavra por si proposta para designar esta associação viria, mais tarde, a ser publicitada num texto seu com o título “The phenomenon of symbiosis”, de 1879<sup>601</sup>, onde o autor define *simbiose* como a “vida em conjunto de organismos com nomes diferentes”<sup>602</sup>, o que, abrangia todos os casos de associações íntimas entre diferentes espécies. Essa é a base da definição que é hoje de novo aceite pela maioria dos biólogos: “*simbiose* é a vida em conjunto de diferentes organismos, usualmente associados um ao outro, para benefício de pelo menos um deles”<sup>603</sup>. No entanto, ainda hoje, é frequente o uso correntemente do termo “*simbiose*” para descrever interações entre dois organismos que, obrigatoriamente, beneficiam dessa associação. Como já vimos, essa concepção, em termos científicos, não é precisa.

Na perspectiva da ciência, a que nos interessa, existem vários tipos de *simbioses*: *simbiose mutualista*, quando os dois organismos beneficiam da sua associação;

---

<sup>600</sup> *Symbiosis*, [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

<sup>601</sup> Dave Abbott, *simbiose*, [www.ms-starship.com](http://www.ms-starship.com)

<sup>602</sup> *An introduction to symbiosis*, [www.eden.rutgers.edu](http://www.eden.rutgers.edu)

<sup>603</sup> *Ibidem*.

*simbiose comensalista* quando um dos organismos beneficia da associação enquanto o outro permanece neutro; *simbiose parasitista*, na qual a associação é desvantajosa (ou mesmo destrutiva) para um dos organismos e benéfica para o outro; e finalmente, *simbiose amensalista*, na qual a associação é desvantajosa para um dos organismos enquanto o outro não é afectado<sup>604</sup>. Existe ainda uma outra categoria, menos íntima, a *simbiose* designada como *mimetista*, na qual, uma *espécie* mima, outra, retirando daí benefícios (caso da protecção ou da camuflagem)<sup>605</sup>.

A *simbiose* pode ainda ser classificada temporalmente como *contínua e obrigatória*, se um dos organismos não se reproduz ou não sobrevive sem a presença do parceiro, ou *facultativa* se nenhum dos intervenientes é dependente da associação. Por outro lado, em termos funcionais, o processo de *simbiose* pode ser classificado como *simbiose integrada*, se representar uma estrutura ou funções significativamente superiores às que cada um dos *simbiontes* é capaz de produzir individualmente. No que respeita à respectiva transmissão, a *simbiose* pode ser efectuada por *transmissão directa*, ou por *livre associação*.

As relações simbióticas, são por vezes tão profundas e complexas que chega a ser difícil distinguir os diferentes *organismos* envolvidos no processo. Um bom exemplo disso, tal como foi referido, é a associação entre algas e fungos, e que constitui os líquenes, os quais, durante séculos, foram pensados pelo ser humano como um único organismo vivo. Com efeito, o fungo não possui clorofila pelo que não pode realizar a *fotossíntese*. Mas absorve a água e os sais minerais do substrato através da sua rede de hifas, cedendo-os depois à alga, para que esta realize a função fotossintética. Por sua vez, a alga fornece parte da matéria orgânica que produz ao fungo. Desta forma, ambos beneficiam da relação, assegurando a sua mútua sobrevivência; daí que a sua simbiose seja tipicamente *mutualista*, com *relação contínua e obrigatória* para os dois organismos envolvidos.

Quando os organismos apresentam dimensões diferentes, o maior é designado de *hospedeiro* e o menor de *simbionte*; se este último é externo ao *hospedeiro* verifica-se,

---

<sup>604</sup> *Symbiosis*, [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com),

<sup>605</sup> D. Abbott, *op. cit.*

então, um caso de *ectosimbiose* e se lhe é interno temos uma *endosimbiose*. Mas, já o referimos, existem associações com mais do que dois organismos diferentes. Um desses casos é o da anémone *Portuguese Man-'O-War* (também conhecido por *Caravela Portuguesa*) que, embora aparente ser um único organismo, é, com efeito, uma colónia de centenas de organismos diferentes que envolvem um conjunto de complexos e mútuos benefícios da *relação simbiótica*<sup>606</sup>. Este ser, tal como os líquenes, constitui um exemplo de relação simbiótica do tipo *contínuo e obrigatório*.<sup>Figura 116</sup> Por outro lado, entre os grandes bovinos e os seus parasitas, encontramos uma *simbiose parasitista* de tipo *contínuo e obrigatório* que pode proporcionar, por sua vez, uma *simbiose* do tipo *comensalista*, aquando da intervenção de aves que retiram os parasitas dos bovinos. Esta última *simbiose* é do tipo *intermitente*, pois não implica a continuidade obrigatória da associação.

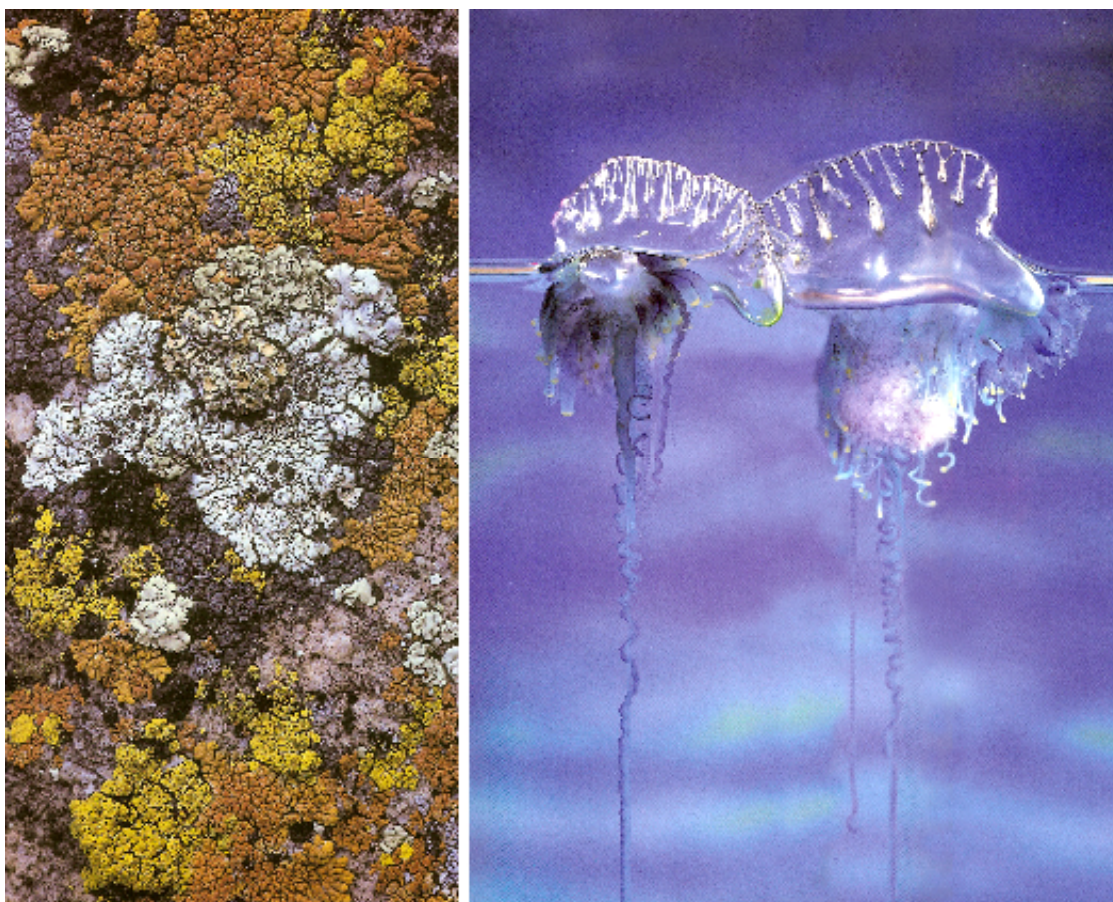


Figura 116 – Líquenes e anémone *Portuguese Man-'O-War*, exemplos de simbiose entre diferentes organismos.

---

<sup>606</sup> *Ibidem*.

Mas o fenómeno da *simbiose* é muito mais vasto, tocando em todos os aspectos da vida – desde a simples bactéria, até aos mamíferos mais complexos – e a sua classificação não é simples, na medida em que entre aquilo a que poderemos chamar de *simbiose simples* e de *simbiose complexa* existem graus de complexidade bastante diferenciados.

A *simbiose simples* é aquela em que existe apenas a partilha de alguns interesses comuns, como é caso da que se verifica entre as aves mencionadas que retiram parasitas e os próprios bovinos. A *simbiose complexa* é aquela que pode ir desde a dependência de um dos organismos envolvidos – como no caso de algumas plantas relativamente às abelhas, em que as primeiras dependem das últimas para se reproduzirem –, até à fusão, em maior ou menor grau, de dois ou mais organismos diferentes, como acontece no caso das células complexas em que a existência de diferentes organismos só é detectável pela existência de dois tipos diferentes de DNA. Uma associação com características simbióticas pode ainda conter duas ou mais categorias de complexidade ao mesmo tempo e, por vezes, existem mesmo, como já vimos, transições de uma categoria para outra. Finalmente, resta recordar que a *simbiose* pode, igualmente, ocorrer entre espécies muito diferentes, ou até reinos diferentes, como acontece em casos de *simbiose* entre *organismos* do reino vegetal e do reino animal, como é o caso de algumas plantas e das abelhas. Mais tarde, veremos que esta pode ainda realizar-se entre sistemas diferentes, como é o caso que se verifica entre os *sistemas biológicos* e os *sistemas tecnológicos*.

Como foi referido e exemplificado, as manifestações do processo de *simbiose* são extremamente variadas. Essa diversidade de relações simbióticas pode levar-nos inclusivamente a reconsiderar, seriamente, o conceito de “*organismo*” pois, muitas vezes, em termos comuns, aquilo que entendemos como um único organismo é na realidade uma *simbiose* entre dois, ou mais, organismos diferentes.

## 2.2 - TecnoSimbiose

Sendo que as primeiras *simbioses* foram estabelecidas entre *organismos biológicos* (*biosimbioses*) e uma vez que, tal como vimos, a *simbiose* é considerado um processo evolucionista, não será natural que com o aparecimento dos *objectos técnicos*, também nestes, ao longo da sua evolução, se tenham desenvolvido processos de associação ou de fusão entre diferentes *espécies técnicas*? Essa questão será desenvolvida no presente sub-capítulo, sendo esse género de processo evolutivo das espécies técnicas aqui denominado, precisamente, como *tecnosimbiose*.

Tal como foi anteriormente analisado no capítulo dedicado ao *evolucionismo tecnológico*, J. Lafitte e G. Simondon defenderam a existência de um *reino técnico*, no qual foram identificadas diferentes *espécies técnicas* (ou *tecnoespécies*). Por seu lado, L. Gallino acrescentaria a estas noções a proposta de uma teoria de *coevolução* dos *sistemas biológicos, tecnológicos e sócio-culturais*. Nesse seguimento, e como complemento dos estudos anteriores, julga-se ser, neste momento, oportuno propor um novo campo de análise da evolução dos sistemas tecnológicos, ou seja, a análise daquilo a que o autor chama *evoluções tecnosimbióticas*.

Definindo a *tecnosimbiose* como a *simbiose* entre diferentes *espécies técnicas*, ela constitui um elemento de grande importância na evolução dos *sistemas técnicos*, afirmando-se inclusive, como o seu motor *tecnoevolutivo*. Com efeito, à semelhança do que acontece com os *organismos biológicos*, a “associação entre espécies” encontra-se também na génese dos *organismos tecnológicos*. A origem de uma determinada *tecnoespécie*, como foi demonstrado anteriormente nas propostas de G. Simondon, pode ter, na sua origem genética, a patente ou invenção. Mas, o que G. Simondon não refere é que estes processos, mais do que uma inspiração inexplicável, têm na sua génese muitas vezes associações de duas ou mais *tecnoespécies*, o que significa que o processo de *evolução tecnológica* tem na sua génese uma *simbiose*. Ou seja, a patente ou invenção, é muitas das vezes determinada pela *simbiose* de duas, ou mais, *tecnoespécies*. Na origem da *tecnoevolução* encontra-se a *tecnosimbiose*.

O “Combo”, *espécie técnica*, pode considerar-se como um exemplo mais imediato de *tecnosimbiose*, na medida em que tem na sua origem a associação do gira-discos ao rádio. Temos, portanto, neste caso, uma associação em que, segundo a terminologia da *biosimbiose*, o rádio é o *hospedeiro*, pois é a “*espécie*” que recebe, e o gira-discos é o *simbionte*, isto é, a que é recebida. E qual a razão desta *tecnosimbiose*? O rádio e o gira-discos são, originalmente, duas *tecnoespécies* diferentes. No entanto, o gira-discos, que tem a capacidade de ler discos de vinil, não tinha inicialmente a capacidade de amplificar o som, função essa que o rádio, por ser composto por um sintonizador/amplificador e colunas, já oferecia. A sua associação surge, desse modo, como uma maneira de complementar, numa só nova “*espécie*”, as prestações das duas *tecnoespécies* anteriores. Assim, o processo por detrás da geração da nova *tecnoespécie* (Combo) é um processo *tecnoevolutivo* de *simbiose* entre duas *tecnoespécies* diferentes (rádio e gira-discos).

Se, numa fase inicial, para se ouvirem os discos, os gira-discos tinham de ser ligados aos rádios, numa *simbiose* de tipo *facultativa*, mais tarde, eles passaram a ser incorporados nos rádios de forma permanente, dando origem a uma *simbiose contínua e obrigatória*, o Combo. Esta *coevolução* gerou uma nova *tecnoespécie* cuja constituição, a partir de determinada altura, é tão complexa que não permite a identificação dos limites dos dois organismos iniciais. Este exemplo de *evolucionismo tecnosimbótico* segue um princípio semelhante ao do *evolucionismo biosimbótico*. Podemos então concluir que, tal como os líquenes são uma *simbiose* de algas e fungos, os combo são uma *simbiose* de rádio e gira-discos.

Mais recentemente, o telemóvel é um dos melhores exemplos de *tecnosimbiose*, ao integrar inúmeras outras *tecnoespécies* como a agenda electrónica, a câmara fotográfica, a câmara de filmar, o rádio, o leitor de mp3, a televisão, etc.

Ou seja, se podermos, pois, concluir que os *organismos biológicos* apresentam uma *bioevolução*, que esta se faz do simples para o complexo e que a *biosimbiose* é um poderoso motor evolucionista poderemos ainda assumir relativamente aos *organismos tecnológicos*, que estes também apresentam uma *tecnoevolução*, produzida do simples para o complexo, e que a *tecnosimbiose* é um dos processos mais comuns para

conseguir esta complexidade. Os processos simbióticos estão na origem da *bioevolução* e da *tecnoevolução*, mas será que poderemos ir mais longe, pensando numa evolução conjunta destes sistemas e propor a *cosimbiose* como elemento *coevolutivo* dos *sistemas biológicos* e dos *sistemas tecnológicos*?

### 2.3 - Cosimbiose

Mais complexa é outra das propostas do autor, que assenta na análise da *evolução cosimbiótica*, ou seja, a evolução da *simbiose* entre *espécies biológicas* e *espécies tecnológicas*. Como já foi referido, há já milhões de anos que se verificam as *simbioses* entre *reinos* diferentes, como as que são efectuadas entre o reino animal e o reino vegetal. O que é relativamente recente na história da evolução simbiótica é a *simbiose* entre *sistemas* diferentes, ou seja, entre *sistemas biológicos* e *sistemas tecnológicos*. E, neste último género de *simbioses*, também podem surgir diferentes graus de *simbiose*, desde as mais *simples* às mais *complexas*. À imagem do que acontece com os *sistemas biológicos*, o grau de complexidade das *tecnosimbioses* também difere consoante a própria complexidade dos organismos envolvidos na associação ou na fusão simbiótica.

Como sabemos, a *simbiose* pressupõe a cooperação entre duas ou mais *espécies* diferentes para benefício de, pelo menos, uma delas. É o que acontece com a cooperação entre *bioespécies* e *tecnoespécies* – entre os seres humanos e os objectos técnicos –, sendo que, nesta última concepção, o processo de cooperação pressupõe, habitualmente, o benefício da *bioespécie*. Nesse caso, a cooperação é classificada como *cosimbiose* de tipo *comensalista*, na medida em que, só uma das espécies retira benefícios evidentes da relação estabelecida, e isso é o que sucede no caso das *próteses*. Até aqui demonstrámos, por exemplos, a existência de *cosimbiose* na relação entre *organismos biológicos* e *organismos tecnológicos*. A grande questão que se nos coloca respeita agora, pois, à determinação dos graus de complexidade da *cosimbiose*. Se nos casos mais simples o grau de *cosimbiose* é facilmente identificável, o mesmo não acontece quando a complexidade de associações começa a aumentar. Senão

vejamos, uma das *cosimbioses* mais importante entre uma *bioespécie* e uma *tecnoespécie* é aquela que existe entre o corpo humano e as suas *próteses*. Quando um ser humano perde um membro ou um órgão é, cada vez mais, frequentemente possível substituí-lo por uma *prótese*. Se inicialmente estas substituições eram provisórias, por vezes até incorrectas, hoje temos *cosimbioses* mais perfeitas, que fazem com que seja crescentemente difícil perceber a diferença entre o membro ou órgão biológico, e o tecnológico. Um desses exemplos é a “mão artificial” que, hoje em dia, nos casos mais sofisticados, é inclusive directamente controlada pelos tendões e estímulos nervosos do organismo humano, o *receptor*. E o número de casos em que é difícil distinguir entre o *hospedeiro biológico* e o *simbionte tecnológico* (*biohospedeiro* e *tecnosimbionte*) tende a aumentar. Ainda nesse contexto, um outro exemplo relevante é o da *prótese* coração artificial. Aqui, ao contrário do caso anterior, já se pode falar de uma *simbiose* do tipo *contínuo e obrigatório*, pois o *hospedeiro biológico* (ser humano) não sobrevive sem o *simbionte tecnológico*, o coração artificial. Mas será que poderemos ir mais longe e passar à prática das *cosimbioses* de tipo *mutualista*, ou seja, em que as duas *espécies* retiram benefícios mútuos da relação de associação ou de fusão?

É fácil perceber que entre uma *espécie biológica*, o ser humano, e uma *espécie técnica*, por exemplo uma lanterna, existe uma cooperação, e que esta tem as características de uma *cosimbiose* tipo *comensalista*, na medida em que uma das espécies, o ser humano, retira desta cooperação um benefício que se traduz, por exemplo, na melhoria da sua visão nocturna. Mas, ainda assim, não é linear que uma *cosimbiose simples* como esta se estabeleça num único sentido, pois a lanterna deixa de funcionar se não lhe forem substituídas as pilhas. A lanterna também depende do ser humano para ser alimentada, pois sem pilhas torna-se uma *espécie técnica* inerte e não cumpre a sua função de iluminação. De seguida veremos se podemos caracterizar uma relação entre Homem/objecto como uma *cosimbiose* do tipo *mutualista*.

Imaginemos uma *cosimbiose* em que o *objecto técnico* é mais complexo. Substituímos a lanterna por uma luva em látex, revestida a cristais líquidos – Luva Bioluminescente

(projecto do autor)<sup>607</sup>. Esta, devido a esse revestimento, quando em contacto com o calor do corpo humano produz uma reacção química e emite energia luminosa. A Luva Bioluminescente só funciona quando está em contacto com um ser humano vivo, e este, por seu lado, sem a luz produzida pela Luva não consegue ver na escuridão sem recurso a outro tipo de objecto técnico. Não poderá esta relação (Homem/Luva) ser considerada uma *cosimbiose* de tipo *mutualista* uma vez que as duas espécies retiram benefícios próprios da associação? Para ajudar à resposta, analisemos um caso semelhante, mas enquadrado no contexto das *biosimbioses*.

A *Melanocoetus Johnsoni*<sup>608</sup> é a fêmea de um tipo de peixe que habita as profundidades dos oceanos e tem na parte superior da cabeça, perto da boca, uma antena em cuja extremidade existe uma bolha de luz. Essa bolha é composta por milhares de bactérias que emitem uma luz azulada ou verde-amarelada. Esses pequenos organismos fornecem energia luminosa à *Melanocoetus Johnsoni* permitindo-lhe, desse modo, atrair as suas presas ou acasalar. Por seu lado, a *Melanocoetus Johnsoni* fornece-lhes alimento, ou seja, energia química, para que se mantenham vivos e assim possam continuar a produzir a energia luminosa de que ela necessita. Será que estas trocas energéticas, fruto da *simbiose mutualista*, são assim tão diferentes das que se estabelecem nas trocas energéticas entre o ser humano e a *Luva Bioluminescente*?<sup>Figura 117</sup>

De facto, a energia da *Luva Bioluminescente* já não provém da *simbiose* com outra *tecnoespécie* (bateria), mas sim da sua associação íntima e directa com uma *bioespécie*, o homem. Isto significa que, a partir de uma determinada altura da *tecnoevolução*, passou a haver uma consciência de que o processo de evolução das *espécies técnicas* tinha de se processar em consonância com o meio ambiente em que se inseria. Essa noção de responsabilidade ecológica (no sentido da biologia e no sentido ambiental) materializada pela *simbiose mutualista* é, aqui, considerada determinante para a futura *coevolução* das diferentes *tecnoespécies* e para a construção

<sup>607</sup> Sobre o mesmo projecto consultar, no Capítulo III do presente livro, o sub-capítulo *Projectos Simbióticos*, “Luva Bioluminescente”. Outros artigos publicados pelo autor: Paulo Parra, *Urbe Cadernos 2 – Bairro Alto e seus amores*; “Dos Objectos-ArquitECTURA aos Objectos-Prótese”, Lisboa, Ed. Urbe, 1990, p.70; Catálogo “International Design Festival”, Osaka, Ed. Japan Design Foundation, 1995, p.50; “Projectos Mutantes”, *Cadernos de Design* nº13/14, Lisboa, Ed. CPD, 1996, p.128; e de Inês Secca Ruivo, “Paulo Parra – De uma estética da forma para uma estética das relações”, Ed. Número Magazine, Lisboa, 2004, p.24

<sup>608</sup> Anita Ganeri, *Creatures that glow*, New York, Ed. Harry N. Abrams, 1995, p.8.

de um *Design Simbiótico*, consciente e ético. Posto isto, a questão que se levanta é: não passarão as futuras tendência projectuais por uma evolução das *tecnoespécies* até um ponto em que, cada vez mais, a dependência *cosimbiótica* seja mútua, isto é, proveitosa para ambas as espécies?

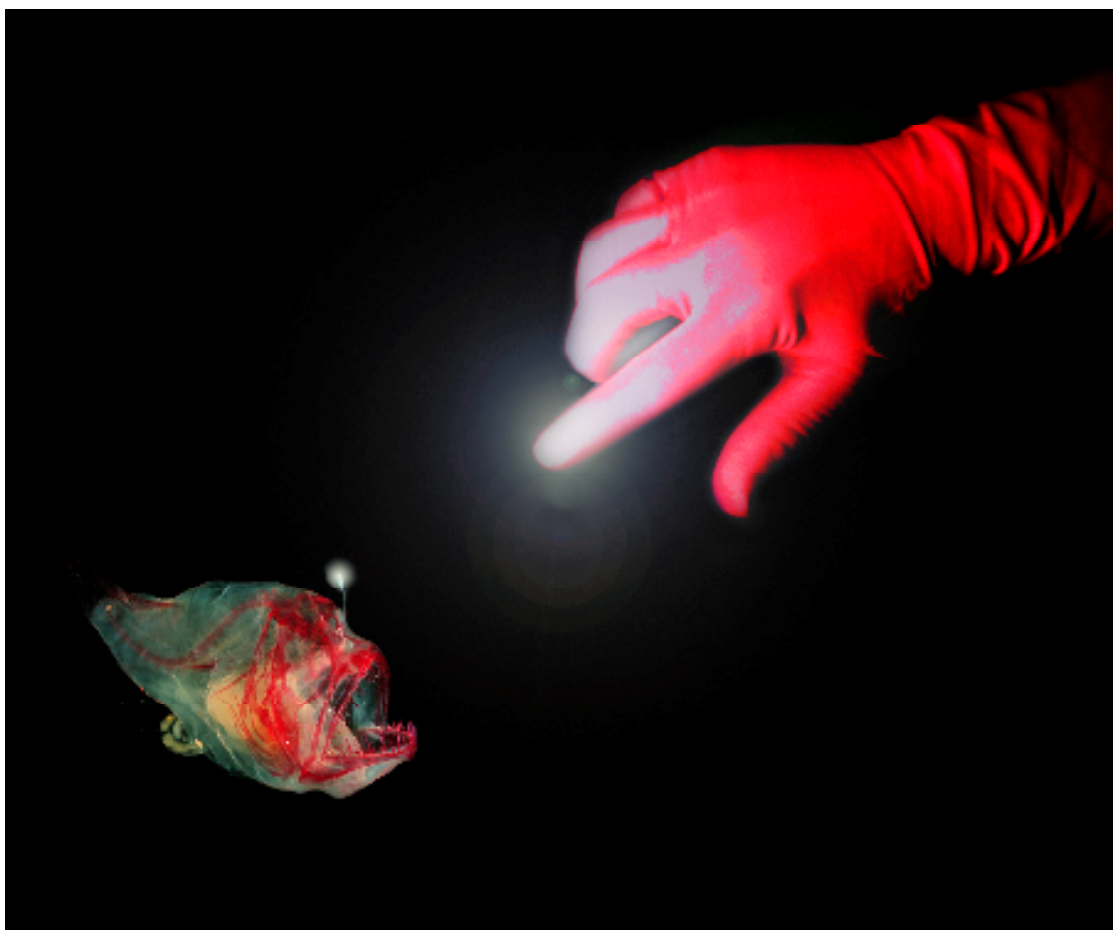


Figura 117 – Analogia entre sistemas luminescentes: bioespécie *Melanocoetus Johnsoni* e tecnoespécie *Luva Bioluminescente*.

Neste capítulo demos exemplos de *cosimbioses* de tipo *contínuo e obrigatório*, ou seja, em que um dos organismos não sobrevive sem a presença do outro, como no caso do coração artificial. Mas não poderemos ir mais longe e afirmar mesmo que, neste momento, dado o grau de dependência da *espécie humana* em relação às *tecnoespécies*, seria muito difícil, senão mesmo impossível, a sobrevivência do Homem sem a *cosimbiose* que efectua com as *espécies técnicas*. E nesse sentido, não serão a maior parte dessas relações *cosimbióticas*, em termos operacionais e psicológicos, também do tipo *contínuo e obrigatório*? Se assim for, que alterações

conceptuais e operativas terão de ocorrer para garantir a evolução salutar, ou até a sobrevivência, de ambas as espécies? O século XXI vai, com certeza, integrar e desenvolver cada vez mais o debate sobre estas questões, e provavelmente responder a muitas delas.

Contudo, o que aqui se defende é que, de facto, a *bioevolução* de toda a vida do planeta Terra, e do próprio ser humano, estará, cada vez mais, dependente da capacidade deste último para conseguir estabelecer, por um lado, relações de *cosimbiose mutualista* entre si e as novas *tecnoespécies* e, por outro, relações de *cosimbiose mutualista* ou *comensalista* (proveitosa para uma das partes e neutra para a outra) entre os objectos por si criados e o macroorganismo Terra.

### 3 - O Evolucionismo Biosimbiótico, Tecnosimbiótico e Cosimbiótico

Como já vimos, do ponto de vista científico existem vários tipos de *simbiose* e, hoje, começa a ser aceite que a *simbiose* foi, e é, um dos mais importantes motores para a *evolução biológica*. Essa mesma noção é defendida, há cerca de duas décadas, pela cientista norte-americana Lynn Margulis. Esta autora considera a noção *darwiniana* de evolução “comandada” pela *competição*, como incompleta, propondo que a evolução da vida planetária é muito mais concretamente baseada na *cooperação*, na *interacção* e na *dependência mútua* entre organismos. Também Paulo Cunha e Silva salienta: “A lei do mais forte que nos parece ser naturalmente natural, e que tem caucionado todas as violências, começa a ser substituída por um princípio de solidariedade cuja geneologia, afinal, e para alguns, é tão antiga como a própria história da vida.”<sup>609</sup>

De acordo com L. Margulis e Dorian Sagan, “A vida não se desenvolveu no planeta por combate, mas por cooperação”<sup>610</sup>. Na sua óptica, organismos que cooperam com outros da mesma ou de diferentes espécies colocam, mais facilmente, fora de *competição* aqueles que não o fazem. De um modo geral, essa cooperação,

---

<sup>609</sup> P. Cunha e Silva, *op. cit.*, p.53

<sup>610</sup> *Symbiosis*, [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

denominada *simbiose*, destina-se à potencialização de benefícios em áreas tão importantes como a alimentação, a protecção, a fixação ou o transporte.

O que L. Margulis defende é que, nos processos de evolução da vida – para além do factor *competição* proposto por C. Darwin – a *cooperação*, através de processos simbióticos (*simbiogénese*), foi, desde sempre, uma presença constante.

Esta microbiologista da Universidade de Boston defende que a célula básica, tal como a encontramos hoje nas plantas e nos animais, apareceu há cerca de 2.200 milhões de anos<sup>611</sup>, não como resultado de uma mutação genética, mas, como resultado de um processo de *simbiose*. A ideia da *simbiose* como princípio evolutivo não é nova.

A teoria da *simbiogénese* foi introduzida pelo botânico russo Konstantin S. Merezhkovsky (1855-1921) tendo sido publicada, em 1909, no livro *Theory of Two Plasms as the Basis of the Symbiogenesis: A New Study on the Origin of Organisms*<sup>612</sup>. Nessa obra K. Merezhkovsky refere: “(...) decidi empreender... uma nova teoria sobre a origem dos organismos, a qual, atendendo a que o fenómeno da simbiose desempenha em si um papel determinante, propus que se denominasse teoria da simbiogénese.”<sup>613</sup> Esta teoria seria posteriormente desenvolvida por outro cientista russo, Boris M. Kozo-Polyansky (1890-1957), em 1924, no livro *A New Principle of Biology: Essay on the Theory of Symbiogenesis*.<sup>614</sup>

Ivan E. Wallin (1883-1969) propôs, em 1927, no seu livro “*Symbioticismo e a Origem das Espécies*”, a importância da *simbiose* no processo evolutivo biológico. A esse processo I. Wallin chamou de *symbioticismo*, e defendeu-o como um “factor fundamental ou princípio cardinal envolvido na origem das espécies”<sup>615</sup>. Como I. Wallin refere no prefácio da sua obra: “Um princípio tão revolucionário como o Symbioticismo, não só introduz um novo princípio na evolução orgânica, como

<sup>611</sup> L. Margulis & D. Sagan, *op. cit.*, p.84.

