



# **A Inspiração Biológica no Design de Produto** um novo paradigma de projecto, produção, consumo e fim de vida?

Proposta de dissertação para obtenção do grau de Mestre em Comunicação Estética pela  
Escola Universitária das Artes de Coimbra.

Pedro Bandeira Maia  
(Licenciado)

Orientador: Professor Doutor João Dixo  
Júri: Professora Doutora Isabel Azevedo  
Professora Doutora Teresa Franqueira

28 de Julho de 2009

**Imagem da capa:** fonte: <http://www.shutterstock.com/>

**Notas:**

- a) Os conteúdos apresentados nesta tese são finais. Só serão alterados se existirem recomendações do júri nesse sentido. Apenas o formato da tese e o tipo de paginação poderão ser alterados para entrega final no dia da defesa.
  
- b) De forma a abranger um amplo cenário, esta tese adopta uma perspectiva genérica, em que se usa o termo «designer» para designar qualquer pessoa que está responsável pelo design de produto. Nesta medida, pode incluir-se o engenheiro, o designer de produto, o designer industrial ou o arquitecto.

**“Ye Luo Gui Gen”**

**A folha cai para voltar à raiz.**

ditado chinês

**“A sabedoria da natureza é tal que não  
produz nada de supérfluo ou inútil.”**

Nicolau Copérnico (1473 – 1543)  
astrónomo e matemático. Séc XVI

**"A natureza é o único livro que oferece um  
conteúdo valioso em todas as suas folhas."**

Johann Wolfgang Von Goethe (1749 – 1832)  
Escritor e pensador Alemão

**“A terra prevê o suficiente para as necessidades de  
todos os homens, mas não para a voracidade de todos.”**

Mahatma Gandhi (1869 – 1948)  
Pensador Indiano

**“é à natureza que devemos pedir conselhos”**

Hector Guimard (1867 – 1942)  
arquitecto e desenhador industrial  
francês

**“Não estou a tentar imitar a Natureza, estou a  
tentar descobrir os princípios que ela usa.”**

R. Buckminster Fuller - (1895 – 1983)  
Arquitecto, Designer, Inventor, Visionário Americano



## Índice

ÍNDICE DE FIGURAS -----	IX
ÍNDICE DE TABELAS-----	XIII
AGRADECIMENTOS -----	XV
RESUMO -----	XVII
ABSTRACT -----	XIX
INTRODUÇÃO-----	1
BREVE HISTÓRIA DA EVOLUÇÃO DO OBJECTO -----	5
OBJECTO E SOCIEDADE-----	17
PRODUTO E UTILIZADOR -----	37
“LUXOS” OU ATRIBUTOS INDISPENSÁVEIS?-----	55
A NATUREZA: UMA LIÇÃO PERMANENTE -----	59
O SISTEMA NATURAL COMO ABORDAGEM-----	85
DICIONÁRIO NATURAL -----	133
CONCLUSÕES FINAIS -----	167
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	173
ANEXO 1-----	177



**Sumário**

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> -----	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> -----	<b>XIIIIII</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> -----	<b>XV</b>
<b>RESUMO</b> -----	<b>XVII</b>
<b>ABSTRACT</b> -----	<b>XIX</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> -----	<b>1</b>
<b>BREVE HISTÓRIA DA EVOLUÇÃO DO OBJECTO</b> -----	<b>5</b>
Objecto, homem e natureza -----	5
Evolução e «tecnologia» -----	6
Evolução, extinção e meio ambiente -----	9
Revolução Industrial -----	12
<b>OBJECTO E SOCIEDADE</b> -----	<b>17</b>
Simbologia e Linguagem do objecto na sociedade -----	17
Cultura Descartável -----	19
<i>Abundância, evolução e sociedade</i> -----	19
<i>Músculo em vez de Cabeça</i> -----	23
<i>Industria, Sociedade, Mercado e Consumismo</i> -----	24
<i>O Design Industrial e a Cultura do Desperdício</i> -----	33
<b>PRODUTO E UTILIZADOR</b> -----	<b>37</b>
Psicologia e design de Produto -----	37
<i>A mente Humana</i> -----	39
<i>Estado de fluxo</i> -----	41
<i>Hierarquia da Usabilidade</i> -----	42
Produto vs Utilizador -----	44
<i>Vulnerabilidades nos produtos</i> -----	46
<i>Produtos Standard</i> -----	47
<i>Crude Products</i> -----	49
Estética e moda -----	52
<b>“LUXOS” OU ATRIBUTOS INDISPENSÁVEIS?</b> -----	<b>55</b>
<b>A NATUREZA: UMA LIÇÃO PERMANENTE</b> -----	<b>59</b>
Leonardo da Vinci e a Divina Proporção -----	59
Linhas sinuosas e formas florais -----	63
O nosso mundo «(Im)perfeito» e o Design -----	67
O Mundo Sem Nós -----	70
Vulnerabilidade: Natureza e Design de Produto -----	74
A Arvore de Cerejas e o Conceito de Indústria -----	82
<b>O SISTEMA NATURAL COMO ABORDAGEM</b> -----	<b>85</b>
O processo natural de envelhecimento vs obsolescência -----	85
Complexidade e Vida Multicelular -----	87
Diversidade – O ADN do Planeta -----	93
“Waste equals Food” -----	98
Eco-Eficiência vs Eco-Eficácia -----	108
Ross Lovegrove -----	115

<i>Dados biográficos</i> -----	115
<i>“Essencialismo orgânico”</i> -----	116
<b>Biomimética</b> -----	<b>124</b>
<i>Conceito</i> -----	124
<i>Breve contextualização histórica</i> -----	127
<i>Metodologia da biomimética e design de produto</i> -----	128
<b>DICIONÁRIO NATURAL</b> -----	<b>133</b>
<i>O Velcro</i> -----	135
<i>A Mosca</i> -----	137
<i>A Rã</i> -----	139
<i>A Lagartixa</i> -----	141
<i>A Folha da flor de lótus</i> -----	143
<i>O Besouro</i> -----	145
<i>A Borboleta</i> -----	147
<i>O Tubarão</i> -----	149
<i>As Térmitas</i> -----	151
<i>O Morcego</i> -----	157
<i>O Peixe-cofre</i> -----	159
<i>A Madeira</i> -----	163
<i>A Pinha</i> -----	165
<b>CONCLUSÕES FINAIS</b> -----	<b>167</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> -----	<b>173</b>
<b>ANEXO 1</b> -----	<b>177</b>
Endereços electrónicos completos das Figuras-----	177

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> - As três inovações que conduziram ao aparecimento da época técnica.....	7
<b>Figura 2</b> - Intervalos quantificados em anos de cada um dos avanços tecnológicos definidos ao longo da história.....	8
<b>Figura 3</b> - Três possíveis cenários da Pegada Ecológica, entre 1951 e 2100.....	9
<b>Figura 4</b> - Henry Ford e Model T.....	13
<b>Figura 5, 6 e 7</b> - Linha de montagem do Ford T.....	14
<b>Figura 8</b> - Ciclo virtuoso. Como a natureza funciona.....	21
<b>Figura 9</b> - Ciclo vicioso. Porque é que a civilização não funciona.....	21
<b>Figura 10</b> - Mali.....	26
<b>Figura 11</b> - Etiópia.....	26
<b>Figura 12</b> - Alemanha.....	26
<b>Figura 13</b> - E.U.A.....	26
<b>Figura 14</b> - Mapa relativo à importação mundial de brinquedos.....	27
<b>Figura 15</b> - Fotografia da Grande Depressão.....	30
<b>Figura 16</b> - Procura Mundial de Energia Primária.....	32
<b>Figura 17</b> - Fases temporais do ciclo de vida de produto.....	33
<b>Figura 18</b> - Sandálias feitas com garrafas de água reaproveitadas.....	35
<b>Figura 19</b> - Lixeira urbana.....	36
<b>Figura 20</b> - Hierarquia de usabilidade.....	43
<b>Figura 21</b> - Gillette.....	48
<b>Figura 22</b> - Anuncio da Tupperware.....	48
<b>Figura 23</b> - Cauda do Pavão.....	55
<b>Figura 24</b> - Juba de leão.....	56
<b>Figura 25</b> - Chifres de alce.....	56
<b>Figura 26</b> - Cauda de pavão.....	56
<b>Figura 27</b> - Helicóptero desenho de Leonardo Da Vinci.....	60
<b>Figura 28</b> - Folha de desenhos de Leonardo Da Vinci.....	60
<b>Figura 29</b> - Concha do Caramujo Nautilus.....	62
<b>Figura 30</b> - Semente de girassol.....	62
<b>Figura 31</b> - A proporção no corpo de insectos.....	62
<b>Figura 32</b> - O Homem Vitruviano, de Leonardo da Vinci.....	62
<b>Figura 33</b> - Proporção do rosto humano.....	62
<b>Figura 34</b> - Ipod.....	63
<b>Figura 35</b> - Maço de Cigarros.....	63
<b>Figura 36</b> - Cartões de Crédito.....	63
<b>Figura 37</b> - Vaso Favrille.....	65
<b>Figura 38</b> - Ilustração científica do naturalista alemão Ernst Haeckel.....	66
<b>Figura 39</b> - Nigella Damascena.....	66
<b>Figura 40</b> - Entrada do metro de Paris.....	66
<b>Figura 41</b> - Projecto de Emil Gallé.....	67
<b>Figura 42</b> - Projecto de René Lalique.....	67
<b>Figura 43</b> - Ilustração futurista da cidade «tomada» pela natureza.....	71
<b>Figura 44</b> - Lixeira de plásticos.....	72
<b>Figura 45</b> - Ilustração futurista da cidade «tomada» pela natureza.....	73
<b>Figura 46</b> - Formigas em tarefa conjunta.....	74
<b>Figura 47</b> - Colónia de células onde a distribuição de força é aplicada.....	74
<b>Figura 48</b> - Degradação temporal de um saco feito do plástico biodegradável Biocycle.....	78
<b>Figura 49</b> - Interior do fruto Ameixa.....	79

<b>Figura 50</b> - Romã aberta.....	79
<b>Figura 51</b> – Noz.....	79
<b>Figura 52</b> - Interior do maracujá.....	79
<b>Figura 53</b> - Roda de bicicleta.....	81
<b>Figura 54</b> - Telomeros.....	85
<b>Figura 55</b> - Cerebelo.....	88
<b>Figura 56</b> - Sistema límbico.....	88
<b>Figura 57</b> - Organismo multicelular.....	90
<b>Figura 58</b> - Formigas em tarefa.....	90
<b>Figura 59</b> - Abelhas em tarefa.....	90
<b>Figura 60</b> - Garrafas de cerveja Heineken.....	96
<b>Figura 61</b> - Ciclo Biológico e Ciclo Técnico.....	101
<b>Figura 62</b> - Sapatilha «trash talk» da Nike.....	114
<b>Figura 63</b> - Ross Lovegrove.....	115
<b>Figura 64</b> - Caderno de esboços de Ross Lovegrove.....	117
<b>Figura 65</b> - Lugg Bicycle System.....	118
<b>Figura 66</b> - Pormenor do quadro da bicicleta feito com bambu.....	118
<b>Figura 67</b> - Pedra.....	119
<b>Figura 68 e Figura 69</b> - Ammonite Palmtop Communicator.....	119
<b>Figura 70</b> - Cadeira GO.....	120
<b>Figura 71</b> - Pormenor da Cadeira GO.....	120
<b>Figura 72</b> - Várias partes constituintes da Cadeira GO.....	120
<b>Figura 73</b> - Pormenor da interligação entre partes da Cadeira GO.....	120
<b>Figura 74</b> - Pormenor da estrutura de ossos humanos.....	120
<b>Figura 75</b> - Bone Chair.....	120
<b>Figura 76</b> - Cadeira Supernatural.....	121
<b>Figura 77</b> - Cadeira com braço.....	.....
<b>Figura 78</b> - Pormenor.....	121
<b>Figura 79</b> - Cogumelo da espécie <i>Macrolepiota excoriata</i> .....	122
<b>Figura 80</b> - Agaricon, candeeiro de mesa.....	122
<b>Figura 81</b> - 'ty nant' garrafa de água.....	122
<b>Figura 82</b> - Eye digital camera.....	123
<b>Figura 83</b> - Solar bud, iluminação de exterior.....	123
<b>Figura 84</b> - Gafanhoto.....	125
<b>Figura 85</b> - Louva-a-deus escondido numa orquídea.....	125
<b>Figura 86</b> - Velcro.....	135
<b>Figura 87 e Figura 88</b> – Carrapicho.....	135
<b>Figura 89</b> - Mosca.....	137
<b>Figura 90</b> - Estudo dos fluxos de ar no modelo de asa baseado na mosca.....	138
<b>Figura 91</b> - Estudo das massas de ar criadas pela asa a bater.....	138
<b>Figura 92</b> - Estudo das massas de ar criadas pela asa a bater.....	138
<b>Figura 93</b> - Rã.....	139
<b>Figura 94</b> - Rã a caminhar sobre superfície de vidro.....	140
<b>Figura 95</b> - Rã a trepar uma superfície de vidro.....	140
<b>Figura 96</b> - Ampliação da pata da rã.....	140
<b>Figura 97</b> - Pormenor do dedo da pata da rã.....	140
<b>Figura 98</b> - Pata - lamelas hexagonais.....	140
<b>Figura 99</b> - Pneu.....	140
<b>Figura 100</b> - Lagartixa.....	141
<b>Figura 101</b> - Vista de baixo da pata.....	142

<b>Figura 102</b> - Vista de baixo do dedo.....	142
<b>Figura 103</b> - Tapete de pêlos na pata da lagartixa - lamelas hexagonais.....	142
<b>Figura 104</b> - Tapete de pêlos na pata da lagartixa.....	142
<b>Figura 105</b> - Pêlos microscópicos dentro de cada pêlo - lamelas hexagonais. ....	142
<b>Figura 106</b> - Fita adesiva concebida segundo os princípios da lagartixa .....	142
<b>Figura 107</b> - Flor de lótus.....	143
<b>Figura 108</b> - Água a cair na folha de lótus .....	144
<b>Figura 109</b> - Água a cair na folha de lótus. ....	144
<b>Figura 110</b> - Água a reagrupar-se em gotículas.....	144
<b>Figura 111</b> - Gotícula de água a agarrar a sujidade.....	144
<b>Figura 112</b> - Detalhe microscópico da folha.....	144
<b>Figura 113</b> - Detalhe microscópico da folha.....	144
<b>Figura 114</b> - Tinta Lotusan.....	144
<b>Figura 115</b> - Tinta Lotusan.....	144
<b>Figura 116</b> - Besouro.....	145
<b>Figura 117</b> - Besouros no topo da colina .....	146
<b>Figura 118</b> - Saliências microscópicas da carapaça .....	146
<b>Figura 119</b> - Canais condutores .....	146
<b>Figura 120</b> - Gotículas. ....	146
<b>Figura 121</b> - Gotículas.....	146
<b>Figura 122</b> - Borboleta.....	147
<b>Figura 123</b> - Borboleta.....	148
<b>Figura 124</b> - Reflexão de cor na bola de sabão. ....	148
<b>Figura 125</b> - Comprimento de onda de luz azul .....	148
<b>Figura 126</b> - Camada de asa. ....	148
<b>Figura 127</b> - Ampliação de pormenor da camada de asa.....	148
<b>Figura 128</b> - Morphotex. ....	148
<b>Figura 129</b> - Tubarão. ....	149
<b>Figura 130</b> - Ampliação de dez vezes dos denticulos da pele de tubarão. ....	150
<b>Figura 131</b> - Ampliação dos denticulos da pele de tubarão.....	150
<b>Figura 132</b> - Fato de banho SpeedoFastskin. ....	150
<b>Figura 133</b> - Térmita. ....	151
<b>Figura 134</b> - Térmitas a trabalhar.....	151
<b>Figura 135</b> - Óculo de monotorização. ....	152
<b>Figura 136</b> - Corte com auxilio de uma escavadora. ....	152
<b>Figura 137</b> - Toca depois de cheia de gesso e limpa de terra.....	152
<b>Figura 138</b> - Pormenor da réplica de gesso. ....	152
<b>Figura 139</b> - Scanner de mesas construído pela equipa de investigadores.....	154
<b>Figura 140, figura 141, figura 142, figura 143 e figura 144</b> - Evolução de alguns dos cortes efectuados .....	154
<b>Figura 145</b> - Modelo tridimensional. ....	154
<b>Figura 146</b> - Torres Eólicas Iranianas.....	155
<b>Figura 147</b> - Esquema de funcionamento de uma torre eólica iraniana .....	155
<b>Figura 148</b> - Morcego.....	157
<b>Figura 149</b> - Esquema de ecolocalização no morcego.....	158
<b>Figura 150</b> - Peixe-cofre. ....	159
<b>Figura 151</b> - Modelo tridimensional em simulação de túnel de vento.....	160
<b>Figura 152</b> - Modelo tridimensional em simulação de túnel de vento.....	160
<b>Figura 153</b> - Modelo tridimensional em simulação de túnel de vento.....	160
<b>Figura 154, figura 155 e figura 156</b> - Estrutura do chassis idêntica ao peixe cofre .....	161

<b>Figura 157</b> - Desenho de estudo. ....	162
<b>Figura 158</b> - Inspiração e resultado final.....	162
<b>Figura 159</b> - Simulação tridimensional. ....	162
<b>Figura 160</b> - Estrutura chassis de carro idêntica ao peixe cofre. ....	162
<b>Figura 161</b> - Estrutura chassis de carro idêntica ao peixe cofre.....	162
<b>Figura 162</b> - Sequóias de 80m.....	163
<b>Figura 163</b> - Fibras que compõem a madeira.....	163
<b>Figura 164</b> - Pormenor das rachadelas nas fibras que compõem a madeira.....	163
<b>Figura 165</b> - Pinha. ....	165
<b>Figura 166</b> - Pinhas fechadas. ....	166
<b>Figura 167</b> - Pinhas a abrir. ....	166
<b>Figura 168</b> - Pormenor de pinhas a abrir.....	166
<b>Figura 169</b> - Pormenor de pinhas a abrir. ....	166
<b>Figura 170</b> - Princípio de funcionamento.....	166
<b>Figura 171</b> - Simulação de transpiração.....	166

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Tabela comparativa em anos, da utilização de produtos em Países Desenvolvidos e Sub-desenvolvidos.(fonte: Papaneck, Victor (1970), Design for the Real World. Paladin)  
..... 28



## Agradecimentos

Gostaria de expressar em primeiro lugar os meus sinceros agradecimentos ao Professor Doutor João Dixo, meu orientador, que para além do seu apoio e orientação, foi o primeiro crítico do meu trabalho. Sem a sua paciência e perseverança este trabalho não seria possível.

Um franco agradecimento aos seguintes intervenientes colaterais: ao meu sócio e amigo Raul, pela sua constante tarefa de incitação e apoio e à minha amiga Raquel, pelo seu importante apoio logístico ao longo deste processo.

Aos meus Pais (quatro), porque só a sua perseverança permitiu que eu escrevesse esta dissertação.

Um especial agradecimento à minha mulher Susana pela sua paciência e apoio incondicional.

Agradeço ainda ao Robert Blinn que me facultou a sua tese de mestrado e me «inspirou» na procura desta temática e a William McDonough e Michael Braungart, autores do livro *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things* (2002), que sem saberem, foram uma verdadeira inspiração ao longo do desenvolvimento desta dissertação.



**Título:** A Inspiração Biológica no Design de Produto  
um novo paradigma de projecto, produção, consumo e fim de vida?

**Nome:** Pedro Bandeira Maia

**Curso de Mestrado em Comunicação Estética (EUAC – Coimbra)**

**Orientador:** Professor Doutor João Dixo

## **Resumo**

O modelo natural foi sempre uma inspiração ao longo de toda a história evolutiva da humanidade, mas, nos últimos anos, a relação entre a natureza e as mais variadas disciplinas de design intensificou-se. Actualmente as formas, funções, estruturas e princípios organizacionais encontrados na natureza começam a inspirar muitas das abordagens relacionadas com os processos de design, produção e ciclo de vida do produto.

Esta dissertação estuda este fenómeno, reflecte sobre as principais «lições» que a natureza nos pode oferecer e apresenta vários exemplos e interpretações na relação que pode existir entre conceitos, inspirações «naturais» e design de produto, tanto na vertente de projecto e produção, como na relação sustentável entre design de produto, sociedade, consumo e «morte» desses mesmos produtos.

O desenvolvimento é feito ao longo de dois grupos temáticos complementares entre si; o primeiro, mais acessório e introdutório, reflecte a relação evolutiva entre objecto e homem, a simbologia do objecto na sociedade, assim como as diferentes interacções possíveis de estabelecer entre produto e utilizador.

O segundo grupo temático contém a essência desta dissertação, relaciona conceitos e reflexões que não se limitam a imitar a natureza, mas que a usam como o ponto de partida e reserva de influência para respostas inovadoras na relação entre o objecto, homem, recursos naturais, produção e ciclo de vida dos produtos.

Temas como a existência de ornamentação «gratuita» em alguns animais, as vulnerabilidades existentes na natureza reinterpretadas e aplicadas ao design de produto, a diversidade como elemento indispensável para a nossa vida natural e «artificial» ou os novos conceitos de desperdício e de produção ou de Eco - eficiência e Eco – eficácia assumem um importante papel neste segundo grupo de estudo.

Complementarmente aos conceitos descritos atrás é efectuada uma referência ao «essencialismo orgânico», patente no trabalho do designer Ross Lovegrove, e também um estudo sobre o Biomimetismo, considerada por muitos como a ciência do futuro, que se

foca no uso dos princípios biológicos para a resolução de muitos dos problemas relacionados com design, produção e consumo.

Esta dissertação revela inspirações, conceitos e atitudes que a natureza pode oferecer, tentando contribuir para o desenvolvimento de novas perspectivas sobre esta temática. Irá tentar demonstrar as múltiplas possibilidades na redescoberta e reinvenção da natureza associada ao design de produto e ao processo de raciocínio do designer.

**Palavras chave:** natureza, produto, artefacto, vulnerabilidade, ciclo de vida, senescência, upcycling, downcycling, diversidade, abundância, desperdício, obsolescência, eficiência, eficácia, biomimetismo, pegada ecológica, projecto, produção, consumo, fim de vida, inspiração.

**Title:** Biological Inspiration in Product Design  
a new paradigm of design, production, consumption and end of life?

**Name:** Pedro Bandeira Maia

**Master Course in Aesthetic Communication (EUAC – Coimbra)**

**Advisor:** Professor Doutor João Dixo

## **Abstract**

Across mankind's evolutionary history the natural model has always been used as an important inspiration. However, in the last years, the connection between Nature and Design has become much stronger with the shapes, functions, structures and general organizational principles that we can find in the natural world being used as font of stimulation to several creative approaches related to design processes, object production and object life-cycles.

The present essay aims to study these phenomena, looking at important «lessons» that Nature can offer us. To do so, it will present different examples of how theoretical concepts and natural inspirations may relate to Product Design, during the projection and production phases, if a sustainable relationship is to be kept between Product Design and society and, the same is to say, between the consumption and «death» of these products.

This dissertation is organized in two main complementary parts. The first, on an introductory level, looks at the development relationship that has been created across time between man and object, to the symbolic role of objects in our society and to several interactions that can be established among products and consumers. The second part presents Nature as a starting point and as source of influence to find innovative answers to crucial issues raised by problematical relations between objects, mankind, use of natural resources, production and products life cycle. In this second part, more attention will be given to themes such as the existence of «gratis» ornamentation in some animals; Product Design's potential reinterpretations and applications of vulnerabilities that are usually found in Nature; diversity as a required element to our natural and «artificial» life; new concepts about waste, production and Eco-efficiency and Eco-efficacy.

Complementary to these themes, some allusions will be made to the notions of Organic Essentialism, that we find in the work of the designer Ross Lovegrove, and of Biomimicry,

considered by several authors as the science of the future, due to its focus on the use of biological principles to solve challenges presented by design, production and consumption.

In sum, this work will try to demonstrate the existence of several possibilities for designers to rediscover and to reinvent natural inspirations and mind-sets, hoping to contribute to the development of new perspectives in the field.

**Keywords:** nature, product, vulnerability, life cycle, senescence, upcycling, downcycling, diversity, abundance, waste, obsolescence, eco-efficiency, eco-effectiveness, Biomimicry, ecological footprint, project, production, consumption, end of life, inspiration.

## Introdução

Numa época em que emergem dois colossos como a China e a Índia, que se aproximam a passos largos dos padrões de consumo Ocidentais, é facilmente perceptível que os recursos existentes no planeta não serão suficientes para tanta procura.

A maravilhosa viagem que objecto e homem fizeram ao longo de toda a história da Humanidade, encontra-se ameaçada. O objecto enquanto poder físico, intelectual, emocional e cultural assumiu proporções inimagináveis. A actual sociedade consumista, refém da tendência e moda, deixou de valorizar os objectos que a rodeiam e consequentemente deixou de esgotar todas as diferentes maneiras de os usufruir. A capacidade de fruição estética está hoje mais do que nunca interiorizada nos consumidores, fazendo com que a troca de objectos seja feita não pela necessidade de uso mas apenas pela necessidade estética do consumidor. Em apenas uma geração, passámos de uma sociedade de poupança onde tudo era reaproveitado, tal como na natureza, para uma sociedade de cultura do desperdício.

A relativa curta vida dos objectos, produzidos com a envolvimento do design e independentemente dos avanços técnicos e da durabilidade de materiais e processos, contribui, notoriamente, para uma sociedade de base consumista, onde não são consideradas regras, medidas, ou preocupações que minimizem ao máximo o impacto destes produtos na sustentabilidade do planeta. Estes produtos deveriam ter á partida implícita a sua morte (desculpem o paradoxo), na sua esfera de criação e realização. É aqui que surge um dos principais problemas e ao mesmo tempo desafios no design de produto. O designer deverá ser capaz de, ao projectar o nascimento de um novo produto, projectar paralelamente, com o mesmo interesse e competência, a sua morte. Esta morte deveria ser tão natural como o seu nascimento, conseguindo assim que o produto estivesse restringido a um ciclo fechado, similar ao ciclo da vida, onde tudo tem um lugar e uma tarefa a desempenhar, sem desperdício.