<sup>612</sup> Konstantin S. Merezhkovsky, *Theory of Two Plasms as the Basis of the Symbiogenesis: A New Study on the Origin of Organisms*, Kazan, Publishing Office of the Imperial Kazan University, 1909. Citado em: George Dyson, *Darwin among the machines*, London, The Penguin Press, 1998, p.111.

<sup>613</sup> Idem, p.112.

<sup>614</sup> Idem., p.111.

<sup>615</sup> Ivan E. Wallin, *Symbioticismo and the origin of the species*, Baltimore, Ed. Williams & Wilkens Co, 1927, p.8

também insere uma nova concepção ao nível da hereditariedade, desenvolvimento e estrutura das células”<sup>616</sup>.

I. Wallin, Professor de Anatomia na Faculdade de Medicina da Universidade do Colorado defendeu que as mitocôndrias tinham origem bacteriana<sup>617</sup>. O autor acreditava que a solução para o problema da “origem das espécies” residia nos estudos daquilo que chamou de “microsimbiose”<sup>618</sup>, e defendeu que as células tinham uma origem bacteriana. A teoria de I. Wallin foi, contudo, ridicularizada, em geral, devido ao facto de a comunidade científica da época associar as bactérias apenas a doenças. I. Wallin mudou de universidade e durante o resto da sua vida nunca mais comentou a sua teoria do *simbioticismo*. Só nos anos sessenta foi comprovado que as mitocôndrias e os plastídios têm, cada uma, o seu próprio DNA. I. Wallin sabia que essas duas organelas tendiam a reproduzir-se em momentos diferentes da reprodução das células em que residiam – “(...) como que demonstrando um impulso residual dos seus idos tempos mais desregrados”<sup>619</sup>, como refere L. Margulis que, com D. Sagan, retomou estas teorias mais recentemente. Vejamos então o que acontece.



Figura 118 – Célula Simples. *Proteus Mirabilis*. Filo: *Omnibactéria*. Reino Bactéria.

<sup>616</sup> Idem, p.8

<sup>617</sup> Idem, p.viii

<sup>618</sup> Idem, p.7

<sup>619</sup> L. Margulis & D. Sagan, *op. cit.*, p.144. (adaptado pelo autor)

As células eucarióticas, ou eucariotos, estão presentes em quatro dos cinco reinos de seres vivos existentes – *protocistas*, *fungos*, *plantas* e *animais* –, estando apenas excluídas da constituição das células mais simples, as *bactérias*, o outro reino.<sup>Figura 118</sup>

As células complexas, as eucarióticas, têm a maior parte do seu DNA encerrado num núcleo celular, mas no seu interior existem umas estruturas distintas, as organelas, elementos extranucleares, nas quais se incluem as mitocôndrias, os plastídios e os núcleos. Ora, acontece que as mitocôndrias têm o seu próprio DNA e, perante esse facto, a questão colocada foi: porquê? A conclusão a que os investigadores chegaram foi de que as células eucarióticas eram, inicialmente, dois tipos diferentes de organismos, cada qual com o seu próprio DNA e que, por um processo de *simbiose*, haviam passado a constituir uma célula eucarótica complexa. Como refere Niles Eldredge, do Museu Americano de História Natural, no prefácio do livro de L. Margulins e D. Sagan: “Inicialmente condenada como uma heresia, essa ideia simples tinha tanta coisa a seu favor que foi aceite há muito tempo pelo mundo biológico. Simplesmente não há outra explicação plausível para a existência de complementos separados de DNA numa «única» célula.”<sup>620</sup>

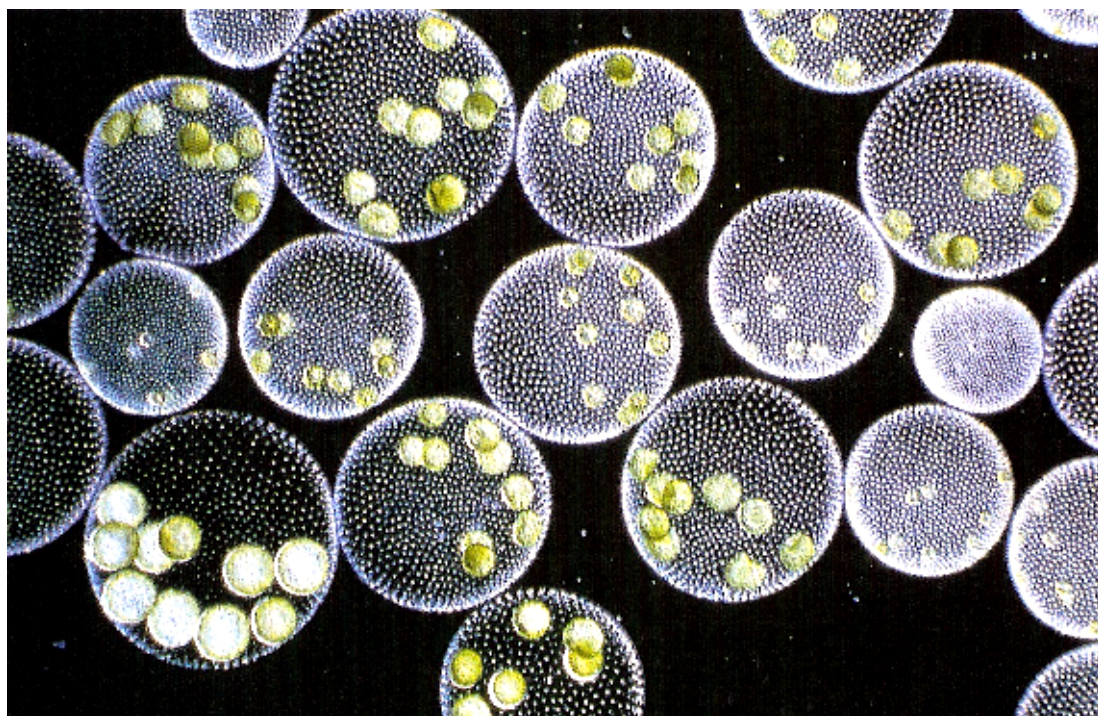


Figura 119 – Células Complexas. Colónias de *Volvox*. Filo: *Chlorophyta*. Reino Protocista.

<sup>620</sup> L. Margulis & D. Sagan, *op. cit.*, p.13.

Segundo a explicação de L. Margulis, as células complexas evoluíram a partir da *simbiose* de organismos mais simples com características específicas: uns tinham a capacidade de se deslocar rapidamente (Espiroquetas); outros, a de realizar a fotossíntese (Procariota fotossintética); outros, ainda, a de respirar oxigénio (Bactéria aeróbica).<sup>Figura 119</sup> As diferentes associações destes organismos a um único núcleo rodeado por uma membrana permitiu as combinações que, mais tarde, vieram a dar origem aos organismos mais complexos, como são os casos dos fungos, das plantas e dos animais.

As bactérias foram os módulos iniciais desta complexa construção, em que a *mutação* e a “selecção natural” que lhes deram origem, continuam a ser os motores da *evolução simbiótica*. As bactérias formam alianças, fusões, e a partir destas, por vezes, nascem novos organismos mais complexos. Estes, por sua vez, fazem novas alianças e fusões, gerando organismos ainda mais complexos. Um dos organismos que ocupam o topo dessa escala de complexidade é o Homem. Mas o que fez o ser humano para se tornar um organismo ainda mais complexo e adaptado do que era originalmente, chegando mesmo a superar a sua própria natureza biológica?

Criou e continua a criar *organismos tecnológicos* que, evoluindo por processos de associação entre *tecnoespécies* diferentes, geram uma *tecnoevolução* que se dirige do simples para o complexo, tal como acontece no *evolucionismo biosimbiótico*. Estas *tecnoespécies* potencializam e complementam o ser humano por intermédio de *cosimbioses* cada vez mais complexas. Esta criação e a associação do ser humano às *tecnoespécies* amplifica as suas capacidades naturais de modo anteriormente inimaginável, ao ponto de, com a evolução do grau de dependência desenvolvido, a sua sobrevivência ser, actualmente, fortemente influenciada por esse tipo de *cosimbiose*. Mas é precisamente essa relação *cosimbiótica* que permite o passo mais ousado que algum organismo pertencente à *biosfera* alguma vez deu: a exploração/criação de vida fora do planeta Terra, ou seja fora da sua esfera protectora, a *biosfera*. Essa é a grande mutação, talvez a maior e a mais sensível de todas: levar vida para outros planetas do sistema solar. Em 1976, uma nave de pouso foi deixada em Marte pela *Viking I*. Como refere L. Margulis: “Embora não chegue a ser o que os

cientistas estavam procurando, essa máquina, parada a 571 milhões de quilómetros de distância na Planície Chryse, sobre a areia vermelha, é a melhor e, até hoje, a única prova da existência de vida em Marte: vida humana tecnológica, explorando o sistema solar.<sup>621</sup>

Já foi anteriormente explicada a existência dos diversos tipos de simbiose: *biosimbiose*, *tecnosimbiose* e *cosimbiose*, assim como já foram referidos alguns dos aspectos do *evolucionismo biosimbiótico*, pelo que se tornou mais fácil estabelecer o paralelo para o *evolucionismo tecnosimbiótico*. Mais complexo do que os anteriores é o *evolucionismo cosimbiótico*. Apesar de ser um género de evolucionismo em grande e rápido desenvolvimento, ainda assim, só através da sua ainda maior evolução será possível ao ser humano deixar a *biosfera*, o seu alojamento inicial, o planeta Terra.



Figura 120 – Missão *Apollo XII* (1969).

---

<sup>621</sup> Idem, p.28.

Para o Homem o velho sonho de, pisar a Lua só se tornou realidade graças a um produto do *evolucionismo cosimbiótico*, em que *organismos humanos* se associaram em *cosimbiose* com *organismos tecnológicos*, tornando a viagem e o alunar possíveis.<sup>Figura 120</sup>

A Missão Cassini-Huygens, programada por um período de sete anos, destinada a explorar o sistema solar e a alcançar Saturno, foi lançada em 1998, e usou apenas 6 toneladas de combustível para percorrer cerca de 1,5 milhões de quilómetros. Mas como por um processo de *cosimbiose*, a nave conseguiu poupar 8 toneladas de combustível, através do recurso à energia dinâmica do sistema solar e foi obrigada a percorrer uma distância três vezes superior. Nesse processo deslocou-se sistematicamente de planeta para planeta, de forma a ganhar velocidade nos seus campos gravitacionais para, assim, conseguir chegar a Saturno. Esta forma de locomoção serve-se, pois, da gravidade e da rotação dos planetas como factores de aceleração da nave, sem os quais, aliás, não teria sido possível realizar uma viagem de tal envergadura<sup>622</sup>.

Um processo semelhante, apesar de bastante mais simples, foi o desenvolvido pelos navegadores portugueses, no século XV, e consistiu no aproveitamento da energia das correntes e das marés para a navegação, inicialmente, no Oceano Atlântico e, posteriormente, em todos os outros oceanos; feito apenas possível mediante a *cosimbiose* entre as *bioespécies* e *tecnoespécies* envolvidas (Homem/Caravela). Apesar das diferenças, o que está em causa em ambas as viagens é a compreensão e o aproveitamento dos recursos energéticos naturais que, no caso da viagem do *Cassini-Huygens*, consistem na rotação dos planetas e na força da gravidade, utilizados num processo de simbiose extremamente complexo, conseguido pela associação entre o sistema *Cassini-Huygens* (composto pelo veículo orbital *Cassini* e a sonda *Huygens*) e as energias disponíveis no sistema solar. Contudo, quer num caso, quer no outro, e independentemente da complexidade variável dos processos, o sucesso de ambas as viagens assenta numa noção principal: uma *tecnoespécie* que, pela primeira vez no espaço, entra em *simbiose* com os recursos naturais do Sistema Solar.

---

<sup>622</sup> [www..saturn.jpl.nasa.gov](http://www..saturn.jpl.nasa.gov)

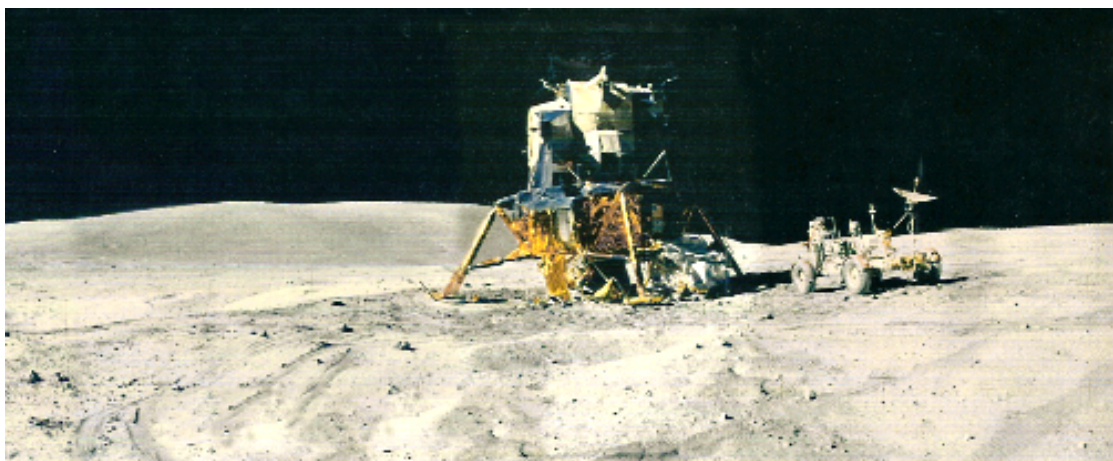


Figura 121 – Vida humana tecnológica na Lua: *Apolo XVI* e *Lunar Rover*.

Actualmente, encontra-se em preparação o envio de uma sonda para Plutão, o mais afastado planeta do Sistema Solar e o único em que ainda não estiveram *organismos tecnológicos*. E se o planeta Terra (Gaia) é um grande *organismo simbiótico*, exclusivo no sistema solar, a única possibilidade de poder vir a existir um organismo semelhante nesse mesmo sistema é, seguramente, através de transferências produzidas pela *evolução cosimbiótica* ou seja pela associação entre *bioespécies* e *tecnoespécies*. Por enquanto, e como refere L. Margulis, a única prova de vida fora da Terra é de vida humana tecnológica.<sup>Figura 121</sup>

#### 4 - Simbionte - Planeta Simbiótico

O cientista russo Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863-1945), ao descrever os organismos e os minerais como “*matéria viva*”, foi responsável pela grande divulgação do termo *biosfera*, quando o utilizou como título no seu livro *The Biosphere*, editado em 1926<sup>623</sup>. Proposto inicialmente pelo geólogo austríaco Edward Suess (1831-1914) para completar as nomenclaturas de *litosfera*, que se refere à esfera das rochas, e de *atmosfera*, que se refere à esfera do ar, o termo *biosfera* foi proposto para designar a esfera da vida.

<sup>623</sup> Vladimir Ivanovich Vernadsky, *The Biosphere*, Nova York, Ed. Springer-Verlag, 1997.

Defendendo aquilo a que chamou “*ubiquidade da vida*” – o envolvimento de matéria viva nos processos aparentemente inanimados das rochas, da água e do vento –, V. Vernadsky apresentou e defendeu esse conceito como responsável pela transformação química do planeta. Nessa proposta, o autor passa a utilizar, muito mais frequentemente o termo “*vivente*” do que o vocábulo “*vida*”, para sublinhar que esta representa um processo e não uma coisa. Ao referir-se à “*vida*” como “*matéria viva*”, pôde projectar os seus estudos de uma forma mais global. Como refere L. Margulis, segundo V. Vernadsky, somos minerais andantes e falantes que redistribuem e concentram oxigénio, hidrogénio, nitrogénio, carbono, enxofre, fósforo e outros elementos da crosta terrestre<sup>624</sup>.

Mas, no sistema de denominação das diferentes “esferas” que compõem o planeta, desenvolvido pelo cientista russo, também é reservado um lugar à mente humana. A mente humana situa-se numa camada esférica integrada na biosfera e V. Vernadsky adoptou, para essa camada, o termo *noosfera*, ou seja, esfera da mente (do grego *noos*, mente).

Na realidade, o termo *noosfera* foi proposto inicialmente por Edouard Le Roy e difundido posteriormente por Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955). Mas, se para estes autores, “a noosfera significava a camada planetária «humana» que se formava «fora e acima da biosfera»<sup>625</sup>, para V. Vernadsky, o termo “noosfera” referia-se “à humanidade e à tecnologia e era parte integrante da biosfera planetária”<sup>626</sup>, ou seja, era composta pelos sistemas biológicos e pelos sistemas tecnológicos.

V. Vernadsky refere-se, pois, à *noosfera* como a camada específica da *biosfera* que integra a humanidade e a tecnologia, ou seja, a esfera interactiva de sistemas humanos e tecnológicos unidos em *simbiose*. Esta noção assume uma importância capital, na medida em que coloca a tecnologia como parte integrante do processo de evolução natural. Segundo o autor russo, os elementos químicos organizados dão origem a granito, rosas, gafanhotos, gatos, homens, cadeiras, telefones ou aviões.<sup>Figura 122</sup> Com isto, V. Vernadsky anulou a fronteira rígida entre os *organismos biológicos* e os

---

<sup>624</sup> L. Margulis & D. Sagan, *Op. cit.*, p.61.

<sup>625</sup> *Ibidem*

<sup>626</sup> *Ibidem*

*organismos tecnológicos*. Não colocando a *vida* numa categoria especial, ele torna-a especial pelo facto de a considerar como presente em tudo o que habita e interfere com a Terra. Como refere L. Margulis: “A vida começou a reutilizar materiais duros e a moldar resíduos sólidos muito antes do aparecimento de seres humanos tecnológicos.”<sup>627</sup>

“Tudo é vida” é, talvez, uma das afirmações mais simples e mais complexas que já foram feitas, na medida em que põe em causa séculos de raciocínios sustentados nas dicotomias básicas entre animado/inanimado, orgânico/inorgânico, natural/artificial. O século XXI, é o século da *cosimbiose*, da união perfeita entre os diversos sistemas, possibilitando, assim, entender o planeta Terra como um grande e complexo *organismo simbiótico* onde as dicotomias atrás referidas deixam de ter grande sentido e onde, de facto, “tudo é vida”.



Figura 122 – Gafanhoto e Avião *Lockheed F117A Nighthawk*.

Coube a James Lovelock, um cientista inglês, ao utilizar um instrumento hipersensível de medição de gases concluir, através dos resultados obtidos, que a vida não se restringia às coisas a que se chamava “organismos”. A vida estava em todo o lado. As evidências atmosféricas, oceanográficas e astronómicas demonstram que a vida se manifesta em todo o planeta, isto é, o “planeta” é, ele próprio, uma entidade viva. J. Lovelock recuperou o termo “Gaia”<sup>628</sup> para denominar este superorganismo vivo composto por mais de 30 milhões de tipos de seres vivos que, com a interacção das

<sup>627</sup> L. Margulis & D. Sagan, *op. cit.*, p.38.

<sup>628</sup> A.A.V.V., *GAIA – Uma Teoria do Conhecimento*, São Paulo, Ed. Gaia, 2000, p.81. “Gaia” é o termo que os gregos usavam para denominar o planeta Terra e que segundo J. Lovelock define “uma entidade que abranja todo um planeta e que tenha a poderosa capacidade de regular o seu clima e a sua composição química”.

suas actividades, são responsáveis pela regulação da temperatura, da acidez e da composição atmosférica da Terra. Como o próprio J. Lovelock afirma: “(...) quero deixar claro que a exclusão da vida do seu lugar de direito na condução deste planeta foi um exagero diabólico.”<sup>629</sup>

James Lovelock, nascido em 1919 em Inglaterra, desenvolve estudos em medicina, química e biofisiologia, antes de ser convidado, em 1961, para colaborar com a NASA. Essa colaboração destinava-se à participação de J. Lovelock num programa destinado a estudar a possibilidade de existência de vida em Marte, utilizando-se para tal instrumentos de medida extremamente apurados, anteriormente desenvolvidos por J. Lovelock e que a NASA pretendia utilizar nesse projecto. Não concordando com os princípios seguidos pela NASA, o cientista inglês decide desenvolver as suas próprias investigações sobre a análise comparativa entre Marte e Terra. Nesse estudo constata que, ao contrário de Marte que está muito próximo da estabilidade química – pois é dominado em 95% por dióxido de carbono (uma molécula muito estável) –, a Terra, por sua vez, vive de uma profunda diversidade química. Esse trabalho permitiu a J. Lovelock chegar a uma conclusão revolucionária: Marte é um planeta morto (tal como Vénus, também por si estudado) e a Terra é um planeta vivo. Ou seja, a atmosfera da Terra, tal como o sangue de um ser vivo detem um processo de auto-regulação da sua composição química e temperatura que tende para os valores necessários à existência de vida<sup>630</sup>. Assim, o cientista inglês defendeu a tese de que o planeta Terra é, em si mesmo, um grande organismo vivo. Em 1979, J. Lovelock publica a sua obra de referência, *Gaia: A New Look at Life on Earth*<sup>631</sup>, na qual o autor defende que o planeta “Terra é uma espécie de simbiose (uma associação favorável a todas as partes) gigante entre todos os seres vivos e o meio mineral, um superorganismo que tem a propriedade de se conservar num estado o mais favorável possível à vida através de mecanismos de retroacção.”<sup>632</sup>

J. Lovelock teve de provar as suas teorias. Através das suas medições ultrasensíveis, provou que a atmosfera não era apenas um meio ambiente propício à existência e à

---

<sup>629</sup> Idem, p.78.

<sup>630</sup> Yves Sciama, “James Lovelock”, in *Science et Vie n° 1057*, Paris, 2007, p.100.

<sup>631</sup> James Lovelock, *Gaia: A New Look at Life on Earth*, Oxford, Oxford University Press, 1979.

<sup>632</sup> Yves Sciama, *op. cit.*, p.103.

evolução de vida, mas também, ela própria, uma parte da própria vida, como se de uma pele se tratasse. E tal como uma pele, a atmosfera é renovada ciclicamente pelos milhões de organismos que a habitam e dela vivem. Este tipo de manutenção é semelhante àquela que é feita no nosso sangue por milhões de microrganismos. São, com efeito, os organismos mais simples que fazem a manutenção da vida nos organismos mais complexos, assegurando, dessa forma, a sua continuidade de vida. E a Terra não é excepção neste sistema relacional. Aliás, porque haveria de o ser? A Terra é uma construção biológica<sup>633</sup>. Mas a Terra, também é, neste momento, uma construção tecnológica. *Sistemas biológicos* e *sistemas tecnológicos* operam em profundidade criando a *revolução coevolutiva* do próprio planeta.

Esta *revolução coevolutiva* dos sistemas biológicos e tecnológicos, começou há milhões de anos com os primeiros utensílios naturalmente recolhidos pelos antepassados do Homem e reutilizados com novas funções, à semelhança do que, aliás, acontece com uma série de outros animais.<sup>Figura 123</sup>



Figura 123 – Abrigos construídos por diferentes animais. Da esquerda para a direita: Ninho de Vespa, construído com pedaços de madeira triturados e homogeneizados com saliva (espécie de pasta de papel). Ninho de pássaro Forno, construído com lama e pequenos resíduos naturais como palha (espécie de adobe). Igloo do povo Inuit, construído com gelo e neve.

Mas sem dúvida que o grande salto para a *cosimbiose* se deu com o aparecimento do “homem moderno”. E essa grande revolução é relativamente recente; tem cerca de cinco séculos e foi iniciada com a construção de um Mundo Global em permanente comunicação em que o *Simbionte* Terra tem como *hospedeiro* o Universo<sup>634</sup>.

<sup>633</sup> Idem, p.83.

<sup>634</sup> O planeta Terra, na perspectiva de todos os organismos que o habitam, é *Hospedeiro*. Contudo, para além dessa visão, interessa sublinhar a integração desses organismos, biológicos e tecnológicos, como

## 5 – Mundo Global, Mundo de Simbiose

Existem três paradigmas que estão constantemente presentes no mundo contemporâneo: Homem Moderno, Mundo Global e Era da Comunicação.

Esses três paradigmas estão, por sua vez, na sua génese, associados a três grandes acontecimentos que iriam gerar a grande revolução a que o mundo assiste a partir do século XV. São eles: O Renascimento, revolução cultural iniciada no norte de Itália e da qual, Francesco Petrarca (1304-1374), é considerado um precursor e o primeiro *homem moderno*<sup>635</sup>; As Descobertas, a grande expansão marítima iniciada pelos portugueses e que tem no Infante D. Henrique um importante mentor. Associando ao conhecimento científico e técnico uma visão global baseada, entre outros, no estudo astrológico, cartográfico, e das regras de deslocação planetária de massas de ar e água, permitiu uma navegação global assente em regras sistematizadas e reproduzíveis – o princípio de um *mundo global*; e, finalmente, a grande difusão da cultura e da ciência, por intermédio da afirmação da imprensa europeia, desenvolvida, desde 1453, pelo alemão Johann Gutenberg (1397-1468), fenómeno esse que despoletou a crescente expansão da comunicação.

A combinação desses três factores, ao conduzir à progressiva evolução dos processos intrínsecos às noções de *homem moderno*, *mundo global* e *era da comunicação*, assumiu-se como a base motriz do desenvolvimento duma cultura global, característica do final do século XX.

O Renascimento detém, de facto, uma importância unanimemente reconhecida no desenvolvimento do “mundo moderno”. Ele é a última grande manifestação do mundo mediterrânico. Mas, paralelamente a esse movimento, iniciava-se um outro, igualmente responsável por vários focos de progresso a diversos níveis, focos esses que interagiram uns com os outros, possibilitando um desenvolvimento, também, sem precedentes; referimo-nos às Descobertas portuguesas. Com o seu início no Ocidente, o mundo das comunicações marítimas entre povos deixou de estar centrado no

---

*simbiontes* da Terra que, por sua vez, é *simbionte* do Universo. E é, precisamente, do respeito por esta escala hierárquica de *relações simbióticas* que depende o sucesso e equilíbrio da *revolução cosimbiótica* em que o Homem opera.

<sup>635</sup> Lan Bor, Errit Petersma e Jelle Kingma, *Histoire Universelle de la Philosophie et des Philosophes*, Paris, Ed. Flammarion, 1997, p.216. Estes autores consideram F. Petrarca o primeiro homem moderno, embora, como já foi referido, outros autores considerem L. da Vinci.

Mediterrâneo – visão ainda de origem greco-romana –, abrindo horizontes a todo o “mundo atlântico”. Seria esse novo espaço de comunicação e de desenvolvimento que possibilitaria, posteriormente e pela primeira vez, o entendimento do homem como um organismo pertencente a um universo interoceânico, global e planetário, ou seja, como um organismo pertencente a um “Mundo Global”.



Figura 124 – Planisfério anónimo português desenhado em Lisboa, em 1502, representando com rigor os continentes europeu e africano, assim como parte dos continentes americano e asiático. Este mapa foi comprado por Alberto Cantino, um enviado do Duque de Ferrara, tendo servido de modelo a vários cartógrafos europeus ao longo do Século XVI.

Esta *revolução marítima*, operada a partir de Portugal no século XIV e confirmada, nos séculos XV e XVI, pelos marinheiros portugueses ao serviço de Portugal e Espanha<sup>636</sup>, possibilitou, através de trocas culturais, comerciais e científicas, o primeiro grande passo para a globalização<sup>637</sup> e para a definição de um *mundo moderno*.<sup>Figura 124</sup> Ou seja, com a evolução dos conhecimentos derivados do processo das Descobertas marítimas, iniciou-se a construção de uma nova concepção, não só do planeta (noção de Global) como do próprio Homem (desenvolvimento da ciência e das

<sup>636</sup> Entre outros, Bartolomeu Dias, Vasco da Gama, Pedro Álvares Cabral, Gaspar Corte-Real, Fernando Magalhães, Afonso de Albuquerque, Lopes Sequeira. Cristovão Colombo não está incluído na lista, pois existem dúvidas sobre a sua nacionalidade, mas de todo o modo não há dúvida de que foi casado com a filha de um capitão marítimo português a viver na Madeira e de que a sua formação técnica e experiência atlântica eram seguramente portuguesas, ou seja, não as poderia ter adquirido naquela época sem o contacto profundo com Portugal. Para aprofundamento deste tema aconselha-se a consulta da obra de Ian Robertson, *A Traveller's History of Portugal*, London, Ed. Cassell & Co, 2002; o mapa “Explorações mundiais de Portugal e a sua máxima esfera de influência” na p.74.

<sup>637</sup> No sentido de aprofundamento deste tema aconselha-se a consulta da obra de Martin Page, *The First Global Village – How Portugal Changed the World*, Lisboa, Ed. Notícias, 2002.

trocas comerciais e culturais entre povos intercontinentais). E esse passo foi dado pelos portugueses com base em duas acções estratégicas de grandes dimensões: 1) pela fomentação da colaboração interdisciplinar, ao nível técnico e científico; 2) pelo estabelecimento de novos padrões de conhecimento, já não baseados na herança da Antiguidade Clássica, mas antes sim na observação, na classificação, na comparação e na sistematização de dados. A soma desses dois factores associada aos resultados práticos do empreendimento coloca, definitivamente, Portugal do final do séc. XV na vanguarda da grande revolução cultural do séc. XV.

Aliás, o próprio F. Petrarca, poeta e humanista italiano considerado o primeiro dos grandes humanistas do Renascimento, se pronunciou sobre o expansionismo português, ao “ver D. Afonso IV alargar-se para o Oceano”<sup>638</sup> como sendo algo que deveria merecer a atenção das Repúblicas Italianas, na medida em que poderia colocar em risco o domínio dos mares por Veneza e Génova. A declaração de F. Petrarca constitui mais uma prova da contemporaneidade dos dois movimentos e, desse modo, coloca a génese do Renascimento e dos Descobrimentos em sintonia, como responsáveis, quer um quer outro, pela própria génese do *pensamento moderno*.<sup>Figura 125</sup>



Figura 125 – À esquerda: Pormenor de pintura “Tobias e os arcanjos” (c. 1470), de Biagio di António, representando a finalização da cúpula da Catedral de Florença (obra geral de Filippo Brunelleschi), onde se pode ver a estrutura de apoio à colocação da esfera produzida por Andrea del Verrocchio. À direita: Pormenor de uma gravura alemã do Século XVI, representando os estaleiros de Lisboa e a respectiva construção de embarcações.

<sup>638</sup> AAVV, *Infante D. Henrique*, Lisboa, Ed. Frederico Marjay, 1960, p.63.

Porque se o Renascimento italiano permitiu um florescimento intelectual e artístico que dá origem ao *homem moderno*, os Descobrimentos portugueses<sup>639</sup> permitiram, sem dúvida, a compreensão de um *mundo global* (ao nível comercial, cultural e comunicacional/expansionista) em que a experimentação e o confronto com a biodiversificação permitiram uma evolução cultural sem precedentes na história da humanidade, constituindo, assim, o início do grande projecto da “aldeia global”. Finalmente, por seu lado, o desenvolvimento dos suportes de informação, iniciados com a imprensa, permitiram a divulgação do conhecimento em grande escala, ou seja, a proliferação e afirmação da *era da comunicação*.

O enquadramento desta temática no âmbito do presente sub-capítulo prende-se, precisamente, com a questão Mundo Global/*Mundo de Simbioses*. Ou seja, aplicação de ciências multidisciplinares em projectos que levam a um maior entendimento do planeta como unidade e, por outro lado, aplicação de ciências multidisciplinares à descoberta de possíveis *simbioses* entre o ser humano, os sistemas técnicos e a natureza.

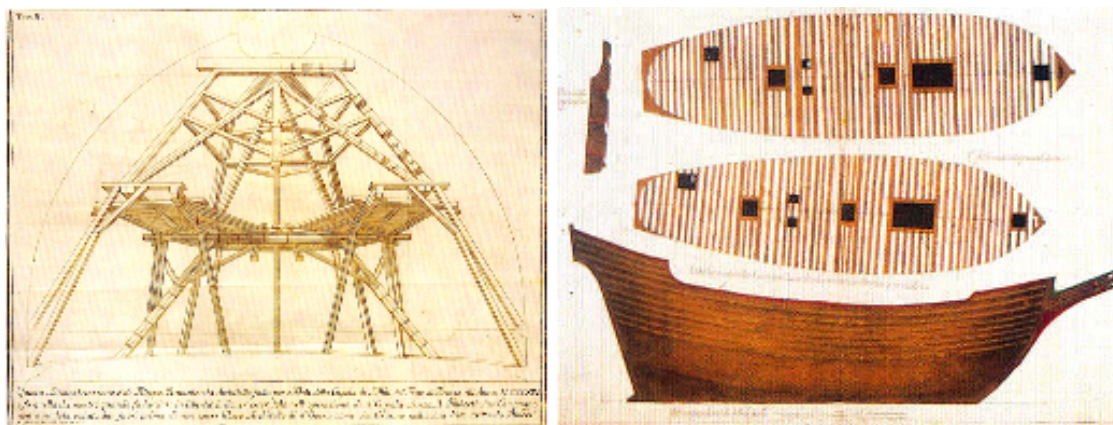


Figura 126 – À esquerda: Estudo e simulação em desenho (final do século XVII) da construção da cúpula da Catedral de Florença, por Giovan Battista Nelli. À direita: Projecto de Caravela retirado de *O Livro da Fábrica das Naus* (c. 1570), de Fernando Oliveira.

O Infante D. Henrique (1394-1460), tal como Filippo Brunelleschi (1377-1446), rompe com o passado medieval. Podemos sem receio referir que se a Catedral de Florença é um marco na emergência de uma nova cultura renascentista, os

<sup>639</sup> Luis de Albuquerque, *Os Descobrimentos Protugueses*, Lisboa, Publicações Alfá, 1983.

levantamentos oceanográficos, cartográficos, botânicos, zoológicos e antropológicos efectuados pelos portugueses, articulando conhecimentos de áreas muito diversificadas ao serviço de uma cultura projectual visionária que permitiram alterar a visão que se tinha no mundo medieval, assim como criar rotas marítimas constantes entre continentes, foram decisivas para a construção de um *mundo moderno*.<sup>Figura 126</sup>

Criando um projecto global, baseado na planificação e na aplicação de métodos científicos, são desenvolvidos registos rigorosos em diversas áreas das ciências (arquitectura, engenharia, astrologia, cartografia, oceanografia, etc.) que passam a permitir, a qualquer indivíduo que a eles tivesse acesso, reproduzir os mesmos fenómenos; sejam eles a construção de uma máquina ou edifício renascentistas, a construção de uma caravela, ou a reprodução do percurso das viagens transcontinentais, ou seja, assiste-se ao nascimento da moderna cultura projectual, baseada na investigação e no rigor científico.



Figura 127 – Catedral de Florença e Caravela Portuguesa.

De facto, também houve uma revolução técnica e tecnológica nas Descobertas Portuguesas. Com efeito, a Caravela, expoente tecnológico importantíssimo no percurso das Descobertas, foi uma embarcação desenvolvida, a partir de 1440, pelo Infante D. Henrique<sup>640</sup>, mais adequada do que a anterior Barca para navegar longe da costa, é contemporânea da Catedral de Santa Maria del Fiore (1420-1446) de Filippo Brunelleschi, expoente tecnológico Renascentista. Este pode ser lido como um

<sup>640</sup> Quirino da Fonseca, *Os Navios do Infante D. Henrique*, Lisboa, Comissão Executiva das Comemorações do Quinto Centenário da Morte do Infante D. Henrique, 1958.

interessante confronto entre *software* e *hardware*, com a Caravela e os sistemas naturais a ela associados a representar a emergência do *software* e a Catedral, com todo o seu peso, a representar a confirmação do *hardware* do mundo clássico.<sup>Figura 127</sup>

Mas a Caravela não constitui o único grande avanço tecnológico e científico dos Portugueses. A sua Cartografia, a mais avançada do mundo no século XV<sup>641</sup>, a descoberta do “norte magnético”, na medida em que foram os primeiros a verificar que a bússola denunciava um erro ao apontar para Norte – o que revela o domínio de uma navegação de grande precisão –, assim como o aperfeiçoamento de outros instrumentos de navegação precisa, ou o estudo das correntes e das marés, o estudo de novas plantas e animais, entre outros saberes aprofundados<sup>642</sup> que foram necessários para permitir o domínio científico e técnico que possibilitou a navegação e comunicação interoceânicas, incluindo a Linguística.

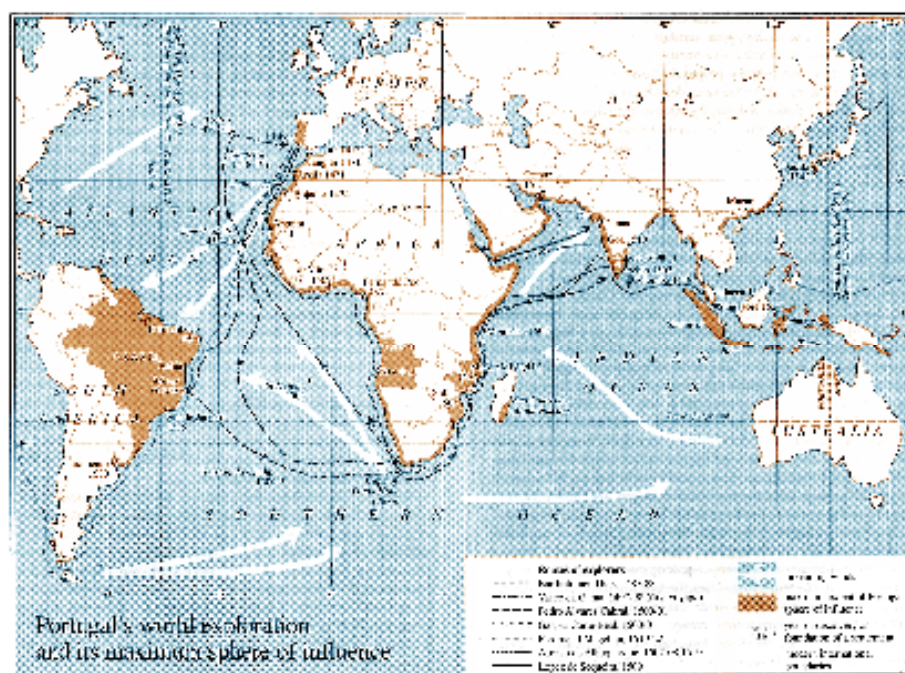


Figura 128 – Rotas dos exploradores portugueses e respectiva esfera de influências mundial, entre 1487 e 1522.

<sup>641</sup> Armando Cortesão, *Cartografia Portuguesa Antiga*, Lisboa, Comissão Executiva das Comemorações do Quinto Centenário da Morte do Infante D. Henrique, 1960.

<sup>642</sup> AA.VV., *Outro Mundo Novo Vimos*, Lisboa, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 2001.

Isto porque, de facto, nas Descobertas marítimas portuguesas, a compreensão dos elementos naturais pela experimentação, numa primeira fase, e pela aplicação do conhecimento científico e técnico, posteriormente, foi importantíssima e permitiu, de facto, a utilização e potencialização, através do desenvolvimento técnico e tecnológico, de energias como as das correntes ou ventos marítimos. E foi esse entendimento da natureza, somado ao domínio científico-técnico das suas energias, que possibilitou a realização sistematizada de percursos até então impossíveis para o Homem.<sup>Figura 128</sup>

Essa atitude originou uma verdadeira rede de transportes planetária que não só permitiu colocar um povo pela primeira vez na posse de uma relação cultural com povos de todos os continentes como, por outro lado, é uma referência na forma como foram compreendidos e aproveitados recursos e energias naturais existentes no planeta, de modo a permitir a concretização de um vasto programa de carácter cultural e científico. As Descobertas Marítimas portuguesas permitiram, ainda, o início da construção de uma base de dados global, com informações de carácter científico e cultural, referente à caracterização de diferentes países, ao nível Geográfico, Astrológico, Antropológico, Zoológico e Botânico, Médico, Militar, Tecnológico e Gastronómico, o que provocou uma transferência, de conhecimentos multidisciplinares, responsável por uma revolução ao nível do próprio conhecimento.<sup>Figura 129</sup> Concretizava-se, assim, o sonho português de expansão planetária e de desenvolvimento de uma cultura-mundo<sup>643</sup>.

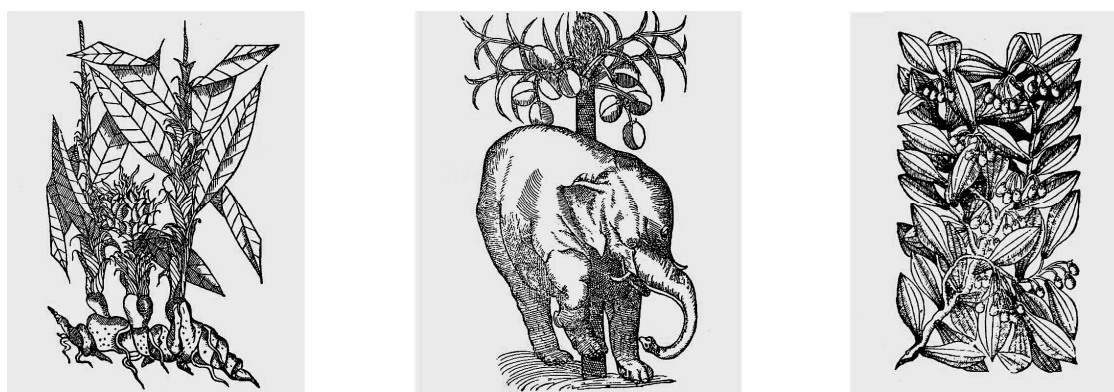


Figura 129 – Desenhos retirados do livro *Tratado de las Drogas y medicinas de las Índias Orientales* (1578), escrito pelo médico português Cristóvão da Costa<sup>644</sup>.

<sup>643</sup> Luis Filipe Barreto, *Portugal: Pioneiro do diálogo Norte/Sul*, Lisboa, Ed. Imprensa Nacional, 1988, p.13.

<sup>644</sup> O livro de Cristóvão da Costa (c. 1525-1593) foi publicado 15 anos depois da obra que lhe serviu de referência: *Colóquios dos Simples e Drogas e cousas medicinais da Índia* (1563), de autoria do grande investigador Garcia da Orta (c. 1503-1568).

Portugal, ao utilizar um inovador sistema homem-máquina, navegante-caravela, simbiote-hospedeiro, bioespécie-tecnoespécie, perfeitamente adaptados à navegação, num sistema energético planetário de astros, correntes e ventos marítimos, é o país precursor de um grande *projecto simbiótico* de escala multicontinental. O grande feito é que, pela primeira vez, o homem cria sistemas tecnológicos em plena harmonia com os sistemas naturais, que lhe permitem percorrer, de forma sistematizada, o grande planeta vivo, ou seja o ser *Simbiote*. E isto representa o início da grande rede planetária de comunicações que transforma o planeta Terra num organismo *cosimbiótico* de grande amplitude, em que coabitam os sistemas vivos, os sistemas sociais e os sistemas tecnológicos. O grande passo é levar a que, esses mesmos sistemas, mais do que coabitar, passem, progressivamente, a coexistir *simbioticamente*; o que obriga, antecipadamente, à implementação de uma *Visão Simbiótica*.

## II – DESIGN SIMBIÓTICO E VISÕES SIMBIÓTICAS

Apesar de pouco divulgada, a História da teoria evolutiva da cultura técnica é já significativa. Como foi assinalado, os seus protagonistas são tecnólogos, arquitectos, designers ou artistas ou personalidades de reconhecido mérito em áreas tão distintas como a antropologia, a sociologia, a filosofia, a política, a economia ou a literatura. No entanto, esta teoria evolutiva pode sofrer oposição de muitas partes, pois as suas visões radicais podem diluir ou até extinguir as clássicas demarcações entre natureza e cultura, corpo e alma, matéria e espírito, ser e coisa, orgânico e inorgânico, animado e inanimado, aparência e realidade. Mas é esse o seu papel fundamental, tentar demonstrar que estas oposições são, actualmente, falsas questões e que uma teoria unitária do desenvolvimento da *vida biológica* e *vida tecnológica* é aquela que proporciona um maior equilíbrio ao sistema vivo em que vivemos e do qual fazemos parte. Hoje, *evolucionismo biosimbiótico* e *evolucionismo tecnosimbiótico* devem ser duas noções indissociáveis que podem ser crescentemente equacionadas pelo ser humano, numa *visão mutualista* de consequências.

Nesta perspectiva, este capítulo aborda questões fundamentais como a relação entre a simbiose e a energia, a simbiose e o design e a relação objecto/corpo como um sistema simbiótico, referências para a implementação de uma forma de pensar e uma metodologia para a construção de um *Design Simbiótico* que afirma, como fundamental, a compreensão e o respeito por um universo de energia do qual somos parte integrante.

### 1 - Simbiose e Energia

“Menos de um por cento da energia solar que chega à terra é desviado para processos vitais. Mas o que a vida faz com esse um por cento é assombroso. Fabricando genes e descendentes a partir da água, energia solar e ar, formas encantadoras mas perigosas misturam-se e divergem, transformam-se e poluem, matam e nutrem, ameaçam e

superam. Enquanto isso, a biosfera em si, mudando subtilmente com as idas e vindas de cada espécie, vai continuando a sua vida há mais de três biliões de anos.”<sup>645</sup>

O Sol é responsável pelo fornecimento de energia à maior parte dos processos físicos e químicos do nosso planeta. A sua radiação aquece a atmosfera e os oceanos, gera os ventos e as chuvas, permite a existência de combustíveis fósseis tão importantes para as actuais sociedades mas, sobretudo, é responsável pela mais importante conversão bioquímica do planeta sem a qual seria impossível a existência de vida, a *fotosíntese*. A energia solar está na base da vida. E a vida encontra-se, sobretudo, na *biosfera*, ou seja, na zona que vai dos limites superiores da atmosfera até aos limites inferiores dos oceanos. A Terra funciona como um sistema fechado, um organismo em que, tal como numa célula, o único elemento que em si entra sistematicamente é, a energia solar. Utilizando este tipo de energia, as plantas, algas e bactérias verdes e roxas executam a fotossíntese, transformando a energia solar em energia química. Os animais, os fungos e grande parte das bactérias, ao alimentarem-se dos produtores da fotossíntese, estão a absorver a energia química de que precisam para viver e sem a qual são incapazes de produzir. Como refere Paulo Cunha e Silva: “Um organismo vivo pode, de facto, ser definido como um sistema que mantém e eventualmente expande a sua estrutura organizada a partir da importação de energia.”<sup>646</sup>

Os organismos mais complexos são constituídos por dois núcleos principais: uma estrutura a que chamamos *esqueleto* que, por sua vez, suporta os tecidos vivos (restantes *sistemas orgânicos*, como o sistema respiratório, circulatório ou nervoso). A autorregulação da temperatura e da química sanguínea no corpo humano tem origem nas relações entre as células que os constituem. Também o Planeta Terra é composto por dois núcleos principais que podem ser denominados de *endoesfera*, núcleo central da Terra, de composição rochosa – o equivalente ao nosso esqueleto - e *exoesfera*, núcleo que contém a parte mais visível da vida, composta pela *bioesfera* e que inclui no seu interior a *noosfera*, ou seja, a mente global do planeta.

---

<sup>645</sup> L. Margulis & D. Sagan, *Op. cit.*, p.20.

<sup>646</sup> P. Cunha e Silva, *op. cit.*, p.132.

A autorregulação planetária ao nível da temperatura, acidez e composição atmosférica evoluiu a partir de Eons<sup>647</sup> de interações entre os organismos vivos da Terra e, assim se mantém. Tal como hoje os sistemas tecnológicos nos ajudam, quando necessário, a corrigir desvios na autoregulação do nosso corpo (como a composição do sangue ou a variação de temperatura), os mesmos sistemas tecnológicos também nos poderão vir a ajudar a corrigir a autorregulação planetária. L. Margulis afirma: “(...) a vida não existe na superfície da Terra mas é a superfície da Terra.”<sup>648</sup>. Contudo, talvez fosse mais correcto afirmar “A vida é a Terra.”, na medida em que, tal como concebemos o corpo humano como um todo, inclusive o esqueleto, também temos de aceitar o planeta Terra como um sistema vivo na sua totalidade, inclusive a *endoesfera*. Neste processo, os *sistemas tecnológicos* são um prolongamento da vida, sejam eles um coração artificial para o corpo humano ou um sistema de irrigação para auxiliar a autorregulação da vida na Terra.

A *autopoiese*, palavra proposta pelos biólogos Humberto Maturana e Francisco Varela, composta pelas palavras gregas *auto*, que significa *em si mesmo*, e *poiein*, que significa *fazer*, refere-se à produção contínua de vida por ela própria, isto é, os organismos ou sistemas vivos tendem a manter esse estado de vida. E eles conseguem-no através do metabolismo, ou seja, dos processos físicos e químicos de que os organismos vivos necessitam para a sua constante manutenção, que implica a renovação quase total, por exemplo, dos átomos do corpo humano, todos os anos. Este fluxo contínuo de energia que entra constantemente no nosso corpo, através de alimentos, por exemplo, e que é consumido e dissipado através do calor, é uma das características da vida. E essa característica está presente no nosso corpo, mas também na *biosfera*, na medida em que a mesma é um macro organismo que não sobreviveria se não efectuasse o *metabolismo* e a *autopoiese* necessários à sua contínua regeneração de vida. A *biosfera* sustenta-se a si própria. Como refere L. Margulis: “Somente as células, os organismos

---

<sup>647</sup> Eon, divisão de tempo extremamente longa, utilizada pelos geólogos, que inclui várias Eras que, por sua vez, incluem cada uma vários Períodos que, por sua vez, incluem várias Épocas e estas finalmente incluem as Idades. As origens da vida mais antigas conhecidas, fósseis de bactérias encontrados em rochas, são datadas do início do Eon Arqueon, há cerca de 4000 milhões de anos. [www.oficina.cienciaviva.pt](http://www.oficina.cienciaviva.pt).

<sup>648</sup> L. Margulis & D. Sagan, *Op. cit.*, p.36.

feitos de células e as biosferas feitas de organismos são autopoieticos e podem efectuar o metabolismo.”<sup>649</sup>

A célula, elemento fundamental da matéria viva, composta por um líquido azotado (protoplasma) envolto numa membrana finíssima e contendo um núcleo de substância mais densa, é um ser vivo que se alimenta absorvendo os alimentos no tecido onde vive e rejeitando os respectivos resíduos. Desenvolvendo-se e reproduzindo-se, é uma estrutura autodelimitada, autosustentada e autoreprodutora; é a menor estrutura autopoietica conhecida. Através do *metabolismo*, a célula utiliza energia da luz ou de substâncias químicas, água e sais, carbono, nitrogênio e compostos de enxofre, para assegurar as funções vitais da vida, no seu processo de autosustentação, a *autopoiese*.

As células, tal como todos os outros seres vivos, necessitam de uma membrana semipermeável que faz a separação parcial do meio ambiente, isolando termodinamicamente um subsistema e, nesse processo, necessitam de um mínimo de energia para se manterem vivas. No planeta Terra, essa membrana é a atmosfera. Todos os organismos vivos, das bactérias às civilizações, são sistemas abertos que importam e exportam, constantemente, energia. Considerada, em termos materiais, como um sistema de matéria e energia, a vida é reconhecível pela sua separação parcial do meio ambiente, através de uma membrana<sup>650</sup>.

À *biosfera* são aplicáveis duas das mais famosas leis da ciência que respeitam à energia: as *Leis da Termodinâmica*. Por *energia* entende-se a luz, o movimento, a radiação, o calor, a radioactividade, etc. A primeira lei diz que, durante qualquer transformação, a energia total de um sistema e do seu meio não é perdida nem ganha (princípio de conservação de massa e energia). A segunda diz que, em qualquer sistema dotado de movimento ou que utilize energia não se verifica um decréscimo de *entropia* – formas de energia que não são úteis ao trabalho, como por exemplo, o calor. Na prática, isto significa que os sistemas menores perdem calor para o universo, ao converterem uma forma de energia noutra diferente. Como escreve Alan Watts (1915-1973): “Apenas a forma é estável. A substância é uma corrente de energia que entra

---

<sup>649</sup> Idem, p.31.

<sup>650</sup> Idem, p.96.

por uma extremidade e sai pela outra. O propósito que a vida tem de se manter é um fenómeno físico-químico, estudado pela ciência da termodinâmica.” E prossegue: “Somos meneios temporariamente identificáveis numa corrente que nos penetra sob a forma de luz, calor, ar, água, leite... Ela sai como gás e excremento – e também como sémen, bebés, fala, política, guerra, poesia e música.”<sup>651</sup>

Com efeito, a energia é a única forma de transacção universal. Tudo se pode resumir a energia, seja pela sua implicação directa no funcionamento do universo, no funcionamento da vida, no funcionamento da sociedade humana ou no funcionamento dos sistemas tecnológicos. Como refere Vaclav Smil, um dos grandes especialistas em energia, no seu livro *Energies – An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization*, o reconhecimento da universalidade da energia foi uma das maiores proezas do século XIX<sup>652</sup>. O entendimento moderno de energia é amplamente complexo e assenta em diferentes noções também elas complexas: *massa e energia* são equivalentes; muitas conversões ligam variados tipos de *energia*; nenhuma *energia* é perdida durante estas conversões (a primeira lei da termodinâmica); a conservação de *energia* é inexoravelmente acompanhada por uma perda de utilidade (a segunda lei da termodinâmica)<sup>653</sup>.

Os gradientes de *energia* – normalmente definida como *a capacidade para produzir trabalho* –, são medidos em Watts (unidade de medição de *potência* ou seja do fluxo de energia por unidade de tempo, 1 Watt = 1 Joule x 1 Segundo). Para a apropriação de uma ideia desses diferentes gradientes refere-se, a título de exemplo, que uma vela a arder utiliza em média, durante um minuto, 0,041W (Watt); o voo do Colibri utiliza cerca de 0,233W; um ser humano a correr, cerca de 7,8W; uma máquina de lavar 25W; os quatro motores de um grande avião a jacto 0,1MW; e um tremor de terra com magnitude 8 na escala de Richter, 3,2PW.<sup>654</sup> Igualmente interessante é o conceito de *eficiência energética* – relação entre a quantidade de *energia* saída e a quantidade de *energia* entrada num sistema. Nesse contexto, e também a título de exemplo, vejamos a *eficiência energética* de diferentes sistemas: na transformação de energia eléctrica,

<sup>651</sup> Idem, p.55.

<sup>652</sup> Vaclav Smil, *Energies – An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization*, Cambridge, Ed. MIT, 1999, p.x.

<sup>653</sup> Idem, p.xiii.

<sup>654</sup> Idem, p.xv.

uma lâmpada incandescente tem uma eficiência até 5%; um grande motor eléctrico ultrapassa os 90%; no processo de transformação de energia química, uma vela de parafina atinge uma eficiência de cerca de 2%; o motor de um automóvel a gasolina, cerca de 25%; no processo de transformação de radiações, os mais produtivos ecossistemas atingem eficiências até 2%; e as melhores células fotovoltaicas cerca de 30%. Como sugere V. Simil, a melhor forma de compreendermos o mundo da energia é munirmo-nos de uma máquina de calcular e realizarmos exercícios de cálculo baseados na realidade que nos rodeia<sup>655</sup>.

De facto, a importância da energia é vital. O sistema vivo que não a gerir bem, não sobrevive. A energia é limitada e a capacidade de a gerir tem sido um dos factos mais notáveis dos sistemas biológicos. Optimizar a energia é primordial nos processos biológicos e deve sê-lo também, crescentemente, nos processos tecnológicos.

É interessante referir que o rendimento da transformação de *energia* nos *organismos tecnológicos* tem vindo a aumentar significativamente. Para entendermos mais facilmente essa noção de aumento de rendimento, basta pensarmos nos principais elementos de alguns dos mais importantes organismos tecnológicos: o motor a vapor, o motor de combustão interna, o motor eléctrico e, finalmente, o circuito integrado. A par com esse aumento de rendimento, por seu lado, o consumo energético dos organismos tecnológicos tem vindo a diminuir significativamente. Pode-se assim afirmar que, tal como acontece na natureza, a tendência de evolução das *tecnoespécies* é no sentido de maximizarem o seu rendimento, por intermédio de sistemas cada vez mais eficientes. Ou seja, mais prestações com menos energia. Mas nesse contexto, o lema da natureza é: mais prestações com o mínimo de energia.

Centrando-nos agora na relação entre *tecnoespécies* e a *bioespécie* ser humano, vejamos outro exemplo assente, desta vez, na rentabilização da locomoção, a energia humana em função da velocidade obtida. A natação é a actividade humana que exige maior consumo energético, seguida do andar, do correr, do patinar, do esquiar no gelo e, finalmente, do pedalar uma bicicleta (ciclismo)<sup>656</sup>. Como podemos ver, a partir da terceira actividade enunciada, a locomoção humana é auxiliada pela intervenção de

---

<sup>655</sup> Idem, p.xv.

<sup>656</sup> Idem, p.181.

patins, skis, e bicicletas. Ou seja, a associação do *organismo humano* com *organismos tecnológicos* leva a um aumento do rendimento energético. Essa *simbiogénese* (processo de associação entre dois organismos diferentes), que neste caso é do tipo *comensalista* (quando um beneficia enquanto o outro permanece neutro), produz nestes organismos uma propulsão rentabilizada – o ciclismo revela um potencial de rapidez 10 vezes superior ao da natação. Podemos ainda assegurar que, na natação, o design de elementos para a sua prática – como prova o exemplo já referido do fato de banho Speedo *FastSkin* –, evoluiu de modo a permitir velocidades anteriormente impensáveis, mas o mesmo fenómeno aplica-se também ao ciclismo.

Os actuais resultados de rentabilização e eficiência energética devem-se ao esforço que tem sido aplicado, por diversos especialistas de áreas diferentes, em processos e metodologias de investigação e desenvolvimento, cada vez mais ousados, que buscam soluções crescentemente vantajosas, para o Homem. Espera-se que a próxima equação seja, a nível generalizado, e mediante o mesmo pressuposto sistematizado de trabalho, a investigação e o desenvolvimento de soluções cada vez mais vantajosas para o ser humano e para o seu *simbionte* Terra.

Nesse contexto, o Design afirma-se como um elemento crucial para a obtenção de resultados de sucesso, na medida em que é uma disciplina que pode, e deve, vir a assumir-se, crescentemente, como um potencializador das *cosimbioses* entre *organismos humanos*, *organismos tecnológicos* e o *superorganismo Gaia*. Isto porque, de facto, os processos de Design são, na sua génese, um elemento decisivo no estabelecimento de relações de competição e/ou de cooperação entre as diferentes *espécies* de *organismos*.

## 2 - Simbiose e Design

Quando uma *célula nucleada* se associa a uma *espiroqueta* está à procura de uma forma mais rápida de se mover. Esta cooperação entre organismos diferentes é a que existe num espermatozóide. Para o espermatozóide, a rapidez de deslocação é essencial para a competição pela sobrevivência, ou seja o processo de reprodução.

A *espiroqueta*, pela sua configuração, possibilita à célula nucleada deslocar-se mais rapidamente. De início, à célula nucleada só interessava a motorização, mas esta associação entre os dois organismos diferentes levou, posteriormente, através da transformação das espiroquetas em undolipódios, à geração de células mais complexas, com maiores capacidades de sobrevivência e com a capacidade de, através de novas simbioses, gerarem organismos ainda mais complexos do que, por exemplo, o espermatozóide.

As espiroquetas, bactérias contorcionistas movidas a prótons, são os nadadores mais velozes de todo o reino bacteriano. Formando alianças diferentes com outros organismos, a sua função é a de impulsionar e permitir a esses organismos deslocamentos mais rápidos. Para as espiroquetas, a vantagem desta associação simbiótica é a de passarem a alimentar-se dos restos metabólicos das células onde se fixaram. Esta ligação é tão proveitosa que algumas das células *hospedeiras* desenvolveram estruturas de fixação que incentivam as espiroquetas a “atracar”<sup>657</sup>. Um desses casos é o da célula *Trichinympha* que, apesar de ser maior e mais pesada do que outras células, ao estabelecer a associação com as espiroquetas, fica apta a nadar com maior rapidez conseguindo, assim, conquistar vantagens na busca de alimento, na fuga dos seus predadores e na procura de parceiros para reprodução.