A evolução humana é fruto da imaginação e engenho do homem enquanto ser pensante, mas o homem, principalmente o pós revolução Industrial, esqueceu-se completamente que não estava só no planeta, que não era imune aos problemas do meio envolvente, esqueceu-se de respeitar e aprender com a Natureza! Uma «entidade» da qual faz parte, mas que, simultaneamente, parece querer renegar e ignorar.

Não é a natureza que está errada mas sim os seres humanos e a actual sociedade, centrada na individualidade, que esquece todo o meio envolvente. Esta sociedade poderia

ter sido desenvolvida observando, aprendendo e respeitando a natureza. Assim provavelmente, muitos erros teriam sido evitados.

A natureza hoje deveria ser encarada pelo ser humano, como uma espécie de filtro, um oráculo. Ela é a evolução de milhares de anos de experiências, que foi aprimorando a sua «técnica», foi evoluindo e adaptando-se aos condicionalismos que foram acontecendo.

Nicolau Copérnico, famoso astrónomo e matemático no longínquo século XVI disse: “A sabedoria da natureza é tal que não produz nada de supérfluo ou inútil”.

Esta frase materializa o conceito inspirador desta dissertação, que pretende ser uma reflexão sobre a influência que a natureza pode ter na resolução dos problemas ligados à sustentabilidade no que ao design de produto diz respeito.

A história do design está relacionada com o aumento exponencial do consumismo. O design faz parte deste problema, ajudou a criar esta sociedade que parece não ter futuro; deverá ter um papel fundamental na procura da sua solução!

Um dos contributos mais importantes na direcção de um caminho sustentável para o planeta é o papel que o designer pode e deve assumir ao projectar e repensar os objectos do quotidiano desde os métodos de produção, à sua maneira de uso e o seu fim de vida, ou seja, prever e planear o ciclo de vida do produto em toda a sua dimensão.

O motivo desta tese justifica-se pela observação do assumido desperdício gerado pelo design de produto ao serviço do consumismo, da moda e da tendência. Este trabalho tentará promover uma abordagem ao modelo natural e demonstrar a estreita ligação que este pode ter com o design de produto, numa tentativa de indicar novos caminhos para um contributo positivo do design de produto na procura da solução para este problema.

Analisando superficialmente, a natureza parece ser o problema. É ela que está a demonstrar que não vai ser capaz de aguentar o ritmo de produção e desperdício que a actual sociedade consumista promove. Paradoxalmente é possível aprender com ela e encontrar o caminho para a sustentabilidade. A natureza já demonstrou o seu «poder», a sua sublime sabedoria. Como poderá ser introduzida no processo de desenvolvimento do design? É possível aprender com a natureza? A natureza «oferece» conceitos que possam ser inspirações no modo como é interpretada a noção de vida de um produto e a sua «morte»? É possível estabelecer analogias com o mundo natural? Quais? Como é que estas podem ajudar o designer? Como «condicionam» o seu impacto na sociedade e na actual tendência consumista? O que já é feito nesta área? Como? A procura de resposta a estas questões é o objectivo principal desta dissertação.

Posicionam-se como condicionantes deste estudo a procura de exemplos e analogias no modelo natural que forneçam caminhos para o entendimento da nossa sociedade consumista, para a relação desta com os produtos, e para a capacidade do designer de conceber produtos que, realmente, sigam de uma forma estruturada e tranquila, os ciclos naturais que desde sempre existiram nos «produtos» da natureza.

Design é, em grande parte, inspiração e conhecimento. Este trabalho de investigação não tem como objectivo fornecer soluções. Procura sim oferecer novos conceitos e estabelecer analogias inspiradoras para o processo de raciocínio dos designers, com o objectivo de que estes assimilem todas as implicações que os seus projectos podem ter no mundo global e se consciencializem de toda a diferença que podem fazer neste problema tão actual. Tenta ainda estimular o pensamento crítico em relação aos moldes actuais de projectar e produzir «gratuitamente», e oferece pistas para o desenvolvimento de inovadoras interpretações e estratégias de design, que sejam verdadeiras alternativas às existentes.

Este trabalho procura que os designers se encantem com este brilhante exemplo que pode ser a natureza e que, ao compreenderem-na, sejam estimulados na descoberta de um novo caminho «natural» de projectar. Pretende ainda, ser uma ferramenta «provocadora», que estimule o pensamento e ajude a questionar as verdades normalizadas, procurando paralelamente fornecer novas pistas para todos os intervenientes que desejarem desempenhar o seu papel de uma forma responsável.

Esta tese é escrita, não como sociólogo, economista, cientista ou político, mas «apenas» como designer. Este estrito problema é abordado de um ponto de vista eventualmente inconsequente perante a complexidade da economia de mercado e dos constrangimentos da indústria mas com a firme convicção de que pode ser mais um contributo na tentativa de promover uma alteração nos hábitos de projecto, produção, consumo e fim de vida do produto, com o objectivo de alcançar o desenvolvimento sustentável.



## Breve história da evolução do objecto

### *Objecto, homem e natureza*

A história do objecto confunde-se com a da humanidade e é feita de continuidades, rupturas e também de encontros inesperados. A escassa diversidade técnica do começo da humanidade transformou-se nas dezenas de milhões de objectos hoje existentes.

O homem rodeou-se de uma «tecnosfera» (Poirier, J., 1999) que tem vindo a multiplicar-se incessantemente; a natureza foi categoricamente substituída pela artificialidade. No essencial, o homem vive hoje num meio artificial dominado pelos derivados do plástico feitos pela máquina, rodeou-se de uma complexa rede tecnológica que o protege e que lhe multiplica as possibilidades de acção, mas que ao mesmo tempo o fragiliza na relação com o natural, que começa no seu corpo.

Desde as suas origens que o homem foi introduzindo o seu corpo numa capa protectora que é o vestuário; com a necessidade de se abrigar constrói «casas» que passam a ser um segundo vestuário complementar ao primeiro. A fabricação do objecto passa a ser a base da humanidade, e desde há muito, mas especialmente na actualidade, é possível dizer que é pelo objecto que se define e identifica o homem, em especial nas sociedades conhecidas como desenvolvidas. Foi pela posse de objectos que a prosperidade e evolução das sociedades foi garantida.

Ao longo dos tempos, o factor de diferenciação entre o homem e os outros animais, não foi apenas pela utilização dos objectos, mas sim, pela sua capacidade de fabricação (no engenho de os conceber).

O grande símio que não se limita a utilizar um produto da natureza, mas quebra um galho de árvore para dele fazer um pau é o primeiro momento de interacção directa entre o animal e o seu meio ambiente. Esta acção é um bom exemplo da passagem da natureza à cultura, e este exemplo é a primeira tentativa intencional e premeditada do ser vivo contra o seu meio ambiente (Poirier, J., 1999).

O utensílio é desde sempre o companheiro do homem. O criador e o seu produto formam um par em todos os sentidos do termo, o instrumento prolonga o corpo humano. Institui-se uma relação duradoura entre o sujeito e o objecto. O instrumento construído não é uma simples utilização do objecto da natureza: implica um valor acrescentado que é produto do trabalho inteligente.

## ***Evolução e «tecnologia»***

Os objectos são testemunhas que nos ajudam a tentar reconhecer a história tecnológica das sociedades humanas. Os mais antigos testemunhos arqueológicos de instrumentos datam de há 2 milhões e 600 mil anos (Poirier, J., 1999). Esses testemunhos são lâminas de quartzo e de sílex (os primeiros Australopitecos criadores de instrumentos ocupavam a grande floresta terciária da África Oriental e da África do Sul). É provável que já de há muito fossem utilizados utensílios cortantes feitos de conchas, ossos ou de bambu.

Esta aquisição consciente da capacidade de fabricação racional e repetível do objecto foi um grande passo no avanço «tecnológico» da época, foi talvez o primeiro limiar tecnológico digno de registo. Seguidamente, o factor de avanço «tecnológico», com relevância, que aparece é o domínio do fogo - o segundo limiar tecnológico. Os trabalhos do Antropólogo Norte Americano Carleton Coon<sup>1</sup> e da sua equipa, mostraram que o fogo, durante muitos anos, foi utilizado pelos homens do Paleolítico<sup>2</sup> apenas como protecção contra os animais e o frio. Os alimentos cozinhados só apareceram muito mais tarde, há 200 mil anos (Coon, C., 1958). O terceiro limiar tecnológico consolida-se (depois de uma lenta mas continua evolução tecnológica), a partir do milénio VIII (8000 A.C) com a transformação da vida humana, a que se convencionou chamar de «revolução neolítica» baseada no aparecimento de cinco inovações: a domesticação das espécies vegetais (agricultura) e animais (criação de gado), a habitação fixa e permanente, a cerâmica e o polimento da pedra. O quarto limiar tecnológico situa-se por volta do milénio IV (4000 A.C). Foi uma autêntica revolução, a revolução do artefacto, isto é, da criação de objectos «artificiais» que não existiam na natureza, e que resultam inteiramente da capacidade inventiva humana.

A revolução do artefacto deu origem a uma série de três inovações que iriam alterar por completo o mundo técnico e cultural da humanidade. À utilização do ouro e do cobre seguiu-se, rapidamente, a das ligas como o bronze (mistura de cobre e de estanho). As antigas técnicas de martelagem dos minérios de ouro e cobre, que não conseguiam dar ao metal a dureza suficiente para os gumes das armas e dos utensílios, foram substituídos por métodos inteiramente novos e «artificiais» em relação à natureza. Pode considerar-se a manipulação dos metais como a primeira inovação, tanto ou mais no sistema de valores, do que no plano social (das mudanças dos modos de vida), pois a metalurgia implicou uma

---

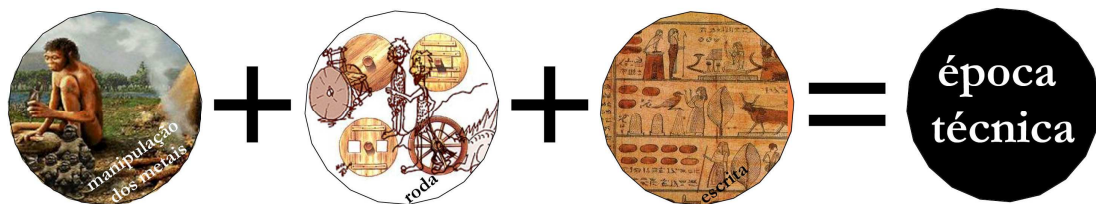
<sup>1</sup> (23 de Junho de 1904 – 3 de Junho de 1981). Antropologista Americano, Professor de Antropologia na Universidades da Pennsylvanis, Professor na Universidade de harvard e Presidente da American Association of Physical Anthropologists. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Carleton\\_S.\\_Coon](http://en.wikipedia.org/wiki/Carleton_S._Coon))

<sup>2</sup> Segundo a periodização Clássica o homem do paleolítico existiu no período da Pré-história, que é compreendido desde as origens do homem até 4000 a.C. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria\\_da\\_Terra](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_Terra))

mudança radical no meio ambiente, ou seja, constituiu a primeira acção da humanidade de alteração do material disponível na natureza para um material novo, manipulado e fabricado pelo homem (Poirier, J., 1999).

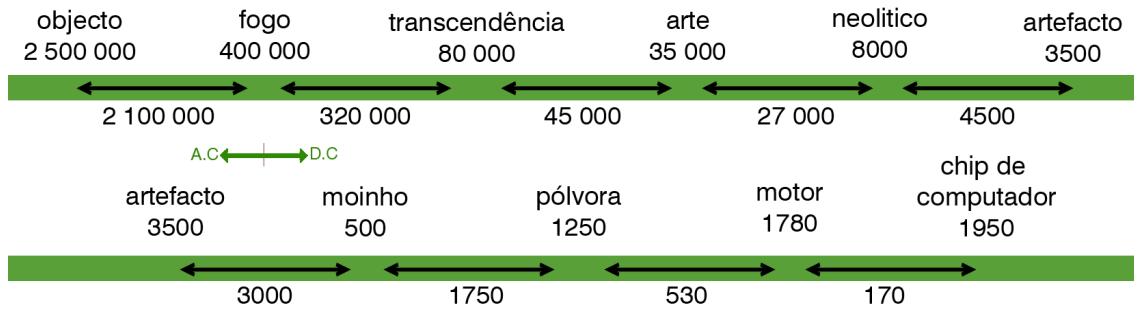
A segunda inovação foi a escrita como factor de memorização e difusão do saber. A escrita revolucionou as condições de informação e introduziu uma transformação total na comunicação. Os primeiros vestígios da escrita (3500 A.C) aparecem materializados nas tábuas de argila mesopotâmica e nas pedras de hieróglifos. Os suportes de escrita evoluíram do papiro ao pergaminho, passando pela prancheta de cera, o pincel, os estiletos, as penas, as esferográficas, máquinas de escrever e agora nas últimas décadas a escrita «virtual» dos computadores.

A terceira inovação, praticamente ao mesmo tempo da invenção da escrita, foi «a roda» e não apenas o tronco de árvore a rolar. A roda iria servir para o trabalho de oleiro e para o funcionamento dos moinhos. O expoente máximo da sua aplicação, e que «revolucionou» o mundo, foi nos equipamentos móveis: os trenós deram lugar às carroças e os arados às charruas.



**Figura 1** - As três inovações que conduziram ao aparecimento da época técnica. (fonte: adaptado de Poirier, J. (1999). *História dos Costumes: O Homem e o Objecto*. Editorial Estampa).

Estas três inovações conjugadas deram início a uma época «técnica». É a partir daqui que é possível observar artefactos construídos pelo homem que não resultavam apenas de imitações de um modelo natural, mas sim de uma nova capacidade humana; a imaginação e extrapolação. Esta revolução do artefacto deu origem a objectos cada vez mais especializados, complexos e eficientes, o que acabaria por resultar na «tecnosfera» (Poirier, J., 1999) actual, que nos vem conduzindo a uma «subjugação» do sujeito pelo objecto.



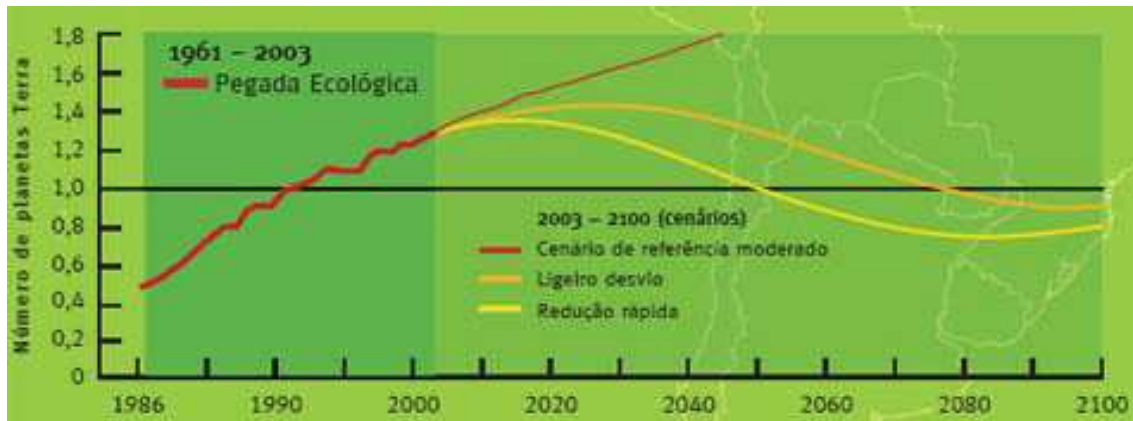
**Figura 2** - Intervalos quantificados em anos de cada um dos avanços tecnológicos definidos ao longo da história (fonte: adaptado de Poirer, J. (1999). *História dos Costumes: O Homem e o Objecto*. Editorial Estampa).

No esquema, é possível observar que o princípio da exponencialidade, está bem patente desde o início de todo o processo. O ritmo evolutivo das inovações nunca pára de se acelerar. Numa análise objectiva percebemos que foram precisos ao homem dois milhões de anos para evoluir do fabrico do objecto e chegar ao uso do fogo, mas já só foram necessário menos de dois séculos para se passar do motor ao chip de computador.

Os conhecimentos que subentendem as novas sociedades não têm precedente. As transformações ocorridas em todos os planos da existência individual e social são de uma amplitude incomparável com o que existiu anteriormente em todos os domínios; poder energético, rapidez da mensagem, armazenamento da informação, revolução biotecnológica, explosão demográfica, transformações radicais na família, nível de vida, opções de sociedade e o sistema de valores em geral.

### ***Evolução, extinção e meio ambiente***

A espécie humana, que conta com 6,4 bilhões de indivíduos<sup>3</sup>, modificou de tal maneira o meio ambiente que, na fase actual da terra, já começou a atingir gravemente a biodiversidade das espécies (terrestres e marinhas) e, a médio prazo, ameaça a sua própria sobrevivência.



**Figura 3** - Três possíveis cenários da Pegada Ecológica<sup>4</sup>, entre 1986 e 2100. (fonte: relatório Planeta Vivo, WWF, 2006)

A forma e a distribuição das criaturas vivas sobre a Terra são o resultado da evolução no meio ambiente. O estudo da evolução compreende as formas de origem da vida, como ela se diversificou e de que maneira diferentes criaturas se originaram de outras.

A extinção de espécies é uma das formas naturais pelas quais a evolução se processa. A evolução biológica implica extinção de espécies, uma vez que a selecção natural significa a sobrevivência do mais adaptado a cada ambiente. Assim, à medida que ocorrem mudanças ambientais, muitas espécies e até grupos inteiros (famílias) podem ser extintos, como acontece em consequência de alguns cataclismos ditos naturais.

Através da paleontologia, os cientistas já documentaram cinco grandes extinções em massa ao longo da história da terra, e que eliminaram mais de 50% das espécies de seres vivos de cada época em que aconteceram. Um número cada vez maior de cientistas não hesita em falar de uma sexta extinção, que será provocada pelas importantes alterações introduzidas pelo ser humano na natureza e no meio ambiente.

<sup>3</sup> Fonte: Bertrand, Y.A (2004). *366 Dias para Reflectir sobre o Nosso Planeta*. Paris: Forlaget Jorden.

<sup>4</sup> A expressão Pegada ecológica é uma tradução do Inglês *ecological footprint* e refere-se, em termos de divulgação ecológica, à quantidade de terra e água que seria necessária para sustentar as gerações actuais, tendo em conta todos os recursos materiais e energéticos gastos por uma determinada população. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Pegada\\_ecol%C3%B3gica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Pegada_ecol%C3%B3gica))

O Professor e sociobiólogo Edward Wilson<sup>5</sup>, da Universidade de Harvard (E.U.A) no seu livro “*O futuro da vida*” (2002), estima que, se a actual taxa de destruição humana da biosfera continuar, metade de todas as espécies de seres vivos estará extinta em 100 anos<sup>6</sup>.

A União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), com sede na Suíça, que desenvolve estudos sobre 41.415 espécies (de um total de cerca de 1,75 milhões conhecidas) avalia que 16.306 de entre elas estão ameaçadas. Ou seja, um mamífero em cada quatro, uma ave em cada oito, um terço de todos os anfíbios e 70% de todas as plantas estudadas correm perigo.

Será ainda possível conter este declínio das espécies, que corre o risco de se ampliar quando o nosso planeta atingir 9,3 biliões de humanos<sup>7</sup>, provavelmente em 2050? Os biólogos Americanos Paul Ehrlich<sup>8</sup> e Robert Pringle<sup>9</sup>, da Universidade de Stanford, Califórnia (E.U.A), acreditam que ainda é possível evitar o rápido declínio das espécies, através da aplicação de diversas medidas radicais tomadas no plano mundial. Eles apresentam essas medidas num artigo intitulado “*Where does biodiversity go from here?*” (2008), publicado na revista especializada americana PNAS<sup>10</sup>, numa edição que dedica um dossier especial à sexta extinção.

Estes dois investigadores não hesitam em declarar que “...o futuro da biodiversidade no decorrer dos próximos 10 milhões de anos será certamente determinado pelo que acontecerá nos próximos 50 a 100 anos, em função da actividade de uma única espécie, o *Homo sapiens*, que tem apenas 200.000 anos de existência” (2008).

Se se considerar que as espécies de mamíferos - às quais o homem pertence - têm uma vida útil de um milhão de anos em média, isso coloca actualmente o *Homo sapiens* em meados da sua adolescência. Este «adolescente» malcriado é, “...um narcisista que pressupõe a sua própria imortalidade, andou a maltratar o ecossistema que o criou e o mantém vivo, sem se preocupar com as consequências dos seus actos”, acrescentam Ehrlich e Pringle.

As características usualmente consideradas, como os expoentes máximos da evolução e diferenciação humana em relação às outras espécies, estão na base do actual problema. Se até há 200 anos atrás os avanços evolutivos humanos eram «tolerantemente» ofensivos para com a natureza, com a explosão da evolução técnica e económica a espécie

---

<sup>5</sup> (10 de Junho, de 1929). Entomologista Americano e Biólogo conhecido por seu trabalho com ecologia, evolução e sociobiologia. É especialista em formigas, em particular no seu uso de feromonas para comunicação. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/E.\\_O.\\_Wilson](http://en.wikipedia.org/wiki/E._O._Wilson))

<sup>6</sup> Fonte: How Stuff Works - <http://ciencia.hsw.uol.com.br/extincao-animais1.htm>.

<sup>7</sup> Fonte: Bertrand, Y.A (2004). *366 Dias para Reflectir sobre o Nosso Planeta*. Paris: Forlaget Jorden.

<sup>8</sup> (29 Maio de 1932). Entomologista Americano e Professor Universitário em Stanford - E.U.A. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Paul\\_R.\\_Ehrlich](http://en.wikipedia.org/wiki/Paul_R._Ehrlich))

<sup>9</sup> Data de nascimento indisponível. Biologista evolucionário no Departamento de Ciências Biológicas na Universidade de Stanford - E.U.A. (fonte: <http://www.geocities.com/lclane2/pringle.html>)

<sup>10</sup> PNAS - Proceedings of The National Academy Of Sciences.

humana encontra-se num beco sem saída, para o qual vai ter forçosamente de encontrar uma solução se quer continuar a existir enquanto espécie.

Quando se tenta perceber como foi possível chegar a esta situação, é imperativo analisar a importância da grande mutação técnica e económica, que chega com a utilização de novas formas de energia, a começar pela da máquina a vapor, depois rendida pelo motor eléctrico, pela força explosiva (foguetões) e pela desintegração nuclear (enquanto a fusão de núcleos não é conseguida).

O «maquinismo» através do artifice cedeu lugar ao maquinismo industrial, que possibilitou a produção em massa e o advento da chamada sociedade de consumo. As máquinas tornaram-se complexas e automatizaram-se; das máquinas de fabricação de máquinas, passámos por via da cibernética, à informática e à telemática e a essa máquina hiper-complicada e hiper-autónoma que é o autómato moderno (Poirier, J., 1999).

Numa análise histórica, as máquinas mais antigas foram sem dúvida as diversas formas de armadilhas dos caçadores neolíticos. Na sua maioria as máquinas foram movidas por uma energia mecânica exterior à força humana (e.g. o motor animal da nora árabe ou a azenha das antigas manufacturas), mas as suas possibilidades foram muito aumentadas pelas novas tecnologias. O motor e o computador vieram transformar, drasticamente, as suas prestações.

É possível considerar que o instrumento, multiplicador e desmultiplicador do esforço humano, terá mudado na sua essência ao melhorar simultaneamente o seu poder e as suas potencialidades? Na realidade, o instrumento, a máquina e o autómato têm o mesmo objectivo: substituir os esforços físicos e mentais do homem, aumentar de uma maneira notoriamente eficaz a sua acção material no meio ambiente e facilitar a mecânica do raciocínio humano.

É possível encontrar ao longo da história sucessivos «motores» que possibilitaram a transformação do meio ambiente. O primeiro foi o motor humano, a força muscular do corpo humano. Foi este motor «natural» o responsável pela energia necessária ao fabrico dos utensílios até ao Neolítico, isto é durante dois milhões e meio de anos. O segundo motor foi o músculo animal, que apareceu com a domesticação, a partir do milénio VIII (A.C) e que transformou toda a realidade técnica e social da altura. O terceiro motor é a «energia» da natureza, o homem domesticou e transformou as energias da água e do ar em movimento. Os moinhos de vento representam a primeira domesticação pelo homem de uma força natural e, praticamente, foram a única fonte de energia que durante dois milénios alimentou as fábricas e as manufacturas. O quarto motor é a força da explosão.

Apareceu por meados do século XIII um invento que depois de um discreto começo, iria revolucionar as técnicas de guerra; foram os chineses que primeiro utilizaram o poder explosivo da pólvora, uma mistura de salitre e carvão. Esta nova fonte de energia, a força da explosão, não cessaria de melhorar as suas prestações e acabaria por estar na base da propulsão para foguetões. O último motor é aquele a que simplesmente se chama de «motor» sem mais qualificativos. Podemos situar o seu nascimento, no Século XVIII, ano de 1781 – a data da máquina a vapor de Watt, uma data essencial que assinala o começo dos primórdios da Revolução Industrial com as suas irreversíveis consequências: os seus «milagres» tecnológicos, as suas transformações económicas, a multiplicidade dos objectos e produtos desde então fabricados «em série» ((Poirier, J., 1999).

### ***Revolução Industrial***

A Revolução Industrial, tal como é conhecida actualmente, nunca foi projectada. Tomou forma, gradualmente, à medida que os industriais da altura iam tentando resolver os problemas que apareciam, tentando ganhar vantagem sobre a concorrência numa altura que eles consideravam ser um período de rápidas e massivas alterações sem precedentes.

Em 1840 as fábricas, que em tempos faziam um milhar de artigos por semana, passaram a ter os meios para produzir o mesmo num dia. O aparecimento do barco a vapor e do caminho-de-ferro, permitiu que os produtos fossem exportados de uma maneira mais rápida, abrindo novos mercados para «escoar» produto.

Nas primeiras fábricas industriais, a matéria-prima era considerada cara, mas a força de trabalho humano era barata e sem regras. Os trabalhadores das fábricas tinham deixado o campo e mudaram-se para cidades próximas das fábricas onde eles e as suas famílias poderiam trabalhar 12 ou mais horas por dia. Como consequência, as áreas urbanas aumentaram, as vendas de consumíveis proliferaram e a população aumentou. Cada vez existiam mais empregos, pessoas, produtos, fábricas, negócios, mercados.

A revolução industrial não foi planeada, mas não aconteceu sem um motivo, existiu uma revolução económica, guiada pelo desejo de aquisição. Os industriais queriam fazer produtos eficientes e conseguir que estes chegassem ao maior número de pessoas. Na maior parte das indústrias este desejo significou transitar de um sistema de trabalho manual para a mecanização de processos.

Com a explosão da industrialização aparecem várias instituições que ajudaram a que esta se afirmasse e ganhasse ainda mais força. Instituições como os bancos, as bolsas de

valores e a imprensa, todas geraram mais oportunidades e trabalho para a nova classe média, incrementando ao mesmo tempo, o crescimento económico e consequentemente o seu poder aquisitivo. Produtos mais baratos, transportes públicos, distribuição de água e saneamento básico, recolha de lixo, lavandarias e outras conveniências deram às pessoas de todas as classes sociais o que parecia ser uma maior uniformidade de condições de vida.

A produção em massa do carro pode ser considerada como o grande «motor» de toda a industrialização a que o mundo assistiu desde o início do século passado.

No início de 1890 o automóvel era feito manualmente para ir de encontro às especificações de cada cliente. Eram produzidos por cada fabricante apenas 200 a 300 carros por ano. Estes carros eram produtos de luxo, construídos manualmente de uma forma lenta e cuidadosa. Não havia um sistema standard de medição e aferição das partes constituintes do carro, pois muitas destas partes eram construídas por empresas externas, o que dificultava uma homogeneização de dimensões e características. Não era possível haver dois carros iguais...

Henry Ford<sup>11</sup> trabalhou como engenheiro e construtor de carros de corrida (que ele próprio conduzia) antes de fundar a Ford Motor Company em 1903. Depois de produzir os primeiros carros Ford percebeu que, para construir carros para o americano de classe média e não só para os abastados, teria de conseguir construir veículos em grande quantidade e mais baratos.



**Figura 4** - Henry Ford e Model T (fonte: ver anexo 1).

Em 1908 a sua empresa começou a produzir o lendário Modelo T. Nos anos seguintes foi aperfeiçoando o seu sistema de construção, revolucionando a produção de carros e conseguindo tornar todo o processo bastante eficiente. Em 1909 a Ford anunciou que iria só produzir o Modelo T e em 1910 mudou-se para uma fábrica muito maior, onde

---

<sup>11</sup> (30 de Julho de 1863 - 7 de Abril de 1947). Empreendedor de nacionalidade Americana, fundador da *Ford Motor Company* e o primeiro empresário a aplicar a montagem em série de forma a produzir em massa automóveis em menos tempo e a um menor custo. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Ford](http://pt.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford))

já podia utilizar electricidade como fonte energética e onde conseguia reunir várias etapas de produção dentro do mesmo espaço. A inovação verdadeiramente revolucionária de Ford foi a linha de produção idealizada por si.

No início da produção os motores, estrutura e carroçaria eram feitos individualmente e só depois trazidos para uma assemblagem final. A grande inovação foi a de «trazer os materiais até ao homem» em vez de serem os homens a ir ao encontro do material ( McDonough, W. e Braungart, M., 2002). Henry Ford e os seus engenheiros planearam uma linha de montagem dinâmica baseada nas linhas de montagem existentes na indústria de carne de Chicago. A grande inovação destas linhas, foi a de transportarem os veículos até aos trabalhadores o que permitia que cada um deles conseguisse repetir e especializar-se numa única tarefa à medida que o veículo ia percorrendo a linha de montagem, conseguindo reduzir consideravelmente o tempo de construção. Estes avanços permitiram a produção em massa do carro onde vários eram construídos de uma só vez e no mesmo local.

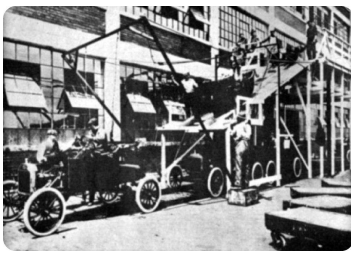


Figura 5

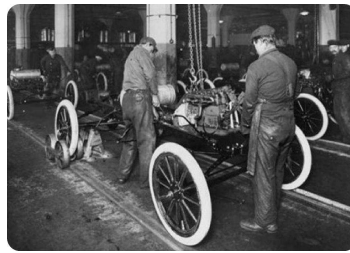


Figura 6

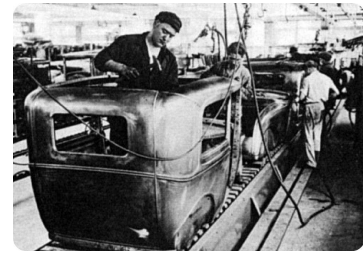


Figura 7

Figura 5, 6 e 7 – Linha de montagem do Ford T. (fonte: ver anexo 1)

As vantagens da standardização e produção centralizada eram várias e conseguiam trazer grandes incrementos monetários aos industriais. Por outro lado esta capacidade de fabrico era vista como aquilo a que Winston Churchill<sup>12</sup> chamou de “*o arsenal da democracia*”, uma vez que a capacidade produtiva era agora tão grande que conseguia também responder de uma forma bastante competente às exigências de guerra, como se verificou na 1ª e 2ª Guerra Mundial.

A produção em massa teve um outro tipo de importância na democracia. O Modelo T é um excelente exemplo. Quando os preços de um determinado artigo baixam, estes tornam-se acessíveis à generalidade dos consumidores. O incremento da indústria

---

<sup>12</sup> (30 de Novembro de 1874 - 24 de Janeiro de 1965). Estadista britânico, escritor, jornalista, orador e historiador, famoso principalmente por sua atuação como primeiro-ministro do Reino Unido durante a Segunda Guerra Mundial. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Winston\\_Churchill](http://pt.wikipedia.org/wiki/Winston_Churchill))

ofereceu novas oportunidades de trabalho, o que melhorou o nível de vida da população em geral, assim como os aumentos salariais.

Analisando pela perspectiva do design, o Modelo T simbolizou os objectivos dos primeiros industriais; fazer um produto que era desejado, acessível, e possível de ser manuseado por qualquer um e em qualquer lugar que duraria um determinado período de tempo e podia ser produzido com rapidez e a baixo custo, características que ainda hoje se mantêm válidas na Indústria.

Desde a Revolução Industrial, tanto o número como os tipos dos produtos acabados aumentaram de forma exponencial. Actualmente a panóplia técnica da humanidade compõe-se de muitas centenas de milhões de objectos fabricados industrialmente.



## Objecto e sociedade

### *Simbologia e Linguagem do objecto na sociedade*

O objecto pode ser uma linguagem; exprime uma mensagem, por vezes codificada, que o destinatário compreende. É ao nível do poder e da economia que os objectos são mais «significativos». Ao longo da evolução humana as marcas dos chefes são indicadores específicos; do bastão de comando ao cetro ou do trono ao guarda-sol (disseminado da África até à China), o objecto/poder foi sempre universal (Poirier, J. 1999).

Ainda hoje, as sociedades contemporâneas falam por interpostos objectos. No plano institucional, basta pensar na importância de que se revestem, em todas as sociedades, as condecorações ou medalhas, cada uma delas com o seu preciso significado.

Existem alguns «sinais exteriores de riqueza», como as jóias que podem servir para propagandear o «êxito» ou a opulência e funcionam efectivamente como signos, ou, o vestuário que para além da função técnica de protecção e da função estética de exibição e sedução, tem uma função social importante: a identificação dos estatutos. No homem a cobertura da cabeça exprime a condição social: barrete, boné, chapéu de palha ou chapéu de feltro para o dia-a-dia, chapéu de coco ou cartola, ou ainda a simples pala (frequente nos E.U.A); na mulher o uso de uma cobertura de cabeça era ainda mais necessário; uma mulher honesta não devia sair de casa «em cabelo», era até proibido entrar numa igreja.

Depois dos primeiros anos de 1950, o vestuário de ambos os sexos sofreu profundas alterações. Podemos encontrar vários exemplos; as luvas, as meias e os botins, eram também técnicas eficazes de marcação social. Um sinal dos tempos foi quando o uso das luvas foi invertido; as luvas deixaram de proteger as mãos dos burgueses e passaram a ser acessórios necessários ao operário, ao agricultor e também à dona de casa. O simbolismo inicial desta peça de vestuário foi de certa maneira subvertido, agora, usar luvas já não era exclusivamente um símbolo de uma classe social. Foi uma alteração impressionante e irónica!

O actual mundo desenhado e artificial comunica com a sociedade todos os dias, bombardeando-o através de sinais, muitos deles com origem no objecto. Em alguns casos, o processo de definição do objecto abstracto não está concluído, o que origina que um objecto nunca seja completamente «apenas» uma coisa, sem expressão ao nível do seu simbolismo. Isto significa, que existe uma complexa rede de correspondências entre o objecto (material) e o sujeito humano.

O objecto, elemento do património, adere estreitamente à pessoa. A «propriedade» não pode ser distinguida do «proprietário». Uma série de relações esotéricas liga-os e constitui-os num par indissociável. Esta subjectivização do objecto, que ainda hoje persiste parcialmente, traz consigo consequências consideráveis em certos domínios.

Em primeiro lugar, este princípio está na origem de uma importante parte da «magia»; actuando no objecto possuído por um sujeito, actua-se neste. Isto é verdadeiro no respeitante ao que Lucien Lévy-Bruhl<sup>13</sup> chamava «pertencas» da pessoa – as lágrimas, os líquidos corporais, as aparas das unhas ou dos cabelos – mas é também verdadeiro acerca dos objectos que têm estreita ligação com o corpo: lenços de assoar, roupas ou outros objectos íntimos.

Se um objecto nunca é completamente uma coisa, a sua troca torna-se muito difícil ou mesmo impossível, pois, como o objecto é parte integrante do sujeito, este é então envolvido na operação. E não é possível uma pessoa trocar-se ou vender-se...

Nas sociedades industriais, no próprio seio da multiplicidade dos objectos que se tornaram coisas, existem ainda, tal como nos outros tipos de sociedade, inúmeros objectos que, embora não sendo, evidentemente, sujeitos, continuam subjectivados. Um primeiro conjunto engloba os objectos sagrados, aqueles que participam nos rituais da religião ou da magia, os objectos ligados à transcendência e que estão eles próprios carregados de uma força ou de uma eficiência directamente procedente de um ser invisível.

Contudo, nestas sociedades industriais o objecto como coisa prevalece em grande número, sendo por isso possível assistir à constante troca de objectos gratuitamente, baseados apenas num preenchimento emocional momentâneo, a principal regra económica em que assenta a sociedade.

Existem alguns casos pontuais em que o objecto não se transformou em coisa, ainda se reveste de um carácter pessoal, intransmissível, e revelador essencial da história de vida de cada indivíduo. Uma das situações onde podemos observar esta estreita ligação utilizador/objecto é no caso dos móveis «familiares». Estes são uma espécie de cenário da vida, acompanharam o seu «dono» durante grande parte da vida, são uma dimensão essencial do território, do nicho social habitado pelo animal humano. Quando uma pessoa idosa se retira para um lar da terceira idade, o seu traumatismo é menos severo, e a sua esperança de vida fica menos comprometida se puder levar consigo parte dos seus móveis. O objecto condiciona, tranquiliza e autoriza a existência do sujeito.

---

<sup>13</sup> (Paris, 1857 - 1939). Filósofo e sociólogo francês. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Lucien\\_L%C3%A9vy-Bruhl](http://pt.wikipedia.org/wiki/Lucien_L%C3%A9vy-Bruhl))

As pessoas envolvidas na indústria, design, ambiente e áreas próximas referem-se muitas vezes ao ciclo de vida do produto. Os produtos não têm vida real, mas o ser humano projecta a sua vida e mortalidade neles, quer que eles vivam com ele, que lhe pertençam. São quase como membros da família. Nas sociedades ocidentais, as pessoas têm sepulturas e os produtos também.

O ser humano gosta da ideia de se assumir como poderoso, único, individual, e gosta de comprar coisas que são «novinhas em folha», feitas de materiais que são «virgens». Abrir um novo produto é uma espécie de acto metafórico de defloração, de violação da virgindade do produto: “este produto virgem é meu, pela primeira vez, sou o primeiro a tocar-lhe. Quando deixar de me interessar (e porque sou especial e único) passa à história.” As indústrias projectam e planeiam de acordo com este género de raciocínio.

O que teria acontecido se a Revolução Industrial tivesse acontecido em sociedades que privilegiam a comunidade em detrimento da individualidade, e onde as pessoas acreditam não num sistema de «nacer e morrer», mas na reencarnação? Provavelmente, existiria desde sempre uma atenção diferente com a possibilidade de conferir uma segunda vida aos produtos materiais.

### ***Cultura Descartável***

#### *Abundância, evolução e sociedade*

O homem é único, entre todos os animais, na sua relação com o meio ambiente. Os outros animais adaptam-se «auto-plasticamente» às mudanças no meio ambiente, evoluem as suas características ao longo de milhões de anos para se adaptarem ao meio envolvente ou para «produzirem» uma espécie totalmente nova; a humanidade embora evolua, transforma o planeta para este corresponder às suas vontades e caprichos. Esta maneira de moldar e redesenhar tornou-se também responsabilidade dos designers. Há cem anos atrás, se fosse necessário um nova cadeira, carruagem, ou um par de sapatos, o consumidor ia a um artesão, explicava as suas necessidades, e o artigo era feito para ele. Hoje a panóplia de objectos de uso diário são produzidos em massa, segundo um modelo utilitário, standardizado e estético, muitas vezes completamente diferente das reais necessidades dos consumidores. Com este sistema, o marketing assume um papel decisivo, trabalha para que se façam sentir nos consumidores necessidades que não têm, transformando estes produtos em desejos.

Todos os sistemas – capitalismo privado, estado socialista e economias mistas – foram construídos na assumpção de que devemos comprar mais, consumir mais, desperdiçar mais, atirar fora mais. Produzir e Consumir foram conceitos chave em todos estes sistemas e se podemos considerar o design ecologicamente responsável, devemos, por outro lado perceber e aceitar que também foi revolucionário e poderá estar na vanguarda da solução destes problemas.

Actualmente o que está a acontecer é, segundo tudo indica, mais profundo e mais importante do que a Revolução Industrial. Um número crescente de opiniões credíveis afirma que o momento presente representa a segunda grande cisão da história humana. Uma dessas opiniões é a do conhecido Sociólogo Alvin Toffler<sup>14</sup> que, no seu livro “*O choque do Futuro*” (1970), diz “ *estamos agora a viver a segunda grande fractura na história humana, só comparável em tamanho com essa primeira quebra na continuidade histórica, a passagem da Barbárie à civilização...*”.

Esta nossa dependência, quase suicida, da abundância, do luxo e do supérfluo tem raízes bem profundas na história da nossa evolução enquanto indivíduos e enquanto sociedade. Richard Manning<sup>15</sup>, jornalista e autor do livro “*Against the Grain: How Agriculture Has Hijacked Civilization*” (2004), explica que, paradoxalmente, a domesticação ajudou a criar uma sociedade que é mais afectada pelos caprichos da natureza do que a sociedade do caçador e recolector. Isto acontece, porque o tipo de agricultura habitualmente praticada tem uma relação catastrófica com o planeta: a «limpeza» de grandes extensões de terra para ser plantada com uma única cultura, esta prática começou a destruir a biodiversidade – a força natural de todos os sistemas naturais. Richard Manning escreve que: “*a evolução não nos prepara para lidar com a abundância*”, embora historicamente este conceito esteja associado à evolução humana.

Desde o início da civilização, o excedente é uma característica humana, é uma espécie de «necessidade cega pelo excesso» que orientou a evolução da cultura humana, com os resultados actuais. Foram criadas sociedades estratificadas, com as consequentes desigualdades. Este tipo de disparidade não existe noutra espécie. Isto indica que nós não «lucramos» com os excessos – na realidade lidamos muito mal e com graves implicações negativas para nós (Manning, R. 2004).

---

<sup>14</sup> (3 de Outubro de 1928). Escritor e futurista norte-americano doutorado em Letras, Leis e Ciência, conhecido pelos seus escritos sobre a revolução digital, a revolução das comunicações e a singularidade tecnológica. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Alvin\\_Toffler](http://pt.wikipedia.org/wiki/Alvin_Toffler))

<sup>15</sup> (7 de Fevereiro de 1951). Jornalista Norte Americano, autor de vários livros e artigos sobre causas ambientais. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Richard\\_Manning](http://en.wikipedia.org/wiki/Richard_Manning))

De um determinado ponto de vista, podemos dizer que muitos dos estragos que vemos no planeta são o resultado dos nossos números, e da natureza humana. Este tipo de agricultura é o pior sintoma da condição humana, porque tem um grande impacto no planeta. Nesta análise, segundo Richard Manning, não podemos culpar a agricultura mas sim os humanos.

São manipulações sábias as que encontramos no modelo natural, em completo contraponto com as dos humanos. Um dos princípios fundamentais é que estas manipulações são resultado de uma história evolutiva da sabedoria colectiva da natureza. Talvez seja vantajoso, observar e compreender o que a natureza já imaginou, imitá-la e se necessário evolui-la.



Figura 8



Figura 9

**Figura 8** – Ciclo virtuoso. Como a natureza funciona.

**Figura 9** – Ciclo vicioso. Porque é que a civilização não funciona.

(fonte: Manning, Richard. *Against the Grain: How Agriculture Has Hijacked Civilization*. Harper's Magazine. Fevereiro 2004).

Ao analisarmos a história da Humanidade, percebemos que a agricultura surge da necessidade do homem deixar de ser Nómada caçador-recolector e passar a ser sedentário. Nesta nova fase consegue controlar melhor a sua necessidade de alimento, se não houver comida suficiente, ele pode «fazer» a sua. A agricultura conduz a uma organização, aquilo a que chamamos de civilização, onde existe a divisão de trabalho, instrução, hierarquia, e uma contínua luta contra as pestes. Com o aparecimento da civilização encerra-se o ciclo

virtuoso (fig.8) e inicia-se o ciclo vicioso (fig. 9), com todas as suas consequências imprevisíveis.

Como Richard Manning escreve no seu livro “ *a ironia é que não foi a escassez de alimento que impeliu o homem a inventar a agricultura, mas sim a descoberta e procura do excesso de abundância de comida em zonas de catástrofes naturais*”. Iniciou-se aqui a tentativa do homem controlar a natureza, algo que se iria repetir até aos nossos dias e sempre cada vez com maiores repercussões no nosso ecossistema.

O aparecimento da agricultura permitiu a existência de aglomerados humanos com muito maior densidade populacional do que os que podiam ser suportados pela vida nómada. O novo modo de vida sedentário permitiu uma maior taxa de nascimentos e a «explosão» demográfica da população começou. A capacidade para armazenar alimentos também originou a concentração de exércitos para defender as plantações e os armazenamentos dos ataques de pessoas e de animais. Esta estratégia de defesa exigia organização e para isso foi necessário uma hierarquia e um governo. Para conseguir que esta hierarquia contra-natura não se desmoronasse, os governadores brindavam os seus subordinados com recursos extra; casas, terras e objectos de materiais preciosos, desde que estes conseguissem manter o «povo» trabalhador na «linha».

Actualmente a agricultura convencional tende para trabalhar nas mesmas linhas que a indústria. O objectivo de uma plantação de milho é produzir a maior quantidade possível de milho com menor número de problemas, tempo e despesas; o tal objectivo da eficiência da revolução industrial. Como disseram há muitas décadas atrás os cientistas Paul e Anne<sup>16</sup> Ehrlich e John Holdren<sup>17</sup>, “*a agricultura convencional ainda é um simplificador dos ecossistemas, substituindo comunidades biológicas naturais, relativamente complexas, por outras mais básicas feitas pelo homem*”.

---

<sup>16</sup> (17 de Novembro de 1933). Co-autora de vários livros sobre ecologia e sobrepopulação com o seu marido Paul R. Ehrlich. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Anne\\_H\\_Ehrlich](http://en.wikipedia.org/wiki/Anne_H_Ehrlich))

<sup>17</sup> (1 de Março de 1944). Professor de Política Ambiental na Kennedy School of Government em Harvard, Director do programa de Ciência, tecnologia e Políticas Publicas na Escola Belfer Center for Science and International Affairs. Em Dezembro de 2008 foi nomeado Assistente de Barack Obama para a Área de Ciência e Tecnologia da Casa Branca. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Holdren](http://en.wikipedia.org/wiki/John_Holdren))

*Músculo em vez de Cabeça*

As primeiras indústrias baseavam-se num aparentemente infindável abastecimento em «capital» natural. Ouro, madeira, água, animais, carvão, terra, eram as matérias-primas utilizadas nos sistemas de produção que produziam bens para as massas, e que ainda hoje utilizamos.

A unidade de produção da Ford simbolizava os fluxos de produção a uma escala maciça: grandes quantidades de ferro, carvão, areia e outras matérias-primas que entravam na fábrica e saíam transformadas em novos carros. As indústrias prosperavam à medida que transformavam recursos naturais em produtos. Os campos foram todos utilizados para a agricultura, as grandes florestas foram deitadas abaixo e transformadas em madeira e combustível. As fábricas localizavam-se em locais onde as matérias-primas abundavam, perto de lençóis de água, necessária aos seus processos de produção e também para despejar os seus lixos.

No século XIX, quando estas práticas começaram, o ambiente não era ainda uma preocupação. Os recursos pareciam inesgotáveis. A natureza era muitas vezes chamada de «a mãe natureza», que teria uma capacidade regenerativa contínua e que conseguiria absorver tudo e continuar na mesma. Ao mesmo tempo a sociedade ocidental olhava para a natureza como perigosa, uma força bruta a ser domada. Os humanos percepcionavam as forças naturais como hostis e, por isso, «atacavam-na» insistentemente para sentirem que tinham o seu controle. Actualmente o entendimento da natureza mudou radicalmente.

Na Revolução Industrial se houvesse um slogan que a caracterizasse seria “se a força bruta não funciona é porque não estás a usar a força suficiente” (McDonough, W. e Braungart, M., 2002). Tentar impor as soluções de design universal em vários locais com características e costumes diferenciados é uma manifestação deste princípio. É assumir que a natureza deve ser controlada e dominada, se necessário, através da aplicação do poderio da força dos químicos e das energias fósseis para fazer com que estas soluções se imponham.

No design de produto, um exemplo clássico do design universal é o detergente produzido em massa. Os grandes produtores de detergente produzem o mesmo para qualquer parte dos Estados Unidos ou da Europa, mesmo que as características das águas ou as necessidades da comunidade local sejam diferentes. Por exemplo, os consumidores em locais onde a água seja macia, necessitam apenas de uma pequena quantidade de produto e menos agressivo, aqueles onde a água é mais dura necessitam de uma maior quantidade e mais agressivo. A questão, é que os detergentes são concebidos para retirar a

sujidade e eliminar os germes eficientemente da mesma maneira em qualquer lugar do mundo – em água dura ou macia, que corre ou não para zonas cheias de peixes e flora ou para campos de rega de plantas, etc.

Os produtores projectam para o pior cenário, desenham um produto para a pior circunstância possível e assim sabem que será sempre eficaz, independentemente da especificidade do caso, garantindo o maior espectro possível em termos de mercado. Esta estratégia é um bom exemplo do relacionamento entre uma grande parte da indústria e o mundo natural, uma vez que projectar para o pior cenário reflecte o assumir que a natureza pode ser o inimigo.

No âmbito do actual paradigma de produção e desenvolvimento a diversidade, um elemento integral do mundo natural, geralmente é tratada como uma força hostil e uma ameaça para os verdadeiros objectivos do design. Os mais «recentes» estudos demonstram que os oceanos, o ar, as montanhas, as plantas e os animais que habitam o planeta são mais vulneráveis do que os primeiros «pensadores» da época industrial alguma vez imaginaram.

Actualmente, o entendimento da sociedade com a natureza alterou-se radicalmente, mas, uma grande parte das indústrias actuais, continuam a operar de acordo com os paradigmas desenvolvidos quando a sociedade tinha ainda uma visão muito diferente da sua relação com a natureza. A força musculada e o design universal, identificadoras do desenvolvimento de produto actual, tendem para esmagar e ignorar a diversidade natural e cultural, o que resulta em menor variedade e numa grande homogeneidade.

#### *Industria, Sociedade, Mercado e Consumismo*

No mundo actual o PIB<sup>18</sup> de cada sociedade tem uma grande relação com o seu grau de obsolescência. O PIB dos países, como indicadores de progresso, apareceu numa altura em que os recursos naturais ainda pareciam ilimitados e a noção de «qualidade de vida» significava elevados padrões económicos de estilo de vida. Mas, se a prosperidade é aferida pelo aumento de actividade económica, é necessário ter a noção de que os acidentes de carro, as doenças (e.g. cancro) e os derrames tóxicos, são consequências directas da nossa prosperidade.

Na corrida pelo progresso económico, a actividade social, o impacto ecológico, a actividade cultural e os seus efeitos a longo prazo são constantemente ignorados. Com

---

<sup>18</sup> O produto interno bruto (PIB) representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região (quer seja, países, estados, cidades), durante um período determinado (mês, trimestre, ano, etc). O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia com o objectivo de mensurar a actividade económica de uma região. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Produto\\_interno\\_bruto](http://pt.wikipedia.org/wiki/Produto_interno_bruto))

produtos produzidos aos milhões, os erros são multiplicados, e, a mais pequena decisão ao nível do design, terá consequências a médio ou longo prazo. Muitas vezes, a indústria perverte esta ideia, ignora a importância do «bom» design e prescinde de uma comunicação honesta nos seus produtos em detrimento dos lucros, ou seja, elabora produtos suficientemente «baratos» e abrangentes para que a sua aquisição pelos consumidores seja economicamente viável, tudo isto sustentado pelo conceito de obsolescência planeada.