Organismos vivos, os seres humanos, para o garante da sua sobrevivência enquanto espécie e suprimento de necessidades várias, recorreram, desde sempre, ao estabelecimento de associações com outras espécies. De início, essa associação foi estabelecida com outras espécies biológicas, como o cão, o cavalo ou o camelo, ou com espécies técnicas simples, como a pedra lascada, a lança ou o arco e flecha. Mais tarde, o ser humano passa a associar-se, sobretudo, a espécies técnicas, o barco, por exemplo, constituindo desse modo organismos mais complexos (cosimbióticos) capazes de realizarem funções e tarefas até então impossíveis. Só com base no último género de associação é que se tornou possível, para o ser humano, percorrer o mais vasto organismo vivo conhecido, o planeta Terra. Mas essa viagem só foi exequível mediante o conhecimento e aproveitamento das energias próprias do planeta. Contudo, as consequências desse processo de adaptação do ser humano resultou em grandes

---

<sup>657</sup> L. Margulis & D. Sagan, *op. cit.*, p.134.

*mutações* e *evoluções* gerais em todos os organismos envolvidos<sup>658</sup>. Tal como acontece com os microrganismos, grande parte dessas *mutações* foram benéficas, mas, contudo, algumas provaram ser maléficas e ainda continuam a produzir graves consequências.

O Homem, ao colocar em contacto, pela primeira vez, as várias regiões do planeta – desde que as grandes placas continentais se haviam separado –, alterou a ecologia original do planeta Terra. Ou seja, às *mutações* instauradas pela natureza foram acrescentadas *mutações* originadas pelos seres humanos. Isto implica que existe neste momento uma maior dificuldade em restabelecer os equilíbrios necessários a novas *mutações* naturais.

Estas *mutações* de dimensões globais eram provocadas através de processos de *simbiose* pois como já vimos a *simbiose* é um elemento primordial na *evolução*, da qual faz parte estrutural a *mutação*. O planeta Terra, que sempre se reorganizou e regenerou por processos simbióticos naturais, tem vindo, como sempre fez, a mudar as suas características. Porém, a partir do século XV, uma nova *simbiose* viria a dar origem a algumas das novas *mutações planetárias*. A nova *simbiose* foi perpetuada pelo Homem, em *cosimbiose* com uma *espécie* criada pelo ser humano (a *tecnoespécie* barco) e com um terceiro elemento, o macro organismo percorrido e explorado pelo homem, a Terra. E só agora, passados cinco séculos desde o momento em nos tornámos seres globais, nos apercebemos de algumas das consequências por nós provocadas.

As viagens planetárias iniciadas pelos portugueses representam, na realidade, a origem da primeira grande *mutação* provocada pela *simbiose* entre *bioespécies* e *tecnoespécies* no *Planeta Simbiótico*. É a primeira *cosimbiose* planetária pois, pela primeira vez, *bioespécies* e *tecnoespécies* operam em conjunto à escala planetária, com consequências planetárias. Desde então, coelhos foram levados da Europa para a Austrália, sendo que o vírus responsável pela Hepatite foi trazido de lá para cá, até infectar milhares de pessoas em todo o mundo. O cavalo foi introduzido no continente

---

<sup>658</sup> No caso das *tecnoespécies* essa evolução já foi evocada noutros capítulos, mas no que respeita à evolução do *superorganismo Gaia* por intermédio da influência do ser humano refere-se, a título de exemplo, o desenvolvimento localizado de vida, onde antes não existiam condições propícias à sua proliferação (exemplo de sistemas de rega que tornaram férteis zonas anteriormente áridas ou estações de investigação na Antártida, continente não habitado pelos seres humanos anteriormente).

americano e o milho no continente europeu. Populações indígenas foram dizimadas e outras deslocadas. Mas estas lutas, que na natureza são próprias das grandes *mutações* provocadas pela competição entre as *espécies*, e que acontecem há milhões de anos ao nível dos microrganismos, inclusive no nosso corpo, são assumidas pelo Homem com base em regras que muito diferem das dos outros *organismos* vivos. Hoje, e só graças à evidência dos perigos deferidos por nós mesmos a nós próprios, tomamos consciência de que, gradualmente, algo tem de mudar na atitude *parasitista* do *organismo biológico* ser humano. E essa tomada de consciência, tal como a sua análise, só é possível mediante a avaliação crítica do percurso de evolução *cosimbiótica* entre *bioespécies* e *tecnoespécies*.

Como foi antes referido, um organismo humano em associação com um simples *organismo tecnológico* pode aumentar a sua capacidade de deslocação na água em 7,5% (Speedo *FastSkin*). O elemento potencializador desta nova prestação foi o Design Industrial, em cooperação com outras áreas, por intermédio da aplicação de metodologias e processos de projecto específicos – de associação entre organismos de *espécies* diferentes –, e cujo resultado constituiu no melhoramento do factor deslocação (tornando-o mais eficaz). Em Speedo *FastSkin*, estabelece-se uma relação de *cooperação* entre as espécies (fato-de-banho e Homem), para garantir um maior grau de *competição* a uma delas (Homem). Este processo de associação é semelhante ao verificado entre a *célula nucleada* e a *espiroqueta*. Recordemos que as *espiroquetas*, ao fim de milhares de anos de evolução das suas associações, por um processo de fusão com outras *espécies*, geraram uma célula complexa. Será que um processo de associação semelhante, mais complexo, poderá vir a realizar-se entre uma *bioespécie* e uma *tecnoespécie*? Por exemplo no caso do fato-de-banho, será possível que, dentro de anos, aconteça a fusão entre o ser humano e uma *tecnoespécie aquática* e que, dessa fusão, nasça um renovado e mais rápido organismo dentro de água. Será que o destino de algumas *tecnoespécies* é a fusão com as *biospécies*? Face às evoluções *biotecnológicas* do presente, parece muito plausível que tal aconteça. E nessa altura, tal como agora, o Design será um dos mais importantes elementos potencializadores dessa *cosimbiose*. E, provavelmente, não vão ser necessários milhares de anos de coevolução para que essa hipótese se confirme como real.

Eis o que a natureza sempre fez: experimentar associações, criar ou anular *espécies* consoante a sua capacidade de sobrevivência e de cooperação com outros sistemas já criados e afinados. Foi dessa actividade laboratorial que nasceram incompatibilidades entre seres diferentes, que foram corrigidas e geraram as posteriores uniões de dois organismos cuja associação é vital para a continuidade de milhões de espécies: a *célula nucleada* e a *espiroqueta*. O trabalho mais difícil está feito e foi assumido pelo grande *superorganismo* Gaia. Quanto tempo teremos de esperar até que as maiores incompatibilidades existentes entre *espécies* diferentes sejam anuladas?

Convém salientar aqui novamente que qualquer tipo de *simbiose* é um processo que ultrapassa o somatório das características de dois organismos diferentes. A *simbiose* é um processo potenciador de energias complexas que geram o aparecimento e desenvolvimento de novas *espécies*, isto é, um processo *sinérgico*.

As primeiras associações entre seres humanos e espécies técnicas especializados na hidrodeslocação têm pouco mais de meio século. A evolução dessas associações *simbióticas* é bem visível, desde então. Basta recordarmos a diferença entre os rendimentos obtidos, nos anos 50, com o fato de J. Cousteau e os rendimentos obtidos com os fatos e respectivos apetrechos do final do século XX, em que as garrafas de oxigénio diminuíram de volume e peso e aumentaram em autonomia, as barbatanas superaram brutalmente os rendimentos anteriores, e os fatos de mergulho melhoram o coeficiente de penetração na água, etc.

O Design tem vindo, progressivamente, a desenvolver-se em conjunto com outras áreas de uma forma tão poderosa que já actua ao nível de sistemas compostos por microestruturas que permitem o desenvolvimento de sistemas tecnológicos extremamente eficazes, como são os produzidos pela nanotecnologia. Estas *tecnoespécies* potenciam as *simbioses* com os seres humanos em graus muito superiores aos que são usualmente percebidos. Prova disso é a defesa da tese, pela parte de alguns antropólogos, de que a nossa evolução biológica é, neste momento, sobretudo baseada na nossa *evolução tecnológica*. Essa responsabilidade leva a uma das questões fulcrais deste trabalho: Para quando as *cosimbioses* mais complexas?

### 3 - Objecto e Corpo - Sistema Simbiótico

A evolução humana está, nos últimos milénios, profundamente associada ao desenvolvimento das tecnoespécies. Como refere L. Margulis: “A propensão a «construir» o meio ambiente é antiga. Hoje em dia, as pessoas transformam o meio ambiente local. Vestidos e usando óculos no interior de automóveis, ligados a modems, telefones celulares e terminais bancários por linhas telefónicas e ondas de rádio, providos de electricidade, canalizações de água e esgoto e outros serviços públicos (...)”, e continua acrescentando: “(...) estamos deixando de ser indivíduos e nos transformamos [sic] em partes mais especializadas de um ser mais-do-que-humano global. Esse ser meta-humano está inextricavelmente ligado à biosfera de que surgiu, e que é muito mais antiga.”<sup>659</sup>



Figura 130 – Sony *Aibo* (1999), cão-robot capaz de interagir com os donos.

Se, por um lado, estamos integrados num grande organismo meta-humano do qual fazemos parte integrante, por outro lado, estabelecemos relações com outros organismos produzindo interações entre *espécies* que conduzem a *relações simbióticas*. Diz-se que o cão é o maior amigo do homem e, provavelmente, essa é uma das mais antigas *relações simbiótico-mutualistas* que os seres humanos estabeleceram, conscientemente, com outros organismos. No início, o cão dava-nos protecção e nós dávamos-lhe comida e abrigo. Hoje, para além de essa relação se manter, com a proliferação dos ambientes domésticos isentos de jardim, e com o aumento da solidão entre os Homens, o animal e o ser humano estabelecem sobretudo

<sup>659</sup> L. Margulis & D. Sagan, *op. cit.*, p.38.

relações de afecto e de companhia. E quer o afecto quer a companhia são, sem dúvida, princípios geradores de *simbiose*, neste caso *mutualista*. E se este relacionamento entre os dois organismos tem assumido formas muito diversificadas, nenhuma até agora foi tão insólita como a que se produziu com o lançamento do cão *robot* Aibo produzido pela Sony.<sup>Figura 130</sup> Esta *tecnoespécie* em forma de, e com, comportamento de cão visa o estabelecimento de relações de comunicação, afecto e companhia, sobretudo com crianças.<sup>Figura 131</sup>



Figura 131 – Crianças a brincar com *Aibo*.

AIBO – retirado de Artificial Intelligence roBOT, significa em japonês “amor” e “ligação, afecto”<sup>660</sup> –, foi produzido em vários modelos. Este cão tecnológico foi desenhado por Hajime Sorayama, designer e ilustrador conhecido pelos seus “Sexy Robots”, produzidos a partir do final dos anos 70 através da combinação entre a Art Pinup e Robots em que se notam influências de Fetishismo, Modernos-primitivos, Biotecnologia e manipulação genética. H. Sorayama cria ilustrações de mulheres, homens, animais, robots e cyborgs<sup>661</sup>. Nessa perspectiva foi convidado pela Sony para desenhar o Aibo. O modelo *ERS-110*, lançado em 1999, foi o primeiro robot de divertimento comercializado, o primeiro Aibo. Com a capacidade de interagir com o seu dono e de expressar emoções, é considerado um robot autónomo, uma vez que

<sup>660</sup> *aibo*, [www..wikipedia.com](http://www..wikipedia.com)

<sup>661</sup> *Hajime Sorayama*, [www..wikipedia.com](http://www..wikipedia.com)

pode “aprender” com os estímulos externos emitidos quer pelo seu dono quer, pelo ambiente circundante ou ainda por outros Aibos. A segunda geração, o *ERS-210*, lançada no ano seguinte, graças aos sensores ao tacto, som (voz) e imagem em si implantados, já possuía a capacidade de reconhecer o dono através da audição e da visão, assim como ser sensível ao contacto físico, reagindo a festas, etc. Finalmente, o *ERS7*, lançado em 2003, detém uma melhor capacidade de interacção graças aos novos sensores em si incorporados. Na versão mais complexa do *ERS7*, através de comandos de voz, o cão *robot* já consegue entender e reagir a cerca de 100 palavras diferentes e, para além disso, ainda possui a capacidade de comunicar sem fios, nomeadamente através da internet. Uma das novidades desta versão foi a *Illume-Face*, sistema que, por intermédio de diferentes efeitos luminosos produzidos pela sua face comunica ao seu dono emoções, como a de quando detecta os seus brinquedos, por exemplo. As ordens são-lhe expressas quer por movimentos da mão quer através da voz do dono<sup>662</sup>. Com todas as suas capacidades, o Aibo inaugurou uma nova geração de produtos interactivos a que se poderá chamar *animais electronicodomésticos* e cuja função é essencialmente a de substituir os *animais domésticos*. É de não esquecer que estes últimos, tal como os primeiros, são produto directo da actividade e de necessidades humanas (os cães, antes de serem domesticados, eram animais livres em ambientes naturais selvagens - lobos), ou seja o cão doméstico, tal como o Aibo, é uma invenção humana. <sup>Figura 132</sup>



Figura 132 – Cães: Contacto entre *Bioespécie* e *Tecnoespécie*.

---

<sup>662</sup> [www..aibo.com](http://www.aibo.com)

Mas outras *espécies técnicas* menos sofisticadas têm igualmente estabelecido *relações simbióticas* com o ser humano e, desse grupo, talvez um dos que maior peso histórico tem tido neste tipo de relações, seja o relógio.

Se os primeiros exemplares mecânicos destas *tecnoespécies* ocupavam por vezes uma grande área, como é o caso dos relógios colocados nas torres das igrejas, a verdade é que foram sendo gradualmente miniaturizados, ao mesmo tempo que aumentando o seu grau de interacção com os seres humanos. A sua progressiva aproximação ao corpo humano – primeiro com os relógios mecânicos de bolso que funcionavam através do armazenamento de energia humana numa mola e, em seguida, com os relógios de pulso – foi uma evolução natural que culminou numa *tecnoprótese*. Mas casos há em que a aproximação física entre ambas as *espécies* é acompanhada pelo aumento de uma relação de interdependência. Um desses exemplos é o relógio de pulso automático (sistema cinético), cujo funcionamento é proporcionado pela oscilação da mão do utilizador, movimento cinético, dispensando-se desse modo o recurso à convencional motricidade mecânica ou a baterias.<sup>Figura 133</sup> Aqui, para além da associação física entre diferentes *espécies* existe também, uma transferência mútua de energias. A *espécie biológica* cede energia à *espécie tecnológica* e esta, por sua vez, cede à primeira a informação horária necessária. A *simbiose* instala-se, definitivamente!



Figura 133 – Modelos de primeiros relógios automáticos com sucesso comercial da marca Harwood. À esquerda: *Harwood Gold Automatic Wristwatch* (1922), modelo para homem. À direita: *Harwood Autowrist* (1930), modelo para senhora.

O relógio de pulso automático, como é conhecido, é o precursor de uma nova categoria de objectos que já não se fecham sobre si, pois que comunicam com o Homem e o seu

funcionamento depende dessa relação. Esta zona de interacção cria uma coerência de conjunto, em que as relações estabelecidas constituem o pressuposto mais importante. De facto, assiste-se à instalação progressiva de novas relações *simbióticas* entre o Homem e as *espécies técnicas*. Esta nova concepção, que pode vir a afirmar-se como uma verdadeira revolução, acontece a vários níveis: os *objectos* tornam-se mais complexos nas suas relações interactivas com o ser humano levando a que este último altere o seu comportamento em relação aos primeiros. O ser humano passa a ter necessidade de interpretar e de conhecer os códigos das novas *tecnoespécies*, pois sem esse entendimento não se efectuará qualquer troca de prestações. Tal como o ser humano, estas novas *espécies* são organismos envolvidos no desempenho de um processo global em que as transferências energéticas originam processos de *simbiose* cada vez mais complexos e integrados, nos quais os desempenhos são superiores à soma das partes. São *Objectos Simbióticos!*

R. Buckminster Fuller (1895-1983) utilizou a palavra “*sinergia*” (do grego *synergos*, que significa a associação de diversos órgãos ou organismos para a execução de uma função), para descrever as entidades que se comportam como mais do que a soma das partes<sup>663</sup>. Assim sendo, pode dizer-se que quer a vida quer o amor, por exemplo, são resultados de *comportamentos sinérgicos*. Também a *simbiose* é um comportamento *sinérgico*, ao potencializar a união de dois ou mais organismos num processo que vai para além do somatório de características de cada um dos organismos. As células protistas foram criadas a partir da *sinergia* de bactérias, assim como as plantas e os animais foram criados a partir da *sinergia* das células protistas.

A mesma *sinergia* pode ser aplicada à *associação simbiótica* do homem com as máquinas, pois essa relação representa mais do que a simples união das duas partes. Esta *cooperação simbiótica* permite saltos *coevolutivos* que, de outra forma, seriam impossíveis. Só por intermédio dessa compreensão foi possível ao homem deixar a biosfera e pisar a Lua. Como refere L. Margulis: “A menos que seja protegido pela tecnologia, que em si é uma extensão da vida, qualquer indivíduo, retirado da esfera viva, Biosfera, estará condenado à morte.”<sup>664</sup>

---

<sup>663</sup> R. Buckminster Fuller, *op. cit.*, p.45.

<sup>664</sup> L. Margulis & D. Sagan, *op. cit.*, p.20.

### ***III – DESIGN SIMBIÓTICO E PROJECTO SIMBIÓTICO***

Uma primeira reflexão sobre a génese da Simbiose leva-nos à conclusão de que, na sua origem, encontram-se transferências energéticas. Com efeito, esta é a fonte da vida, pois é graças a ela que os organismos vivem. E também é graças a ela que os organismos tecnológicos funcionam. *Visões Simbióticas*, nomenclatura proposta pelo autor como correspondendo ao conjunto de diferentes teses de evolução de processos simbióticos, surge como elemento crucial na implementação do *Design Simbiótico*. Este, tem por fundamento um respeito pela energia, da qual somos um produto e sem a qual nada fazemos. Esse respeito deve ser implementado na Cultura Projectual, como já o é em outras áreas do conhecimento, como a Medicina, por exemplo.

#### **1 - Definição**

*Design Simbiótico* é um processo projectual que propõe uma metodologia destinada à concepção de objectos e de sistemas simbióticos. Por objectos e sistemas simbióticos entendem-se produtos da cultura projectual que procurem potencializar o ser humano através de uma “*cosimbiose* entre componentes biológicas, tecnológicas e meio ambiente.”<sup>665</sup> Esta *cosimbiose* concretiza-se através da cooperação entre os diferentes sistemas, nomeadamente através da transferência de energia e informação entre os *sistemas biológicos* e *sistemas tecnológicos*. Este princípio procura a sinergia de recursos através da cooperação entre os vários intervenientes dos sistemas humanos, tecnológicos e biológicos, entre os quais o aproveitamento dos recursos energéticos naturais renováveis é uma prioridade, colocando-os ao serviço da melhoria da qualidade de vida dos seres humanos, numa óptica das políticas de sustentabilidade. Assim sendo, os objectos ou sistemas simbióticos estabelecem relações de simbiose com os sistemas naturais, num universo que vai da especificidade do corpo humano a um nível mais vasto, em que os recursos planetários renováveis, quer sejam os energéticos ou os materiais, são considerados como parte integrante da prática projectual.

---

<sup>665</sup> Paulo Parra, “Design Simbiótico”, in *Corpo Fast Forward*, Porto, Ed. Número Magazine – Porto 2001, Capital Europeia da Cultura, 2001, p.157.

. O Design Simbiótico propõe ainda uma maior autonomia dos sistemas tecnológicos a projectar em relação aos sistemas tecnológicos projectados, ou seja, uma vez produzido, o objecto ou sistema deve tender para a autonomia em termos energéticos. Isto significa a utilização preferencial de sistemas energéticos naturais e renováveis, como a energia do Sol, do vento, da água, da terra ou do Homem.

Esta metodologia propõe ainda que o objecto ou sistema projectado inclua o maior número possível de componentes biodegradáveis. Ou seja, este sistema tecnológico será utilizado e reciclado com o menor impacto possível, pois alimenta-se de energias renováveis e tende a ser totalmente biodegradável, à semelhança do que acontece nos sistemas biológicos. Assim, o objecto ou sistema tecnológico entra no ciclo dos sistemas naturais e a sua utilização caminhará tendencialmente para um “impacto zero”. Este será atingido quando também os sistemas que o produziram conseguirem reduzir a zero o seu impacto ambiental. A análise do ciclo de vida do produto e dos sistemas de produção serão instrumentos úteis no sentido de se atingirem estes objectivos.

Para estes objectos ou sistemas de objectos que funcionam como unidades tecnológicas independentes e autónomas de outros sistemas tecnológicos, o autor propõe a denominação de “unidades tecnológicas de impacto zero” (UTIZ), permitem a médio/longo prazo uma integração real dos novos sistemas tecnológicos nos sistemas biológicos. Isto implica uma simbiose perfeita entre os sistemas naturais e os sistemas tecnológicos e humanos.

*O Design Simbiótico* propõe a compreensão e o respeito por um universo de *energia* do qual somos parte integrante!

## 2 - Metodologia

Como refere o autor da presente investigação no livro *Corpo Fast Forward*: “No *Projecto Simbiótico*, o processo concretiza-se através de equipas multidisciplinares,

incluindo, para além de designers, especialistas de medicina, biologia e tecnologia.<sup>666</sup> Outras áreas como a arquitectura e a engenharia serão imprescindíveis à elaboração de uma prática projectual global. Instrumentos como os processos e metodologias do Biomimetismo, da Morfologia Estrutural, da Biónica, do Biodesign, do Ecodesign ou do Design de Produto Sustentável<sup>667</sup>, são igualmente úteis e devem, por isso, ser integrados no trabalho de concepção de *Projectos Simbióticos*. A utilização de modelos biológicos e bioquímicos é fundamental para a análise de processos orgânicos em que se incluem conhecimentos morfológicos e métricos que possibilitem a caracterização, tanto dos *sistemas biológicos*, na perspectiva de uma futura utilização, como dos *sistemas tecnológicos*, buscando assim uma aproximação real entre *sistemas tecnológicos e biológicos*.

Nas diferentes propostas de aplicação de processos e metodologias dos sistemas biológicos à cultura projectual, as *metodologias simbióticas* vão para além da simples transferência de estímulos e de conhecimentos dos *biosistemas* para os *tecnosistemas*. As *metodologias simbióticas* propõem comportamentos sinérgicos altamente potenciadores e procuram estabelecer uma relação harmoniosa de associações e fusões entre os *biosistemas* e os *tecnosistemas* mediante processos que garantam transferências de energia e informação entre ambos os sistemas e, por esse meio, a potencialização das suas prestações, através da *simbiose*. Implicam ainda, e sobretudo, através da cooperação, um respeito pelos *ecossistemas* dos quais os *tecnosistemas* são parte integrante.

Nesse processo, a passagem dos modelos das *bioespécies* para as *tecnospécies* deve ser complementada pelo feed-back de novos conhecimentos. Desse modo, a permanente auscultação das evoluções em áreas do conhecimentos como a Medicina, a

---

<sup>666</sup> *Ibidem*.

<sup>667</sup> Ezio Manzini, *Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale*, Milano, Domus, 1990; Ezio Manzini e Carlo Vezzoli, *Lo sviluppo di prodotti sostenibili. I requisiti ambientali dei prodotti industriali*, Rimini, Maggioli Editore, 1998. Sobre a temática Sustentabilidade e Design salienta-se ainda, no contexto português, o livro *Significados da Matéria no Design*, Lisboa, Susdesign, 2005; resultado de um projecto co-dirigido e co-coordenado pelo autor da presente investigação.

Ergonomia, a Antropometria, a Proxémia<sup>668</sup>, a Biomecânica, a Hidrodinâmica, a Aerodinâmica, a Ecologia, a Engenharia Ambiental e a Sustentabilidade, será um factor fundamental, tal como a auscultação das evoluções conceptuais e operativas de disciplinas das Ciências Humanas como a Antropologia, a Sociologia e a Psicologia. Finalmente, a Teoria dos Sistemas, a Informática, a Cibernética, a Robótica e a Domótica são, entre outras, áreas também imprescindíveis ao desenvolvimento e implementação de *metodologias simbióticas*.

A opção aqui proposta – *Design Simbiótico* – é baseada no e confirmada pelo comportamento activo e reactivo do planeta Terra, no garante diário da sua sobrevivência e evolução. Por intermédio desse ensinamento, a cooperação entre diferentes espécies, em vez da sua destruição, é uma regra de ouro na condução e na utilização de *metodologias simbióticas* e, por consequência, na construção de um *Design Simbiótico*.

Mas por contraponto à *simbiose*, existe a *antibiose*. *Antibiose* é o nome que se atribui à relação entre seres vivos de espécies diferentes, em que uma das espécies (os antibióticos) produz determinada substância química que, uma vez lançada para o exterior, inibe a outra espécie de se desenvolver perto de si. O grau de inibição da segunda espécie depende do tipo e da quantidade de substâncias tóxicas lançadas pelo antibiótico, mas a sua acção é geralmente mortal para a espécie visada. Este comportamento é, também ele, passível de ser transferido para o universo da cultural projectual. Um *Projecto Antibiótico* implica um processo projectual destrutivo, ou pelo menos pouco cooperativo. Como tal, o *Design Antibiótico*, design sem preocupações ao nível ético, social e ambiental, não deve representar uma proposta aplicável no futuro, pela forma perigosa como se tem imposto.

O comportamento projectual, de um modo geral, tem assumido ao longo da história recente do Homem um comportamento mais antibiótico do que simbiótico, produzindo efeitos extremamente negativos para o futuro da vida no e do planeta Terra. O equilíbrio entre *bioespécies* e *tecnoespécies* tem de ser restabelecido. Estas últimas não

---

<sup>668</sup> Edward T. Hall, *A Dimensão Oculta*, Lisboa, Relógio D'Água, 1986.

devem assumir um comportamento antibiótico em relação às *bioespécies*. Pelo contrário, devem procurar uma aproximação com vista a uma maior cooperação. As finalidades das metodologias e dos processos simbióticos, tal como foi descrito ao longo deste trabalho, centrar-se-ão na construção de uma maior harmonia entre *sistemas tecnológicos* e *sistemas biológicos*, ou seja, verificar-se-á a passagem sistemática das metodologias técnicas para as *metodologias biotécnicas*.

A intervenção num sistema vivo – o Planeta Terra – deve colocar aos projectistas responsabilidades semelhantes às com que se debatem os profissionais da medicina, pois, como já foi referido, a produção e a utilização de *sistemas tecnológicos* tem implicado uma interferência prejudicial nos *sistemas biológicos*. Nessa medida, defende-se que a intervenção dos projectistas nas áreas projectuais, à imagem do que acontece na medicina, deve passar a ser regida por códigos éticos e deontológicos de elevada responsabilização legal. Conceber um objecto ou um sistema de objectos constitui uma enorme responsabilidade que deve implicar uma total consideração pela vida. E por vida entende-se a do ser humano em termos gerais e a do utilizador em particular, a da biodiversidade e a vida dos recursos energéticos e materiais, ou seja, a vida de todo o planeta. Ser “designer” deve, assim, passar a ser uma actividade tão responsável quanto a do “médico”<sup>669</sup>.

### 3 - Projectos Simbióticos

Estes projectos são o resultado da aplicação prática das *metodologias simbióticas* desenvolvidas pelo autor. Nestas, para além da aplicação das *metodologias protéticas*, que se centram nas relações estruturais de primeiro nível, ou seja, *relações estruturais superficiais*, que são caracterizadas pelos conhecimentos nas áreas anteriormente referidas no capítulo sobre *Projectos Protéticos*, no caso dos *Projectos Simbióticos* foi ainda atribuída particular atenção às relações estruturais de segundo nível, ou seja, *relações estruturais profundas*. Neste caso, são considerados conhecimentos bastante mais vastos que abarcam o conhecimento aprofundado ao nível do funcionamento dos

---

<sup>669</sup> Alexandre Melo e Paulo Cunha e Silva (Cord.), *Tráfego – Antologia Crítica da Nova Visualidade Portuguesa*, Porto, Ed. Porto 2001, Capital Europeia da Cultura, 2001, p.156

sistemas biológicos, o estudo da maximização energética, funcionamento de ecossistemas, teorias da sustentabilidade, materiais inteligentes; visões em que a centralidade do projecto não se encerra no produto mas no funcionamento do sistema vivo em que este será inserido. Estes processos, aplicados há milhares de anos pelos sistemas biológicos e aqui estudados ao nível da simbiose, são analisados e sintetizados, no sentido de serem aplicados à cultura projectual, através da metodologia proposta pelo *Design Simbiótico*.

### 3.1 - *Luva Bioluminescente*

O ser humano é um grande produtor de energia cinética e térmica. Explorar essas potencialidades é um dos âmbitos do *Design Simbiótico*. Nesta perspectiva, o autor propõe um sistema, *Luva Bioluminescente* que, activado através do calor humano produz energia luminosa, ou seja, quando a Luva entra em contacto com o corpo humano aproveita a sua energia térmica para produzir luz. Este sistema funciona em cooperação com o corpo humano estabelecendo-se, assim, uma *cosimbiose*.

A *Luva Bioluminescente* atribui novas propriedades à mão: cobrindo-a unicamente com uma pele, permite-lhe adquirir novas prestações, através da transformação directa de recursos que lhe são próprios – como a estrutura ou a energia térmica do corpo. Recuperando o gesto como elemento de comunicação e eliminando a estrutura tradicional do objecto que passa a ser, o próprio corpo do Homem, a Luva quando vestida estabelece uma relação simbiótica com o ser humano. O Homem dá a sua estrutura e energia térmica à Luva e esta retribui com a emissão de energia luminosa. Por intermédio desta associação redescobrem-se potencialidades comunicativas, expressivas, culturais e técnicas.