A obsolescência planeada é uma questão controversa e central nos mais importantes debates sobre consumismo, sustentabilidade global e design industrial. Tendo surgido, primeiro, como característica importante da economia americana dos anos 50, a obsolescência planeada baseia-se no conceito de limitação intencional da vida dos produtos de modo a que os consumidores sejam obrigados a consumir mais – uma abordagem que continua a ser estratégica em muitas empresas.

Os defensores desta estratégia, alegam que esta mantém mais trabalhadores empregados, é essencial para o crescimento económico e em última análise benéfica para a sociedade. Os seus opositores defendem que a manipulação dos consumidores é desleal, que o valor real dos produtos de vida limitada, independentemente da economia onde estão inseridos, é pobre e que a poluição criada pela sua prematura substituição é ambientalmente ruínosa.

O jornalista e crítico social Vance Packard<sup>19</sup>, autor de vários livros como *"The Hidden Persuaders"*, *"The Status Seekers"* e *"The Waste Makers"*, já nos anos 50, avisava a sociedade americana sobre as consequências negativas do excesso de publicidade, da ostentação de produtos como modo de posicionamento social e da obsolescência planeada.

No seu livro *"The Waste Makers"* (1961), o autor identifica as três principais esferas da obsolescência; a função, a qualidade e a atracção. A obsolescência funcional surge quando aparece um novo produto que todos reconhecem que é melhor do que os seus predecessores. A obsolescência de qualidade, está directamente ligada à durabilidade física do produto, os fabricantes incorporam nos seus produtos, componentes chave que foram desenhados para falhar depois de um certo tempo. Os produtos de «marca branca» são especialmente propensos a este tipo de «obsolescência incorporada», sendo na maioria dos casos a substituição de toda a unidade mais barata do que a substituição dos componentes defeituosos. Por seu lado a obsolescência da atracção, age principalmente através de alterações no aspecto dos produtos, da moda e da opinião do consumidor, todos guiados pelo styling e estratégias de publicidade.

---

<sup>19</sup> (22 de Maio de 1914 – 12 de Dezembro de 1996). Jornalista, crítico social e autor de nacionalidade Americana. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Vance\\_Packard](http://en.wikipedia.org/wiki/Vance_Packard))

Desde a Segunda Guerra Mundial que os compromissos têm sido com o estilo e com a obsolescência da qualidade, ironicamente, a velocidade da inovação tecnológica (obsolescência funcional) frequentemente faz um produto obsoleto antes da obsolescência da qualidade ou de atracção tomarem conta dele. O mundo é de aparência, baseado na obsolescência da atracção em que a classe média tenta expressar-se cada vez mais através da posse de pequenos «gadgets» tentando encontrar identidade através do uso desses produtos. Actualmente é possível encontrar publicações escritas e páginas de Internet (e.g. [www.t3.com.pt/](http://www.t3.com.pt/) ou [www.coolest-gadgets.com/](http://www.coolest-gadgets.com/)) dedicadas exclusivamente à mostra e análise destes pequenos acessórios, que na maioria dos casos não têm nenhum papel imprescindível no desempenho das actividades diárias ou na vida humana, mas que se revelam de extrema importância para a felicidade emocional e material, assim como para o posicionamento do indivíduo na hierarquia social, da qual é refém.

A uma escala global as disparidades entre o ter e o não ter tornaram-se flagrantes. O livro *“Material World – A global family portrait”* (1994), de Peter Menzel<sup>20</sup>, oferece-nos um insólito retrato fotográfico das disparidades existentes nas diversas regiões do globo. Este livro é uma colectânea de fotografias caracterizadoras da cultura material de diversos tipos de sociedade, e apresenta cada fotografia tirada num país diferente, com uma família típica do local, fotografada com todos os seus pertences expostos à porta da sua casa.

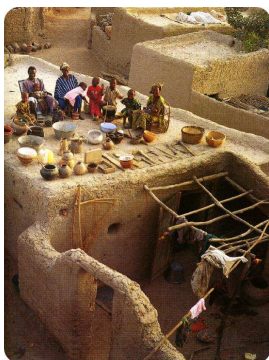


Figura 10

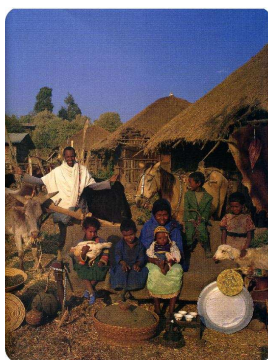


Figura 11

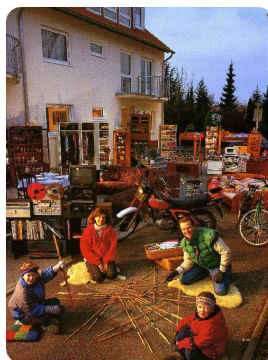


Figura 12

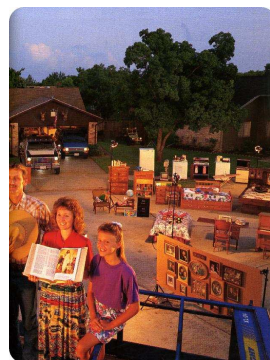


Figura 13

Figura 10 – Mali

Figura 11 – Etiópia

Figura 12 – Alemanha

Figura 13 - E.U.A

(fonte: Menzel, Peter | 1994 |. *Material World – A global family Portrait*. Sierra Club Books.)

Ao observar cada fotografia individualmente é possível perceber as particularidades de cada família e as especificidades da sua inserção no contexto social onde vivem. Depois

<sup>20</sup> (7 de Fevereiro de 1948). Fotorjornalista freelancer Americano, conhecido pelos seus trabalhos em assuntos de natureza científica e tecnológica.

de finalizar o livro e relacionar todas as fotografias, várias questões se levantam; vivemos todos no mesmo planeta? Temos as mesmas necessidades básicas?

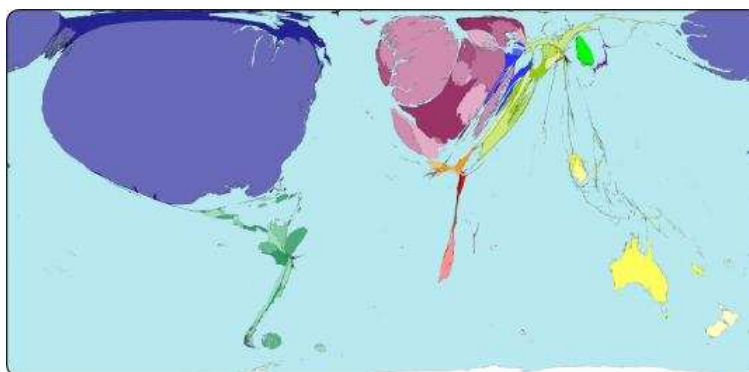
As disparidades encontradas numa análise de conjunto são radicais, uma família no Mali não tem mais do que alguns utensílios feitos de materiais locais e que, na sua maior parte, apresentam a mesma configuração e modo funcional do que os utilizados pelos seus longínquos antepassados.

Na Etiópia encontramos utensílios igualmente feitos de materiais locais e de funcionalidade básica, mas nesta foto a par dos utensílios encontramos os animais, que são também considerados como objectos possuíveis e de extrema importância na economia familiar.

Estes exemplos quando postos ao lado de fotografias de famílias de sociedades desenvolvidas como a Alemanha ou os Estados Unidos, oferecem-nos uma inigualável contextualização das disparidades encontradas neste planeta baseado na cultura material e noção individual de posse.

Ao reflectir, é possível constatar que a qualidade de vida das sociedades desenvolvidas é sem dúvida elevada devido à existência de bens materiais e tecnológicos, algo que o ser humano não parece disposto a perder. O que se torna necessário reflectir é a relação das sociedades com toda esta cultura material e a leviandade com que é encarada.

Actualmente a troca de produtos faz-se não pela necessidade mas pelas condicionantes sociais e psicológicas, «impostas» por um sistema baseado no capitalismo económico, que obriga a que exista compra e venda de produtos para agilizar e facilitar o processo económico. Foram «inventados» os conceitos de tendência e moda que, como referido atrás, conduzem a uma diferenciação social e à sua correspondente hierarquização.



**Figura 14** - Mapa relativo à importação mundial de brinquedos. Deforma (aumenta) as zonas do mundo onde existe mais importação/consumo de brinquedos. O desenho altera-se, transformando-se quase numa caricatura da realidade. (fonte: ver anexo 1)

Estes conceitos, que ganharam o seu próprio espaço e lugar na sociedade nos últimos 100 anos, foram nos últimos 25, desenvolvidos como nunca, alcançando um lugar categórico. É hoje uma verdade irrefutável que as necessidades do ser humano, quer sejam económicas, psicológicas, espirituais, tecnológicas ou intelectuais são geralmente mais difíceis e menos proveitosas de satisfazer do que as geradas pelo capricho e pela moda.

Em 1970 o designer e educador Victor Papanek<sup>21</sup> apresentou no seu livro *“Design For The Real World”* (1970), um quadro onde apresenta a correlação entre os produtos de primeira necessidade e o seu tempo de vida. Ambos actuam como uma desvantagem para os países mais pobres, como pode ser confirmado em baixo:

produto	vida útil em anos	tempo actual de uso nos E.U.A	tempo actual de uso em Países Sub-desenvolvidos
bicicletas	25	2	75
maq. de lavar e ferros	5	5	25
ferramentas eléctricas	10	3	25
automóveis	11	2,2	+40
equipamento de construção	14	8	+100
equipamento industrial	20	12	+75
maquinas de agricultura	17	15	+2500
equipamento de estradas	30	30	50
navios	30	15	+80
equipamento miniaturizado (têxtil, maq. foto, etc.)	35	1,1	50

**Tabela 1** - Tabela comparativa em anos, da utilização de produtos em Países Desenvolvidos e Sub-desenvolvidos.(fonte: Papanek, Victor (1970), *Design for the Real World*. Paladin)

Os cientistas e biólogos Paul R. Ehrlich e Robert M. Pringle, no seu artigo *“Where does biodiversity go from here?”* (2008), referem que é preciso insuflar uma mudança de mentalidade profunda, de maneira a que a humanidade encare a natureza com outros olhos, porque *"a ideia segundo a qual o crescimento económico é independente da saúde do meio ambiente e que a humanidade pode expandir indefinidamente a sua economia é uma perigosa ilusão"* (Ehrlich, P.R. & Pringle, R.M., 2008). Para enfrentar esta perda de rumo, é necessário começar a controlar o ritmo da expansão demográfica e a diminuir o consumo excessivo dos recursos naturais, dos quais uma boa parte serve apenas para saciar gostos supérfluos.

Já nos anos 20, o director da General Motors, Alfred Sloan, reconheceu que a estética pode desempenhar um papel importante no mercado automóvel e instigou o sistema de alterações estilísticas anuais para assim diminuir a durabilidade estética dos

<sup>21</sup> (1927 – 1998). Designer e educador que se dedicou a defender a responsabilidade social e ecológica no design de produtos, ferramentas e infra-estruturas para a comunidade. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Victor\\_Papanek](http://en.wikipedia.org/wiki/Victor_Papanek))

carros. Embora esta abordagem ainda seja comum em muitos fabricantes de automóveis, os da Alemanha e da Escandinávia acrescentaram historicamente um maior valor às suas marcas e usufruíram de um crescente sucesso e lealdade à marca aumentando a durabilidade total dos seus produtos, inclusivamente um maior valor no acto de troca. As vendas anuais de automóveis usados Volvo ultrapassam, actualmente, o número de veículos novos que são produzidos em cada ano. O enorme e sempre crescente mercado secundário para estes veículos e peças da marca são massivamente proveitosos para a empresa. No caso da Volvo, a durabilidade significa lucro. Embora haja nitidamente bons argumentos económicos contra os supostos benefícios sociais da obsolescência planeada, o argumento ambiental é ainda mais forte, especialmente dada a urgência da necessidade de dar passos significativos para obtenção da sustentabilidade global.

O real valor das coisas tem sido baseado em falsos conceitos e necessidades. É importante começar a compreender que o principal desafio da sociedade já não está na questão da produção de bens e na sua posse, mas sim na necessidade de fazer escolhas sobre a qualidade em vez de quantidade e na evolução da mentalidade de posse para a partilha, algo mais saudável e menos individualista.

O mundo moderno pede um significado diferente de produção, onde produzir terá de ser mais rápido, responsável e sem poluição. Actualmente, para satisfazer a diversa freguesia de modernidade, os fabricantes necessitam de produzir uma variedade de produtos, adaptada a diferentes necessidades de uma população heterogénea, o que origina um excesso de produtos para os quais à partida ainda não existe um cliente, a necessidade será criada com a publicidade ao produto. A produção de artigos de que ninguém realmente precisa, mas que ocupam as grandes lojas, é um dos sintomas de que algo poderá ter vantagem em ser mudado no nosso mundo de excesso de produção assente no consumo supérfluo.

O automóvel é um bom exemplo de 100 anos de perversão do design para o uso. O carro com motor representou um profundo distanciamento do cavalo. Apesar desta radical mudança este manteve-se análogo ao cavalo de diversas maneiras; continuaram a ser necessárias estradas e caminhos, o movimento continuava a ser feito para frente e de uma maneira linear, as rodas, especialmente no início, partilhavam uma similaridade estrutural com as das carruagens, bem como os assentos, chassis ou suspensão. O interface entre o consumidor e o modo de locomoção, contudo, foram os principais responsáveis pela enorme mudança. Nenhuma parte do carro era completamente original, mas a combinação, essa sim era inovadora. Os primeiros automóveis ofereciam a possibilidade de ir mais longe

e mais rápido do que os meios existentes na altura e permitiam também carregar mais peso. Hoje os automóveis estão sobrecarregados de falsos valores, que emergiram como símbolos de status. Eles libertam um grande número de substâncias cancerígenas com inegáveis prejuízos para a saúde pública e ambiental, consomem grandes quantidades de material (sem maneira de o reciclar) e matam milhares de pessoas por todo o mundo. É utilizado para qualquer actividade humana, por mais pequena que esta seja e que poderia facilmente ser feita a pé. Considerando todos estes aspectos, o conceito do automóvel de certa maneira foi manipulado, pode-se dizer, exagerando um pouco, que a sua contribuição perdeu uma parte da relevância merecida, quando comparada com todos os seus aspectos negativos.

Para desenvolver o conceito da obsolescência, no final da 2ª Guerra Mundial, a maioria dos responsáveis máximos dos países Ocidentais, «lançaram» o mito de que ao projectar artigos para usar e deitar fora, os recursos da nossa economia poderiam ser mantidos praticamente até ao infinito. Desde o final da 2ª Guerra Mundial que assistimos aos fabricantes de carros a venderem a ideia de que é «in» e dá estatuto mudar de carro de cinco em cinco anos, uma moda baseada no «American way of life» em que a sociedade americana foi induzida a acreditar que o seu valor é reflectido pela sua capacidade de comprar.



**Figura 15** -Louisville, Kentucky. Fotografia da Grande Depressão, 1937 de Margaret Bourke-White. (fonte: ver anexo 1)

É mais fácil vender objectos que são facilmente atirados fora, do que objectos que se propõem ser duráveis, e a indústria tem feito muito pouco para ajudar na escolha do que deve ser deitado fora e do que não deve. É muito melhor vender artigos descartáveis, mas que têm um preço de venda como se fossem permanentes.

Para acabar com a relutância que o consumidor tinha de deitar as coisas fora, são utilizados materiais que envelhecem mal, criando assim as condições para que o consumidor ganhe o hábito de os deitar fora. Ao longo de quase toda a história da humanidade, os materiais, que eram orgânicos, envelheciam graciosamente. O mobiliário de madeira, as chaleiras de cobre, os aventais de couro, etc., riscam, rasgam, amolgam, descoloram suavemente e adquirem uma patine como parte do processo natural de envelhecimento. No seu fim último irão desintegrar-se nos seus componentes orgânicos. Hoje, somos subtilmente ensinados que envelhecer (sejam produtos ou indivíduos) é errado. Usamos e gostamos das coisas enquanto estas têm aspecto de novas, acabadas de comprar.

Alguns tipos de plástico com o sol deformam (embora ligeiramente), um tampo de mesa feito em imitação de nogueira derrete se pousarmos um cigarro. Somos ensinados a deitar fora o objecto com algum tipo de defeito. Este divórcio entre o mecanismo de trabalho (que por causa da ferramenta e custos de produção, mantém-se inalterado) e a pele do objecto, levou a uma especialização e a uma estética baseada unicamente na aparência exterior. Forma e função estão separados. Como diz Victor Papanek *“nem uma criatura nem um produto podem sobreviver muito tempo quando a sua «pele» e as suas «tripas» estão separadas”* (1970).

Um conceito de design durável interpreta o produto (ou a ferramenta, ou sistema de transporte, ou edifício, ou cidade) como uma ligação linear entre o homem e o ambiente.

Ao longo da história, o acto «maldito» de possuir tem sido visto com alarme e preocupação por líderes religiosos, filósofos e pensadores sociais. Mas o conceito do indivíduo ser possuído pelas coisas, e não o de possuir as coisas, é hoje uma realidade na sociedade.

As profundas implicações, no futuro da humanidade, que tem o facto de, metade de toda a energia consumida pelo homem nos últimos 2000 anos, ter sido consumida nos últimos 100, deveria obrigar a sociedade a questionar-se sobre o seu futuro. É por isso que, chegado aos dias de hoje, se torna necessária uma reflexão profunda, centrada num dos principais intervenientes no problema; o designer - este deve ser consciencioso da sua responsabilidade social e moral.

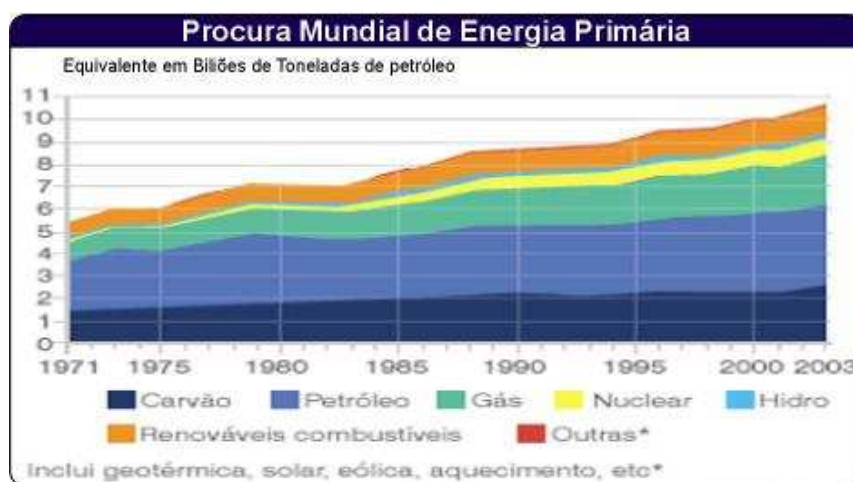


Figura 16 – Procura Mundial de Energia Primária. (fonte: ver anexo 1)

Quando se pensa no papel decisivo que o designer pode desempenhar em toda esta problemática não é possível esquecer que o design industrial especializado foi criado durante a depressão dos anos 30 para ajudar a indústria a reduzir custos e a melhorar a aparência dos seus produtos. Nesta altura, era ainda difícil de imaginar as consequências do consumo excessivo, e a euforia do momento consumista originou a produção e desenvolvimento de uma cultura e um mundo de objectos que são em muitos casos supérfluos e excedentários, criando um conceito de vida material, e que, como pretendido, ajudou a economia a desenvolver-se.

Projectar para as necessidades reais das pessoas mais do que para os seus quereres, ou necessidades artificiais, é a única direcção que faz sentido. Muitos dos produtos já atingiram o seu fim ao nível de desenvolvimento, os designers apenas se dedicam a conceber extras dispensáveis mais do que realmente a reanalisar os problemas básicos e encontrar novas necessidades e novas respostas.

O design é uma das ferramentas mais poderosas de que o homem dispõe para moldar os seus produtos, o seu ambiente e, por extensão, ele próprio. Com este poder o homem/designer deve analisar o passado, bem como, as previsíveis consequências futuras dos seus actos. O papel dos designers deve ser o de desempenhar o papel de facilitadores, que conseguem trazer as necessidades dos consumidores à atenção da indústria, das agências governamentais, etc. O designer torna-se numa ferramenta nas mãos das pessoas e da sociedade, mas não pode nunca deixar de questionar o seu papel.

Quando uma nova categoria de objectos é projectada, dois parâmetros deveriam entrar no processo de design; o primeiro é, se o preço do objecto reflecte o seu carácter efémero. O segundo parâmetro, relaciona-se com o que acontece com o artigo depois deste deixar de ter interesse para o seu utilizador.

O exemplo do actual mercado das impressoras é esclarecedor. No início as impressoras eram caras e barulhentas. Com a chegada das impressoras com tecnologia de jacto de tinta, o mercado doméstico alterou-se radicalmente e as novas características como a velocidade, qualidade, silêncio e facilidade de utilização seduziram totalmente o consumidor. Com a redução dos preços das impressoras, tivemos um aumento substancial do preço dos tinteiros. Rapidamente o custo dos tinteiros, indispensáveis para o funcionamento das impressoras, passou a ser superior ao próprio custo de uma impressora nova. Em alguns casos ficaria mais barato comprar uma nova impressora, que traz os tinteiros, do que comprar tinteiros para substituir os velhos na impressora que já possuímos. Este é o expoente máximo do sacrifício material em detrimento do lucro económico.

*O Design Industrial e a Cultura do Desperdício*

Raramente a saúde dos sistemas naturais, a consciência da sua delicadeza, complexidade e interdependência fizeram parte da agenda do design industrial. A infraestrutura industrial é linear; está focada em produzir um produto e colocá-lo no consumidor final de uma maneira rápida e barata sem ter mais nenhum factor em consideração.

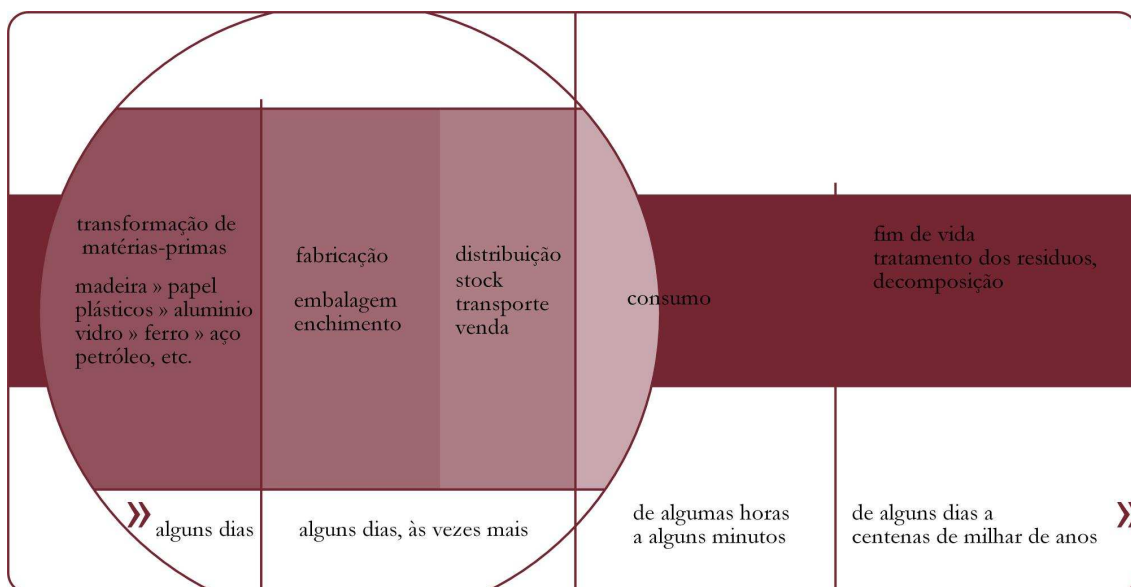


Figura 17 – Fases temporais do ciclo de vida de produto. (fonte: Kazazian, T., 2005. SP)

A revolução industrial trouxe um número significativo de alterações positivas para toda a sociedade. Com o aumento dos padrões de vida a esperança de vida aumentou significativamente. O aumento dos cuidados médicos e de educação também contribuíram para esta situação. A electricidade, telecomunicações e outros avanços elevaram o conforto a um outro nível.

Os avanços tecnológicos trouxeram às nações mais desenvolvidas enormes benefícios, incluindo um aumento da produtividade nas terras cultivadas. Mas, com o avanço da industrialização, o estilo de vida consumista persistiu e evoluiu, apesar dos avisos de alguns visionários da época, como Vance Packards, Victor Papanek ou Buckminster Fuller, entre outros.

Em tempos de escassez, um reconhecimento do valor dos produtos e materiais tem um aumento exponencial. As pessoas que cresceram durante a grande depressão, por exemplo, tinham o cuidado de reutilizar vasos, recipientes e folha de alumínio. Durante a 2ª Guerra Mundial, as pessoas poupavam peças de borracha, folha de alumínio, aço e outros materiais para conseguirem alimentar as necessidades da indústria de guerra. Também nas primeiras décadas da industrialização as pessoas reparavam ou vendiam os seus produtos antigos, como fornos, frigoríficos e telefones. Hoje esses produtos são atirados fora, abandonados! Quem nos dias de hoje repara uma simples torradeira? Passou a ser muito mais fácil comprar uma nova do que voltar a enviar o produto para o produtor, ou encontrar alguém que localmente arranje.

O pós-guerra inunda os mercados de materiais baratos e sintéticos e começa a ser mais barato para as indústrias fazerem uma nova jarra de vidro, alumínio ou plástico do que construir localmente estruturas para fazerem a colecta, o transporte e a limpeza de produtos para a reciclagem. A Indústria, ao não permitir a possibilidade de reparação em muitos dos seus produtos, ou ao promover a compra de um novo produto em detrimento do arranjo, contribuiu decisivamente para condicionar e moldar a mentalidade da sociedade consumidora. Actualmente, atirar fora os produtos passou a ser a norma.

Não existe nenhuma razão para que um carro depois de ser usado não tenha nenhum tipo de aproveitamento, mesmo sabendo que ele é composto numa grande percentagem de materiais técnicos muitos deles valiosos. Estes materiais perdem-se ou degradam-se mesmo quando são reciclados, porque os carros não são projectados logo de início para a eficaz e óptima reciclagem.

As empresas, hoje, produzem os seus produtos baseadas na obsolescência. Mesmo produtos com um potencial de consumo rápido como as embalagens, são projectadas não

para se destruir sob condições naturais mas para durarem bem mais do que o próprio produto, não tem lógica... Actualmente os critérios normais de design estão baseados num tripé: custo, estética e performance, falta talvez o mais importante: a sua «morte», um factor que será aprofundado mais à frente.

Em locais onde os recursos são difíceis de obter, as pessoas criativamente reutilizam produtos ou materiais para fazerem novos produtos. Usam tiras de borracha ou garrafas de água para fazer sandálias ou queimam materiais sintéticos como combustível, etc.



**Figura 18** – Sandálias feitas com garrafas de água reaproveitadas. (fonte: ver anexo 1)

Esta criatividade é natural e adaptativa e pode ser uma parte vital nos ciclos dos materiais. Mas, enquanto estes usos são ignorados pelos designers industriais e produtores, com um evidente desprezo pela vida dos produtos depois do seu uso, estas reutilizações dos materiais podem ser perigosas e, em alguns casos, letais pois, inocentemente, as pessoas ao reutilizarem algo que não foi pensado para esse efeito, ficam expostas a todas as implicações decorrentes da incorrecta utilização dos materiais que as compõem.

Hoje podemos encontrar numa lixeira desde mobília antiga, carpetes, televisões, roupa, sapatos, telefones, computadores, produtos complexos e embalagens de plástico, assim como materiais orgânicos como papel, madeira e restos de comida. Muitos destes produtos são compostos por materiais valiosos que necessitam de custos para serem extraídos. Os materiais biodegradáveis como a comida e o papel actualmente também têm valor – eles podem-se decompor e transformar-se em nutrientes biológicos para o solo.



**Figura 19** - Lixeira urbana. (fonte: ver anexo 1)

Infelizmente todos estes nutrientes são descarregados nas lixeiras onde o seu valor é desperdiçado. Estes são os últimos produtos de um sistema industrial que foi desenhado linearmente, numa só direcção, é o modelo *cradle<sup>22</sup>-to-grave<sup>23</sup>*. Os recursos são extraídos e transformados em produtos, vendidos e posteriormente eliminados de alguma maneira, normalmente numa lixeira ou numa incineradora.

Este processo não é estranho nem alheio à sociedade, porque é ela que é a consumidora e responsável por lidar com estes «detritos». Na realidade existe muito pouca coisa que realmente é consumida, só a comida e alguns líquidos, tudo o resto é concebido e existe para que o consumidor deite fora assim que deixar de precisar.

---

<sup>22</sup>Expressão Inglesa que significa berço.

<sup>23</sup>Expressão Inglesa que significa sepultura.

## Produto e Utilizador

Depois de uma breve contextualização histórica das relações entre objecto e Homem, e de todas as implicações e alterações sociais decorrentes desta relação, torna-se pertinente, nesta fase da dissertação, fazer uma pequena reflexão sobre a forma como o próprio produto, actualmente, se pode relacionar com o seu utilizador.

É indispensável compreender toda a complexidade relacional que envolve este binómio, produto/utilizador, para assim, relacionar design de produto e modelo natural. Conseguindo compreender as várias interacções possíveis entre produto e utilizador, é possível compreender os problemas e desafios que existem e como a natureza pode ajudar a minorar ou mesmo eliminar alguns dos pontos negativos dessa relação.

Não sendo um estudo demasiado minucioso, pois não é esse o âmbito principal deste trabalho, serve essencialmente para fornecer conceitos fundamentais para uma análise do trinómio produto/utilizador/natureza, na procura de estabelecer novas soluções inspiradas no modelo natural.

### *Psicologia e design de Produto*

Arthur C. Clarke<sup>24</sup> escritor e inventor, autor de obras de divulgação científica e de ficção científica como o conto “*The Sentinel*”, que deu origem ao filme “*2001: Odisseia no Espaço*”, disse “*qualquer tecnologia suficientemente avançada não é distinguível da magia*”.

A maioria dos utilizadores de tecnologia parecem ficar contentes com este nível de entendimento. Qualquer indivíduo numa sociedade moderna usa os seus objectos no seu ambiente natural, no contexto onde vive. Os objectos funcionam como que por magia, até ao momento em que alguma coisa corre mal e «avariam». Depois, de repente, a mente do seu usuário é despertada, a «cortina» é aberta e a realidade subjacente ao objecto é examinada. Se o utilizador conhece o suficiente para resolver o problema, ou se foi deixada a possibilidade para tal, ele resolverá. Caso contrário terá de delegar essa tarefa num «especialista» que, por sua vez, já terá «aprendido» com outros especialistas ainda mais competentes.

Isto indica que as pessoas e a sociedade são adaptáveis, encontraram mecanismos para enfrentarem e resolverem os problemas.

Um malefício evidente para o nosso futuro enquanto espécie, mas que é pouco claro para a maioria da população, deve-se ao facto de a sociedade ocidental, orientada para

---

<sup>24</sup>(16 de Dezembro de 1917 - 19 de Março de 2008). Escritor e Inventor Inglês. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Arthur\\_C.\\_Clarke](http://pt.wikipedia.org/wiki/Arthur_C._Clarke))

o consumo e para o lucro, ter-se tornado tão sobre-especializada que poucas pessoas experienciam alguns dos prazeres e benefícios da vida. Muitas nunca participaram nas mais modestas formas de actividade criativa que poderão ajudar a manter «vivas» as suas faculdades sensoriais e intelectuais.

O cérebro foi soberbamente concebido não para uma função específica, mas com uma capacidade de adaptação às mudanças. Se os utilizadores estão disponíveis para deixar estes problemas por resolver e se dedicam apenas ao uso, alheando-se completamente da vertente «intelectual» da utilização do produto. Não poderão os designers pensar em produtos impulsionadores da actividade intelectual, que estimulem essa capacidade inata do ser humano que é o engenho? Que não desresponsabilizem o utilizador durante a utilização, mas que pelo contrário os responsabilizem e estimulem a utilização da «inteligência» para o seu uso?

Os produtos que nos rodeiam no dia-a-dia podem ter um papel importante no estímulo destas capacidades, privilegiando o uso sem aborrecer o usuário com detalhes e complexidades. Este desafio pode em grande parte ser resolvido pelo designer.

Enquanto a capacidade global do conhecimento humano tem aumentado exponencialmente, as capacidades individuais na nossa sociedade não têm aumentado proporcionalmente.

O historiador e filósofo dos produtos do dia-a-dia Edward Tenner<sup>25</sup>, diz no seu livro *“Why things bite back”* (New York: Vintage, 1996) que *“a tecnologia requer mais, não menos, trabalho humano para funcionar”*. Este autor tem uma visão muito particular do actual mundo material. Ao observar o impacto que as invenções humanas tiveram no mundo, de uma maneira nunca imaginada, Edward Tenner mostra que os objectos têm a tendência para fazer o homem regredir e para mudar os seus comportamentos e necessidades. Encontramos um excelente exemplo na cadeira de descanso que foi desenhada originalmente para permitir um breve momento de descanso e relaxamento, mas acabou por se tornar num símbolo de obesidade. O capacete, inventado para propósitos militares, tornou possíveis novos desportos como a bicicleta de montanha ou o motociclismo. A máquina de escrever, pensada para facilitar os negócios, resultou em problemas de visão, o que por seu lado levou as pessoas a aderirem a mais uma nova invenção, os óculos de ver.

Apesar de um sem número de produtos destinados a facilitar o nosso dia-a-dia, estes raramente concretizam as suas promessas e a sociedade encontra-se desorientada e

---

<sup>25</sup>(1944 – U.S.A). Historiador de tecnologia e de cultura, professor convidado na Universidade de Pennsylvania, Universidade de Princeton a historian of technology and culture and a visiting scholar at the University of Pennsylvania, Princeton University, and the Smithsonian's Lemelson Center. (fonte: <http://www.librarything.com/author/tenneredward>)

desesperada de uma maneira como os nossos antepassados nunca estiveram (Tenner, 1996). De certa maneira a Humanidade é vítima do seu próprio sucesso.

O aparecimento da noção de colaboração produtiva, que mais tarde foi organizada em empresas, permitiu a invenção, produção e venda de um sem número de produtos que individualmente não seriam possíveis serem produzidos. Hoje a maioria das pessoas vive os progressos da vida vestindo roupas que não sabem como costurar, sapatos que não podem arranjar e comunicam através de telemóveis que usam tecnologias que poucos conseguem compreender. A humanidade vive, num estado «Zombie» na sua relação com toda a artificialidade que a rodeia. Depende deles, usufrui deles, mas não se quer questionar sobre a sua importância e o seu impacto real no valor nas nossas vidas.

#### *A mente Humana*

Uma vez que os consumidores são seres humanos, é importante para o designer entender a maneira como a mente humana trabalha. Para compreender o comportamento dos consumidores, os designers devem não só compreender o design, mas também a neurologia da aprendizagem e a sua relação com a psicologia da evolução.

Determinação, casualidade e a questão da livre vontade são as mais antigas questões ponderadas pela filosofia. Actualmente, a ciência tem dado um inequívoco valor ao cérebro como o centro de autodeterminação e de tomada de decisão, mas o ser humano persiste em descrever outros órgãos como a causa de certas emoções. O coração por exemplo, que ainda é referenciado pela «sabedoria» popular como o centro do sentimento do amor.

Usando uma frase do Cientista Cognitivo Americano Marvin Minsky<sup>26</sup> “*o cérebro humano é verdadeiramente uma sociedade da mente, de múltiplos componentes, ou agentes, cada cego por si próprio, que executa tarefas simples, mas juntos podem formar a inteligência*” (The Society of Mind, 1988). As nossas acções finais são a soma destas partes.

Segundo este autor a emoção é somente uma forma diferente de pensar, estas têm um valor de sobrevivência, ou seja, ajuda a comportarmo-nos mais eficientemente em algumas situações.

Como escreve o Professor António Damásio<sup>27</sup>, no seu livro “*O Erro de Descartes - Emoção, Razão e Cérebro Humano*” (Publicações Europa-America, 2000), “*mais do que ditar uma resposta individual para cada acção, a evolução força directamente a mente para tomar decisões através de*

---

<sup>26</sup>(9 de agosto de 1927). Cientista norte-americano. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Marvin\\_Minsky](http://pt.wikipedia.org/wiki/Marvin_Minsky))

<sup>27</sup> (25 de Fevereiro de 1944). Médico neurologista e neurocientista português que trabalha nos estudo do cérebro e das emoções humanas. Actualmente é professor De Neurociência na University of Southern California. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ant%C3%B3nio\\_Dam%C3%A1sio](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ant%C3%B3nio_Dam%C3%A1sio))

*um sistema bastante singular utilizando percursos de prazer e emoção para conduzir o comportamento humano. Muitas das determinações que a consciência humana toma, são em parte directamente influenciadas por mecanismos subconscientes”.*

Estas questões são importantes para o designer de produto, na projecção da interacção humana com o produto desenhado, assim como nas próprias analogias possíveis de estabelecer com a natureza.

Para ser possível compreender como o ser humano responde ao estímulo, algumas questões devem ser feitas; a acção é reflexiva? Com o mesmo tipo de inputs, a mesma pessoa irá dar os mesmos outputs repetidamente? As experiências de uma vida servem exclusivamente para formular o comportamento da personalidade e todas as suas facetas. Estas questões são críticas em qualquer análise do comportamento humano e têm uma relevância directa no campo do design industrial.

Os designers criam conjuntos de condições para solicitarem acção e reacção. Embora as respostas precisas possam ser condicionadas, através da repetição de estímulos, alcançam mais do que um impacto filosófico para qualquer designer que tente criar objectos para o ser humano. Em quase tudo, na nossa sociedade actual, é a aparência que conta, a forma mais do que o conteúdo.

No seu livro *“Design for the Real World”* (Paladin, 1970), Victor Papanek fornece-nos um exemplo explícito da irracionalidade do design, baseado unicamente no lucro económico e na aparência. O exemplo é o processo de embrulho de uma simples esferográfica que será uma prenda.

Em primeiro lugar existe o saco que a loja oferece. No seu interior está o embrulho, normalmente feito de papel com uma tira de imitação de veludo a fazer um laço. As uniões do embrulho estão presas com fita-cola. Depois de remover esta primeira «pele» exterior, encontra-se uma nova caixa de cartão. A sua única função é a de proteger o artigo. O exterior desse artigo está revestido com uma imitação barata de couro que parece quase mármore italiano. A sua forma reúne os piores excessos das épocas da ornamentação gratuita. Depois de se retirar tudo o que não é essencial para a esferográfica desempenhar o seu papel, a «casca» da recarga, a embalagem e o embrulho, e que representa aproximadamente 90% do custo total do artigo, ficamos apenas com uma pequena recarga de tinta.

Conclusão; 90% do material é completamente insignificante para o fim principal do produto, serve apenas para criar uma falsa sobrevalorização do produto, conseguindo um acréscimo em termos de preço final de venda.

Este exemplo pode ser aplicado em quase todas as áreas de bens de consumo: perfumes, bebidas, jogos, brinquedos, etc. Os designers desenvolvem estes elementos triviais de uma forma profissional, e enganosamente orgulham-se. A indústria utiliza estas «embalagens criativas» para vender bens de fraca qualidade e baixo custo, a preços inflacionados.

Designers e Indústria «jogam» com as interacções psicológicas possíveis de estabelecer com os consumidores.

#### *Estado de fluxo*

Enquanto o conceito ocidental de sucesso está focado em moldar o mundo externo aos seus desejos «internos», os filósofos orientais focam-se, frequentemente, mais em tordar a mente para conseguir a satisfação com qualquer elemento externo.

Mihaly Csikszentmihalyi<sup>28</sup> autor do livro “*Fluir*” (Relógio de Água, 2002) fala sobre a mente humana como o «tropeço» mais significativa para alcançar a felicidade. Este autor é conhecido pelo seu trabalho no estudo da felicidade, da criatividade, do bem-estar subjectivo e divertido, mas é ainda mais conhecido como o arquitecto do conceito de «fluxo» e dos seus anos de pesquisa, reflexão e escrita sobre o tema.

M. Csikszentmihalyi descreve «fluxo» como o estado alcançado quando a consciência e atenção estão totalmente dedicados a uma tarefa. O estado de «fluxo» ocorre apenas quando as aptidões estão equilibradas com os desafios. Quando os desafios excedem as aptidões, a actividade produz ansiedade. Quando um indivíduo enfrenta os desafios abaixo das suas aptidões, vai com certeza achar aborrecido.

No contexto de «fluxo», é colocado mais ênfase na actividade humana do que nos objectos. No entanto o objecto, através da sua capacidade de interacção física, emotiva ou conceptual com o utilizador, em determinadas situações, pode potenciar ou mesmo ser decisivo na tentativa de alcançar o estado de «fluxo».

Muitas das actividades capazes de produzir «fluxo» requerem produtos ou objectos para conseguirem cumprir tarefas. É neste aspecto que o design de produto e a psicologia colidem. O design de produto não produz o estado de «fluxo» mas pode obstruí-lo ou potenciá-lo. Este é um conceito que aos designers interessa conhecer e explorar, contextualizando os seus estudos na área de design de produto, conseguindo compreender o que provoca o desejo e quais as características que deve dotar o produto para que,

---

<sup>28</sup>(29 de Setembro de 1934). Professor de psicologia na Drucker School – E.U.A. (fonte: <http://www.cgu.edu/pages/1871.asp>)

quando necessário, estes consigam levar o utilizador ao estado de «fluxo» durante a sua interacção. Este resultado seria um produto honesto na sua relação com o utilizador, onde a sua experiência está relacionada com os sinais «pensados» pelos designers. Em vez de ver estas ferramentas como objectos que podem ser manipulados, estes tornam-se extensões da vontade humana.

Para usar um objecto (seja um carro de corrida, ou um instrumento musical, etc.) o utilizador tem de se entregar à sua ferramenta, de maneira a começar a perder a consciência da ferramenta e a focar a sua atenção no output desta. Na nossa relação com os objectos, encontramos demasiadas vezes produtos e interfaces que são mediocrementemente projectadas e que têm como consequência provocar-nos raiva e stress, ou pior, são incompreendidos e consequentemente abusivamente utilizados quando os utilizadores estão sob stress.

#### *Hierarquia da Usabilidade*

No seu artigo, “*Design for Stress*” (Design Management Review, 2005), Daniel Formosa<sup>29</sup> revela as origens destes problemas e analisa como, quando os profissionais dilatam os seus conhecimentos para além do design e emoção e incluem o stress como variável, os problemas são reduzidos, ao mesmo tempo que a segurança e a confiança no produto melhoram. No nosso dia-a-dia, na maior parte dos casos, isto é apenas um incómodo, mas em casos de emergência as nossas prioridades mudam, e estas situações podem ser de vida ou de morte.

Actualmente é inevitável percebermos que o foco do designer, enquanto projectista, deve ser cada vez menos, sobre o objecto físico e mais sobre o aspecto cognitivo resultante da interacção que este pode ter com a pessoa. Torna-se indiscutível a inclusão do conceito de stress nas variáveis de projecto, um aspecto característico da existência humana.

Produtos e interfaces podem ser manuseados por pessoas que já estão em situações de stress, e os próprios produtos podem causar ou contribuir para o stress, consequência de uma má concepção do produto, do interface ou do ambiente em que é utilizado.

Daniel Formosa recorda que o stress é agravado por uma dependência crescente dos equipamentos electrónicos em todas as áreas da vida humana (e.g. dispositivos de segurança e saúde, transporte, etc.) e refere ainda que existem uma série de mecanismos de

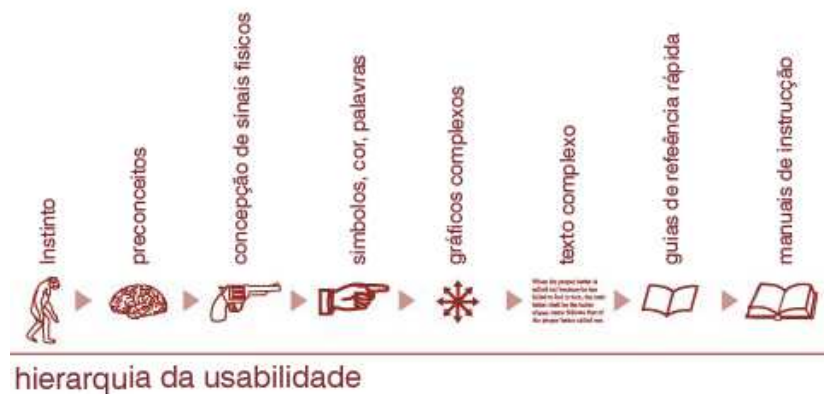
---

<sup>29</sup> Data de nascimento indisponível. Consultor em design de produto e investigador em design. Licenciado em Design Industrial, Mestre em Arte e Doutorado em Ergonomia e Biomecânica – Smart design. Actualmente o seu trabalho foca-se na responsabilidade social do design. (fonte: <http://www.danformosa.com/>)

análise que guiam sequencialmente o ser humano quando confrontado com um obstáculo ou um objecto.

Daniel Formosa concebeu uma «hierarquia de usabilidade» das influências mais fortes que afectam as pessoas mais frágeis nos seus pensamentos e acções quando estão a realizar várias tarefas. Hierarquizou as forças que têm impacto no design. No topo da hierarquia estão as forças que afectam o comportamento humano, que exercem influência no stress.

Para entender como o ser humano responde aos sinais pensados pelo design, é necessário analisar a hierarquia de como as escolhas são feitas;



**Figura 20** - Hierarquia de usabilidade, demonstra as várias fases de análise/interacção de um produto pelo seu utilizador (fonte: ver anexo 1)

Daniel Formosa criou a hierarquia da usabilidade como uma maneira de demonstrar estas influências. No topo da hierarquia, as pessoas reagem por instinto, onde as reacções ocorrem conscientemente. A este nível encontram-se respostas, fundamentalmente no mundo físico. Texturas e cheiros invocam respostas directas e imediatas que pouco têm a ver com a sociedade convencional. Pelo contrário, respostas instintivas são humanamente universais. A seguir ao instinto estão os preconceitos que são expectativas apreendidas baseadas em experiências anteriores dos utilizadores. Estas influências são difíceis de prever. Quando confrontado com um botão ou um dispositivo, as expectativas do utilizador são baseadas pelas experiências anteriores com dispositivos similares.

As características descritas atrás, estão de certa maneira fora do controlo dos designers, o instinto pode não existir em algumas tarefas e os preconceitos variam de pessoa para pessoa. O objectivo em design deve ser o de projectar produtos o mais auto-

evidentes possível, é através das formas físicas que conseguimos fornecer essa influência. As formas dos objectos transmitem o seu significado, Daniel Formosa acredita que os sinais «físicos» do design são a prova da força que a forma de um objecto tem na nossa sociedade. É preciso ter em atenção o significado cultural da forma do objecto.

Os símbolos e gráficos podem fornecer uma maior especificidade de significado do que os atributos físicos, uma vez que podem transmitir o significado metaforicamente. Em alguns casos o significado é culturalmente artificial ou arbitrário. Enquanto no mundo Ocidental a cor branca é associada com suavidade e tranquilidade, na China é conotada com a morte. Quando o significado é veiculado através destas ferramentas, o resultado final normalmente requer um entendimento das convenções sociais pré-existentes.

Outros elementos desta hierarquia são os gráficos complexos ou texto. Estes fornecem mais detalhe na informação do produto, mas requerem mais atenção do utilizador para interpretar o significado do sinal. Oferece também flexibilidade e permite ao designer passar uma mensagem que poderia ser difícil de transmitir sem texto. Infelizmente, exigem mais do utilizador. Os guias de referência não podem utilizar só os gráficos, que só por si não são suficientes para comunicar a mensagem que o designer deseja. Muitos produtos complexos, normalmente os electrónicos, requerem uma comunicação faseada, e passo a passo, que não consegue ser efectuada apenas através de gráficos. Em vez de apenas oferecer um manual detalhado que provavelmente será ignorado pelo utilizador, a empresa produtora pode incluir um guia rápido para aqueles que não querem uma compreensão detalhada do produto, mas apenas necessitam da informação básica.

Com a crescente complexidade de muitos dos produtos, o manual é a única maneira de fornecer instruções completas sobre o modo de uso dos produtos. Na sua grande maioria os utilizadores só consultam os manuais quando o produto falha, numa altura em que já estão demasiadamente sob stress e desconcentrados para prestar a devida atenção à informação apresentada no documento.

### ***Produto vs Utilizador***

Muitas das falhas na concepção do produto são fáceis de identificar e analisar, se estas provocarem frustração no utilizador. A frustração no utilizador é mais comum quando os produtos são usados por diversas populações ou em funções que terão custos altos no caso de defeitos.

A fonte de frustração do utilizador, e, conseqüentemente, os custos no utilizador, ocorrem muitas vezes quando o objecto não fornece feedback imediato e oportunidade para a repetição. Estas são as condições que tipicamente incentivam a aprendizagem humana. Estas desconexões muitas vezes ocorrem porque o feedback foi separado da acção e do tempo ou porque o produto não oferece quaisquer sinais que possam ser intuitivamente interpretados e o designer pressupõe erradamente que os utilizadores teriam conhecimento ou experiência com os seus protocolos. Se a análise mostra que o produto não fornece feedback até uma avançada fase do seu uso, o designer pode contribuir com uma maneira de fornecer um feedback mais cedo.

O designer deve diferenciar o produto de más compreensões culturais. Se as experiências de consumo na utilização de produtos nesta categoria foram variadas e casuais, causadas por uma falta de normas industriais ou de mercados variados, o designer não deve presumir que os clientes irão trazer conhecimento prévio sobre o que fazer aos seus novos produtos.

No acto de projecto, o que deveria ser imprescindível incluir, seria um mecanismo que permitisse ao utilizador fazer facilmente as coisas que ele, de qualquer maneira, já queria fazer, mas que o incentive a fazer melhor. As pessoas fazem as coisas que são boas para elas, mas devem chegar a essa conclusão por si próprias e despertar essa atitude.

A janela de oportunidade que seria, possibilitar ao utilizador experimentar, quando necessário, arranjar o seu produto, encontra-se na maior parte das vezes fechada, está apenas acessível aos técnicos, quando muitas das vezes facilmente poderia ser resolvida pelo próprio consumidor. O lucro baseado na dependência do fabricante ou a tentativa de condicionar uma nova aquisição imperam.

A função principal do designer é a de resolver problemas, isto significa que o designer tem de ser mais sensível na percepção dos problemas reais que existem.

Frequentemente um designer descobre a existência de um problema que ninguém tinha pensado antes, irá definir esse problema e depois tentar resolvê-lo. Isto pode ser entendido como uma definição do processo criativo. Sem dúvida o número de problemas que existem bem como a sua complexidade tiveram um aumento tão grande que se tornam imprescindíveis novas e melhores soluções.

Com o progresso do mundo, a quantidade de tecnologia e a própria complexidade dessa mesma tecnologia a que um ser humano está exposto está em constante crescimento. A proporção de conhecimento que cada indivíduo tem de apreender, cresceu

proporcionalmente ao atrás referido. Os designers têm a obrigação de suportar algum do peso da complexidade do mundo que eles ajudaram a criar.