*Luva Bioluminescente* é composta por um sistema bioluminescente constituído por uma película flexível, superficialmente revestida por um material à base de cristais líquidos termosensíveis. Quando a Luva entra em contacto com o corpo humano, o material que a compõe é excitado, transformando a energia térmica do corpo em

energia luminosa.<sup>Figura 134</sup> A mão funciona como a sua estrutura, alimentador energético, interruptor e regulador de intensidade luminosa. As utilizações do sistema são múltiplas. As suas aplicações directas são facilmente identificáveis: trabalhos de precisão, segurança pública, equipamento de salvamento, medicina, escrita e leitura, sinalização e comunicação à distância, objecto lúdico, etc..<sup>670</sup>

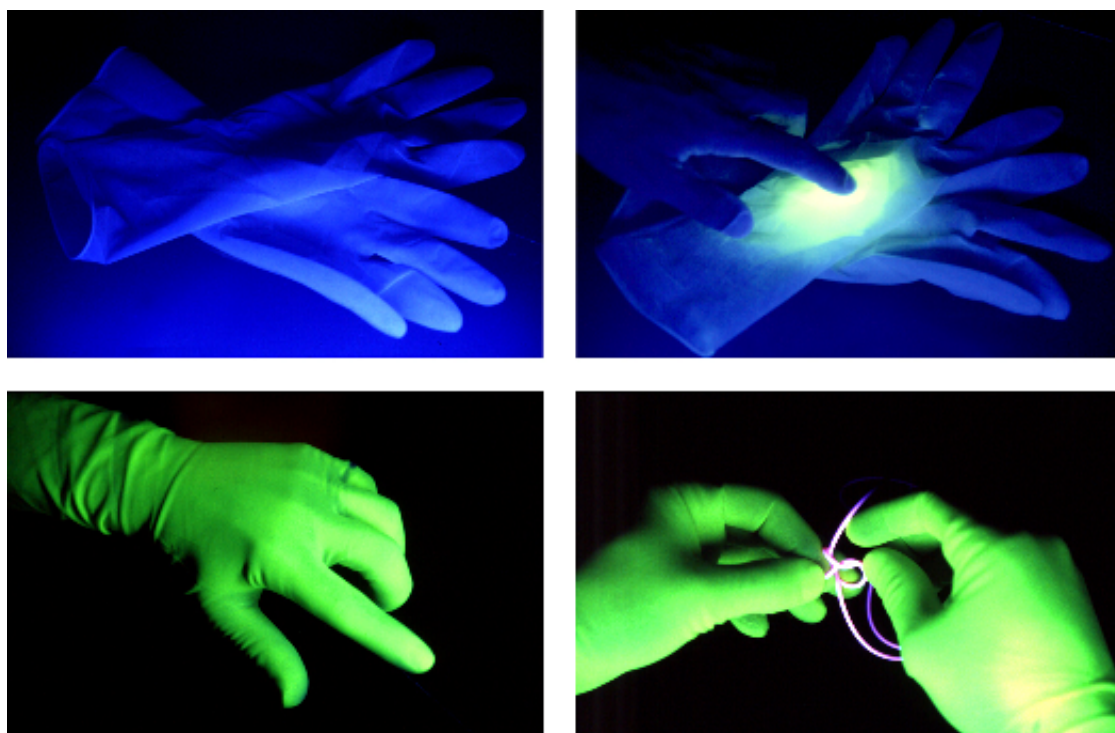


Figura 134 – *Luva Bioluminescente* (1990), accionamento de sistema luminescente através do calor do corpo.

Evitando o tradicional distanciamento entre Homem/Objecto, Natural/Artificial, mais do que um instrumento, *Luva Bioluminescente* é um sistema sensível. Uma vez instalada na mão, ela comunica com esta, procurando o seu tacto, calor e gestos. Afastando-se do objecto extracorpóreo, nesta proposta, o autor explora as capacidades de compactação proporcionadas pelos novos materiais, desmaterializando o objecto, mas materializando vários comportamentos possíveis associados a diferentes funções: comunicativa, lúdica, técnica. Como o autor refere no artigo “Projectos Mutantes”:  
 “Os objectos altamente móveis instalam-se no corpo humano tendo como característica projectual serem prolongamentos e complementos do ser humano: são

<sup>670</sup> AA.VV., *International Design Festival* (Catálogo), Osaka, Ed. Japan Design Foundation, 1995, p.50.

*Objectos Mutantes*. [...] Acompanhando o Homem, transportam aquilo a que os geógrafos chamam uma existência espacialmente extensa. Estes objectos já não estão muitas vezes associados a um meio, mas sim a um indivíduo.”<sup>671</sup> A vida associada do homem e do objecto adquire uma nova qualidade: a *cosimbiose* é estabelecida.

A *Luva Bioluminescente* encarna a consideração dos seguintes factores: eficiência e sinergia energética, variações lumínicas através do gesto ou do contacto com outros seres, mais prestações com menos matéria, aplicação a múltiplas funções *versus* substituição de sistemas tradicionais menos ecoeficientes, utilização dos recursos naturais do ser humano.<sup>Figura 135</sup> Complementarmente, assume-se como: elemento de um *sistema simbiótico*, fomentadora de uma estética de relações profundas e um corte com as tipologias tradicionais. *Luva Bioluminescente* é um novo símbolo de comunicação associada.

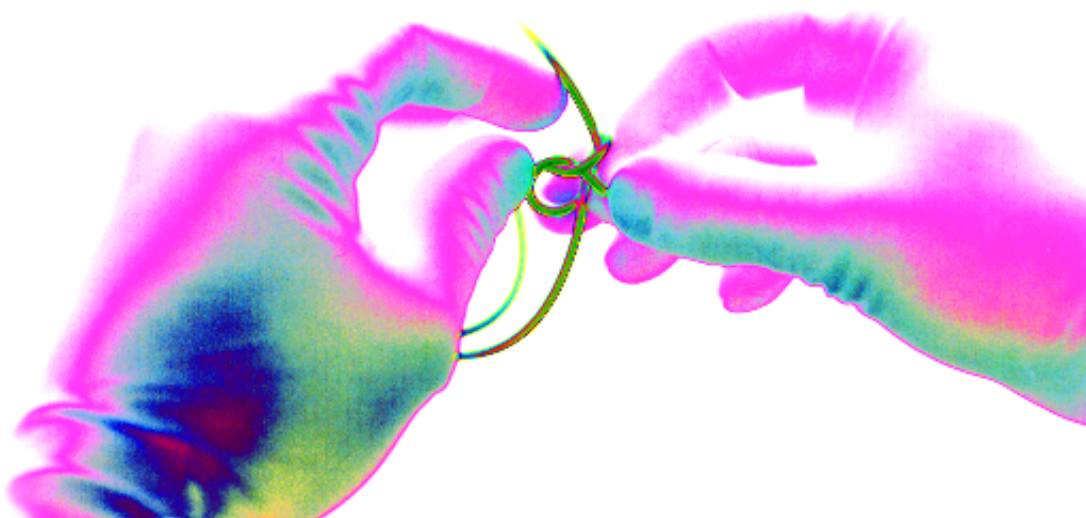


Figura 135 – *Luva Bioluminescente*, trabalhos de precisão.

A *Luva Bioluminescente*, concebida em 1990 e seleccionada para o *International Design Festival* de Ozaka no Japão, em 1995<sup>672</sup>, como já foi referido, alimenta-se da energia térmica do corpo do seu hóspede e fornece-lhe, em troca, energia luminosa. Esta transferência nos dois sentidos entre sistemas biológicos e tecnológicos permite a

<sup>671</sup> P. Parra, *op. cit.*, 1996, p.129.

<sup>672</sup> *International Design Festival, op. cit.*, p.50.

redução de consumos energéticos, a diminuição de utilização de materiais inorgânicos, constituindo, o que é talvez ainda mais importante, uma nova proposta para a construção de um universo planetário assente numa visão integrada de todos os seus recursos e sistemas.

Através da *metodologia simbiótica* aplicada na *Luva Bioluminescente*, é posteriormente desenvolvido o *Ser Simbiótico*, projecto apresentado em 1999 e distinguido no *Creating a New Age - LG Electronics Design Competition*<sup>673</sup> em Seoul, na Coreia do Sul, que estende as propriedades de amplificação da Luva a todo o corpo humano. Estes projectos constituem dois exemplos projectuais de aplicação destas metodologias. Ambas as propostas pretendem contribuir para a afirmação de uma nova evolução da cultura projectual do século XXI.

### 3.2 - *Ser Simbiótico*

Associando-se intimamente Homem e Objecto, natural e artificial, os *tecnosistemas* instalam-se no corpo e comunicam com este, protegendo-o e prolongando-o a cada instante, utilizando apenas os recursos energéticos naturais do ser humano: estrutura, movimento, calor, tacto, gestos. Tal como o autor refere no artigo “Design Simbiótico” em *O Corpo Fast Forward*: “O *homo faber* usou instrumentos técnicos! O *homo simbiótico* usa *tecnosistemas simbióticos*! Estes são mais do que um instrumento técnico, são *sistemas simbióticos* directamente associados à natureza biológica do ser humano. São a *biotecnoevolução* para o século XXI.”<sup>674</sup>.

*Ser Simbiótico* é uma simbiose composta pelo ser humano e pelo *Biofato*. Este último é composto por materiais sensíveis que, em contacto com o corpo humano e utilizando as suas energias térmica e cinética, adquirem prestações que possibilitam ao *Ser Simbiótico* amplificar as suas capacidades a diversos níveis: de adaptação ao meio; de análise de funcionamento da bioespécie e da tecnoespécie; de comunicação com o exterior, entre outras.

---

<sup>673</sup> AA.VV., *Creating A New Age – User First Design* (Catálogo), Seul, Ed. LG Electronics, 1999, p.78.

<sup>674</sup> P. Parra, *op. cit.*, 2001, p.158.

Em *Ser Simbiótico* eliminam-se os sistemas extracorpóreos, explorando-se as capacidades de compactação oferecidas pelos novos materiais têxteis<sup>675</sup>. Aqui, a desmaterialização dos objectos leva à materialização de comportamentos associados a diferentes funções que, para além de contemplarem a comunicação, a ludicidade e a tecnicidade, estão igualmente relacionados com funções essenciais como a saúde e o equilíbrio biológico do ser humano.<sup>676</sup>

A vida associada do homem e do objecto amplifica-se: a *cosimbiose* instala-se. Nasce o *Ser Simbiótico*. Este, transporta consigo um *Tecnosistema Simbiótico* composto pelo *Biofato* e pelo *Sistema Comunicativo*.

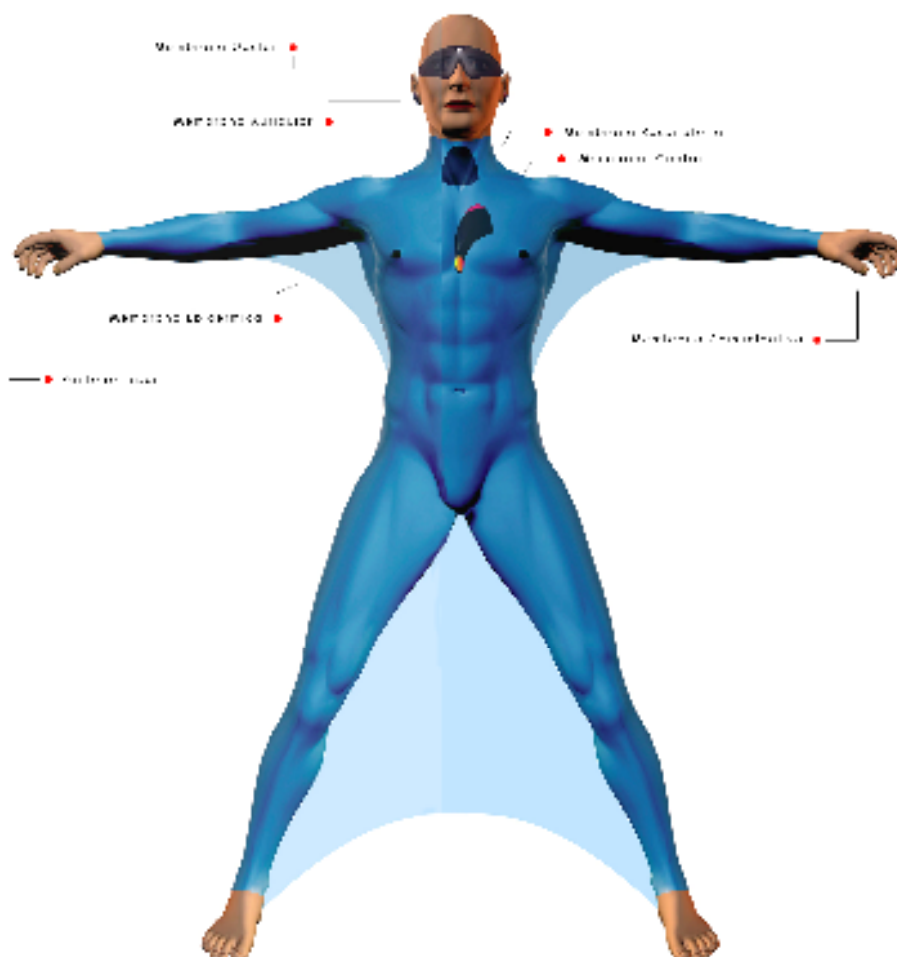


Figura 136 – *Ser Simbiótico* (1999): *Biofato* com posicionamento das diversas membranas.

<sup>675</sup> Suzanne Lee, *Fashioning the Future. Tomorrow's Wardrobe*, London, Thames & Hudson, 2005; Matilda McQuaid, *Extreme Textiles. Designing for High Performance*, London, Thames & Hudson, 2005; Marie O'Mahony e Sarah E. Braddock, *Sportstech*, London, Thames & Hudson, 2002.

<sup>676</sup> *Creating A New Age – User First Design, Seul, op. cit.*, p.78.

### 3.2.1. - Tecnosistema Simbiótico

*Tecnosistema* de interface que utiliza como energia os recursos naturais do homem. Complementa os sentidos e capacidades comunicativas do ser humano. Funciona à escala humana e é composto pelo *Biofato* que inclui a *Membrana Epidérmica*, *Membrana Respiratória*, *Membrana Central*, *Luvas Bioluminescentes* e *Botas Bioluminescentes* e ainda, pelo *Sistema Comunicativo* que inclui a *Membrana Ocular*, *Membrana Auricular*, *Membrana Comunicativa* e *Membrana Laser*.

A função do *Biofato* é potencializar os recursos do ser humano através de uma *membrana epidérmica* que incorpora capacidades de aumento de prestações como o rendimento muscular, a penetração aerodinâmica e hidrodinâmica, a adaptação térmica e a emissão de radiação luminosa, ou ainda, através de uma *membrana respiratória* destinada a purificar o ar respirado. O *sistema comunicativo* amplifica os sentidos do ser humano, tal como a visão, a audição ou o tacto possibilitando ainda, o estabelecimento de comunicações à escala planetária através de rede GSM e GPS. Estas potencialidades configuram o *Biofato* como uma *membrana global* que amplifica o ser humano, numa relação *cosimbiótica* entre sistema biológico e sistema tecnológico. <sup>Figura 136</sup>

### 3.2.2. - Biofato

A *Membrana Epidérmica* é um sistema de adaptação e protecção do corpo humano constituído por uma cobertura em tecido elástico, que funciona como uma pele com cerca de 1400 poros por cm<sup>2</sup>, de 0.2 microns de diâmetro cada e que permitem a respiração desta<sup>677</sup>. Composto por microfibras que aumentam o rendimento muscular cerca de 3%, é hidrófugo, melhorando em cerca de 20% a penetração na água<sup>678</sup>. Microcaptadores fisiológicos colocados no *Biofato* fazem uma leitura constante das condições de funcionamento do corpo humano e transmitem-nas à *Membrana Central* para análise.

<sup>677</sup> AAVV., *Pour la Science : Fibres textiles et tissus biologiques*, n° 266, Paris, Pour la Science S.A.R.L., 1999.

<sup>678</sup> *Ibidem*.

- Impermeável e resistente ao ar e à abrasão: contém elementos orgânicos fosforados que são fixos directamente na cadeia molecular do polímero, conferindo ao tecido qualidades de não inflamação inalteráveis ao longo do tempo<sup>679</sup>.
- Características antibacterianas: atribuídas por um fio composto por uma camada externa de algodão tratado e duas camadas de fibras de poliéster antibacteriano, que detêm uma capacidade de absorção rápida de suor e produzem uma radiação electrostática entre a fibra e as camadas de sujidade, o que impede a fixação desta última.
- Capacidade de controlar a absorção de radiação solar em função da temperatura exterior: com protecção aos raios UV, regula a sua capacidade de retenção térmica, adaptando-a ao meio ambiente através de uma matéria termocrómica inserida na membrana epidérmica do fato<sup>680</sup>.
- Emissão de energia luminosa: graças a uma camada superficial de cristais líquidos colestéricos microencapsulados, sensíveis às variações de temperatura, pode ser programado para emitir radiação luminosa através da transformação de energia térmica produzida pelo corpo humano, bioluminescência, ou ter a possibilidade de alterar a cor em função de estímulos cromáticos do meio ambiente<sup>681</sup>.

A *Membrana Respiratória* consiste num purificador de ar respirado e está integrada na gola do *Biofato*. Ao levantar-se a gola, o filtro posiciona-se sobre a boca e o nariz, protegendo-os de contaminações.

---

<sup>679</sup> *Ibidem.*

<sup>680</sup> *Ibidem.*

<sup>681</sup> *Ibidem.*

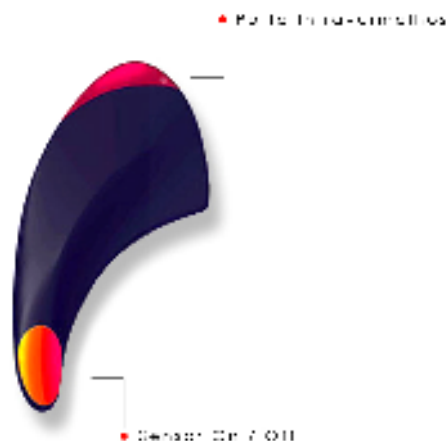


Figura 137 – Membrana Central, Biofato.

A *Membrana Central* é uma caixa negra situada no *Biofato*, junto ao coração, gestora das funções orgânicas do indivíduo e do *Tecnosistema*. A sua alimentação é efectuada pelas batidas do coração, através da transformação da energia térmica e cinética deste órgão, em energia eléctrica. A energia eléctrica é directamente armazenada por um transformador/acumulador que, quando necessário, fornece energia de apoio aos outros sistemas. <sup>Figura 137</sup>

Este sistema está equipado com um sensor colocado na zona inferior da membrana que é accionado pelo reconhecimento da impressão digital do polegar. A *Membrana Central* acumula informações pessoais do utilizador, tais como: dados de identificação, carta de condução, tipo de sangue, estado clínico, etc. A actualização do estado clínico do indivíduo é efectuada por um check-up contínuo do organismo humano. Em memória, são conservadas as últimas três leituras referentes a funções como: frequência cardíaca, ritmo respiratório, pressão sanguínea, temperatura do corpo, etc.. Em caso de necessidade de assistência médica, estas informações, incluídas no microchip de um pequeno cartão que pode ser retirado e colocado num sistema de leitura externo, permitem um acção rápida por parte dos agentes de saúde. Se a membrana detectar doença ou ferimento do utilizador, um sistema de alarme indica o órgão ou membro afectado e a *Porta do Sistema de Comunicação Rádio* ilumina-se de modo intermitente. Dependendo da gravidade, é ou não enviado por satélite um sinal de alerta para a equipe de urgência mais próxima, ao mesmo tempo que são facultadas informações sobre a posição geográfica do indivíduo e um primeiro check-up do seu

estado clínico. Assim, ao ser localizado, e mediante diagnóstico prévio, o doente recebe assistência imediata de um especialista do seu problema.

Todas as leituras são transmitidas sem fios pela *Porta do Sistema de Comunicação Rádio ao Écran Sensível* ou à *Membrana Ocular* nas quais a informação é visualizada pelo próprio indivíduo através de um sistema de projecção directa na retina. Toda a informação contida na caixa negra é de carácter confidencial e está protegida por um código pessoal. Só em casos de enfermidade grave é que as informações clínicas do indivíduo são automaticamente desbloqueadas e transmitidas à rede de saúde. Essa opção é facultativa. É ainda possível comandar o sistema por reconhecimento de voz.

O *Biofato*, tal como a *Luva Bioluminescente*, é composto por uma película flexível, superficialmente revestida por um material à base de cristais líquidos termossensíveis. Quando programado, o material é excitado alterando a configuração dos cristais que passam a emitir uma radiação luminosa. Mais uma vez, transforma-se a energia térmica do corpo humano em energia luminosa cuja intensidade é possível controlar através dos movimentos do corpo.

As *Botas Bioluminosas* são um sistema de deslocação que inclui um elemento elástico que rentabiliza o esforço dispendido em marcha e que possibilita, também, a afinação da pressão da almofada de ar colocada na sola. Quando utilizadas, transformam energia cinética em energia eléctrica e podem emitir uma radiação luminosa.

### **3.2.3. - Sistema Comunicativo**

A *Membrana Ocular* é uma protecção para os olhos, à prova de choque e hidrorrepelente, que se adapta automaticamente à luminosidade ambiente e à visão nocturna através de um sensor colocado na sua parte superior. <sup>Figura 138</sup>

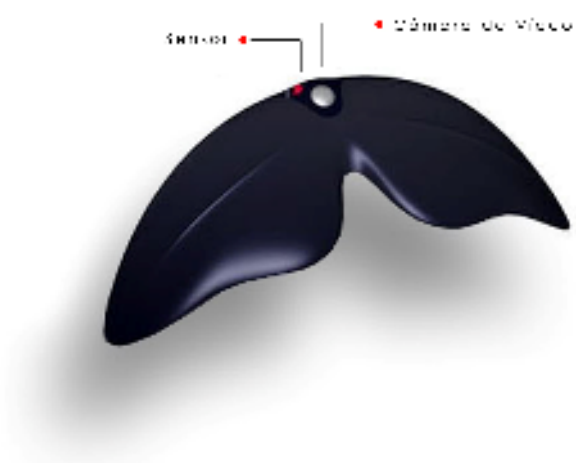


Figura 138 – Membrana Ocular, Biofato.

Esta membrana é igualmente a *Porta do Sistema de Comunicação Rádio*, através da qual entra a informação vinda do *Tecnosistema*, ou do exterior, e que é projectada directamente na retina do utilizador. Uma pequena câmara com zoom e macro permite melhorar a visão do indivíduo em função das suas necessidades. Transforma a informação vinda do exterior em sinais laser que atravessam o olho e se projectam directamente na retina. Em caso de deficiência visual, é colocado na retina um implante que traduz os sinais laser em impulsos eléctricos que são transmitidos ao nervo óptico e conduzidos ao cérebro, possibilitando a visão.



Figura 139 – Membrana Auricular, Biofato.

A *Membrana Auricular* é composta por um microfone ligado a um áudioprocessador aplicado nos lóbulos das orelhas que, por intermédio de um conversor electroacústico,

faz chegar o som ao ouvido médio sob a forma de vibrações.<sup>Figura 139</sup> Para além de melhorar a audição de um indivíduo saudável, esta membrana pode corrigir deficiências auditivas aumentando para mais de 50% a capacidade auditiva do indivíduo necessitado. Comunica através da *Porta do Sistema de Comunicação Rádio* com o *Tecnosistema*.

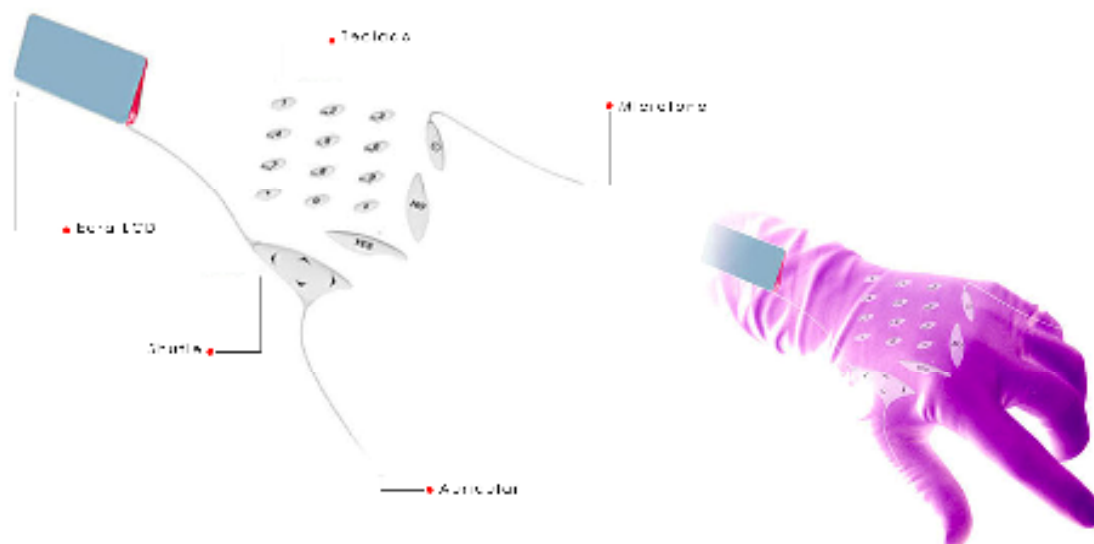


Figura 140 – Membrana Comunicativa, Biofato.

A *Membrana Comunicativa* é um sistema compacto de telefone/fax, internet, GPS, relógio e calendário, calculadora, agenda electrónica, tradutora, TV, rádio com recepção de informação de utilidade pública como farmácias de serviço, hospitais, segurança pública, entre outros.<sup>Figura 140</sup> A ligação telefónica a estes serviços faz-se directamente através de um sistema de selecção activado por voz. Toda a informação aparece no *Ecrã Sensível* colocado no braço do *Biofato*. Sensível ao tacto e ao *Ponteiro Laser*, este ecrã permite, para além da visualização de toda a informação respeitante ao *Tecnosistema*, tomar notas, escrever, fazer desenhos, enviar faxes ou e-mail, receber mensagens, imagens vídeo, etc. Integrado na *Luva Bioluminescente* permite interface com os outros componentes do *Tecnosistema* ou com aparelhos externos através da *Porta do Sistema de Comunicação Rádio*. A alimentação desta membrana é feita pela energia térmica do corpo humano captada pela *Luva Bioluminescente*.

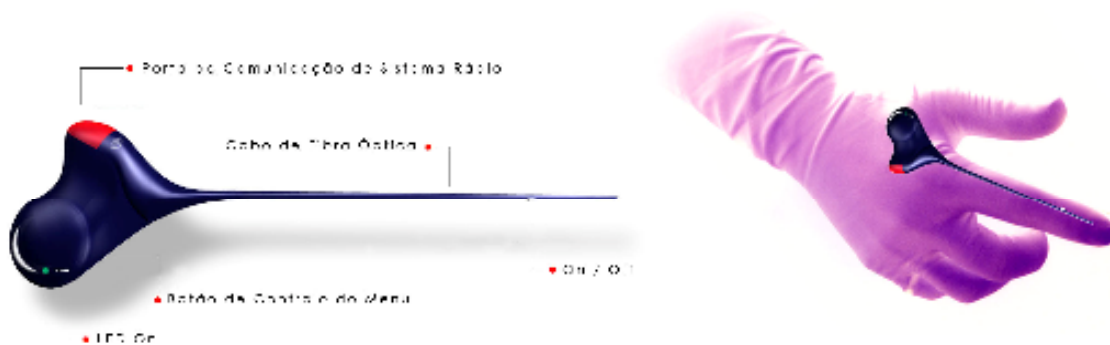


Figura 141 – Membrana Laser, Biofato.

A *Membrana Laser* contém um *Ponteiro Laser* multifuncional com caneta, lanterna, ponteiro/mira, telémetro, pedómetro, termómetro, scanner, etc. As respectivas selecções e subselecções são feitas no *Sistema de Menus* através do botão rotativo de controlo integrado. Depois dessa selecção, faz-se o *enter* e o *Ponteiro* fica automaticamente programado para a função desejada. O *Ponteiro Laser* é directamente apoiado no tecido compósito da *Luva Bioluminescente*, de onde o raio laser é projectado através de uma fibra óptica de silicone flexível para o exterior.<sup>Figura 141</sup> A alimentação desta membrana também é feita pela energia térmica do corpo humano captada pela *Luva Bioluminescente*.

A tecnologia aproxima-se do corpo humano. Tem de o compreender para se integrar. Ao integrar-se potencializa os seus recursos naturais, tornando o ser humano cada vez mais adaptado ao meio envolvente. O mundo biológico e o tecnológico fundem-se e a *cosimbiose* instala-se! Inicia-se a *biotecnoevolução* para um futuro integrado.

### 3.3 – EcoCar

As metodologias projectuais propostas pelo *Design Simbiótico* têm, nos casos anteriores de *Luva Bioluminescente* e de *Ser Simbiótico*, funcionado a partir do estudo e desenvolvimento de processos simbióticos estabelecidos entre o produto e o corpo

humano. No caso do *EcoCar*<sup>682</sup>, os processos de simbiose são estabelecidos entre o produto e o meio ambiente. O segundo cede energia solar ao primeiro e este transforma-a em energia eléctrica possibilitando, a alimentação dos motores eléctricos que o fazem mover. Esta proposta, devido ao estado actual da evolução tecnológica, ainda não permite a aplicação do conceito “impacto zero”. Pretende, contudo, constituir um contributo para um avanço no que respeita à evolução dos actuais veículos de transporte urbano, não só no sentido em que promove a utilização da energia solar como fonte energética, mas também porque representa um maior nível de compactação dos veículos, factor conseguido mediante uma substancial redução da diversidade e da quantidade de materiais utilizados na sua produção. De salientar é ainda que a motorização de *EcoCar* pode ser adequada ao tipo de utilização para que é destinado, na medida em que a opção de tracção pode ser ajustada a diferentes condições de solo, utilizando duas ou quatro rodas motrizes consoante as necessidades. *EcoCar* detém igualmente outras características relevantes, habitualmente menos consideradas neste género de produto, como são os casos da versatilidade funcional e da facilidade de manutenção. No que respeita à última variável é de mencionar a atenção particular que se concedeu a três factores determinantes, cuja importância é fundamental na avaliação do impacto ambiental de um veículo: menor desgaste de peças móveis, facilidade de limpeza do veículo, facilidade de reparação/desmontagem do veículo.