Deixar os sinais intuitivos «transportarem» o significado e deixando as palavras e texto como modificadores serão de grande importância para aproveitar as tendências inerentes dos seres humanos mais do que tentar-nos forçar a modelos não naturais.

#### *Vulnerabilidades nos produtos*

No nosso mundo físico e tecnológico encontramos variados produtos que poderemos considerar como objectos fracos que, pela sua utilização, impõem alguns custos ao seu utilizador. Estes produtos são geralmente ignorados na sua verdadeira utilidade e embora em muitos casos, o produto e o seu utilizador dependam deles de uma maneira vital, são levados a agir como se estes não tivessem nenhuma importância. Os produtos que impõem custos são mais usuais do que se imagina e é, por isso, importante analisar o conceito que os define.

Virtualmente todo o equipamento de exercício pressupõe um custo físico no seu utilizador. Muitos dos mecanismos de defesa/alarme de casa impõem um custo no potencial invasor, bem como um custo menor no seu utilizador. Paradoxalmente estes produtos não são fracos, mas por vezes sacrificam-se a si próprios ou algumas das suas funcionalidades de maneira a fazer o utilizador trabalhar para obter algum benefício adicional.

O conceito de fusível, ilustra muito bem a noção de produto «fraco», em que, tal como na natureza, a vulnerabilidade actua como a derradeira força.

O fusível é uma peça delicada num sistema de alta voltagem. A vulnerabilidade de um fusível pode facilmente ser calibrada para as tolerâncias humanas, ou ligeiramente abaixo da tolerância do componente mais frágil do sistema. Consequentemente o fusível actua como um «suicida». Este foi desenhado para o sacrifício, para a perda.

A vantagem do seu uso é a de que o custo de um único componente é geralmente menor do que o custo de um componente electrónico de alto desempenho, assim o custo com um acidente em que o fusível «rebenta» é substancialmente mais baixo.

Os fusíveis são uma moderna analogia do histórico uso de pássaros nas minas, onde o elevado metabolismo de um canário garantia que iria sofrer os efeitos negativos dos vapores tóxicos ou da redução de oxigénio antes dos próprios mineiros. Assim a

vulnerabilidade do canário iria fornecer um sinal credível aos trabalhadores. O único sinal que o pássaro dava era a sua própria morte o que constituía um sinal bem credível.

O design vulnerável pode fazer uma de duas coisas; pode influenciar o comportamento humano, ou pode influenciar o comportamento de outros objectos ou sistemas. Para perceber as trocas envolvidas no design vulnerável, o objecto não pode ser analisado fora do contexto, mas sim no seu meio ambiente, no seu contexto de utilização. Se um objecto anuncia a possibilidade de utilização única, então quebra no caso de ser usado imprópriamente. É o caso do plástico bolha de embrulhar, que faz sentir a sua função com a própria existência. Para testar uma bolha temos de a rebentar e assim acabamos por estragar o seu fim último que é o de proteger.

Os objectos, cujo estado padrão é inoperante, requerem o sacrifício do utilizador, enquanto os objectos desenhados para o uso único e objectos que se degradam pelo seu uso, acabam por sacrificar-se a si próprios, sem interacção directa do utilizador. Ambos os tipos de objectos transmitem sinais valiosos, mas com um custo associado, que é a sua «morte».

Criando objectos que publicitam os seus custos inerentes de uma maneira «descarada», os designers podem evitar a necessidade de elementos adicionais de informação e transferir o poder de escolha para o utilizador final.

#### *Produtos Standard*

A contextualização social do produto e do seu utilizador e a sua interacção com o meio ambiente resultam muitas vezes em condicionantes de grande implicação no desejo do comprar ou de trocar um produto. Um dos factores que contribui para esta situação está directamente relacionado com o conceito de produtos standard e universal.

Quando a maioria ou uma parte dominante da população adopta um determinado conceito de standard, esse conceito é reforçado, ou seja, o comportamento das pessoas é influenciado pelas outras pessoas que o rodeiam, assim como pela sua própria mente.

Aqueles que operam usando o standard mais forte ganham uma vantagem, enquanto que aqueles que usam o standard menos «popular» começam a sofrer uma desvantagem comparativa. Este desequilíbrio cria pressão nas pessoas que continuam a usar o formato menos standard, para conseguirem vencer o mais forte ou para resistir a mudar para o formato «standard» mais forte. Esta situação compreende um cada vez maior número de utilizadores do formato standard mais forte, o que vai conduzir este formato,

inequivocamente ao standard da sua tipologia. Esta pressão pode ser potencialmente produtiva ou «contra-produtiva» dependendo onde está situada no ciclo de vida do produto.

Esta dinâmica é mais profunda quando o standard envolve múltiplos fabricantes e múltiplos dispositivos. Quando isto acontece, como foi o caso do BETAMAX e VHS, ou mais recentemente, do BLU-RAY e HD DVD, uma complicada dança acontece entre os fabricantes dos leitores de vídeo e os próprios editores de vídeo, o que, conseqüentemente, ditou a «derrota» de um dos formatos, passando o formato vencedor a ser o standard, conduzindo os consumidores que inocentemente tinham optado pelo formato perdedor, a ficarem com um produto que, embora não esteja tecnologicamente ultrapassado, se tornou socialmente obsoleto.

Existe também, uma outra categoria de objectos, que são capazes de criar o seu próprio contexto ou standard em virtude do seu sucesso. Estes casos conduzem muitas vezes a que a própria tipologia de produto, seja baptizada com o nome do produto vencedor. Encontramos variados exemplos desta situação nos produtos que utilizamos diariamente; todos sabemos o que é uma lâmina de barbear mas normalmente utilizamos o termo de Gillette, que é, na realidade, uma marca que liderou inequivocamente o mercado durante muito tempo, ou todos nos referimos aos contentores de plástico como Tupperware, que, à semelhança do exemplo da gillette, é uma marca.



Figura 21

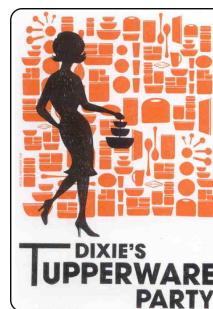


Figura 22

**Figura 21** – Gillette. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 22** – Anuncio da Tupperware. (fonte: ver anexo 1)

Se um objecto é muito funcional ou benéfico, este pode ser usado para criar novas linguagens de interacção no design, ou até para criar uma nova tipologia de produto.

*Crude Products*

conceito adaptado do livro *Cradle-to-Cradle* de William McDonough<sup>30</sup> e Michael Braungart<sup>31</sup>

A intenção final que está na base da estratégia das indústrias, é a de produzir produtos atractivos e acessíveis, que cumpram as regulamentações existentes, tenham uma boa performance e durem o suficiente para satisfazer as necessidades do mercado e as da própria indústria. Este género de produtos preenchem as expectativas e desejos das indústrias e as de alguns consumidores.

Na perspectiva de William McDonough e Michael Braungart, os produtos que não são projectados essencialmente para o bem estar ecológico e humano são produtos desprovidos de “inteligência” e bastante desleigantes – a que chamam de «Crude Products».

Os autores do livro “*Cradle-to-Cradle*” (McDonough, W. & Braungart, M., North Point Press, 2002), dão como exemplo a maior parte dos produtos de vestuário produzidos com poliéster, assim como as garrafas de água que todos conhecemos. Ambos contêm antimónio, um metal pesado tóxico conhecido por causar cancro sob determinadas circunstâncias.

Vamos esquecer por momentos o perigo que esta substância representa para o utilizador do produto que a contém. A questão como designers que pode ser colocada, e é colocada no livro, é: Porque é que está lá? É necessária esta substância? Actualmente já não é necessária; o antimónio é um catalizador utilizado no processo de polimerização e não é necessário para a produção de poliéster. (William McDonough e Michael Braungart, 2002)

O que acontece quando este produto é «reciclado» ou melhor downcycled<sup>32</sup> e misturado com outros materiais? E quando é queimado junto com outros produtos como combustível para cozinhar, uma prática bastante comum em países subdesenvolvidos ou em vias de desenvolvimento? A incineração faz do antimónio um produto possível de ser respirado, mas se o poliéster pode ser usado como combustível, então precisamos de desenvolver poliéster pensados para serem queimados. Esta atitude poderia fazer toda a diferença!

---

<sup>30</sup> (21 de Fevereiro, 1951). Arquitecto de Nacionalidade Americana e principal fundador do gabinete William McDonough + Partners, focado no design de edifícios sustentáveis e na transformação sustentável dos processos de produção industrial. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/William\\_McDonough](http://en.wikipedia.org/wiki/William_McDonough))

<sup>31</sup> Data de nascimento indisponível. Químico Alemão, defende que o ser humano pode ter uma pegada ecológica positiva, redesenhando os sistemas que suportam a nossa vida. Fundador da (EPEA, International Umweltforschung GmbH in Hamburg, Germany), e co-fundador do MBDC (McDonough Braungart Design Chemistry in Charlottesville, Virginia, E.U.A). Actualmente é Professor de Engenharia de Processos na Universidade de Ciências Aplicadas em Suderburg, Alemanha.(fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Michael\\_Braungart](http://en.wikipedia.org/wiki/Michael_Braungart))

<sup>32</sup> Reciclagem de um material, onde o resultado final é um material com menor qualidade do que o material de origem. (fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Downcycling>)

Os «crude products» como a camisola com poliéster e a garrafa de água são ainda produtos pertencentes a uma sub-categoria que William McDonough e Michael Braungart, chamam de «product plus»; os consumidores adquirem o produto que querem, mais aditivos que conscientemente não queriam e não sabiam que estavam incluídos no produto e que podem ser perigosos. O mais escandaloso é que muitos destes «ingredientes» extra podem não ser necessários para o produto.

William McDonough e Michael Braungart estudam desde 1987, vários produtos postos no mercado pelas grandes multinacionais que dominam a nossa economia. São produtos «normais», usados no dia-a-dia, como um rato de computador, uma máquina de barbear, um secador ou um leitor de CD portátil. Os autores descobriram que durante o seu uso, todos eles libertam gases cancerígenos, substâncias conhecidas como fazendo parte do grupo das causadoras de cancro e mal formações congénitas. Uma batedeira eléctrica emite gases químicos que se misturam nas moléculas da massa de manteiga e que acabam no bolo que comemos. Portanto, é melhor ter cuidado, podemos estar a comer os nossos aparelhos. Engraçado? Se não corrêssemos perigo até poderia ser...

A razão para isto acontecer é que, na maior parte das vezes, os produtos de alta tecnologia são compostos por materiais de baixa qualidade, plástico barato e tintas, na sua maioria adquiridas aos fornecedores mais baratos e que podem estar do outro lado do mundo. Isto quer dizer que, mesmo substâncias proibidas nos países mais desenvolvidos, podem ser encontradas através de produtos ou partes de produtos que foram produzidas noutros locais.

O problema intensifica-se quando diversas partes produzidas em vários locais do mundo são assembladas num único produto, o que é muitas vezes o caso dos produtos de alta tecnologia. Um produto assemblado na Europa, pode conter borracha da Malásia, químicos da Coreia, motor da China, adesivos da Tailândia e madeira do Brasil, etc.

Como é que estes Crude products afectam o seu utilizador? Eles produzem um ar/ambiente de baixa qualidade. Os crude products – aparelhos eléctricos, carpetes, adesivos, quadros, materiais de construção, etc., todos reunidos no mesmo espaço, seja em casa ou no trabalho, pode fazer com a qualidade do ar dentro do espaço onde estão, esteja mais contaminada do que o ar exterior.

Um estudo sobre os contaminadores dentro de casa, identificou concentrações de sete químicos tóxicos que são conhecidos por causar o cancro em animais e são suspeitos de o fazer em humanos (McDonough, W. e Braungart, M., 2002).

Até produtos identificados como seguros para as crianças podem ser Crude Products. Uma análise de umas braçadeiras de natação, feitas de PVC, mostra que estas libertam gases potencialmente perigosos, podendo ainda ser ingeridas outras substâncias perigosas através do contacto. Este cenário é alarmante quando se sabe que a pele de uma criança é dez vezes mais fina que a pele de um adulto e fica engelhada quando molhada (o momento propício para absorver toxinas). Mais uma vez quando são compradas umas braçadeiras de piscina, na realidade é adquirido inadvertidamente um Product plus.

A preocupação com esta questão não adquire outros contornos, pois as consequências não aparecem no momento imediato em que existe a interacção com estes produtos, são consequências «silenciosas». É necessário adquirir a consciência de que a interacção com materiais cancerígenos como a benzina e o PVC é imprudente.

O corpo de toda a gente está sujeito a «stress» (interacções benéficas e maléficas), de causas internas e externas. Este «stress» pode dar origem a células de cancro que são produzidas naturalmente pelo nosso corpo exposto a metais pesados e outras substâncias maléficas, segundo alguns estudos, doze células por dia. O sistema imunitário tem a capacidade de lidar com uma determinada quantidade de «stress», imaginemos que tem a capacidade de destruir diariamente as doze células faladas atrás. Mas, quanto mais expostos a contactos com esta substâncias mais probabilidades temos de produzir mais células cancerígenas, o que obrigará a um esforço maior do sistema imunitário para as destruir e, algumas vezes, não consegue! Existem ainda agentes químicos que enfraquecem o sistema imunitário. Então porque é que não são eliminados estes factores externos negativos? Especialmente se já percebemos que não são necessários? Porque não fortalecemos o sistema imunitário em vez de o desafiar? Foi referido o exemplo do cancro, mas estes agentes podem ter ainda outras consequências mais graves que estão ainda por descobrir.

A próxima «Revolução Industrial» não vai ser regressar a um certo ideal pré-industrial de que, por exemplo, todos os têxteis serão produzidos com fibras naturais. Um tempo chegará em que todas as fábricas serão biodegradáveis e os componentes desnecessários poderão ser depositados na natureza para se decomporem ou até serem queimados em segurança como combustível.

Mas, os materiais naturais para irem de encontro às necessidades da população não devem e não podem existir. Se milhões de pessoas quiserem calças de fibra natural tingidas naturalmente, a humanidade terá de dedicar milhões de hectares de terreno para cultivar algodão só para satisfazer a procura; hectares que são necessários para o cultivo de

alimentos. Ou seja, mesmo os materiais naturais não são necessariamente benéficos para a humanidade e para o meio ambiente.

### ***Estética e moda.***

Durante milhares de anos, filósofos, artistas, e designers discutiram sobre a «necessidade da beleza», ou os valores estéticos, nas coisas que usamos e vivemos.

Sabemos que a estética é uma das mais importantes ferramentas que faz parte do reportório do design, uma ferramenta que ajuda na «moldagem» da forma e cor do que nos rodeia.

Não existe uma «bitola» clara para a análise da estética, é simplesmente considerada uma expressão pessoal, cheia de mistério, mas cercada de disparates. Perguntamo-nos muitas vezes o que é a beleza? A avaliação pouco tem de subjectiva: a fórmula da beleza, destrinchada desde a Antiguidade, é quase matemática, e o seu principal fundamento está na harmonia dos traços – mais precisamente, na sua simetria. Apresentar medidas quase idênticas dos dois lados do corpo e da face é irresistivelmente desejável porque, do ponto de vista da biologia evolutiva, a simetria é um sinal de saúde.

A ciência já comprovou que animais simétricos apresentam um crescimento maior que a média, são mais férteis e sobrevivem por mais tempo. A beleza está associada à saúde e à capacidade de reprodução. Num estudo realizado pela Universidade de Valência, em Espanha, 66 mulheres seleccionaram fotos de homens que consideraram bonitos. Colhido o sémen dos eleitos, os investigadores descobriram que os seus espermatozóides eram mais rápidos que os dos outros. Sinal de que também a natureza prefere os belos.

Enquanto estes traços da superfície humana variam com o tempo, a aplicação do paradigma da saúde aos «traços» permanentes como a estrutura óssea e características faciais é profunda. Todos os mamíferos são biologicamente pensados para serem bilateralmente simétricos. Qualquer variação na simetria é um sinal de ruptura do processo de desenvolvimento. Um animal que cresça perfeitamente simétrico estará livre de doenças nos seus anos de desenvolvimento. Este é um sinal claro de saúde.

Num mundo de rastos por causa das necessidades humanas de objectos, a preocupação com o fazer as coisas bonitas poderia ser entendida como um crime contra a humanidade, mas o homem necessita de estruturas e dispositivos que estejam enriquecidas para além do seu simples conteúdo utilitário, esta necessidade faz parte da natureza humana. O prazer e equilíbrio da harmonia das proporções são necessidades psicológicas.

Não são só criaturas sofisticadas como o homem, mas também espécies mais básicas, que parecem necessitar deste enriquecimento estético.

A moda está directamente ligada com a aparência e a projecção da imagem individual, esta actua como um promotor da beleza física. Nancy Etcoff<sup>33</sup> escritora do livro *“A lei do mais belo – a ciência da beleza”* (Objectiva, 1999) descreve a importância da aparência biológica como um indicador de saúde «interna» ou de sucesso, sendo que a moda é uma extensão da aparência biológica. Tal como a cauda do pavão, referida mais a frente, a moda projecta também muitas outras características e traços de cada um. Se a moda pode ser vista como uma aproximação para a «habilidade» reprodutiva, então é um jogo de alto-risco e de facto uma questão de vida ou de morte, ao nível genético. O próprio termo moda/fashion está conotado com qualquer coisa que é pensado/desenhado para um curto período de vida, uma curta longevidade. Parte da sua natureza aparece e desaparece, é cíclica.

O conflito entre a importância da moda e a sua aparente inutilidade é muito bem analisada pelo sociologista Thorsten Veblen<sup>34</sup> no seu ensaio *“The Theory of the Leisure Class”* (Dover, 1994). Neste estudo Thorsten Veblen explica as tendências na roupa, moda e design e diz que, *“é evidente que as roupas não podem ser consideradas elegantes, ou mesmo decentes, se estas demonstram «características» de trabalho manual por parte do utente, na forma de sujidade ou desgaste”*. Roupas e estilo são dos indicadores mais importantes de status no comportamento humano.

Na era de Thorsten Veblen, finais do século XIX, a produção em massa era incapaz de produzir muitos tipos de roupas, ou pelo menos roupa com detalhe. Itens como rendas, seda e camurça demonstravam a riqueza do utilizador através de múltiplos canais. Muita da roupa na altura era feita à mão, especialmente os enfeites como a renda, a própria natureza do vestuário e as suas dificuldades de «manufatura» demonstravam indirectamente a riqueza do utilizador. Enquanto que o utilizador não precisa necessariamente de possuir o tempo necessário para o trabalho de bordar à mão, algo muito difícil e minucioso, a posse de bordado funcionou como um claro indicador de que tinham riqueza suficiente para pagar a alguém para dedicar centenas de horas de costura num artigo de vestuário.

---

<sup>33</sup>Data de nascimento indisponível. Psicóloga Americana e membro da Harvard Medical School e da Harvard University's Mind/Brain/Behavior Initiative. Dirige o Programa de estética e Bem-estar no Massachusetts General Hospital, Departamento de Psiquiatria. Ao longo da sua vida tem investigado sobre a percepção da beleza, emoção e o cérebro. (fonte: [http://www.edge.org/3rd\\_culture/bios/etcoff.html](http://www.edge.org/3rd_culture/bios/etcoff.html))

<sup>34</sup>(30 de julho de 1857 - 3 de agosto de 1929). Economista e sociólogo Americano. Formou-se em Filosofia pela Universidade Johns Hopkins e doutorou-se por Yale. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Thorstein\\_Veblen](http://pt.wikipedia.org/wiki/Thorstein_Veblen))

A camurça e as luvas brancas de seda são outro exemplo. Eram extraordinariamente caras e particularmente frágeis, o que só fazia com que fossem ainda mais desejáveis, algo que ainda acontece actualmente.

O objectivo primário das roupas como protecção, foi já há muito tempo «eclipsado» pelo seu significado social e o sinal que transmite. A partir da época de Thorsten Veblen (1857 – 1929), o vestuário funcional tem sido suficientemente barato para colocá-lo ao alcance de praticamente todos os consumidores, mas isto revelou-se insatisfatório para muitos consumidores que optam por comprar roupas mais caras do que necessitam.

Desta maneira, o vestuário é o sinal mais pessoal que uma pessoa pode manter em forma de produto, sem ser o seu carro. O valor destes sinais é proporcional à sua exposição aos outros como um indicador fiável de consciencialização da cultura, do património pessoal e, conseqüentemente do, status social.

As roupas são mais um sinal confiável, agindo como um status social para transmitir informações valiosas análogas à informação genética dos indivíduos baseada na aparência física.

## “Luxos” ou Atributos indispensáveis?

*A ornamentação na natureza como factor exterior de comunicação estética.*

Charles Darwin<sup>35</sup> na sua proposta inicial da teoria da evolução, considerou alguns traços dos animais como «lixo», ou em conflito directo com a perseguição da evolução. Estes traços são muitas vezes chamados de ornamentação, uma palavra repleta de significado no contexto do design. O reino animal, contudo, só se envolve no esforço do desperdício ou do supérfluo quando existem benefícios a longo termo.

Compreender as causas da existência de ornamentação na natureza, pode ser uma importante lição aplicada ao design de produto.

O exemplo de «luxo» mais citado no mundo animal é a cauda do pavão, um exemplo intuitivo de ornamentação animal.



**Figura 23-** Cauda do Pavão. (fonte: ver anexo 1)

A cauda do Pavão é uma sinfonia de simetria, demonstrado através da sua simetria de escala, no padrão das plumas e até nos «olhos» concêntricos de cada pluma. Como qualquer estudante de design sabe, elipses concêntricas ou círculos são as mais difíceis figuras de desenhar, e não é diferente na natureza.

A cauda do pavão é mais do que um ornamento. Uma vez que as fêmeas não conseguem ver o interior de cada possível companheiro, este desenvolveu ornamentação que possibilita toda a informação que a fêmea pode desejar. Um potencial «batoteiro», que canalizasse toda a sua energia para uma cauda esplendorosa, iria sofrer a longo prazo. Mais do que amplificar sinais de saúde, a cauda serve também como «handicap físico». As penas são um «fardo» significativo, ou um «handicap físico» real. Estas anunciam não só saúde

---

<sup>35</sup> (12 de Fevereiro de 1809 - 19 de Abril de 1882). Naturalista britânico que alcançou fama ao convencer a comunidade científica da ocorrência da evolução e propor uma teoria para explicar como ela se dá por meio da selecção natural e sexual. Esta teoria desenvolveu-se no que é agora considerado o paradigma central para explicação de diversos fenómenos na Biologia. Foi laureado com a medalha Wollaston concedida pela Sociedade Geológica de Londres, em 1859. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Darwin](http://pt.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin))

mas também capacidade física, pois só um robusto pavão consegue suportar um fardo de plumas tão grande.

O mesmo se passa nos humanos, embora menos claramente. Algumas características masculinas, como a massa muscular e mandíbulas quadradas são consideradas atraentes. Estes traços estão directamente relacionados com a hormona masculina «testosterona», e que é ela própria um «handicap».

Na sociedade humana a interacção entre sexos é normalmente vista como um dos domínios mais difíceis na comunicação. Nada surpreendente, parece que a cauda do pavão está envolvida nas propostas sexuais primárias da espécie. Esta categorização não é mera suposição, mas é demonstrada repetidamente no comportamento animal.

Nos animais, os ornamentos físicos aparentemente excessivos são predominantes nos machos, como refere a psicóloga Helena Cronin<sup>36</sup>, no seu livro *“The Peacock’s Tail: Altruism and sexual selection from Darwin to today”* (Cambridge, 1993). Os exemplos incluem a juba do leão, os chifres dos alces e a já referida cauda do Pavão.

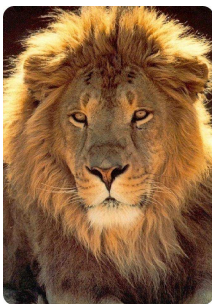


Figura 24



Figura 25

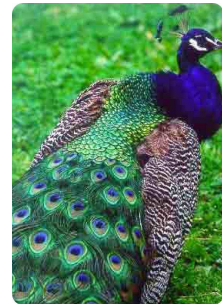


Figura 26

Figura 24 - Juba de leão (fonte: ver anexo 1)

Figura 25 - Chifres de alce (fonte: ver anexo 1)

Figura 26 - Cauda de pavão (fonte: ver anexo 1)

Porque é que o pavão produziu uma cauda tão ornamentada? Entre as primeiras teorias está a de Ronald Fisher<sup>37</sup>, um biólogo evolucionário de nacionalidade Inglesa. Ronald Fisher lança a hipótese de que estes traços dos machos podem ser simplesmente uma consequência aleatória de escolha das fêmeas, gerando assim um ciclo vicioso, onde a escolha inicial influencia a probabilidade de que a escolha a seguir seja a mesma e assim por diante.

<sup>36</sup> Data de nascimento indisponível. Psicóloga evolucionista. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Helena\\_Cronin](http://pt.wikipedia.org/wiki/Helena_Cronin))

<sup>37</sup> (17 de fevereiro de 1890—29 de julho de 1962). Estatístico, biólogo evolutivo e geneticista inglês. Foi descrito por Anders Hald como "um génio que criou praticamente sozinho as fundações para a moderna ciência estatística"<sup>[1]</sup> e Richard Dawkins, que o descreveu como "o maior dos sucessores de Darwin". (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ronald\\_Fisher](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ronald_Fisher))

Porque são os chifres, caudas e peles consistentemente ornamentais, muito mais do que pés, braços ou olhos? Um critério parece ser a irrelevância dos traços afectados pela função básica do animal, o que vai de encontro à teoria de Ronald Fisher onde ele considera que a resposta é tão arbitrária como a moda, engloba a sorte, reforçada com os ciclos virtuosos.