O *EcoCar* é um veículo eléctrico a energia solar que reequaciona a tradicional utilização dos painéis fotosensíveis em transportes, habitualmente dispostos sobre/ou incorporados no tecto dos veículos. Neste projecto, os painéis estão integrados na estrutura do veículo o que permite uma maior versatilidade da sua utilização.<sup>Figura 142</sup> Esta estrutura é, na sua essência, composta por uma base (chassi) interiormente revestida por painéis fotosensíveis e respectivas baterias. Na traseira dessa estrutura encontra-se uma ficha que permite, quando necessário, a ligação, para carga, à corrente eléctrica da rede doméstica.<sup>Figura 143</sup>

---

<sup>682</sup> Design de Paulo Parra, colaboração de Ricardo Marques.



Figura 142 – *EcoCar* (2006): Veículo eléctrico a energia solar.



Figura 143 – *EcoCar*, vista posterior com pormenor da ficha de ligação à rede eléctrica.

A motricidade de *EcoCar* é feita por opção de dois ou quatro motores incluídos nas rodas, geridos por uma central que controla a respectiva potência e tracção. A travagem permite a recuperação da energia que é depositada nas baterias. Os

comandos do veículo encontram-se todos integrados no volante, com excepção dos dois pedais de aceleração e travagem que se posicionam na base superior da estrutura principal, na zona próxima dos pés do condutor. <sup>Figura 144</sup>

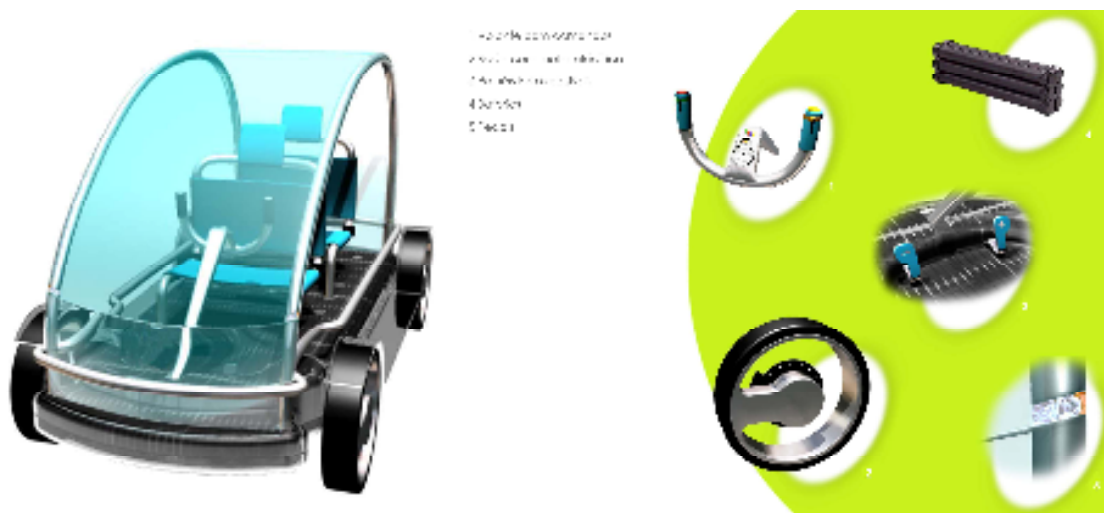


Figura 144 – *EcoCar*, pormenors técnicos.

O veículo é modular, permitindo várias configurações em função do tipo de utilização: de passageiros, de trabalho, para lazer ou desportivo. A proposta eléctrica com painéis fotosensíveis surge com vista a colmatar a falta de autonomia habitual neste género de veículos. Os referidos garantem uma carga contínua, procurando contornar o problema de eventuais falhas de energia eléctrica.

As aplicações possíveis de *EcoCar* são múltiplas e vão desde a utilização do veículo em ambiente urbano – para dois passageiros ou cargas –, até à sua utilização em ambientes naturais; em ambas as situações, o impacto ambiental é reduzido. Essas variantes permitem ainda opções como: duas ou quatro rodas motrizes, dois assentos ou um assento e compartimento de carga, mesa de trabalho/ou lazer, <sup>Figura 145</sup> hipótese de cobertura polarizada de utilização em recintos fechados; neste último caso, a redução do impacto ambiental é conseguida quer pelo aproveitamento da energia luminosa que estes contêm para carregamento das baterias, quer pela não libertação de gases tóxicos.

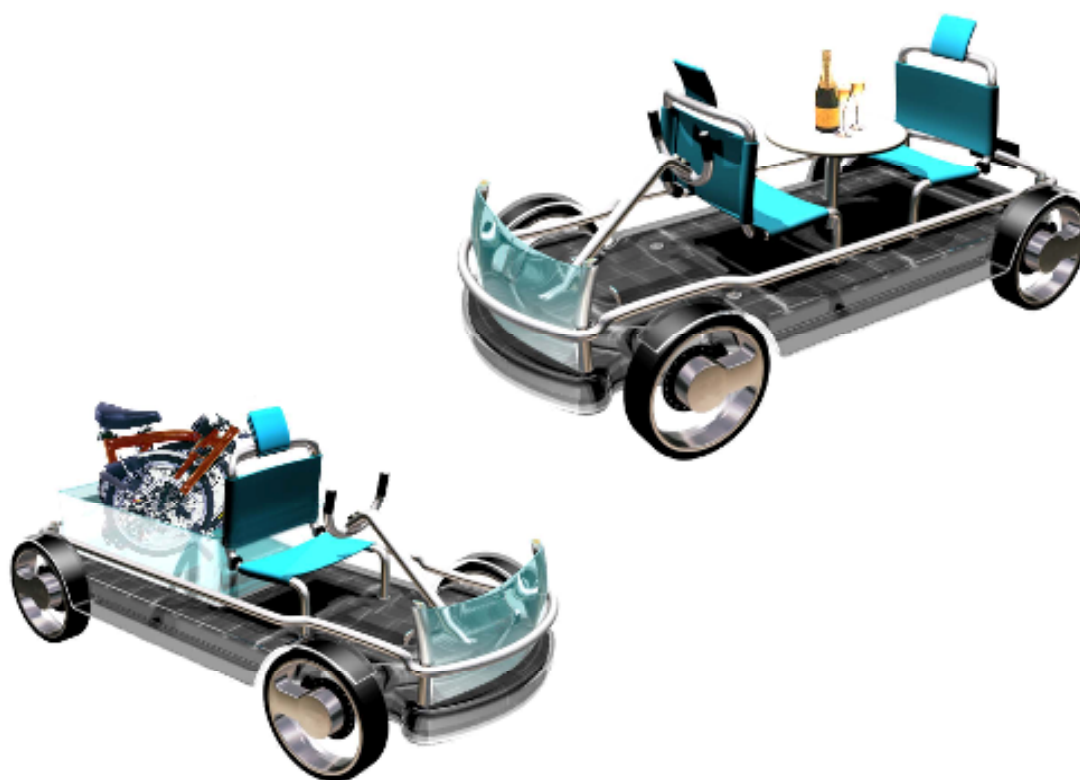


Figura 145 – *EcoCar*, versão descapotável de lazer e versão de trabalho.

A facilidade de utilização e de manutenção assumem-se igualmente como características que foram fortemente condicionadoras do projecto *EcoCar* e reflectem-se tanto nas dimensões compactas do veículo – pouco superiores às dos motociclos de grandes dimensões – como nos seguintes factores: manutenção energética, facilidade de limpeza (pode ser lavado com mangueira), isenção de superfícies complexas e modularidade.<sup>Figura 146</sup>

A acrescer a estas características e com o objectivo de se atingir um design versátil e ecológico, foram fortemente consideradas questões de rentabilização energética e de minimização de impactos ambientais que vão para além da utilização de energias não poluentes: redução de consumos, redução de materiais, simplicidade de construção e de desmontagem (separação de componentes para reciclagem e/ou reutilização), facilidade de utilização e facilidade de manutenção.

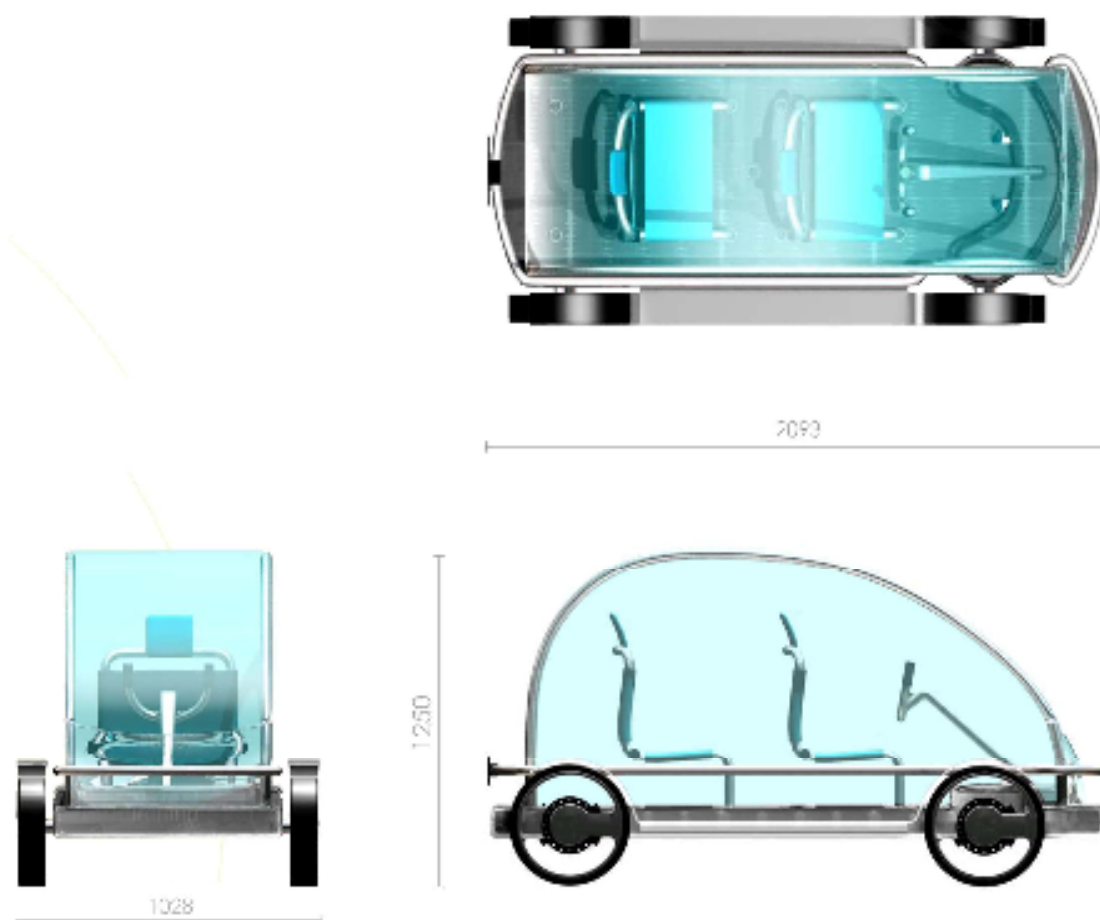


Figura 146 – *EcoCar*, vistas lateral, superior e frontal.

*EcoCar* é um projecto que, tendo sido pensado e adaptado à superação das actuais restrições inerentes a veículos alimentados por energias não poluentes, tem por objectivo contribuir para uma renovação do parque automóvel tradicional. A consideração dessas limitações e a concepção de novas soluções de utilização, de rentabilização energética/material e de simplificação de processos produtivos fazem de *EcoCar* um veículo amigo do ambiente, projectado para a século XXI.<sup>Figura 147</sup>



Figura 147 – *EcoCar*.

## CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho constatámos a existência de um visão evolucionista que encontra expressão nas mais variadas manifestações, entre as quais na técnica. O *Evolucionismo Tecnológico* ou *Tecnoevolução* é um dado adquirido e, ao que parece, também o é a existência de um *reino técnico* com as suas *espécies técnicas*, como ficou demonstrado. Mas a autonomia do *reino técnico* não implica o seu afastamento dos reinos da biologia, pelo contrário pode ser uma aproximação no sentido de confirmar que estes reinos partilham com certeza princípios comuns. E as metodologias projectuais podem ser um deles.

Como verificámos algumas das mais recentes teorias biológicas apontam para o estudo e compreensão da grande importância que tiveram para a vida as associações entre *organismos biológicos* – a *simbiose* – nas suas múltiplas expressões. A *simbiose* é, hoje, assumida como um dos grandes motores evolutivos. Se ela está na génese da formação das *espécies biológicas*, ou seja, da *bioevolução*, é natural que também esteja na génese da formação das *espécies tecnológicas*, as *tecnoespécies* e que seja por conseguinte motor da *tecnoevolução*, isto é, *espécies biológicas* e *espécies tecnológicas* podem partilhar de processos evolutivos comuns na sua génese, as *metodologias simbióticas*.

Com efeito, a técnica evoluiu por associação de sistemas já existentes, ou seja, por *tecnosimbiose*. As teorias da invenção a partir do nada, uma espécie de *criacionismo tecnológico*, não fazem sentido tal como não o fazem na Biologia. A *evolução técnica* é feita sobretudo por associação de *tecnoespécies* que geram novas espécies mais complexas. Por vezes, verificam-se associações abruptas entre diferentes *tecnoespécies*, o que origina um fenómeno equivalente às *mutações* existentes nos *organismos biológicos*. Mas é a combinação genética entre diferentes *tecnoespécies* que geralmente dá origem às espécies mais complexas. A *tecnoevolução* do telemóvel é um bom exemplo disso, pois ele tende, por *simbiose*, a absorver outras *tecnoespécies*: o PDA, o rádio, o leitor de MP3, a televisão, a câmara fotográfica e futuramente, quem sabe, o computador portátil. A evolução das *tecnoespécies* e das *bioespécies* partilha de uma mesma metodologia, a *simbiose*. Contudo, a

sistematização de uma *metodologia simbiótica* aplicada às *tecnoespécies* obriga, como verificámos, ao desenvolvimento de parâmetros próprios, especializados, tanto ao nível da organização e delimitação de conteúdos teóricos, como ao nível da própria acção projectual. Conhecer os processos pelos quais as *bioespécies* se desenvolveram e transferi-los para os processos evolutivos das *tecnoespécies* pode ser um grande passo na aproximação destes dois sistemas. A aplicação consciente de uma *metodologia tecnosimbiótica* irá concretizar uma evolução mais integrada dos sistemas tecnológicos. Esta dará origem, por sua vez, a uma coevolução planificada em que sistemas biológicos e sistemas tecnológicos coexistam em harmonia e nada melhor para o conseguir do que começar por utilizar na sua génese metodologias semelhantes.

A coexistência entre sistemas biológicos e sistemas técnicos não é um domínio exclusivo do ser humano. Existem outras *bioespécies* que produzem sistemas técnicos, alguns de complexidade elevada. O “fenómeno técnico” não é, pois, um fenómeno exclusivamente humano, mas sim, um fenómeno natural próprio da evolução de algumas espécies que desenvolvem extensões através das quais se potencializam. Os processos mais simples de construção de instrumentos e sistemas técnicos são introduzidos em todos os indivíduos da mesma espécie através da herança genética – como é o caso do ninho das abelhas ou da teia das aranhas –, mas outros processos, mais complexos, como os artefactos dos chimpanzés ou dos humanos, são desenvolvidos pelo indivíduo de acordo com características múltiplas inerentes à evolução cognitiva, cultural e sociológica das próprias espécies, o que pressupõe processos sofisticados de aprendizagem e conhecimento e não só de herança genética. Basta lembrarmo-nos de que algumas tribos de chimpanzés produzem mais de vinte artefactos diferentes e de que os corvos podem produzir intencionalmente instrumentos elaborados, como um anzol, que lhes permite “pescar” larvas de dentro dos troncos das árvores. Esta, é a maior demonstração de que a génese de um *processo coevolutivo* entre diferentes sistemas é natural e não exclusivo da raça humana.

Os últimos exemplos enunciados, encerram em si uma noção tão básica quanto crucial: a existência técnica é sempre derivada de um processo natural de evolução das espécies mas, para a própria técnica evoluir de um modo integrado, é fundamental que

se baseie, em metodologias e conhecimentos baseados nos processos desenvolvidos pelos ecossistemas. E se espécies do mesmo reino, ou até de reinos diferentes, se associam em *simbiose* para evoluírem, é também natural que o grau de complexidade destas *simbioses* tenda a aumentar; sejam essas *simbioses* estabelecidas entre espécies do *reino fúngico*, do *reino vegetal*, do *reino animal*, ou do *reino técnico*. Assim, as mesmas metodologias de evolução do *reino animal* e do *reino técnico* poderão ser aplicadas na coevolução entre *bioespécies* e *tecnoespécies* (*cosimbiose*). Ainda estamos no início deste processo, pois a *evolução*, seja de que natureza for, utiliza processos metodológicos extremamente complexos e demorados de implementar: é pela experimentação das várias combinações possíveis que se desenvolvem os organismos, dos mais simples aos mais complexos, e uma das metodologias cruciais aplicadas nessa combinação é, como já se referiu e sublinhou, a *simbiose*.

Também vimos que o organismo mais complexo neste processo evolutivo não é o Homem, mas sim o planeta Terra. Esta noção, destitui de fundamento parte das *teorias evolutivas antropocêntricas* e essa não é uma ideia fácil de aceitar, sobretudo pelo próprio Homem. É um facto científico de que existe um organismo infinitamente superior a nós e do qual nós somos uma ínfima parte. É por isso que o conhecimento profundo das *metodologias biosimbióticas* é fundamental para originar uma capacidade projectual humana que evolua em sintonia com os *processos biológicos*. O emprego de *metodologias tecnosimbióticas* é um meio para colocar o homem no mais profundo enraizamento de uma cultura de projecto milenar e que tem a “vida” na sua génese.

A *simbiose* foi o processo mais expedito que a natureza encontrou para projectar seres mais complexos. Em vez de os projectar de raiz, o que com certeza implicaria um enorme dispêndio energético (no sentido projectual), a natureza optou por simplesmente unir dois, ou mais seres de categorias diferentes, acumulando assim as suas capacidades e aptidões naturais, na primeira fase, e potencializando-as na fase seguinte. É simplesmente genial.

Embora nos pareça simples, agora, descodificar estes processos, eles demoraram milhões de anos a serem aperfeiçoados. Esta experiência nós podemos aproveitá-la pois encontra-se ao nosso dispor todos os dias. E, ou aprendemos com os sistemas naturais, que têm cerca de 3,8 biliões de anos de conhecimento acumulado, ou demoraremos, quem sabe, milhares de anos a tentar desenvolver um outro tipo de soluções equilibradas. Quando manipulamos energias muito poderosas temos que tomar precauções para não correremos o risco de exterminar o laboratório em que trabalhamos e vivemos. Sendo esse laboratório o planeta Terra, as atenções devem redobrar pois ele é o único lugar onde até agora conseguimos sobreviver.

O Planeta Terra como organismo vivo, pode, tal como todos os outros, morrer a qualquer momento. Sobretudo se forem aplicadas contra si forças estranhas à sua natureza e superiores à sua capacidade de regeneração. Mais do que uma “Nave Espacial chamada Terra”, visão defendida por R. Buckminster Fuller, preferimos utilizar a expressão: um “Laboratório Vivo chamado Terra”.

O estabelecimento de uma relação profunda e equilibrada com os sistemas naturais passa, obrigatoriamente, pela nossa aprendizagem com os seus processos de rentabilização energética, pois é sempre disso que se trata quando falamos da “Natureza” a projectar. Esses sistemas, devem constituir uma das bases principais dos estudos direccionados para a construção *cosimbiótica*. Essa direcção pode vir a revelar-se a mais eficaz na procura de um equilíbrio entre os diferentes ecossistemas naturais, incluindo o nosso. *Projectar simbioticamente*, processo assumido pela natureza, constitui um dos princípios básicos da evolução da “vida”. E por “vida” entenda-se não só a *vida biológica*, mas também, a *vida tecnológica*.

O *Design Simbiótico* é uma tentativa de compreender e aplicar as metodologias e processos do grande *Projecto Simbiótico* que a natureza tem vindo a desenvolver. Aplicar essas metodologias e processos não nos garante “o sucesso”, pois até a natureza aprende pela experimentação, mas coloca-nos dentro do processo, isto é, com maiores probabilidades de evoluirmos mais integradamente, com sucesso. O século XXI, pode ser um ponto de viragem nesta direcção. Esperemos que seja esse o futuro,

a construção de um *universo de simbiose* e de preservação do “Laboratório Vivo chamado Terra”.

E nesse dia, poderemos afirmar que somos parte integrante do *Planeta Simbiótico*.





*BIBLIOGRAFIA*

AA.VV. (direcção artística Frederico Marjay), *Infante D. Henrique*, Lisboa, Edição de Frederico Marjay, 1960.

AA.VV., *Luigi Colani - Designing Tomorrow*, Tokyo, Car Styling 23, 1978.

AA.VV., *Luigi Colani - For a Brighter Tomorrow*, Tokyo, Car Styling 34, 1981.

AA.VV., *O Darwinismo Hoje*, Lisboa, Dom Quixote, 1981.

AA.VV., *Luigi Colani - Bio-design of Tomorrow*, Tokyo, Car Styling 46, 1984.

AA.VV., *Ottagono*, nº102, Milano, Edizioni CO.P.IN.A., 1992.

AA.VV., *Enciclopédia Visual – Povos Primitivos*, nº 11, Lisboa, Editorial Verbo, 1993.

AA.VV., *Batman - A grande aventura*, Lisboa, Bertrand, 1994.

AA.VV., *Design Lisboa 94*, Lisboa, Electra – Dimensão, 1994.

AA.VV., *International Design Festival*, Osaka, Japan Design Foundation, 1995.

AA.VV., “L’album de la famille homo” in *Science & Vie – Júnior*, nº22, Paris, 1995.

AA.VV., *Shopping for the body*, Colors nº18, Paris, Colors Magazine, 1996.

AA.VV., *Casas dos Animais*, Lisboa, Civilização Editora, 1996.

AA.VV., *DC Comics - Batman secret files*, New York, DC Comics, 1997.

AA.VV., *Icons, localizer 1.3*, Berlin, Die Gestalten Verlag, 1998.

AA.VV., *Creating A New Age – User First Design*, Seul, LG Electronics, 1999.

AA.VV., *Gaia – Uma Teoria do Conhecimento*, São Paulo, Gaia, 2000.

AA.VV., *Icons of Design! – The 20<sup>th</sup> Century*, Munich, Prestel, 2000.

AA.VV., *Outro Mundo Novo Vimos*, Lisboa, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 2001.

AA.VV., *Significados da Matéria no Design*, Lisboa, Susdesign, 2005.

Aicher, Otl, *El Mundo como proyecto*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1994.

Aicher, Otl, *Analógico e digital*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2001.

Albuquerque, Luís de, *Os Descobrimentos Portugueses*, Lisboa, Alfa, 1983.

Albus, Volker; Kras, Reyer; Woodham, Jonathan M., *Icons of Design*, Munique, Prestel, 2000.

Alexander, Christopher, *Notes on the Synthesis of Form*, Cambridge, Harvard University Press, 1964.

Alexander, Christopher, *Tres Aspectos de Matematica e Diseño. La Estructura del Medio Ambiente*, Barcelona, Tusquets Editores, 1980.

Anceschi, Giovanni, “Il Pensiero Protetico”, in *Ottagono n° 102*, Milano, CC.P.INA, 1992.

Antonelli, Paola, *Mutant Materials in Contemporary Design*, New York, The Museum of Modern Art, 1995.

Bangert, Albrecht, *Colani-Fifty Years of Designing the Future*, London, Thames and Hudson, 2004.

Banham, Reyner, *Teoria e Projeto na Primeira Era da Máquina*, São Paulo, Editora Perspectiva, 1979.

Banham, Reyner, *Design by choice*, London, Academy Editions, 1981.

Barreto, Luis Filipe, *Portugal: Pioneiro do diálogo Norte/Sul*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1988.

Barthes, Roland, *O Sistema da Moda*, São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1979.

Basalla, George, *The Evolution of Technology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1988.

Baudrillard, Jean, *O Sistema dos Objectos*, São Paulo, Perspectiva, 1972.

Baudrillard, Jean, *A Sociedade de Consumo*, Lisboa, edições 70, 1991.

Baudrillard, Jean, *Para uma Crítica da Economia Política do Signo*, Lisboa, edições 70, 1995.

Bayley, Stephen, *The Conran Directory of Design*, London, Octopus Conran, 1985.

Beatty, Scott, *Batman – The Ultimate Guide to Dark Knight*, New York, Dorling Kindersley, 2001

Bel Geddes, Norman, *Horizons*, Boston, Little Brown, and Company, 1932.

Bel Geddes, Norman, *An exhibition of Theatrical and Industrial Design*, Austin, Ed. University of Texas, 1979.

Bertherat, Marie; Halleux, Martin de, *100 ans de Objects de Légende*, Paris, Atlas, 1996.

Bonsiepe, Gui, *El Diseño de la Periferia*, México, Gustavo Gilli 1985.

Bonsiepe, Gui, *Teoria e Prática do Design Industrial*, Lisboa, C.P.D., 1992.

Bonsiepe, Gui, *Dall'Objeto All'Interfaccia. Mutazioni del design*, Milano, Giangiacomo Feltrinelli, 1993.

Bor, Lan; Petersma, Errit; Kingma, Jelle, *Histoire Universelle de la Philosophie et des Philosophes*, Paris, Flammarion, 1997.

Branzi, Andrea, *The Hot House, Italian New Wave Design*, Cambridge, The MIT Press, 1984.

Buckminster Fuller, Richard, *La década Mundial del Diseño Científico*, Buenos Aires, Ediciones Nueva Vision, 1968.

Buckminster Fuller, Richard, *Manual de Instruções para a Nave Espacial Terra*, Porto, Via Optima, 1998.

Buckminster Fuller, Richard, *Critical Path*, New York, St. Martin's Press, 1981.

Burdek, Bernhard, *Diseño. História, teoria e prática del diseño industrial*, Barcelona, Gustavo Gilli, 1994.

Butler, Samuel, *Erewhon*, London, Penguin Classics, 1985.

Chastel, André; Galluzzi, Paolo; Pedretti, Carlo, *Art Dossier n° 12 - Leonardo*, Firenze, Giunti, 1987.

Cianchi, Marco; Pedretti, Carlo, “Leonardo. I codici”, in *Art e Dossier n° 100*, Firenze, Giunti Gruppo Editoriale, 1995.

Cooke, Catherine, *Russian Avant-Garde - theories of art, architecture and the city*, London, Academy Editions, 1995.

Cortesão, Armando, *Cartografia Portuguesa Antiga*, Lisboa, Comissão Executiva das Comemorações do Quinto Centenário da Morte do Infante D. Henrique, 1960.

Cunha e Silva, Paulo, *O Lugar do Corpo – Elementos Para Uma Cartografia Fractal*, Lisboa, Instituto Piaget, 1999.

Cunha e Silva, Paulo; Melo, Alexandre, (Cord.), *Tráfego – Antologia Crítica da Nova Visualidade Portuguesa*, Porto, Ed. Porto 2001, Capital Europeia da Cultura, 2001.

D’Aluisio, Faith; Menzel, Peter, *Robosapiens. Evolution of a New Species*, Cambridge, The MIT Press, 2000.

Darwin, Charles, *Origem das Espécies*, Porto, Lello & Irmão, data n. i.

Davidson, Cynthia C., *Anybody*, New York, Anyone Corporation and The MIT Press, 1997.

Deforge, Yves, *Technologie et Génétique de l’Objet Industriel*, Paris, Maloine, 1985.

Deganello, Paolo, “Lo Strumento come Protesi”, in *MODO n° 149*, Milão, MODO, 1993.

Dery, Mark, *Velocidad de Escape. La cibercultura en el final del siglo*, Madrid, Ediciones Siruela, 1998.

Diller, Elizabeth; Scofidio, Ricardo, *Flesh*, New York, Princeton Architectural Press, 1994.

Dreyfuss, Henry, *Designing for People*, New York, Simon and Schuster, 1955.

Dreyfuss, Henry, *The Measure of Man and Woman: Human Factors in Design*, New York, Whitney Library of Design, 1993.

Ducassé, Pierre, *História das Técnicas*, Lisboa, Publicações Europa-América, 1962.

Durant, Stuart, *Christopher Dresser*, London, Academy Editions – Ernst & Sohn, 1993.

Dyson, George, *Darwin among the machines*, London, The Penguin Press, 1997.

Evans, Siân, *Contemporary Japanese Design*, London, Collins & Brown, 1991.

Flusser, Vilém, *The Shape of Things. A Philosophy of Design*, London, Reaktion Books, 1999.

Fonseca, Quirino da, *Os Navios do Infante D. Henrique*, Lisboa, Comissão Executiva das Comemorações do Quinto Centenário da Morte do Infante D. Henrique, 1958.

Forty, Adrian, *Objects of Desire, Design and Society since 1750*, London, Thames and Hudson, 1986.

Forty, Adrian, “Disegno Industrial e Protesi”, in *Ottagono n° 96*, Milão, CC.P.INA, 1990.

Fuad-Luke, Alastair, *the eco-design handbook*, London, Thames & Hudson, 2002.

Fusco, Renato de; D’Auria, Antonio, *Il Projecto del Design*, Milano, Etaslibri, 1992.

Gallino, Luciano, *L'Attore Sociali – Biologia, Cultura e Intelligenza Artificiale*, Torino, Einaudi, 1987.

Galluzi, Paolo, *Renaissance Engeneers – From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Giunti, 1996.

Ganeri, Anita, *Creatures that glow*, New York, Harry N. Abrams, 1995.

Gérardin, Lucien, *Bionics*, New York, McGraw-Hill, 1968.

Gibbs-Smith, Charles, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, London, Peerage Books, 1985.

Giedion, Siegfried, *Mechanization Takes Command, a contribution to anonymous history*, New York, W. W. Norton, 1969.

Gomes, Fragoso, “Paulo Parra: (re) conhecer o objecto”, in *Page N° 9*, Lisboa, PAGE, 1999.