O génio de Amotz<sup>38</sup> e Avishag<sup>39</sup> Zahavi expresso no seu livro *“The handicap Principle: A missing piece of Darwin’s puzzle”* (Oxford UP, 1997), foi perceber que, aparentemente a ornamentação irrelevante pode ser a melhor maneira de perceber os «segredos» de um animal. E se um ornamento poder ser utilizado para se compreender a saúde de um animal? Deixaria de ser um ornamento? Talvez a selecção natural, afinal não seja assim tão arbitrária.

A síntese do *«handicap principle»* em que os sinais efectivos devem ser de confiança, e o resultado da evolução natural, em que os traços dos machos são a consequência da selecção das fêmeas e do ciclo virtuoso, oferecem-nos pistas importantes para a compreensão da ornamentação, com possíveis aplicações práticas no design de produto.

Quando pensamos em atracção física nos humanos os primeiros traços que nos vêm à mente são aqueles mais relacionados com a saúde geral. Olhos claros, com dentes brancos, cabelo lustroso e pele saudável são todos considerados atractivos. Todos estes traços são extremamente vulneráveis à má nutrição e à doença ao longo da vida de um ser humano. Estes traços são também os primeiros a sofrer o desgaste da idade. Não é uma coincidência que a atracção se fixe neste traços, *“a derme de cada um é um «espelho» da saúde de cada um”* (Etcoff, N. 2001).

Sinais vivos vindos do reino animal (como os da cauda do pavão), apenas são produzidos como sinais de comunicação honesta entre animais e, tal como foi referido atrás, os próprios humanos também usufruem deste género de sinais para estabelecerem relações. Este conceito de comunicação fiável entre exterior e interior é de bastante interesse aplicado ao design de produto. Conseguindo compreender os exemplos naturais poderá ser possível retirar importantes ensinamentos e «dotar» os produtos de características e sinais que consigam estabelecer uma boa relação com o seu utilizador, Este é um conceito fundamental na moda, e cada vez mais aplicado no design de produto.

---

<sup>38</sup> (1 de Janeiro de 1928). Biologista Evolucionário Israelita, Professor Emeritus no departamento de Zoologia da Universidade de Tel Aviv, e um dos fundadores da Sociedade Israelita para a Protecção da Natureza. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Amotz\\_Zahavi](http://en.wikipedia.org/wiki/Amotz_Zahavi))

<sup>39</sup> (Haifa - Israel, 1922), Professora Emerita no Volcani Center para pesquisa em Agricultura, Bet-Dagan, Israel. É conhecida pela sua estreita colaboração com o seu marido Amotz Zahavi. Desenvolveram em conjunto o Handicap principle. Para além de colaborar com Amotz Zahavi, o seus interesses de investigação prendem-se com os efeitos da luz no desenvolvimento de plantas. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Avishag\\_Zahavi](http://en.wikipedia.org/wiki/Avishag_Zahavi))



## A Natureza: Uma Lição Permanente

A observação da natureza, como método de aprendizagem e de exemplo, era uma tendência minoritária há quarenta anos atrás quando alguns «pensadores» como Buckminster Fuller<sup>40</sup> ou Victor Papanek<sup>41</sup>, reforçaram a ideia ancestral de antigos visionários, como Leonardo da Vinci, talvez o mais importante de entre todos, de que a natureza poderia ser um excelente exemplo de inspiração para a solução das necessidades humanas.

### *Leonardo da Vinci e a Divina Proporção*

A arte lírica e as ideias científicas, muitas «escondidas» em cadernos de anotações, revelam a sua crença na natureza como fonte de inspiração.

Observando as soluções encontradas pela natureza, podemos também aprender a lógica interna das formas. Encontramos esta atitude em Leonardo da Vinci<sup>42</sup> quando procurou, no voo dos pássaros, a solução para as máquinas de voar, ou quando estudou o movimento da água e a anatomia dos peixes, para inventar diversas máquinas hidráulicas, barcos e submarinos.

Já na sua altura, Leonardo da Vinci inspirava-se nos pássaros, morcegos ou insectos, estudando a sua anatomia e os seus movimentos durante o voo com o intuito de construir a sua «máquina de voar». Ele estava interessado em concretizar o sonho de voar e, por ser um exímio artista e conhecedor da natureza, sabia mais do que ninguém que nos bons projectos deve existir um diálogo íntimo entre a forma física do objecto e o meio-ambiente que o envolve, de maneira a que isso resulte num certo equilíbrio, evitando perdas de material, dispêndio de energia e de tempo, semelhante em tudo ao que existe na natureza.

Leonardo da Vinci trouxe ao universo científico uma perspectiva única ao abordá-lo com o seu olhar de artista. Ele foi, sob muitos aspectos, o verdadeiro pai da ciência moderna. Desenvolveu 100 anos antes de Galileu<sup>43</sup>, o método empírico que hoje nós conhecemos na ciência como método científico. Este método era uma ciência muito

---

<sup>40</sup> (12 de Julho de 1895 — 1 de Julho de 1983). Visionário, designer, arquitecto, inventor e escritor Americano. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Buckminster\\_Fuller](http://pt.wikipedia.org/wiki/Buckminster_Fuller))

<sup>41</sup> (1927 – 1998). Designer e educador que se tornou um forte advogado da responsabilidade social e ecologica do design de produtos, ferramentas e infra-estruturas da comunidade. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Victor\\_Papanek](http://en.wikipedia.org/wiki/Victor_Papanek))

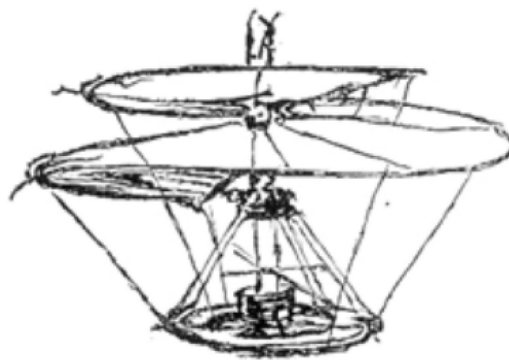
<sup>42</sup> (15 de abril de 1452 - 2 de maio de 1519). Uma das figuras mais importantes do Renascimento Italiano, que se destacou como cientista, matemático, engenheiro, inventor, anatomista, pintor, escultor, arquitecto, botânico, poeta e músico. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Leonardo\\_da\\_Vinci](http://pt.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci))

<sup>43</sup> (15 de fevereiro de 1564 — 8 de janeiro de 1642). Físico, matemático, astrónomo e filósofo italiano. Teve um papel preponderante na chamada revolução científica. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu\\_Galilei](http://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu_Galilei))

diferente da de Galileu, esta nova maneira de interpretar o mundo não era mecanicista, mas estava sim preocupada com as formas orgânicas, as formas vivas da natureza.

Leonardo Da Vinci também era o que se chamaria hoje de pensador sistêmico, o fenómeno que ele observava era por ele relacionado com outros. Para ele tudo estava relacionado com tudo (e.g. quando observou turbulência na água, relacionou esse fenómeno à turbulência do ar). Leonardo Da Vinci via relações onde os outros viam apenas diferenças.

Fascinado pelo voo dos pássaros, criou planos para máquinas voadoras, projectou um helicóptero e um planador.



**Figura 27** - Helicóptero desenho de Leonardo Da Vinci. (fonte: ver anexo 1)

Os seus famosos desenhos revelam conhecimentos com séculos de avanço. Nas suas famosas anotações científicas, há centenas de ilustrações de projectos nas mais diversas áreas, da hidráulica à cosmologia, da astronomia à geologia, passando pela paleontologia, geografia, mecânica, gastronomia, música e também por audaciosos projectos de engenharia, que provam a universalidade do seu saber.



**Figura 28** - Folha de desenhos de Leonardo Da Vinci. (fonte: ver anexo 1)

Através dos seus estudos percebeu que os objectos naturais oferecem um contributo essencial na resposta à questão estética: a natureza não persegue a beleza através da imitação. De uma certa forma, ela funciona a montante da avaliação estética humana, pois ela é a sua própria fonte. O julgamento da estética humana é, de facto, baseado no produto integrado desses processos que, na sua evolução, espelha a harmoniosa economia das funções vitais nos animais e vegetais. Esta harmonia e economia funcional tem sido o critério de beleza desde a estética clássica até ao presente.

Leonardo da Vinci era um grande observador da natureza e utilizou em muitas obras a divina proporção, que também pode ser chamada de; razão áurea, razão de ouro, proporção em extrema razão, divisão de extrema razão, ou seja, a mais agradável proporção entre duas medidas.

A divina proporção é a representação visual de um número chamado Phi (pronuncia-se Fi), de valor arredondado a três casas decimais de 1,618, que foi definido pela Sequência de Fibonacci<sup>44</sup>. Este número está envolvido na natureza do crescimento. Pode ser encontrado em inúmeros exemplos da natureza, como na proporção de crescimento do raio interior das conchas (e.g. o nautilus), em plantas (e.g. girassol), nas artes (e.g. homem vitruviano), nos seres humanos (e.g. tamanho das falanges, ossos dos dedos), e até na relação dos machos e fêmeas de qualquer colmeia do mundo, e em inúmeros outros exemplos que envolvem a ordem do crescimento.

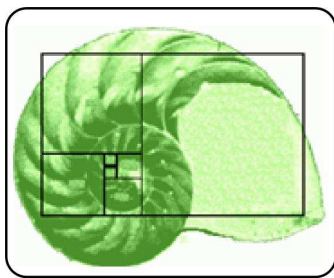


Fig. 29

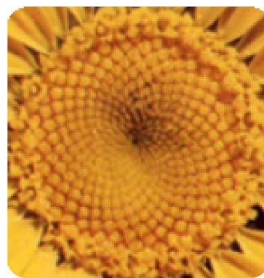


Fig. 30



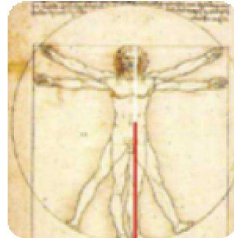
Fig. 31

<sup>44</sup> Na matemática, os **Números de Fibonacci** são uma sequência definida como recursiva pela fórmula abaixo:

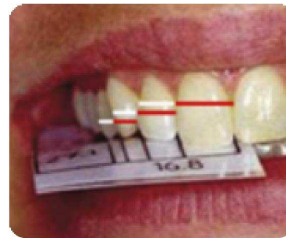
$$F(n) = \begin{cases} 0, & \text{se } n = 0; \\ 1, & \text{se } n = 1; \\ F(n-1) + F(n-2) & \text{outros casos.} \end{cases}$$

Na prática: começamos com os números 0 e 1, que seguidamente produz o próximo número de Fibonacci somando os dois anteriores para formar o próximo. Os primeiros Números de Fibonacci (sequência A000045 na OEIS) para  $n = 0, 1, \dots$  são 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181, 6765, 10946...

Esta sequência foi descrita primeiramente por Leonardo de Pisa, também conhecido como Fibonacci (Dc. 1200), para descrever o crescimento de uma população de coelhos. Os números descrevem o número de casais numa população de coelhos. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Número\\_de\\_Fibonacci](http://pt.wikipedia.org/wiki/Número_de_Fibonacci))



**Fig. 32**



**Fig. 33**

**Figura 29** - Concha do Caramujo Nautilus. A proporção em que cresce o raio do interior da concha desta espécie de caramujo. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 30** - Semente de girassol. A proporção em que aumenta o diâmetro das espirais de sementes de um girassol é a divina proporção. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 31** - A proporção no corpo de insectos. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 32** - O Homem Vitruviano, de Leonardo da Vinci. As ideias de proporção e simetria aplicadas à concepção da beleza humana. Leonardo combinou nesta imagem ambas as posições dos membros, deixando como elementos comuns a cabeça e o tronco, ficando a circunferência. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 33** - Proporção do rosto humano. (fonte: ver anexo 1)

Um retângulo só parece harmonioso se as suas proporções (relação entre comprimento de lado mais comprido e lado mais curto) cumprem esta proporção. Há indícios da proporção áurea em quase toda informação que os seres-humanos observam e processam; na natureza, no espaço, na física, na matemática, na arte, no design, etc.

É possível encontrar a aplicação deste conceito em inúmeros produtos «artificiais» do nosso dia-a-dia. Todos andamos com esta proporção no bolso: no bilhete de identidade, nos maços de cigarros, cartões de crédito e nos cartões-de-visita. Nas cidades é omnipresente; em muitos logotipos, nas fachadas dos edifícios, no formato de uma porta, até no traçado de algumas ruas e praças.

É interessante perceber que a natureza, o mecanismo mais complexo da vida na terra, possui uma base, uma proporção, que pode ser encontrada desde o formato de uma pequena concha até à razão do crescimento dos galhos de uma árvore.

Essa sequência aparece na natureza, no ADN, no comportamento da refração da luz, dos átomos, nas vibrações sonoras, no crescimento das plantas, nas espirais das galáxias, nos marfins de elefantes, nas ondas no oceano, furacões, etc.

Esta ordem proporcional de crescimento, várias vezes observada na natureza, aplicada ao design de produto, contribui para que os receptores se sintam mais à vontade em interpretar produtos onde esta proporção está presente.



Fig. 34



Fig. 35



Fig. 36

**Figura 34** - Ipod. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 35** - Maço de Cigarros. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 36** - Cartões de Crédito. (fonte: ver anexo 1)

A proporção altura/largura no Ipod, nos maços de cigarros e nos cartões de crédito é a divina proporção.

Actualmente não faz sentido pensar que se pode aprender algo de novo sobre as descobertas de Leonardo da Vinci, uma vez que estas já foram redescobertas em termos científicos mas, sem dúvida, podemos ser profundamente inspirados pela ciência que estuda a interacção dos fenómenos e respeitar a natureza como um valor ético. A sociedade e a evolução precisam desses valores e Leonardo da Vinci pode inspirar nesse campo.

### ***Linhas sinuosas e formas florais***

Não é possível avançar para um estudo mais aprofundado do modelo natural sem antes referir a Arte Nova, talvez o primeiro estilo conscientemente relacionado e inspirado na natureza.

Este estilo artístico, das últimas décadas do século XIX e primeiras décadas do século XX, interpretava a natureza como forma de inspiração, embora, na grande maioria dos casos, apenas de uma forma decorativa, desenhando motivos e padrões sem tentar compreender a verdadeira inspiração que a natureza podia dar ao nível dos conceitos e formas de funcionamento que são na realidade as grandes lições da natureza.

Com o aparecimento dos métodos fabris de produção em série, foi criada uma enorme variedade de bens mais facilmente disponíveis do que nunca. O mundo mudou, e no entanto não existia uma transformação correspondente nos estilos usados para dar forma à aparência dos produtos. No design dos objectos do dia-a-dia, bem como nos dos edifícios, continuava-se a privilegiar a inspiração nos velhos estilos; clássico, gótico, renascentista, barroco ou Luís XV.

As linhas sinuosas e o alongamento das formas florais, que facilmente identificam a Arte Nova, são inspiração directa da natureza e não de estilos anteriores. A Arte Nova foi o primeiro estilo a, aparentemente, não possuir as suas raízes profundamente enterradas na

história europeia. Parecia ser o verdadeiro primeiro novo estilo de século, apesar de apenas ter emergido nas últimas décadas. Com a sua total rejeição da história, a Arte Nova pode ser considerada como o primeiro verdadeiro estilo internacional moderno. Este facto ajuda a explicar o entusiasmo com que foi acompanhado e a sua rápida expansão.

Provavelmente, até aos nossos dias, não existiu outra Era em que a influência da natureza tenha tido uma importância tão fundamental como no período da Arte Nova.

Abandonando o ornamento recto a favor de um movimento curvilíneo mais natural, a Arte Nova utilizou, predominantemente, motivos do mundo das plantas como elementos estruturais, transformando o objecto numa encarnação da vida e do processo de crescimento inerente à sua estrutura.

Flores, caules e folhas eram objecto de inspiração para as formas curvilíneas. Os lírios, as íris e as orquídeas eram favorecidos, embora qualquer forma, das folhas das palmeiras às algas marinhas, oferecesse potencial para ser transformada num padrão. Os insectos e os pássaros coloridos e elegantes prestavam-se ao mesmo processo de estilização e refinamento – libelinhas, pavões, andorinhas – assim como criaturas como cobras ou galgos.

Estas possibilidades decorativas também se podiam desenvolver a partir das curvas do corpo feminino, em especial quando combinadas com longas, soltas e fluentes cabeleiras, que podiam ser compostas numa fantasia de caracóis e ondas.

O artista da Arte Nova perseguia uma via semelhante ao extrair formas da natureza, no intuito de comunicar a essência de uma flor, mais através das suas linhas suaves e corviçosa do que de uma descrição minuciosa. O «amor» pelo dinamismo explica a predilecção da Arte Nova pelos arabescos e linhas em serpentina. A solidez, o volume, a continuidade, qualquer ligação com o peso ou a estabilidade e a quietude opunham-se ao estilo Arte Nova.

As formas abstractas arredondadas do vaso Faville de Louis Comfort Tiffany<sup>45</sup> captam a essência da natureza.

---

<sup>45</sup> (18 de Fevereiro de 1848 – 17 de Janeiro de 1933). Artista e designer Americano que trabalhou nas artes decorativas, sendo conhecido pelo seu trabalho em vitral. É o artista Americano mais associado com a Arte Nova e os movimentos estéticos. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Louis\\_Comfort\\_Tiffany](http://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Comfort_Tiffany))



**Figura 37** - Vaso Favreille – ano de 1900. (fonte: ver anexo 1)

A razão que levou os «designers» da década de 1890 a procurar inspiração na natureza tinha muito a ver com anteriores pesquisas científicas no descobrimento do mundo natural, como o tratado de Charles Darwin sobre a origem das espécies, publicado em 1859, as ilustrações de botânica de Ernst Haeckel<sup>46</sup> e os estudos fotográficos de flores de Karl Blossfeldt<sup>47</sup> no final do século XIX.

O desenho das entradas do metro de Paris por Hector Guimard<sup>48</sup> em 1900 ainda hoje continua a caracterizar a paisagem da cidade. Estas estruturas em ferro fundido, foram inspiradas na natureza e não representando a natureza.

À medida que o estilo evoluiu, foi crescendo a procura de formas mais originais.

---

<sup>46</sup> (16 de Fevereiro de 1834 - 9 de Agosto de 1919). Naturalista alemão que ajudou a popularizar o trabalho de Charles Darwin e um dos grandes expoentes do cientismo positivista. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ernst\\_Haeckel](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ernst_Haeckel))

<sup>47</sup> (1865 – 1932). Fotógrafo, escultor e professor alemão. As suas fotos da natureza, em macro, tiveram grande influência sobre os ornamentos orgânicos do design e das artes. ( fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Karl\\_Blossfeldt](http://pt.wikipedia.org/wiki/Karl_Blossfeldt))

<sup>48</sup> (1867-1942). Arquitecto e desenhador industrial francês ,líder do movimento Art Nouveau. Guimard não é tão conhecido pelos seus edifícios quanto pelas linhas do metro de Paris (a maior produzida entre 1899 e 1900), onde usou o ferro fundido em adornos criativos com formatos de plantas. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Hector\\_Guimard](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hector_Guimard))



Figura 38

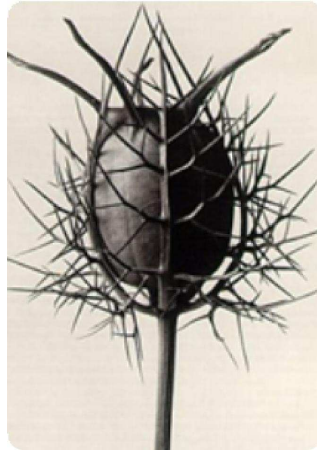


Figura 39



Figura 40

**Figura 38** - Ilustração científica do naturalista alemão Ernst Haeckel para o livro *Formas Artísticas da Natureza*. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 39** - Foto de *Nigella Damascena*. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 40** - Entrada do metrô de Paris. (fonte: ver anexo 1)

Cerca de 1905, a Arte Nova diluiu-se no design comercial, rapidamente substituído por uma estética julgada mais à altura do novo século. Contudo, a própria Arte Nova ficou a dever grande parte de popularidade à sua modernidade, tornando-se desde então universal.

Através da variedade de mobiliário da Arte Nova, é possível observar desde abordagens menos coerentes até às mais elegantes curvas simples, bem como enfeites com entalhes, bronze, dourados ou marfim. Existe um contraste semelhante entre projectos obviamente destinados ao conforto e utilidade e aqueles que quase sacrificam estas duas preocupações a favor do efeito visual.

A atenção ao pormenor e a manipulação dos materiais significavam, em regra, que o mobiliário da Arte Nova era inadequado a qualquer meio de produção que não fosse o do artesão individual. À semelhança do movimento *Arts & Crafts*<sup>49</sup> em Inglaterra, o designer da Arte Nova viu-se forçado a aceitar o facto de que o seu trabalho era, antes de mais, um luxo dispendioso para uma elite, apesar de quaisquer ideais utópicos de arte para todos, como os de William Morris<sup>50</sup>.

O mobiliário Arte Nova de fábrica perdeu, inevitavelmente, muita da sua vitalidade natural e era uma versão tosca do seu equivalente artesanal.

<sup>49</sup> Movimento estético surgido na Inglaterra, na segunda metade do século XIX. Defendia o artesanato criativo como alternativa à mecanização e à produção em massa e pregava o fim da distinção entre o artesão e o artista. Fez frente aos avanços da indústria e pretendia imprimir em móveis e objetos o traço do artesão-artista, que mais tarde seria conhecido como *designer*. Foi influenciado pelas ideias do romântico John Ruskin e liderado pelo socialista e medievalista William Morris. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Arts\\_&\\_crafts](http://pt.wikipedia.org/wiki/Arts_&_crafts))

<sup>50</sup> (24 de março de 1834 - 3 de outubro de 1896). Foi um dos principais fundadores do Movimento das Artes e Ofícios britânico. Ele era pintor - de papéis de parede, tecidos padronizados e livros - além de escritor de poesia e ficção e um dos fundadores do movimento socialista na Inglaterra. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/William\\_Morris](http://pt.wikipedia.org/wiki/William_Morris))



Figura 41

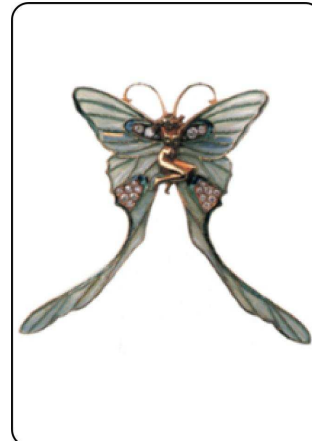


Figura 42

**Figura 41** - Projecto de Emil Gallé<sup>51</sup>. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 42** - Projecto de René Lalique<sup>52</sup>. (fonte: ver anexo 1)

A Arte Nova ficou contudo, ligada à decadência do final de século, devido ao facto de se basear em motivos ornamentais. Como resultado, viria a ser estilisticamente ultrapassada pela estética mecanizada do princípio do século XX e pelas formas geométricas simples, menos naturais e mais adaptadas à produção industrial.

### ***O nosso mundo «(Im)perfeito» e o Design***

O ser humano desde sempre aprendeu com a natureza. Algumas vezes, por se manter em contacto com ela, apreendeu os seus ritmos, equilíbrios e energias. Noutras alturas, infelizmente com bastante frequência, ignorando-os, indo contra os seus desejos e violando-os indiscriminadamente.

Eles descobriram o impressionante poder de sobrevivência e de defesa do mundo natural que, quando sente a necessidade de restabelecer o equilíbrio, lança a sua ira e o seu impressionante poder destrutivo contra as frágeis ambições humanas.

A natureza, boa ou má, conforme o ponto de vista, foi desde sempre uma permanente lição para a humanidade. O tema da natureza não pode ser tratado como se o Homem não fosse culturalmente e socialmente parte integrante da natureza. O Homem é

---

<sup>51</sup> (4 de Maio de 1846 - 23 de Setembro de 1904). Vitralista e ebanista (a partir de 1880) francês, foi um dos expoentes da Art Nouveau. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%89mile\\_Gall%C3%A9](http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%89mile_Gall%C3%A9))

<sup>52</sup> (6 de Abril de 1860 - 5 de Maio de 1945). Mestre vidreiro e joalheiro francês. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9\\_Lalique](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Lalique))

uma parte integral da natureza, ele nasce a partir de uma história de co-evolução envolvendo todas as espécies vivas, os grandes ciclos biológicos e o planeta.

O propósito da ciência não é, ou não deveria ser, o de dominar a natureza mas o de viver em perfeita harmonia com esta. A nossa consciência «ecológica» deve estar directamente relacionada com este pensamento. Isto significa solidariedade geracional. A civilização actual não se pode, em consciência, intitular de tal se não prestar atenção aos problemas daqueles que virão no futuro.

Este mundo é consequência, não só de milhares de anos de «design», mas também de biliões de anos de evolução. Esta noção só não é perceptível de uma forma clara, porque a maioria das pessoas no mundo desenvolvido está habituada a interagir principalmente com produtos desenhados por outros seres humanos, mais do que com aqueles «produtos» que já existem no mundo natural mas que não consciencializamos por falta de observação atenta.

A história do design em todas as suas expressões – tecnológica, tipológica, morfológica e poética, tem de diversas formas e com diversos resultados medido a sua força contra este inevitável modelo de referência, que é a natureza (Bosoni, G. e Picchi, F., 1999). Como referem Giampero Bosoni<sup>53</sup> e Francesca Picchi<sup>54</sup>, no seu artigo “*La nature, leçon permanente*” (Domus 818, página 54) “*as lições da natureza não podem ser interpretadas apenas como uma evolução mecânica, ou seja segundo um princípio apenas técnico, não podem ser apreendidas apenas de um ponto de vista matemático-geométrico, de acordo com uma concepção abstracta e puramente sintética do sistema de regras, não podem, também, ser devidamente entendidas, por imitar as suas formas, emulando a forma do crescimento orgânico recorrendo às linhas curvas e fluidas*”.