Gorman, Carma, *The Industrial Design Reader*, New York, Alworth Press, 2003.

Gregotti, Vittorio, *Il disegno del prodotto industriale*, Milano, Electa, 1994.

Guidot, Raymond, *Histoire du Design 1940-1990*, Paris, Hazam, 1994.

Hall, Edward T., *A Dimensão Oculta*, Lisboa, Relógio D'Água, 1986.

Halén, Widar, *Christopher Dresser*, London, Phaidon Press, 1993.

Hennessy, James ; Papanek, Victor, *Nomadic Furniture*, New York, Pantheon Books, 1973.

Hennessy, James ; Papanek, Victor, *Nomadic Furniture 2*, New York, Pantheon Books, 1974.

Howard, Jonathan, *Darwin*, Oxford, Oxford University Press, 1982.

Hottois, Gilbert, *Le Signe et la Technique*, Paris, Aubier Montagne, 1984.

Jones, Christopher, *Design Methods. Seeds of Humam Futures*, Chichester, John Wiley & Sons, 1970.

Julier, Guy, *Design Since 1900*, London, Thames & Hudson, 2004.

Kham – Magomedov, Selim O., *Alexandre Rodchenko – L'Ouvre Complet*, Paris, Philippe Sers, 1986.

Krausse, Joachim; Lichtenstein, Claude, *Your Private Sky. R. Buckminster Fuller. The Art of Design Science*, Zurich, Lars Muller Publishers, 1999.

Kunkel, Paul, *AppleDesign*, New York, Graphis, 1997.

Kunkel, Paul, *Digital Dreams*, Laurence King, 1999.

Lafitte, Jacques, *Réflexions sur la Science des Machines*, Paris, J. Vrin, 1972 (1ª Edição de 1932).

Lampugnani, Vittorio Magnano, *Dictionnaire encyclopédique de l'architecture moderne & contemporaine*, Paris, Philippe Sers, 1987.

Larousserie, David; Ratel, Hervé, “Le mystère Hawking”, in *Sciences et Avenir n° 658*, Paris, Sciences et Avenir, 2001.

Larroche, Hélène; Tucny, Yan, *L'Object industriel en question*, Paris, Editions du Regard, 1985.

Le Corbusier, *El Modulor y Modulor 2*, Barcelona, Poseidon, 1980.

Le Corbusier, *L'Art Decoratif d'aujourd'hui*, Paris, Flammarion, 1996.

Le Corbusier, *Por Uma Arquitectura*, São Paulo, Perspectiva, 1994.

Lee, Suzanne, *Fashioning the Future. Tomorrow's Wardrobe*, London, Thames & Hudson, 2005.

Lewontin, Richard C.; Lewis, Richard, “Evolução”, *Enciclopédia Einaudi Vol. 6*, Lisboa, Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1985.

Lello, Edgar; Lello, José, *Lello Universal – volume segundo*, Porto, Lello & Irmão, 1977.

Leroi-Gourham, André, *Evolução e Técnicas, 1-O Homem e a Matéria*, Lisboa, Edições 70, 1984.

Leroi-Gourham, André, *Evolução e Técnicas, 2-O Meio e as Técnicas*, Lisboa, Edições 70, 1984.

Leroi-Gourham, André, *O Gesto e a Palavra, 1-Técnica e Linguagem*, Lisboa, Edições 70, 1987.

Leroi-Gourham, André, *O Gesto e a Palavra, 2-Memória e Ritmos*, Lisboa, Edições 70, 1987.

Leroi-Gourham, André, *Mécanique vivante*, Paris, Librairie Arthème Fayard, 1983.

Loewy, Raymond, *Never Well Enough Alone*, New York, Simon and Schuster, 1951.

Luca Fraioli, *História da Tecnologia*, Lisboa, Caminho, 1999.

Macri, Teresa, *Il corpo postorganico*, Genova, Costa & Nolan, 1966.

McKean, John, “Joseph Paxton, Cristal Palace, London 1851” in *Architecture 3, Lost Masterpieces*, London, Phaidon Press, 1999.

Maldonado, Tomás, *La Speranza Progettuale. Ambiente e società*, Torino, Giulio Einaudi, 1971.

Maldonado, Tomás, *Il futuro della modernità*, Milano, Giangiacomo Feltrinelli, 1992.

Maldonado, Tomás, *El Diseño Industrial Reconsiderado*, Barcelona, Gustavo Gili, 1993.

Maltese, Corrado, *Gusto e metodo scientifico nel pensiero architettonico di Leonardo*, Firenze, Giunti Barbèra, 1973.

Manzini, Ezio, *La materia dell'invenzione*, Milano, Arcadia, 1986.

Manzini, Ezio, *Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale*, Milano, Domus, 1990.

Manzini, Ezio; Vezzoli, Carlo, *Lo sviluppo di prodotti sostenibili. I requisiti ambientali dei prodotti industriali*, Rimini, Maggioli Editore, 1998.

Marani, Piero. C., *Leonardo, gli ingegneri e alcune macchine lombarde*, Firenze, Giunti Barbèra, 1985.

Marcus, George H., *Le Corbusier – Inside the machine for living*, New York, The Monacelli Press, 2000.

Margolin, Victor, *Design Discourse. History, Theory, Criticism*, Chicago, The University of Chicago Press, 1989.

Margulis, Lynn; Sagan, Dorian, *O que é vida?*, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor Ltda, 2002.

Maublanc, Michèle; Simon, Anabele, “Le Walkman”, in *Sciences et Avenir Hors-série n° 84*, Paris, Sciences et Avenir, 1991.

McQuaid, Matilda, *Extreme Textiles. Designing for High Performance*, London, Thames & Hudson, 2005.

Mettrie, Julien Offray de la, *O Homem-Máquina*, Lisboa, Estampa, 1989 (1ª edição de 1748).

Mialet, Hélène, “Le phénomène HAWKING”, in *Sciences et Avenir Hors-série n° 111*, Paris, Sciences et Avenir, 1997.

Moles, Abraham, *Rumos de uma Cultura Tecnológica*, São Paulo, Perspectiva, 1973.

Moles, Abraham, *Sociodinâmica da Cultura*, São Paulo, Perspectiva, 1975.

Moles, Abraham, *O Kitsh*, São Paulo, Perspectiva, 1994.

Moles, Abraham, *Teoría de los Objectos*, Barcelona, Gustavo Gilli, 1972.

Moos, Stanislaus von, *L'Esprit Nouveau – Le Corbusier et L'Industrie 1920-1925*, Berlin, Ernst & Sohn, 1987.

Munford, Lewis, *Le Mythe de la Machine. La Technologie et le Développement humain. Tome 1*, Paris, Librairie Arthème Fayard, 1973.

Munford, Lewis, *Le Mythe de la Machine. Le Pentagone de la puissance. Tome 2*, Paris, Librairie Arthème Fayard, 1974.

Negroponte, Nicholas, *Vida Digital*, São Paulo, Companhia das Letras, 1995.

Noblet, Jocelyn de, *Design*, Paris, Aimery Somogy, 1988.

Noblet, Jocelyn de, *Design, le geste et le compas*, Paris, Aimery Somogy, 1988.

O'Mahony, Marie, *Cyborg*, London, Thames & Hudson, 2002.

O'Mahony, Marie; Braddock, Sarah E., *Sportstech*, London, Thames & Hudson, 2002.

Page, Martin, *The First Global Village – How Portugal Changed the World*, Lisboa, Notícias, 2002.

Papanek, Victor, *Design for the Real World*, London, Thames & Hudson, 1991.

Papanek, Victor, *Arquitectura e Design. Ecologia e Ética*, Lisboa, Edições 70, 1995.

Parra, Paulo, “Walkhand Memo”, in *Sony International Student Design Competition*, 1989.

Parra, Paulo, “Projectos Mutantes”, in *Cadernos de Design n°13/14*, Lisboa, Centro Português de Design, 1992.

Parra, Paulo, “Os Objectos nascem, vivem e como tal morrem”, in *Cadernos de Design n°2*, Lisboa, Centro Português de Design, 1992.

Parra, Paulo, “Objectos Nómadas”, in *Cadernos de Design n°4*, Lisboa, Centro Português de Design, 1992.

Parra, Paulo, “Manifesto Design Mutante”, in *Cadernos de Design n°13/14*, Lisboa, Centro Português de Design, 1992.

Parra, Paulo, “Dos Objectos-Arquitectura aos Objectos-Prótese”, in *Urbe Cadernos 2*, Lisboa, URBE, 1990.

Parra, Paulo, *Pensamento e Sistema Protético* (Tese de Mestrado), Lisboa, 1997.

Parra, Paulo, “Design Simbiótico”, in *Corpo Fast Forward*, Porto, Número Magazine – Porto 2001, Capital Europeia da Cultura, 2001.

Parra, Paulo, *Ícones do Design. Colecção Paulo Parra*, Lisboa, Casa da Cerca, 2003.

Paturi, Felix, *Nature Mother of Invention, The Engineering of Plant Life*, New York, Harper & Row, 1976.

Peattie, Donald, “As Dez Vidas de Leonardo da Vinci”, in *Grandes Vidas Grandes Obras*, Lisboa, Selecções do Reader’s Digest, 1974.

Pedretti, Carlo, *Leonardo – Le Macchine*, Florença, Giunti, 2000.

Perdonet, Philippe; Mehly, Bruce, *Luigi Colani*, Paris, Dis Voir, 2000.

Pescovitz, David, “Remote Control” in *I.D. The International Design Magazine*, New York, Janeiro/Fevereiro 1999.

Piens, Bernard, *Le Bauhaus (1919-1933)*, Lieusaint, Centre National de Documentation Pédagogique, 1985.

Powers, Alan, *Nature in Design*, London, Conran Octopus, 1999.

Rinard, Judith E., *Book of Flight: The Smithsonian National Air and Space Museum*, New York, Firefly Book, 2001.

Robertson, Ian, *A Traveller’s History of Portugal*, London, Cassell & Co, 2002.

Roberts, Jennifer Davis, *Norman Bel Geddes - An Exhibition of Theatrical and Industrial Design*, Austin, The University of Texas, 1979.

Romei, Francesca, *Leonardo da Vinci*, Porto, Porto Editora, 2001.

Rossi, Paolo, *Os Filósofos e as Máquinas 1400-1700*, São Paulo, Schwarcz Ltda., 1989.

Santachiara, Denis, “Superprotesi: Nuovi Menú per Nuovi Progetti”, in *Ottagono n° 96*, Milano, Ed. CC.P.INA, 1990.

Scatchard, Jonathan, *Miller's Wristwatches – How to Compare & Value*, London, Miller's, 2004.

Schmidt, Clara, *Diderot – l'Encyclopédie*, Paris, L'Aventurine, 1996.

Secca Ruivo, Inês, “Paulo Parra – De uma estética da forma para uma estética das relações”, in *Número Magazine, n° 20*, Lisboa, Número Magazine, 2004.

Sers, Philippe, *Dictionnaire encyclopédique de l'architecture moderne & contemporaine*, Paris, Philippe Sers Éditeur, 1983.

Silva, Paulo Cunha e, *O Lugar do Corpo – Elementos Para Uma Cartografia Fractal*, Lisboa, Instituto Piaget, 1999.

Simondon, Gilbert, *Du Mode d'Existence des Objects Techniques*, Paris, Mouton, 1958.

Small, Harold A., *Form and Function-Remarks on Art by Horatio Greenough*, Berkley, University of California Press, 1947.

Smil, Vaclav, *Energies – An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization*, Cambridge, MIT, 1999.

Sparke, Penny, *100 Ans de Design*, Paris, Octopus, 2002.

Steadman, Philip, *L'evoluzione del design – L'analisi biologica in architettura e nelle arti applicate*, Napoli, Liguori, 1988.

Sutera, Salvatore, *Le Macchine di Leonardo da Vinci*, Milano, Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica, 1996.

Teague, Walter Dorwin, *Design this Day*, London, The Studio Publications, 1940.

Torrinha, Francisco, *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*, Porto, Domingos Barreira, 1955.

Vernadsky, Vladimir, *The Biosphere*, Nova York, Springer-Verlag, 1997.

Vitrúvio, Marco, *Los Diez Libros de Arquitectura*, (tradução do latim para castelhano pelo prof. Agustín Blázquez), Barcelona, Iberia, 1997.

Vitrúvio, Marco, *Os Dez Livros de Arquitectura de Vitruvius*, (tradução para português por Maria Helena Rua), Lisboa, Instituto Superior Técnico, 1998.

Volli, Ugo, “corpo, protesi, interfacce-ricchezza dell’ambiguità”, in *Stileindustria n° 8*, Milano, Domus, 1996.

Wallin, Ivan E., *Symbioticism and the origin of the species*, Baltimore, Williams & Wilkens Co, 1927.

Whiteway, Michael, *Shock of the Old: Christopher Dresser’s Design Revolution*, New York, Smithsonian Cooper-Hewitt, National Design Museum, 2004.

Whitfield, Philip, *História Natural da Evolução*, Lisboa, Verbo, 1994.

Wood, John George, *Nature's Teaching's: Human Invention Anticipated by Nature*, Boston, Roberts Brothers, 1885.

### WEBGRAFIA

All American Speakers, *Aimee Mullins*, [www..allamericanspeakers.com](http://www.allamericanspeakers.com)

All American Speakers, *Aimee Mullins*, [www..allamericanspeakers.com](http://www.allamericanspeakers.com)

Antoine Triévres, *Jaques Cousteau*, [www..terrace.qld.edu.au](http://www.terrace.qld.edu.au)

Apple, *apple-history.com*, [www..apple-history.com](http://www.apple-history.com)

Bob Watts, *Philosophy of Our Clinic*, [www..dorset-ortho.co.uk](http://www.dorset-ortho.co.uk)

Candance Carnahan, *Candance form New Brunswick in Canada shares her story*, [www..dorset-ortho.co.uk](http://www.dorset-ortho.co.uk)

Ciência Viva, *O Jurássico Médio*, [www..oficina.cienciaviva.pt](http://www.oficina.cienciaviva.pt)

Cousteau Society, *Cousteau*, [www..cousteau.org](http://www.cousteau.org)

Dave Abbott, *simbiose*, [www..ms-starship.com](http://www.ms-starship.com)

Design Museum, *Christopher Dresser*, [www..designmuseum.org](http://www.designmuseum.org)

Dorset-ortho, *Silicone Technology*, [www..dorset-ortho.co.uk](http://www.dorset-ortho.co.uk)

Eden.Rutgers, *An introduction to symbiosis*, [www..eden.rutgers.edu](http://www.eden.rutgers.edu)

Force Fin, *Force Fins for Scuba*, [www..forcefin.com](http://www.forcefin.com)

Force Fin, *Stevens Urethane*, [www..forcefin.com](http://www.forcefin.com)

Force Fin, *The Truth About Swin Fins*, [www..forcefin.com](http://www.forcefin.com)

J. J. O'Connor e E. F. Robertson, *Stephen William Hawking*, [www-gap.dcs.st-and.ac.uk](http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk)

Jeff Trussell, *Eartkeeper Hero: Jaques Cousteau*, [www..myhero.com](http://www.myhero.com)

João P. Pereira, Joaquim A. Jorge, F. Nunes Ferreira e Vasco Branco, *GIDeS: Uma Abordagem Caligráfica à edição 3D*, [immi.inesc-id.pt/publication.php?publication\\_id=83](http://immi.inesc-id.pt/publication.php?publication_id=83)

Jonathan Smith, *The Hawking of Stephen Hawking: Celebraty, Cosmology, Disability*, [www..disability.gr](http://www.disability.gr)

Kendall McDonald, *Cousteau The Sea King*, [www..divernet.com](http://www.divernet.com)

Lordly & Dame, Inc., *Aimee Mullins*, [www..lordly.com](http://www.lordly.com)

Lynn Johnson, *Sports Illustrated for Women*, [www..life.com](http://www.life.com)

Mark Leff, *CNN World News*, [www..edition.cnn.com](http://www.edition.cnn.com)

Matt Turner, *things to see-cheetah foot*, [www..sciencemuseum.org.uk](http://www.sciencemuseum.org.uk)

Motorola, *Motorola célèbre les 20 ans du mobile*, [www..motorola.fr](http://www.motorola.fr)

Nader Vossoughian, *City Planning in Perspective: Friedrich Weinbrenner and the Architektonisches Lehrbuch (1810-1825)*, [www..arch.columbia.edu](http://www.arch.columbia.edu)

NASA, *Cassini-Huygens, Mission to Saturn & Titan*, [www..saturn.jpl.nasa.gov](http://www.saturn.jpl.nasa.gov)

Ossur, *Flex-Foot Cheetah Designed for Competitive Running*, [www.ossur.com](http://www.ossur.com)

Precious Williams, *The model with metal legs*, [www.thisislondon.co.uk](http://www.thisislondon.co.uk)

Sammeer Vassa, *A brief history of Stephen Hawking*, [www.vassa.net](http://www.vassa.net)

Sarah j. Murray, *Aimee Mullins: Redefining Sport and Beauty*,  
[www.womenssportsfoundation.org](http://www.womenssportsfoundation.org)

ScheckandSiress, *Flex-Foot*, [www.scheckandsiress.com](http://www.scheckandsiress.com)

SONY, *aibo*, [www.aibo.com](http://www.aibo.com)

Sports Spot's Homepage, *Speedo FSII Bodyskin*, [www.sports-spot.com](http://www.sports-spot.com)

Stephen Hawking, *About Stephen Hawking - A Brief History of Mine*,  
[www.hawking.org.uk](http://www.hawking.org.uk)

Swimming World Magazine Website, *Swin industry News*, [www.swininfo.com](http://www.swininfo.com)

Telegraph, *Running her own race*, [www.theage.com.au](http://www.theage.com.au)

U. S. Food and Drug Administration, *FDA aproves two portable heart-assist devices*,  
[www.fda.gov](http://www.fda.gov)

Universidade Técnica de Lisboa, *Biologia*, [www.e-escola.pt](http://www.e-escola.pt)

USATODAY News, *Speedo goes top secret to develop suit*, [www.usatoday.com](http://www.usatoday.com)

Wikipedia, *Velcro*, [en.wikipedia.org/wiki/Velcro](http://en.wikipedia.org/wiki/Velcro)

Wikipedia, *aibo*, [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

Wikipedia, *Hajime Sorayama*, [www..wikipedia.com](http://www..wikipedia.com)

Wikipedia, *Stephen Hawking*, [www..enwikipedia.org](http://www..enwikipedia.org)

Wikipedia, *sybiosis*, [www..wikipedia.com](http://www..wikipedia.com)

Worldheart, *About Worldheart*, [www..worldheart.com](http://www..worldheart.com)

Worldheart, *Next Generation LVAS*, [www..worldheart.com](http://www..worldheart.com)

Worldheart, *Patient Experiences*, [www..worldheart.com](http://www..worldheart.com)

Yenra encyclopedia, *Speedo Fastskin*, [www..yenra.com](http://www..yenra.com)

### VIDEOGRAFIA

Barney, Mathew, *Cremaster 3*, 2004

Wachowski, Brothers (Andy e Larry), *Matrix*, 1999

Wachowski, Brothers (Andy e Larry), *Matrix Reloaded*, 2003

Wachowski, Brothers (Andy e Larry), *Matrix*



*ÍNDICE REMISSIVO*

- Abbott, Dave, 272, 273
- Agatarco, 97
- Aicher, Otl, 175, 267
- Alberti, Battista, 100, 104, 111
- Albuquerque, Afonso de, 297
- Albuquerque, Luís de, 309
- Albus, Volker, 86, 245, 246
- Alembert, Jean d', 164
- Alexander, Christopher, 20, 145, 186, 187, 267
- Alexandria, Heron de, 20, 97, 112
- Anaxógoras, 97
- Anceschi, Giovanni, 170, 171, 173
- Antonelli, Paola, 229, 234
- Apollinaire, Guillaume, 95, 140
- Aristóteles, 25
- Armstrong, Neil, 254
- Arquimedes, 111
- Assoun, Paul-Laurent, 21
- Augusto, César, 97
- Bacon, Francis, 95
- Balfour, Henri, 34
- Banham, Reyner, 168
- Barney, Matthew, 190
- Barreto, Luis Filipe, 300
- Barthes, Roland, 48
- Bary, Heinrich Anton de, 272
- Basalla, George, 27, 30, 32
- Baudrillard, Jean, 18, 48, 49, 50, 60, 166, 175, 348
- Bayley, Stephen, 86, 241
- Behrens, Peter, 135, 142, 143, 144, 147, 149
- Bel Geddes, Norman, 83, 84, 85, 86, 87
- Bergson, Henri, 95
- Bertherat, Marie, 86, 239
- Blánquez, Agustín, 96, 98, 104
- Bonsiepe, Gui, 63, 75, 77, 175, 267
- Bor, Lan, 294
- Borg, Arnie, 235
- Bórgia, César, 109
- Braddock, Sarah E., 231, 237
- Branzi, Andrea, 168
- Briggs, John, 271
- Brik, Ossip, 148
- Brunelleschi, Filippo, 95, 109, 112, 114, 297, 298
- Brunner, Robert, 249
- Buckminster Fuller, Richard, 76, 77, 269, 270, 317, 344
- Burdek, Bernhard, 267
- Butler, Samuel, 18, 31, 32, 33, 34, 43, 60, 94, 156
- Cabral, Pedro Álvares, 295
- Carvalho, Ângela de, 262
- César, Júlio, 97
- Chardin, Pierre Teilhard de, 290
- Charrier, Bertrand, 199
- Chastel, André, 111
- Cianchi, Marco, 111

- Colani, Luigi, 85, 87, 88, 89, 90, 92  
Colombo, Cristovão, 295  
Corte-Real, Gaspar, 111, 295  
Cortesão, Amado, 299  
Costa, Cristovão da, 300, 355  
Cosuzio, 97  
Cottaischen, Johann-Georg, 64  
Coughlin, Nathalie, 238  
Cousteau, Jaques-Yves, 14, 184, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 312  
Cousteau, Jean-Michel, 201  
Cousteau, Philippe, 201  
Crinson, Mark, 65  
Cubber, Jan De, 221  
Cunca, Raúl, 260  
Cunha e Silva, Paulo, 30, 37, 215, 282, 303  
D. Afonso IV, 296  
D. Henrique, 294, 296, 297, 298  
D'Aluisio, Faith, 183  
D'Auria, Antonio, 170, 267  
da Vinci, Leonardo, 22, 93, 95, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 159, 161, 294  
Darwin, Charles, 18, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 39, 58, 70, 71, 158, 228, 283  
Daval, Jean-Luc, 142  
Davidson, Cynthia C., 29, 183  
Dean, Bashford, 19, 69  
Deforge, Yves, 18, 38, 40, 55, 56, 57  
Deganello, Paolo, 170, 171  
Demócrito, 97, 99  
Dermée, Paul, 140  
Dery, Mark, 172  
Descartes, René, 21  
Dias, Bartolomeu, 295  
Diderot, August, 58, 68, 95, 118, 164, 165, 166  
Diller, Elizabeth, 183  
Dobzhanski, Theodosius, 30  
Dresser, Christopher, 79, 80, 81, 83  
Dreyfuss, Henry, 83, 84, 161  
Ducassé, Pierre, 163  
Duchamp, Marcel, 95  
Dürer, Albrecht, 114  
Dyson, Freeman, 269  
Dyson, George, 269  
Eldredge, Niles, 285  
Ellul, Jacques, 54, 55, 167  
Engels, Friedrich, 68  
Euclides, 111  
Evans, Bob, 232  
Evans, Siân, 233  
Falco, Albert, 197  
Ferguson, James, 18, 25, 68, 70  
Fibonacci, Leonardo, 159  
Flusser, Vilém, 168  
Foncea, Teodoro de, 97  
Fonseca, Quirino da, 298  
Forty, Adrian, 170, 171, 172, 174, 180

- Foucault, Michel, 23  
Fox, Lane, 34, 35  
Fraioli, Luca, 163, 164  
Francé, Raoul, 72, 75  
Frank, Josef, 145  
Freud, Sigmund, 95, 173  
Fuficio, 97  
Fusco, Renato de, 170, 171, 267  
Gagnan, Emile, 193, 196  
Galiani, Marchese Berardo, 98  
Galilei, Galileu, 21, 164  
Gallino, Luciano, 18, 57, 58, 59, 94, 266, 276  
Galluzzi, Paolo, 95, 107, 111, 112, 113, 123, 125, 127, 128, 134  
Gama, Vasco da, 295  
Ganeri, Anita, 280  
Gérardin, Lucien, 75  
Gibbs-Smith, Charles, 110  
Giedion, Siegfried, 168  
Gille, Bertrand, 55  
Giocondo, Fra, 100, 114  
Giorgio, Francesco di, 111, 114, 116, 117, 124  
Goodwin, Brian, 271  
Gorman, Carma, 66, 168  
Greenough, Horatio, 66, 67, 70, 71  
Gregotti, Vittorio, 267  
Gribbin, John, 210  
Gropius, Walter, 135, 136, 142  
Gueddes, Patrick, 74  
Guidot, Raymond, 91, 92  
Gutenberg, Johann, 294  
Hall, Edward T., 321  
Halleux, Martin de, 86, 239  
Hartle, Jim, 205  
Hawking, Stephen, 14, 184, 189, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211  
Hegel, Friedrich, 95  
Heidegger, Martin, 54  
Henlein, Peter, 181  
Hennessy, James, 77  
Herd, Gerald, 18  
Hermógenes, 97  
Hoffmann, Joseph, 135, 136, 145  
Hopper, Dennis, 29  
Hosokawa, Shuhei, 182  
Hottois, Gilbert, 18, 27, 30, 31, 34, 42, 52, 53, 54, 55, 166, 167  
Iacopo, Mariano di, 114, 116, 124  
Ibuka, Masaru, 240  
Ive, Jonathan, 252  
Jeanneret, Charles-Edouard, 134  
Jeanneret, Pierre, 135, 138, 146, 152, 154  
Jobs, Steve, 247, 252  
Jones, Christopher, 267  
Jones, Owen, 80  
Julier, Guy, 86  
Kandinsky, Wassily, 148  
Kay, Alan, 247  
Kepler, Johannes, 22  
Khan-Magomedov, Selim O., 148

- Kiesler, Friedrich, 73, 75  
Kingma, Jelle, 294  
Knight, Nick, 186, 187  
Koestler, Arthur, 270  
Kohno, Toru, 241  
Kras, Reyer, 86, 245, 246  
Krausse, Joachim, 77  
Krolopp, Rudy, 244  
Kunkel, Paul, 240, 242, 247  
Ladovski, Nikolaï, 149  
Lafitte, Jacques, 34, 39, 40, 42, 43, 44, 51, 52, 60, 166, 276  
Lamarck, Jean-Baptiste, 18, 20, 24, 25, 28, 39, 64  
Lampugnani, Vittorio Magnano, 135, 139, 140, 143  
Larroche, H el ene, 167  
Le Corbusier, 69, 70, 94, 95, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 266  
Lee, Suzanne, 327  
Leff, Mark, 192, 193, 196, 202  
Lello, Edgar e Jos e, 23, 169  
Lem, Stanislaw, 31, 54  
Leroi-Gourham, Andr e, 18, 28, 34, 36, 37, 38, 39, 94, 166, 180, 212, 214  
Lewis, Richard, 24, 68, 69, 70  
Lewontin, Richard C., 24, 68, 69, 70  
Lichtenstein, Claude, 77  
Loewy, Raymond, 83, 84  
Lovelock, James, 12, 291, 292  
Mackintosh, Charles, 143  
Magalhães, Fernando, 295  
Maiakovsky, Vladimir, 95  
Maldonado, Tom as, 64, 99, 163, 165  
Maltese, Corrado, 130  
Malthus, Thomas Robert, 26  
Manzini, Ezio, 175, 320  
Marani, Piero. C., 126  
Margolin, Victor, 168  
Margulis, Lynn, 269, 270, 282, 283, 284, 285, 286, 289, 290, 291, 303, 304, 309, 313, 317  
Marinetti, Filippo Tommaso, 95  
Marjay, Frederico, 296  
Marx, Karl, 23, 27, 95, 165  
Mason, David, 206  
Mason, Elaine, 209  
Maturana, Humberto, 304  
McCarthy, John, 31  
McDonald, Kendall, 193, 194, 196, 201  
McKean, John, 370  
McLuham, Marshall, 95  
McQuaid, Matilda, 327  
McQueen, Alexander, 186, 187, 188  
Medawar, Peter B., 58  
Medici, Lourenço de, 109, 110  
Medina, Pedro de, 113  
Melnikov, Konstantin, 145  
Melo, Alexandre, 322  
Melzi, Francesco, 111  
Mendelsohn, Erich, 84

- Menzel, Peter, 183
- Mestral, Georges de, 76
- Mettrie, Julien Offray de la, 21, 22, 23, 95, 356
- Mialet, Hélène, 203, 206, 208, 211
- Mills-McCarteney, Heather, 222
- Mirbeau, Octave, 142
- Moholy-Nagy, Lazlo, 73, 75
- Moles, Abraham, 18, 43, 50, 51, 56, 60, 166
- Moos, Stanislaus von, 136, 140, 141, 142, 145, 146, 159
- Morgan, Lewis Henry, 35
- Morita, Akio, 240
- Mullins, Aimee, 14, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 219
- Munford, Lewis, 95, 168
- Murray, Sarah, 191
- Muthesius, Hermann, 135, 143, 144
- Muzio, Oddi, 97
- Nagele, Al, 244
- Negroponte, Nicholas, 175
- Neumeister, Alexander, 262
- Noblet, Jocelyn de, 84, 89
- O'Connor, John J., 205, 208
- O'Mahony, Marie, 172, 231, 237, 327
- Offner, David, 75
- Ohga, Norio, 240
- Osthaus, Karl Ernst, 135
- Ozenfant, Amédée, 134, 137, 140, 154
- Pacioli, Luca, 109, 114
- Page, Martin, 295
- Palladio, Andrea, 101
- Papanek, Victor, 76, 77
- Parra, Paulo, 15, 86, 94, 170, 171, 176, 178, 180, 181, 256, 257, 258, 260, 280, 318, 325, 326, 358
- Paxton, Joseph, 72
- Peat, F. David, 271
- Peattie, Donald, 133
- Pedretti, Carlo, 111, 123, 126
- Perdonet, Philippe, 88
- Perret, August, 135, 136
- Perret, Jacques, 52
- Perriand, Charlotte, 137, 152, 154
- Petersma, Errit, 294
- Petrarca, Francesco, 294, 296
- Philippe, Patek, 135, 148, 181
- Philips, Van, 215, 216
- Picabia, Francis, 95
- Piens, Bernard, 136
- Piteo, 97
- Pitt-Rivers, August-Henry, 18, 28, 35, 38, 69
- Poschinger, Benedikt von, 144
- Powers, Alan, 67
- Pozzo, Paolo dal, 114
- Prieur, Yves Le, 193
- Ratheau, Walter, 135, 144
- Reeves, Keanu, 60
- Reuleaux, Franz, 128
- Ribeiro, Rogério, 140, 141, 142
- Roberts, Jennifer Davis, 84
- Robertson, Edmund F., 205, 208

- Robertson, Ian C., 295
- Rodchenko, Alexander, 145, 148
- Romei, Francesca, 108
- Rossi, Paolo, 21, 22, 25
- Rossin, António, 169
- Rua, Helena, 97
- Ruskin, John, 70
- Sagan, Dorian, 269, 270, 282, 283, 284, 285, 290, 291, 303, 304, 309, 313, 317
- Santachiara, Denis, 170, 171
- Sapper, Richard, 245
- Sapredo, 101
- Scofidio, Ricardo, 183
- Septimio, P., 97
- Sequeira, Lopes, 295
- Serlio, Sebastiano, 101
- Sers, Philippe, 135, 148
- Sforza, Ludovico, 109, 110
- Simil, Vaclav, 306, 307
- Simondon, Gilbert, 18, 42, 44, 45, 46, 47, 51, 56, 57, 276
- Sinel, Joseph Claude, 149
- Smith, Adam, 95, 111, 118, 207, 210, 211
- Sorayama, Hajime, 314
- Soren, Leon, 244
- Sousa Santos, Marco, 260
- Sozzini, Mariano, 114
- Sparke, Penny, 86, 135, 138, 144, 145
- Spencer, Herbert, 35, 70
- Steadman, Philip, 18, 20, 24, 25, 29, 30, 31, 34, 63, 68, 69, 70, 73, 74, 80, 170
- Steele, Jack E., 75
- Stegmuller, Wolfgang, 30
- Stone, Sandy, 207
- Suess, Edward, 289
- Sullivan, Louis, 66, 70
- Sutera, Salvatore, 111, 124
- Taraboukine, Nicolai, 148
- Taylor, Edward B., 35
- Teague, Walter Dorwin, 83
- Tessenow, Heinrich, 135
- Thompson, Rosemarie, 207
- Toscanelli, Paolo dal Pozzo, 114
- Triévres, Antoine, 195, 196
- Trussell, Jeff, 196
- Tucny, Yan, 167
- Turner, Matt, 216
- Uboldini, Ottaviano, 114
- Urethane, Stevens, 234
- Valla, Giorgio, 114
- van de Velde, Henry, 143, 144
- van der Rohe, Ludwig Mies, 66, 135
- Varela, Francisco, 304
- Varrón, Terêncio, 97
- Vassa, Sammeer, 208
- Vaucanson, Jaques, 22
- Vernadsky, Vladimir Ivanovich, 289, 290
- Verrocchio, Andrea del, 108, 109
- Vezzoli, Carlo, 320

- Viana, José, 257, 260
- Vitruvius, Marco, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 112, 116, 120, 161
- Vossoughian, Nader, 64, 65
- Wachowski, Andy e Larry, 60
- Wada, Joe, 242
- Wallin, Ivan E., 283, 284
- Watts, Alan, 305
- Watts, Bob, 187, 220
- Weinbrenner, Friedrich, 64, 65, 66, 70
- Wesly, Claude, 197
- White, Michael, 210, 250
- Whitehead, Alfred North, 68
- Whiteway, Michael, 81
- Whitman, Walt, 70, 95
- Wienbrenner, Friedrich, 66, 165
- Wilde, Jane,
- Williams, Dan, 246
- Williams, Precious, 187
- Woltoz, Walt, 205
- Wood, John George, 71, 72
- Woodham, Jonathan M., 245, 246
- Zanuso, Marco, 245
- Zerbe, Anthony, 60



*FONTES ICONOGRÁFICAS*

Figura 1 – Philip Steadman, *L'evoluzione del design*, Napoli, Liguori Editore, 1988, pp.137; AAVV., “L’album de la famille homo” in *Science & Vie – Júnior*, n°22, Paris, 1995, p.21.

Figura 2 – Alan Powers, *Nature in Design*, London, Conran Octopus, 1999, p.51.

Figura 3 – Philip Steadman, *L'evoluzione del design*, Napoli, Liguori Editore, 1988, pp.127, 188,189; AAVV., *Ottagono*, n°102, Milano, Edizioni CO.P.IN.A., 1992, p.66.

Figura 4 – John George Wood, *Nature’s Teaching’s: Human Invention Anticipated by Nature*, Boston, 1885, pp.259, 407, 465, 18, 312, 169.

Figura 5 – Felix Paturi, *Nature Mother of Invention, The Engineering of Plant Life*, New York, Harper & Row, 1976, p.69; John McKean, “Joseph Paxton, Cristal Palace, London 1851” in *Architecture 3, Lost Masterpieces*, London, Phaidon Press, 1999, p.9.

Figura 6 – Philip Steadman, *L'evoluzione del design*, Napoli, Liguori Editore, 1990, p.216.

Figura 7 – Felix Paturi, *Nature Mother of Invention, The Engineering of Plant Life*, New York, Harper & Row, 1976, p.70,71.

Figura 8 – Victor Papanek, *Design for the Real World*, London, Thames & Hudson, 1991, p.199; [kaweahoaks.com/html/spiny\\_cocklebur03.jpg](http://kaweahoaks.com/html/spiny_cocklebur03.jpg);  
[www.ideo.columbia.edu/res/micro/images.section/pages/velcro.gif](http://www.ideo.columbia.edu/res/micro/images.section/pages/velcro.gif);  
[www1.istockphoto.com/file\\_thumbview\\_approve/792068/2/istockphoto\\_792068\\_velcro.jpg](http://www1.istockphoto.com/file_thumbview_approve/792068/2/istockphoto_792068_velcro.jpg)

Figura 9 – Michael Whiteway, *Shock of the old. Christopher Dresser’s Design Revolution*, New York, Ed. Smithsonian Cooper-Hewitt, National Design Museum, 2004, p.14.

Figura 10 – Stuart Durant, *Christopher Dresser*, London, Academy Editions, 1993, pp.12, 18, 82.

Figura 11 – Widar Halén, *Christopher Dresser*, London, Phaidon Press, 1993, p.108.

Figura 12 – Michael Whiteway, *Shock of the old. Christopher Dresser’s Design Revolution*, New York, Ed. Smithsonian Cooper-Hewitt, National Design Museum, 2004, pp.207, 158, 206.

Figura 13 – Jocelyn de Noblet, *Design*, Paris, Somogy, 1988, p.126; Norman Bel Geddes. *An exhibition of Theatrical and Industrial Design*, Austin, Ed. University of Texas, 1979, pp.19, 46.

Figura 14 – Norman Bel Geddes, *Horizons*, Boston, Ed. Little, Brown and Company, 1932, pp.255, 252, 230, 231.

Figura 15 – Norman Bel Geddes. *An exhibition of Theatrical and Industrial Design*, Austin, Ed. University of Texas, 1979, pp. contracapa, 35, 33.

Figura 16 – [diciassettepollici.blog.dada.net/archive/images/Notre%20Dame.jpg](http://diciassettepollici.blog.dada.net/archive/images/Notre%20Dame.jpg);  
[www2..uol.com.br/bestcars/carros/citroen/antigos/ds19-1957.jpg](http://www2.uol.com.br/bestcars/carros/citroen/antigos/ds19-1957.jpg).

Figura 17 – AAVV, *Luigi Colani - Bio-Design of Tomorrow*, Tokio, Ed. Car Styling, 1984, p.60; Albrecht Bangert, *Colani - Fifty Years of Designing the Future*, London, Ed. Thames and Hudson, 2004, p.141.

Figura 18 – AAVV, *Luigi Colani-Bio-design of Tomorrow*, Tokio, Ed. Car Styling 23, 1984, p.19; AAVV, *Luigi Colani-Designing Tomorrow*, Tokio, Ed. Car Styling 23, 1978, pp.77, 45.

Figura 19 – AAVV, *Luigi Colani-For a Brighter Tomorrow*, Tokio, Ed. Car Styling 23, 1981, p.105; [www.colani.com](http://www.colani.com)

Figura 20 – Jocelyn de Noblet, *Design*, Paris, Somogy, 1988, pp.196-197.

Figura 21 –  
[www..mir.com.my/rb/photography/companies/canon/fdresources/SLRs/t50/t50frontside.jpg](http://www.mir.com.my/rb/photography/companies/canon/fdresources/SLRs/t50/t50frontside.jpg) [www..kitamura.co.jp/museum/01\\_one/item/canon/t70.jpg](http://www.kitamura.co.jp/museum/01_one/item/canon/t70.jpg)  
[www..infocam.co.kr/R2-Canon/images/29-t80.JPG](http://www.infocam.co.kr/R2-Canon/images/29-t80.JPG)  
Jocelyn de Noblet, *Design*, Paris, Somogy, 1988, p.197.

Figura 22 – [www..vruiz.net/wp-content/photos/orig\\_icaro.jpg](http://www.vruiz.net/wp-content/photos/orig_icaro.jpg); Scott Beatty, *Batman – The Ultimate Guide to Dark Knight*, New York, Dorling Kindersley, 2001, p.128.

Figura 23 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, - From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Ed. Giunti, 1996, p.45.

Figura 24 – Marco Vitruvius, *Os Dez Livros de Architectura de Vitruvius*, (tradução para português por Maria Helena Rua), Lisboa, Ed. Instituto Superior Técnico, 1998, p.59.

Figura 25 – Marco Vitruvius, *Os Dez Livros de Architectura de Vitruvius*, (tradução para português por Maria Helena Rua), Lisboa, Ed. Instituto Superior Técnico, 1998, pp.301, 307, 315.

Figura 26 – Carlo Pedretti, *Leonardo. Le macchine*, Florença, Ed. Giunti, 2000, p.15.

Figura 27 – Carlo Pedretti, *Leonardo. Le macchine*, Florença, Ed. Giunti, 2000, pp.13, 12.

Figura 28 – [geoscopio.tv/ficheiros/2006/11/rinocero.jpg](http://geoscopio.tv/ficheiros/2006/11/rinocero.jpg)

Figura 29 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, - From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Ed. Giunti, 1996, p.12.

Figura 30 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, - From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Ed. Giunti, 1996, p.125.

Figura 31 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, - From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Ed. Giunti, 1996, pp.16, 43.

Figura 32 – Carlo Pedretti, *Leonardo. Le macchine*, Florença, Ed. Giunti, 2000, p.46; Charles Gibbs-Smith, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, London, Peerage Books, 1985, pp.22, 20.

Figura 33 – Charles Gibbs-Smith, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, London, Ed. Peerage Books, 1985, pp.24, 21.

Figura 34 – Charles Gibbs-Smith, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, London, Peerage Books, 1985, p.84.

Figura 35 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, - From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Ed. Giunti, 1996, pp.54, 53, 50.

Figura 36 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, - From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Ed. Giunti, 1996, pp.219, 218.

Figura 37 – Charles Gibbs-Smith, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, London, Peerage Books, 1985, pp.76, 77.

Figura 38 – Charles Gibbs-Smith, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, London, Ed. Peerage Books, 1985, p.71.

Figura 39 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, - From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Ed. Giunti, 1996, p.225; Charles Gibbs-Smith, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, London, Ed. Peerage Books, 1985, p.14.

Figura 40 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, - From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Ed. Giunti, 1996, pp.230, 229, 232.

Figura 41 – Charles Gibbs-Smith, *The Inventions of Leonardo da Vinci*, London, Ed. Peerage Books, 1985, p.86, 28; Carlo Pedretti, *Leonardo. Le macchine*, Florença, Ed. Giunti, 2000, p.29.

Figura 42 – George H. Marcus, *Le Corbusier – Inside the machine for living*, New York, The Monacelli Press, 2000, p.30.

Figura 43 – George H. Marcus, *Le Corbusier – Inside the machine for living*, New York, The Monacelli Press, 2000, p.22.

Figura 44 – George H. Marcus, *Le Corbusier – Inside the machine for living*, New York, The Monacelli Press, 2000, p.59.

Figura 45 – Stanislaus von Moos, *L'Esprit Nouveau – Le Corbusier et L'Industrie 1020-1925*, Berlin, Ed. Ernst & Sohn, 1987, p.195.

Figura 46 – Stanislaus von Moos, *L'Esprit Nouveau – Le Corbusier et L'Industrie 1020-1925*, Berlin, Ed. Ernst & Sohn, 1987, pp.245, 249, 259; George H. Marcus, *Le Corbusier – Inside the machine for living*, New York, The Monacelli Press, 2000, p.117.

Figura 47 – George H. Marcus, *Le Corbusier – Inside the machine for living*, New York, The Monacelli Press, 2000, pp.26, 27; Stanislaus von Moos, *L'Esprit Nouveau – Le Corbusier et L'Industrie 1020-1925*, Berlin, Ed. Ernst & Sohn, 1987, pp.141, 134.

Figura 48 – Stanislaus von Moos, *L'Esprit Nouveau – Le Corbusier et L'Industrie 1020-1925*, Berlin, Ed. Ernst & Sohn, 1987, p.240.

Figura 49 – Stanislaus von Moos, *L'Esprit Nouveau – Le Corbusier et L'Industrie 1020-1925*, Berlin, Ed. Ernst & Sohn, 1987, p.145.

Figura 50 – Stanislaus von Moos, *L'Esprit Nouveau – Le Corbusier et L'Industrie 1020-1925*, Berlin, Ed. Ernst & Sohn, 1987, pp.31, 268, 149.

Figura 51 – George H. Marcus, *Le Corbusier – Inside the machine for living*, New York, The Monacelli Press, 2000, pp.104,105.

Figura 52 – George H. Marcus, *Le Corbusier – Inside the machine for living*, New York, The Monacelli Press, 2000, p.93.

Figura 53 – Le Corbusier, *El Modulor y Modulor 2*, Barcelona, Editorial Poseidon, 1980, p.49; Philippe Sers, *Dictionnaire encyclopédique de l'architecture moderne & contemporaine*, Paris, Philippe Sers Éditeur, 1983, p.232.

Figura 54 – Henry Dreyfuss, *Designing for People*, New York, Allworth Press, 2003, contra-capas.

Figura 55 – Le Corbusier, *L'Art Décoratif d'aujourd'hui*, Paris, Ed. Flammarion, 1996, p.180.

Figura 56 – David Pescovitz, “Remote Control” in *I.D. The International Design Magazine*, New York, Janeiro/Fevereiro 1999, p.85; Paola Antonelli, *Mutant Materials in Contemporary Design*, New York, The Museum of Modern Art, 1995, p.71; Paul Kunkel, *Apple Design*, New York, Graphis, 1997, p.4.

Figura 57 – [.ds.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~fujikawa/03/gei/04/vg-098.jpg](https://ds.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~fujikawa/03/gei/04/vg-098.jpg)

Figura 58 – [showstudio.com/projects/incamera\\_nk/gallery/lg/accessible\\_1.jpg](https://showstudio.com/projects/incamera_nk/gallery/lg/accessible_1.jpg)

Figura 59 –  
[marazul.blogspot.com/album/art/aimee\\_mullins\\_sprintand\\_longjump\\_3.jpg](http://marazul.blogspot.com/album/art/aimee_mullins_sprintand_longjump_3.jpg).

Figura 60 – [larvatusprodeo.net/uploads/AimeeMullins.gif](http://larvatusprodeo.net/uploads/AimeeMullins.gif);

Figura 61 – [www.vafilm.com/cgi-upload/news/news\\_article/Image4.jpg](http://www.vafilm.com/cgi-upload/news/news_article/Image4.jpg);  
[grammarpolice.net/archives/images/mullins.jpg](http://grammarpolice.net/archives/images/mullins.jpg)

Figura 62 – [szkola.kaminski.pl/lekcje/img\\_9/3.jpg](http://szkola.kaminski.pl/lekcje/img_9/3.jpg)

Figura 63 –  
[www.bu.edu/alumni/bostonia/graphics/2003/summer/cousteau/cousteau01.jpg](http://www.bu.edu/alumni/bostonia/graphics/2003/summer/cousteau/cousteau01.jpg)

Figura 64 – [www.diveshopcenter.cl/images/Mesc34.jpg](http://www.diveshopcenter.cl/images/Mesc34.jpg);  
[www.vor.ru/English/River/Cousteau.jpg](http://www.vor.ru/English/River/Cousteau.jpg);  
[www.diveshopcenter.cl/images/fotocousteau6.jpg](http://www.diveshopcenter.cl/images/fotocousteau6.jpg).

Figura 65 – [www.mikewestgatesound.co.nz/images/Cousteau/Cousteau-craft.jpg](http://www.mikewestgatesound.co.nz/images/Cousteau/Cousteau-craft.jpg)

Figura 66 –  
[images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.fotoart.gr/istoria/underwaterphotography/Cousteau.jpg&imgrefurl](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.fotoart.gr/istoria/underwaterphotography/Cousteau.jpg&imgrefurl)

Figura 67 – [images.spaceref.com/news/01.26.00.cousteau.gif](http://images.spaceref.com/news/01.26.00.cousteau.gif)

Figura 68 – [colaco.freeshell.org/downloads/alcyone/zoom\\_alcyone\\_canada.jpg](http://colaco.freeshell.org/downloads/alcyone/zoom_alcyone_canada.jpg);  
[www.planetaryexploration.net/patriot/stamps2/images/cousteau\\_palau438.jpg](http://www.planetaryexploration.net/patriot/stamps2/images/cousteau_palau438.jpg)

Figura 69 –  
[images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.fotoart.gr/istoria/underwaterphotography/Cousteau.jpg&imgrefurl](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.fotoart.gr/istoria/underwaterphotography/Cousteau.jpg&imgrefurl).

Figura 70 – [www.-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/PictDisplay/Hawking.html](http://www.-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/PictDisplay/Hawking.html)

Figura 71 – [www.psylops.com/hawking/media/images/hawking\\_1.jpg](http://www.psylops.com/hawking/media/images/hawking_1.jpg).

Figura 72 – [chooseability.org/uploaded\\_images/stephen\\_hawking-768653.jpg](http://chooseability.org/uploaded_images/stephen_hawking-768653.jpg)

Figura 73 – [www.businessworld.in/archive/010122/stephen%20hawking.jpg](http://www.businessworld.in/archive/010122/stephen%20hawking.jpg)

Figura 74 – [www.msnbc.msn.com/id/10086479/](http://www.msnbc.msn.com/id/10086479/)

Figura 75 – [homepage.smc.edu/nestler\\_andrew/hawking.gif](http://homepage.smc.edu/nestler_andrew/hawking.gif).

Figura 76 – AAVV., *Enciclopédia Visual – Povos Primitivos*, nº 11, Lisboa, Editorial Verbo, 1993, p.13.

Figura 77 –

[www.dsusa.org/ChallMagarchive/Spring06/Marketplace/OssurCSprint.jpg](http://www.dsusa.org/ChallMagarchive/Spring06/Marketplace/OssurCSprint.jpg).

Figura 78 – [news.com.com/i/ne/p/2005/412runner500x572.jpg](http://news.com.com/i/ne/p/2005/412runner500x572.jpg)

Figura 79 – [www.oandp.com/edge/issues/articles/images/NEWS\\_2003-04-29\\_05/OSS-Elatn.jpg](http://www.oandp.com/edge/issues/articles/images/NEWS_2003-04-29_05/OSS-Elatn.jpg);

[dme-direct.com/images/AFODynamic.jpg](http://dme-direct.com/images/AFODynamic.jpg);

[assoc.orange.fr/adepa-69/Documents/Protheses/genoux/rheo1.jpg](http://assoc.orange.fr/adepa-69/Documents/Protheses/genoux/rheo1.jpg).

Figura 80 – [bionics.ossur.com/lisalib/getfile.aspx?itemid=4223](http://bionics.ossur.com/lisalib/getfile.aspx?itemid=4223)

Figura 81 – [spao.com.au/Dorswom.jpg](http://spao.com.au/Dorswom.jpg);

[www.leighday.co.uk/upload/public/docImages/4/Artificial%20leg.jpg229](http://www.leighday.co.uk/upload/public/docImages/4/Artificial%20leg.jpg229)

Figura 82 – [heathermillsmccartney.com/assets/images/limbs/sofa.jpg](http://heathermillsmccartney.com/assets/images/limbs/sofa.jpg).

Figura 83 – [www.worldheart.com/images/products/lvas.jpg](http://www.worldheart.com/images/products/lvas.jpg).

Figura 84 –

[www.clevelandclinic.org/heartcenter/images/guide/disease/heartfailure/novacorLVAD.jpg](http://www.clevelandclinic.org/heartcenter/images/guide/disease/heartfailure/novacorLVAD.jpg).

Figura 85 – [www.designnewsjapan.com/magazine/2006/02/news/02news01\\_01.jpg](http://www.designnewsjapan.com/magazine/2006/02/news/02news01_01.jpg).

Figura 86 – Paola Antonelli, *Mutant Materials in Contemporary Design*, New York, The Museum of Modern Art, 1995, pp.72-73.

Figura 87 – Paola Antonelli, *Mutant Materials in Contemporary Design*, New York, The Museum of Modern Art, 1995, pp.72-73.

Figura 88 –

[www.golf24.de/WebRoot/Golf24/Shops/Golf24/Products/HG0825060/G0825060\\_s.jpg](http://www.golf24.de/WebRoot/Golf24/Shops/Golf24/Products/HG0825060/G0825060_s.jpg).

Figura 89 – [static.flickr.com/85/243524507\\_9f30bb0d4c.jpg](http://static.flickr.com/85/243524507_9f30bb0d4c.jpg)

Figura 90 – [www.forcefin.com/FF\\_MEDIA/images/fins/tandeltablue.jpg](http://www.forcefin.com/FF_MEDIA/images/fins/tandeltablue.jpg);

[moma.org/images/collection/FullSizes/40293003.jpg](http://moma.org/images/collection/FullSizes/40293003.jpg);

[images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.discountdivers.com/\\_forcefins/howForceFinsWork.4.gif&imgrefurl](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.discountdivers.com/_forcefins/howForceFinsWork.4.gif&imgrefurl).

Figura 91 – Paola Antonelli, *Mutant Materials in Contemporary Design*, New York, The Museum of Modern Art, 1995, p.23.

Figura 92 –

[images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.discountdivers.com/\\_forcefins/howForceFinsWork.4.gif&imgrefurl](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.discountdivers.com/_forcefins/howForceFinsWork.4.gif&imgrefurl).

Figura 93 – [www..aoe.vt.edu/~jschetz/fluidnature/unit02/Pic02b.jpg](http://www.aoe.vt.edu/~jschetz/fluidnature/unit02/Pic02b.jpg);  
[www..kennislink.nl/upload/115486\\_962\\_1092055279750-olypmic3.jpg](http://www.kennislink.nl/upload/115486_962_1092055279750-olypmic3.jpg)

Figura 94 – [www..worldwideaquatics.com/images/705846.jpg](http://www.worldwideaquatics.com/images/705846.jpg);  
[www..bestswimming.com.br/2006/fastskin.jpg](http://www.bestswimming.com.br/2006/fastskin.jpg)

Figura 95 – [www..fluent.com/about/news/newsletters/04v13i1/img/a1i4\\_lg.jpg](http://www.fluent.com/about/news/newsletters/04v13i1/img/a1i4_lg.jpg)

Figura 96 – [www..online.com.es/imagenes/primer-walkman.jpg](http://www.online.com.es/imagenes/primer-walkman.jpg)

Figura 97 – Siân Evans, *Contemporary Japanese Design*, London, Collins & Brown, 1991, p.79.

Figura 98 – [images.google.pt/imgres?imgurl=http://www012.upp-sonet.ne.jp/superotacky/walkman.JPG&imgrefurl](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www012.upp.sonet.ne.jp/superotacky/walkman.JPG&imgrefurl)

Figura 99 – AAVV., *Icons of Design! – The 20th Century*, Munich, Prestel, 2000, p.162.

Figura 100 – [www..stornotime.dk/images/StornoData/storno-motoro-microtac-02.jpg](http://www.stornotime.dk/images/StornoData/storno-motoro-microtac-02.jpg)

Figura 101 – [www..handy-seiten.de/10-Geschichte/10-Geschichte\\_Handys/Motorola-7200.jpg](http://www.handy-seiten.de/10-Geschichte/10-Geschichte_Handys/Motorola-7200.jpg); [home..hccnet.nl/freerk.kuperus/telefoonmuseum/images/0142.jpg](http://home.hccnet.nl/freerk.kuperus/telefoonmuseum/images/0142.jpg)

Figura 102 – AAVV., *Icons of Design! – The 20th Century*, Munich, Prestel, 2000, p.162.

Figura 103 – Paul Kunkel, *Apple Design*, New York, Graphis, 1997, p.124.

Figura 104 – [img.wiki.excite.co.jp/upload/apple/2d/2da12ba89212cfafb3723a6fb3cb3519\\_600x462.jpg](http://img.wiki.excite.co.jp/upload/apple/2d/2da12ba89212cfafb3723a6fb3cb3519_600x462.jpg)

Figura 105 – Paul Kunkel, *Apple Design*, New York, Graphis, 1997, p.195.

Figura 106 – [i9.photobucket.com/albums/a80/PDAlover/powerbook.jpg](http://i9.photobucket.com/albums/a80/PDAlover/powerbook.jpg)

Figura 107 – [applematters.com/images/uploads/history\\_april21.jpg](http://applematters.com/images/uploads/history_april21.jpg);  
[i.timeinc.net/time/covers/1101040719/teamup/images/03.jpg](http://i.timeinc.net/time/covers/1101040719/teamup/images/03.jpg)

Figura 108 – Arquivo do autor.

Figura 109 – Arquivo do autor.

Figura 110 – Arquivo do autor.

Figura 111 – Arquivo do autor.

Figura 112 – Arquivo do autor.

Figura 113 – Arquivo do autor.

Figura 114 – Arquivo do autor.

Figura 115 – AAVV, IF Product Design Award, Hannover, Industrie Forum Design Hannover, 1998, p.148.

Figura 116 – Philip Whitfield, *História Natural da Evolução*, Lisboa, Verbo, 1994, pp.148, 162.

Figura 117 – Arquivo do autor.

Figura 118 – Lynn Margulis e Dorian Sagan, *O que é a Vida?*, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 2002, p.113.

Figura 119 – Lynn Margulis e Dorian Sagan, *O que é a Vida?*, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 2002, p.117.

Figura 120 – Raymond Guidot, *Histoire du Design, 1940-1990*, Paris, Hazan, 1994, p.222.

Figura 121 – Judith E. Rinard, *Book of Flight: The Smithsonian National Air and Space Museum*, New York, Firefly Book, 2001, 90.

Figura 122 – [www3.nationalgeographic.com/animals/images/1024/locust-in-air.jpg](http://www3.nationalgeographic.com/animals/images/1024/locust-in-air.jpg);  
[www.airventure.de/riat2004/riat04\\_f117\\_3.jpg](http://www.airventure.de/riat2004/riat04_f117_3.jpg)

Figura 123 – AAVV., *Casas dos Animais*, Lisboa, Civilização Editora, 1996, pp.8,17.  
[www.forensicgenealogy.info/images/igloo\\_di\\_notte.jpg](http://www.forensicgenealogy.info/images/igloo_di_notte.jpg)

Figura 124 – Luís de Albuquerque, *Os Descobrimentos Portugueses*, Lisboa, Alfa, 1983, p.139.

Figura 125 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Giunti, 1996, p.100; AAVV (direção artística Frederico Marjay), *Infante D. Henrique*, Lisboa, Edição de Frederico Marjay, 1960, p.41.

Figura 126 – Paolo Galluzzi, *Renaissance Engineers, From Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Firenze, Giunti, 1996, p.12;  
[www.malhatlantica.pt/sitiodahistoria/images/caravela.jpg](http://www.malhatlantica.pt/sitiodahistoria/images/caravela.jpg)

Figura 127 – [www.booking.com/images/hotel/org/260/260253.jpg](http://www.booking.com/images/hotel/org/260/260253.jpg)  
[www.nasa.gov/images/content/124651main\\_fd9\\_s114e6642\\_low.jpg](http://www.nasa.gov/images/content/124651main_fd9_s114e6642_low.jpg)

Figura 128 – Ian C. Robertson, *A Traveller's History of Portugal*, London, Cassell & Co, 2002, pp.74,75.

Figura 129 – Luís de Albuquerque, *Os Descobrimentos Portugueses*, Lisboa, Alfa, 1983, pp.283, 282, 275.

Figura 130 – [web..sfc.keio.ac.jp/~codama/blog/archives/images/041011aibo.png](http://web.sfc.keio.ac.jp/~codama/blog/archives/images/041011aibo.png)

Figura 131 – [www..msnbc.msn.com/id/11133089/](http://www.msnbc.msn.com/id/11133089/)

Figura 132 – [www..faculty.uaf.edu/ffnt/teaching/programming/bioperl/aibo.gif](http://www.faculty.uaf.edu/ffnt/teaching/programming/bioperl/aibo.gif)

Figura 133 – Jonathan Scatchard, *Miller's Wristwatches – How to Compare & Value*, London, Miller's, 2004, pp.63, 62.

Figura 134 – Arquivo do autor.

Figura 135 – Arquivo do autor.

Figura 136 – Arquivo do autor.

Figura 137 – Arquivo do autor.

Figura 138 – Arquivo do autor.

Figura 139 – Arquivo do autor.

Figura 140 – Arquivo do autor.

Figura 141 – Arquivo do autor.

Figura 142 – Arquivo do autor.

Figura 143 – Arquivo do autor.

Figura 144 – Arquivo do autor.

Figura 145 – Arquivo do autor.

Figura 146 – Arquivo do autor.

Figura 147 – Arquivo do autor.

Figura 148 – [www..ecclesia.com.br/images/fotos/news/planeta\\_terra.jpg](http://www.ecclesia.com.br/images/fotos/news/planeta_terra.jpg)