Ao longo da nossa história enquanto sociedade pensante, encontramos no trabalho dos grandes mestres indicações de aplicações dos princípios da vida onde a essência da natureza está totalmente reflectida. “*Se existe um design na natureza, este deve ser admirado na sua consistência, feita não apenas de formas puras e de certeza com as suas regras imutáveis, mas sim, através de contínuas adaptações das formas e constantes ajustes nas regras que as condicionam*” (Bosoni, G. e Picchi, F. *La nature, leçon permanente*. Domus 818. pag. 54).

Bruno Munari<sup>55</sup>, falecido em 1998, foi um dos grandes artistas-pensadores que compreenderam esta densa e sensível relação com a natureza. Este artista e designer

---

<sup>53</sup> Data de nascimento indisponível. Professor de Arquitectura de Interiores e de História de Design no Politecnico de Milão. Colabora com varias publicações dedicadas ao design e à arquitectura e é Curador de várias exposições em todo o mundo. (fonte: <http://www.rizzoliusa.com/catalog/display.pperl?isbn=9788861306448>)

<sup>54</sup> Data de nascimento indisponível. Escritora de design, curadora e editora na revista Domus. (fonte: <http://www.phaidon.com/Default.aspx/Web/kgid-konstantin-gric-industrial-design-9780714844312>)

<sup>55</sup> (24 de Outubro de 1907 – 30 de Setembro de 1998). Designer e artista Italiano que deu um importante contributo em muitas áreas das Artes Visuais (pintura, escultura, cinema, design industrial, design gráfico) e em outras áreas como a literatura, poesia e didáctica. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Bruno\\_Munari](http://en.wikipedia.org/wiki/Bruno_Munari))

italiano, que deu contributos importantíssimos em áreas como a escultura, pintura, design, literatura ou poesia, resumiu este complexo conjunto de conceitos e valores para identificar o sentido da natureza, através de uma observação bastante poética e pertinente para o tema deste trabalho: *“uma árvore é simplesmente a lenta, muito lenta explosão de uma semente”*. Esta frase revela, de uma forma subliminar, que na natureza, assim como na produção da nossa «artificialidade», o resultado final é a consequência de todas as opções, estratégias, conceitos e evoluções delineados na fase inicial.

Giampero Bosoni e Francesca Picchi, identificam os três principais modelos adoptados pelo homem para assimilar a experiência expressada pela natureza, com uma inegável importância na reflexão sobre o futuro da nossa aprendizagem com a natureza (1999).

O primeiro modelo refere-se à relação entre forma e crescimento, e das tentativas feitas através do estudo desta relação primária, para reproduzir matematicamente e geometricamente as regras existentes no crescimento de um organismo.

O segundo modelo, talvez o mais frequente, que pode ser descrito através da sequência histórica; automação - robô - réplica, encontra os seus princípios na relação possível entre a «carne» e o metal, que é o mesmo que dizer presentemente, inteligência artificial, cibernética e os inquietantes horizontes da engenharia genética. Nestes campos as tentativas são feitas para reproduzir, ou até clonar, organismos complexos, em particular o próprio homem, sejam as suas partes/órgãos internos e externos.

Finalmente, no terceiro modelo está consagrado à relação entre energia e movimento, ambos numa perspectiva dinâmica e evolutiva, através do qual procuramos compreender o enorme potencial energético expresso pela natureza numa tentativa de o transformar em oportunidades funcionais para a vida e crescimento do homem numa relação saudável com o contexto.

As nossas mentes são uma consequência da evolução natural ao longo de biliões de anos, algo bem mais complexo do que se fosse apenas uma simples consequência da sociedade baseada na manufactura de produtos. Com o meio ambiente passa-se exactamente o contrário; mesmo sendo uma consequência de biliões de anos de evolução, o meio ambiente sofre graves danos com a actual sociedade altamente industrializada, danos estes, que serão muitos difíceis de recuperar se continuarmos a manter os padrões e as características actuais da nossa sociedade.

Ironicamente, se a espécie humana se extinguisse a natureza facilmente sobreviveria, ao contrário dos humanos, que sem a natureza não!

### ***O Mundo Sem Nós - Alan Weisman***

No seu recente livro “*O Mundo sem Nós*” (2007), uma investigação muito bem documentada, baseada na evolução de territórios actualmente virgens, como por exemplo as florestas que envolvem Chernobyl, na zona desmilitarizada que separa as duas Coreias ou na floresta Bialowieza, entre a Polónia e a Bielorrússia; o jornalista norte-americano Alan Weisman<sup>56</sup>, autor de vários ensaios científicos, cruza as opiniões dos especialistas de vários pontos do globo (biólogos, ecologistas, paleontólogos e engenheiros) com as observações dos autóctones e revela-nos um cenário futurista de como o planeta evoluiria e a natureza recuperaria dos maus tratos infligidos, se o homo sapiens simplesmente desaparecesse amanhã.

Um excelente exemplo é a zona desmilitarizada entre as duas Coreias, uma faixa montanhosa de 250 Km de comprimento por quatro de largura. Só os militares que patrulham esta zona ou norte coreanos em fuga para a vizinha Coreia do sul é que pisam este território, o que faz com que esteja praticamente virgem da influência humana desde o ano de 1953, tendo-se tornado num paraíso da vida selvagem. Ali convivem milhares de espécies animais em harmonia com o meio ambiente, algumas que até se julgavam extintas nesta zona do globo. Claro que, paradoxalmente, no dia em que as duas Coreias forem uma só todo este ecossistema estará ameaçado, provavelmente e mais uma vez, a espécie humana sobrepor-se-á a todas as outras, seremos provavelmente a única espécie viável que restará, afirma Alan Weisman; pelo contrário, num mundo sem homens, as espécies ganhariam liberdade para explorar outros territórios.

O mesmo aconteceria nos oceanos. Sem humanos haveria um repovoação de espécies ameaçadas e os oceanos deixariam de ser os esgotos do planeta. Seria como viajar até ao século XVII, uma época em que os marinheiros descreviam tartarugas, tubarões e baleias gigantes tão grandes e abundantes que os navios praticamente encalhavam neles.

Nem toda a fauna e flora sairiam beneficiadas com o fim da humanidade. Em apenas um ou dois anos os cultivos desenvolvidos pelo homem desapareceriam, os vegetais hoje comestíveis, como a cenoura, os brócolos, a couve-flor e o repolho, voltariam às suas irreconhecíveis formas originais.

Sem a protecção a que estão habituadas, vacas, touros, cabras, ovelhas e porcos seriam uma bela refeição para os carnívoros. Em dois séculos já muito poucos destes animais restariam. Os cavalos e possivelmente os burros teriam mais hipótese de

---

<sup>56</sup> (24 de Março de 1947). Autor, professor e jornalista Americano (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Alan\\_Weisman](http://en.wikipedia.org/wiki/Alan_Weisman))

sobrevivência. Apesar da sua domesticação conseguiriam com alguma facilidade uma adaptação à vida selvagem. Os gatos que são uma espécie que não foi totalmente domesticada, conseguiriam competir com outros pequenos carnívoros, já os cães teriam uma forte competição com lobos e coiotes.

Nesta lista de vítimas da ausência humana, há duas surpresas «curiosas»: as baratas e os ratos. Sem electricidade e sistemas de aquecimento as baratas não conseguiriam adaptar-se às temperaturas das metrópoles mais frias, como Nova Iorque, Londres ou Estocolmo, embora pudessem ter outro destino em cidades mais quentes e tropicais. Os ratos sem o lixo dos humanos morreriam de fome ou passariam a ser alimento de aves de rapina, lobos ou coiotes.

Aos poucos a natureza começaria a apagar os vestígios do homem. “*A desforra (...) perante a nossa presunçosa e mecanizada superioridade vem através da água*”, profetiza Weisman. Em 10 a 20 anos os telhados começariam a cair, devido às infiltrações da água, as paredes demorariam 50, 100 anos no máximo a desmoronar-se e nessa altura os esquilos, texugos, reptéis, aves e a vegetação natural começariam a colonizar estes espaços agora desabitados. As grandes cidades começariam assim a desaparecer.



**Figura 43** - Ilustração futurista da cidade «tomada» pela natureza. (fonte: Weisman, A. (2007). O mundo sem nós. Estrela Polar)

Alan Weisman refere como exemplo a ilha de Manhattan em Nova Iorque, rica em aquíferos subterrâneos. Nesta ilha diariamente é necessário bombear 50 milhões de litros de água dos túneis do metropolitano, isto nos dias em que não chove. Sem electricidade para fazer funcionar as bombas, bastaria meia hora para que o metro deixasse de poder circular. Em dois dias apenas, todo o sistema ficaria completamente inundado. Pouco tempo depois começariam a aparecer crateras nas ruas, sem ninguém para desentupir os esgotos, ruas e avenidas transformar-se-iam em rios. Das fendas no solo brotariam plantas,

musgo e em poucos anos árvores. Com o avolumar do material orgânico, muitas espécies expandir-se-iam facilmente. Depois da água, viria o fogo.

Em duas décadas as cidades de hoje poderiam ser conglomerados em chamas, até ficarem reduzidas a cinzas. Se um terremoto não o fizesse antes, muitas das pontes começariam a ruir ao fim de 200, 300 anos, embora as mais resistentes pudessem demorar quase um milénio. Seriam necessários alguns milhares de anos para que as últimas paredes viessem definitivamente abaixo. Por essa altura, o mundo seria muito idêntico àquele em que apareceu a raça humana, «selvagem e inexplorado», afirma Edward O. Wilson<sup>57</sup>, biólogo da Universidade de Harvard e um dos especialistas consultados por Alan Weisman.

Mesmo nessa altura, milhares de anos depois, ainda resistiriam vestígios da existência da nossa sociedade, sobretudo o plástico e o PVC – seriam necessários milhares ou centenas de milhares de anos até que aparecessem micróbios capazes de os digerir – e ainda o bronze, o vidro convencional e a fibra de vidro, um material «praticamente indestrutível».



Figura 44 - Lixeira de plásticos. (fonte: ver anexo 1)

Sem automóveis a circular e fábricas a funcionar deixariam de ser depositados metais pesados como o chumbo, o mercúrio e o cádmio, mas estes demorariam tempo a desaparecer. Com o tempo estes iriam sendo cada vez mais enterrados em camadas mais fundas do solo. Alguns produtos tóxicos, como os pesticidas, permaneceriam durante milénios até os micróbios evoluírem de forma a processá-los. Mesmo depois da

---

<sup>57</sup> (10 de junho, de 1929). Entomologista americano e biólogo conhecido por seu trabalho com ecologia, evolução e sociobiologia. Wilson é especialista em formigas, em particular o seu uso de feromônios para comunicação. É também famoso por iniciar o debate da sociobiologia, uma das maiores controvérsias científicas do final do século XX, quando ele sugeriu em seu livro *Sociobiology: The New Synthesis* (1975) que o comportamento animal (e por extensão, humano) pode ser estudado utilizando-se uma abordagem de trabalho evolutiva. Ele também é creditado por trazer o termo biodiversidade ao público. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Edward\\_O.\\_Wilson](http://pt.wikipedia.org/wiki/Edward_O._Wilson))

inactividade humana, seriam necessários 300 mil anos para a camada de ozono recuperar os níveis que tinha antes da era industrial.

O golpe final estaria por conta de uma glaciação que, como as outras três que atingiram Nova York, varreriam os resíduos da cidade. Quando o gelo recuasse, haveria uma concentração incomum de metais avermelhados, restos de fiação e tubagens. O futuro «dominador» das terras poderia explorar essas reservas, mas não teria ideia de como elas surgiram ali. É pena! se soubesse, provavelmente não repetiria a trajetória catastrófica daqueles antigos humanos.

Na nossa época actual só os oceanos continuam relativamente a salvo da capacidade de destruição humana, simplesmente porque o homem pré-histórico não era capaz de caçar grandes animais marinhos. Até à época de Colombo, por exemplo, pelo menos 12 espécies oceânicas eram maiores do que a maior nau de sua frota (Jeremy Jackson - paleoecologista marinho, do Smithsonian Tropical Research Institute, no Panamá).

Mesmo que o actual estrago nos oceanos seja significativo – visível na agonia dos recifes de coral e no quase colapso enfrentado pela indústria da pesca do bacalhau, a situação não é tão dramática quanto a de terra firme, "A grande maioria das espécies marinhas está profundamente esgotada, mas ainda existe. Se as pessoas realmente fossem embora, a maioria delas recuperariam." (Jeremy Jackson, 2002).



**Figura 45** - Ilustração futurista da cidade «tomada» pela natureza. (fonte: ver anexo 1)

No final do seu livro Alan Weisman conclui de uma forma desarmante com a seguinte frase: *“Sem nós a, a terra sobreviveria; sem ela, no entanto, nós não poderíamos sequer existir”*.

### ***Vulnerabilidade: Natureza e Design de Produto***

Sustentabilidade, baixo impacto, economia material, estas palavras apelam a filosofias de design que se adaptam ao meio ambiente numa relação próxima com os sistemas naturais.

Para uma melhor comunicação com a mente humana «natural», seria interessante os designers adoptarem nos produtos manufacturados, algumas das metáforas naturais desenvolvidas ao longo da vida do nosso planeta, como a distribuição de força e a vulnerabilidade.



**Figura 46**



**Figura 47**

**Figura 46** - Formigas em tarefa conjunta. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 47** - Colónia de células onde a distribuição de força é aplicada. (fonte: ver anexo 1)

Utilizando as metáforas naturais os designers deverão ser capazes de comunicar ao utilizador/consumidor as «funcionalidades» do produto de uma maneira directa e intuitiva.

É importante que os designers consigam compreender as características da mente humana e explorar a maneira como o cérebro processa a informação que absorve.

No mundo natural, os modos como este comunica são muito mais directos do que os significados que o designer normalmente utiliza para se expressar a si e aos produtos que desenha. Na natureza a simplicidade de processos impera.

Para a natureza não existem «autoridades» reguladoras ou de confiança. Em vez disso, cada animal tem de tomar as suas próprias decisões testando hipóteses e aprendendo com os «feedbacks» das suas experiências anteriores. Recentemente, neurologistas e biólogos fizeram descobertas fundamentais sobre como os animais fornecem sinais fiáveis entre eles. Descobriram que a comunicação animal depende em grande parte de demonstrações de vulnerabilidade.

Na natureza, a evolução e crescimento não se baseiam na força, mas sim em vulnerabilidades como a morte e fraqueza. Todos os aspectos do nosso ser decorrem da distribuição da vulnerabilidade. A competição é comum no mundo natural, é o que fornece

as bases essenciais para a evolução e crescimento. Na nossa sociedade cada vez mais baseada no design, poucos produtos são desenhados para articular os seus pontos de ruptura e as suas vulnerabilidades, tal como acontece no mundo natural.

Os dois biólogos Israelitas, Amotz e Avishag Zahavi (já referidos no capítulo «Luxo» ou Atributos indispensáveis?) chocaram os princípios da psicologia evolucionária com o seu livro *“The Handicap principle”* onde descrevem como os animais usam a vulnerabilidade como ferramenta para uma comunicação «honesta».

Este livro, explica várias características do comportamento animal, que não têm uma explicação lógica para o pensamento humano, mas que estão historicamente associadas ao desperdício ou excesso e que significam uma demonstração de saúde física e de força do seu emissor para com a sua comunidade ou predador.

O «*Handicap principle*», é uma ferramenta fundamental na capacidade de decisão dos animais. Este princípio sugere que os sinais confiáveis devem ser onerosos para quem envia o sinal, obrigando assim a que só alguns os possam enviar, ou seja, aqueles que têm realmente condições para o fazer, limitando ao máximo a possibilidade de fazer bluff. Por exemplo, no caso da selecção sexual, a teoria sugere que animais com maior aptidão biológica, sinalizam este status através de comportamentos que efectivamente demonstrem estas qualidades, estão a enviar sinais caracterizadores da sua condição, como foi referido no caso da cauda do pavão descrito anteriormente. A cauda surge como um factor de comunicação, quanto maior e mais esplendorosa for a cauda mais demonstração de força e «robustez» o pavão consegue demonstrar às fêmeas.

A ideia central na selecção sexual traça funções como o consumo distinto, sinalizando a habilidade de se dar ao luxo de desperdiçar um recurso, esbanjando-o. Os receptores sabem que os sinais indicam qualidade porque, sinalizadores de qualidade inferior não se podem dar ao luxo de produzir sinais tão extravagantes de desperdício de recursos. A própria natureza encarrega-se de «obrigar» a que exista uma sinalização dos mais fortes e fracos, uma distinção natural e na maior parte das situações inequívoca.

A demonstração de força do século XXI é, nas sociedades ditas desenvolvidas, a cultura material e o poder aquisitivo, que afinal tem princípios biológicos, mas que infelizmente foi desenvolvida a um ponto muito para além do necessário à capacidade de sobrevivência humana, com consequências imprevisíveis como começa actualmente a ser visível.

Este princípio leva-nos a relacionar a existência de produtos que são produzidos com um determinado material e segundo conceitos de durabilidade, mas que na realidade

têm já de fábrica uma altura estipulada para falhar, estimulando a economia da produção e aquisição. Foi desenvolvida uma capacidade de produção artificial que consegue enganar os receptores, que são os consumidores, o design aqui tem culpa, mas tem como atenuante o ser de certa maneira refém das condições impostas pela economia de mercado.

Estes produtos ao contrário do mundo natural, enganam o seu receptor, fornecem informações de qualidade e credibilidade que, na realidade, não passam de bluff, já estão programados para falharem muito antes do utilizador imaginar. O homem dotou-os de uma imagem enganadora, uma comunicação exterior que, ao contrário da existente da natureza, é desonesta. Mais uma vez as lições da natureza são ignoradas e o caminho seguido é contrário ao natural.

A vulnerabilidade pode e deve ser um factor primordial para a sustentabilidade, ela é importante não só para expressar a função do produto aos utilizadores, mas também para fornecer paradigmas indispensáveis na produção de objectos em que a função estará de acordo com o mundo natural. O design, ao criar novos produtos, poderia e deveria inspirar-se directamente em metáforas naturais e beneficiar do impacto de milhões de anos de evolução das espécies, «inovando» os desenvolvimentos do design nos últimos séculos, principalmente desde a era industrial.

No livro *“Cradle to Cradle”*, os autores discutem a importância das metáforas naturais no chamado design verde ou eco design, afirmam ainda que para promover paradigmas de design sustentável, os designers devem interpretar os produtos não como lixo ou desperdício, mas sim como «combustível» para mais produção. Reciclar, no entanto, não é o único mecanismo pelo qual a natureza se torna sustentável.

No livro os autores chamam a atenção para conceitos como o D.F.D<sup>58</sup>, que consiste na programação desde a fase inicial de projecto, de como o produto poderá ser todo separado e agrupado em «categorias» de igual grau de reciclagem para poder ser reciclado de uma forma mais eficaz do que a actual. Esta é uma abordagem válida, que tem de ser pensada em projecto, mas só é exequível já na fase final do ciclo de vida do produto. Actualmente os automóveis já começam a ser desenvolvidos segundo este conceito.

Paralelamente os autores referem também a importância e o contributo que a degradação natural e progressiva dos produtos pode ter antes da reciclagem. Esta é uma abordagem interessante e a reflectir no acto de projecto, cabe aos designers compreendê-la e valorizá-la.

---

<sup>58</sup> Design For Disassembly – expressão em Inglês que significa conceber e projectar produtos facilitando a sua posterior desmontagem, tendo como objetivo, tornar ágil e económico o desmembramento das partes componentes e a separação dos materiais, para uma posterior reciclagem das peças. (fonte: [http://www.pdp.org.br/ModeloLivroWeb/modelo/met\\_ferram/dfd/fmdfd.htm](http://www.pdp.org.br/ModeloLivroWeb/modelo/met_ferram/dfd/fmdfd.htm))

Para um objecto ou um animal fazerem a transição da «vida para comida», e de «comida para uma nova vida», ou seja o conceito de Cradle to Cradle<sup>59</sup>, necessitam primeiro de «morrer». Mais do que transitar da vida para a morte instantaneamente, a vida degrada-se lentamente até aos seus momentos finais. Os «velhos» sejam produtos, animais ou seres humanos em todos os seus movimentos e acções demonstram que estão a tornar-se mais fracos, mais delicados, e é aqui que pode residir a sua «força», na sua vulnerabilidade.

O D.F.D, presume, como base para o seu desenvolvimento, que os objectos retêm as suas capacidades totais até ao fim, até ao momento em que outro «organismo» investe energia e recursos no processo de desmontagem e reciclagem. Como tal, o D.F.D é uma metáfora incompleta, esquece-se completamente da vulnerabilidade que poderia constituir a degradação natural e progressiva dos produtos mas, mais grave, actua baseada num conceito ultrapassado e nada eficaz. As nossas criações tendem para ter uma vida útil muito mais curta do que a sua vida física. Como consequência os nossos aterros estão cheios de equipamentos electrónicos praticamente «íntactos». Estes produtos passaram a ser considerados lixo porque a sua função ficou obsoleta, enquanto a sua forma se mantém robusta e «íntacta».

O consumidor prefere não ver os seus «objectos de posse» degradarem-se lentamente com o uso. Pelo contrário, prefere possuir os objectos impecáveis, praticamente novos até estes deixarem de ser úteis. Esta atitude está completamente em contra-senso com o mundo natural e com a lógica, o que faz pensar quais são, afinal, os valores por que a sociedade se guia e quais são as suas necessidades reais.

Como consequência do uso inerente às suas funções, os produtos ao aproximarem-se do seu fim de vida transmitem mais informação sobre o seu «estado» de morte do que nós nos apercebemos, ou os deixamos mostrar. Não existe nenhuma razão, para se produzirem produtos temporários feitos de matéria inorgânica, imune à passagem dos tempos, que se mantém inalterável. Assim como nos seres vivos, a beleza da vida está nesta perenidade, nesta fragilidade que é ao mesmo tempo força, na «patine» que a vida confere e que leva ao desgaste até ao fim da vida útil.

---

<sup>59</sup> Cradle to Cradle Design (também pode ser abreviado para a expressão C2C) é uma abordagem de inspiração natural ao design de sistemas. Aproxima a Indústria aos processos naturais nos quais os materiais são interpretados como nutrientes. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Cradle\\_to\\_cradle](http://en.wikipedia.org/wiki/Cradle_to_cradle))



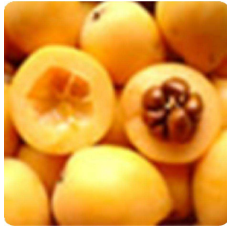
**Figura 48** - Degradação temporal de um saco feito do plástico biodegradável Biocycle. (fonte: ver anexo 1)

Introduzindo no nosso dia-a-dia produtos degradáveis ao longo do tempo podemos cuidar melhor do nosso planeta. As imagens mostram um exemplo deste princípio aplicado a sacos plásticos de compras, estes estão projectados para se degradarem com o uso e com o tempo. O caminho pode ser este, e só agora se começa a perceber que é necessário inverter a tendência que existe, de criar produtos duráveis a todo o custo, independentemente do fim para que se destina.

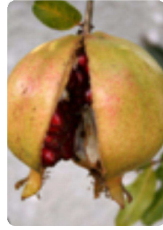
É intrínseco à natureza humana a diversidade. A nossa sociedade está formatada para a novidade, para a mudança (mudamos de carro, mudamos de relógio sem necessitarmos). Enquanto esta maneira de pensar descartável não evoluiu, é necessário adequar os produtos desenhados a estes novos desafios.

A última palavra sobre o tópico da vulnerabilidade é apresentada pelo designer «supremo», o mundo natural. Nada na natureza é construído para durar, embora a vulnerabilidade actue diversas vezes como um sinal, esta demonstra a sua força paradoxal com muito mais frequência do que as acções do homem ou os seus produtos.

As árvores não se «importam» de sacrificar as suas folhas com a mudança das estações. À medida que a estação se torna fria muita da folhagem no mundo natural invoca a vulnerabilidade para distribuir as suas sementes, os preciosos contentores da sua herança genética. Outros exemplos existem em que as sementes podem facilmente ser «empacotadas» em duras cascas como as nozes. Muitas plantas pelo contrário, fazem crescer as suas sementes envolvidas por suaves, e delicados «invólucros» de fruta que foram concebidos/desenhados para serem susceptíveis aos «malefícios» das bactérias, infestações e mais especificamente ao consumo pelos animais.



**Figura 49**



**Figura 50**



**Figura 51**



**Figura 52**

**Figura 49** - Interior do fruto Ameixa. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 50** - Romã aberta. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 51** – Noz. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 52** - Interior do maracujá. (fonte: ver anexo 1)

No mundo animal, frequentemente, a força do «design da natureza» é necessária assim como a sua componente vulnerabilidade. Na verdade, sob o seu luxuriante revestimento de frutas, as sementes foram concebidas de forma suficientemente robusta para sobreviverem a uma viagem dentro do aparelho digestivo de um animal e saírem incólumes.

Os frutos comestíveis podem ser vistos como um sinal transmissor da mensagem do consumo de forma tão eficaz que podemos pensar apenas no fruto como um mensageiro ou na sua doçura como o mecanismo para a sua mensagem.

Quando um elefante se torna velho, os últimos dentes ficam gastos, e o elefante tem de comer apenas comida muito macia. Elefantes muito velhos passam frequentemente os últimos anos exclusivamente em zonas pantanosas onde conseguem encontrar folhas de relva molhada e macia. Por fim, quando os últimos dentes caem, os elefantes não conseguem comer e morrem de fome. Se não fosse pelo desgaste dos dentes, o metabolismo dos elefantes permitir-lhes-ia viver muito mais tempo. A natureza decidiu assim condicionar conscientemente a vida dos elefantes, como faz com tudo o que nos rodeia. Ironicamente os dentes dos elefantes, que foram instrumentos essenciais para a sua sobrevivência, acabarão por se tornar na causa directa da sua morte.

Tal como no reino animal, a vulnerabilidade ou a fraqueza dos objectos anda positivamente a par dos seus pontos fortes. Adaptando o conceito de vulnerabilidade da natureza para o mundo artificial e, analisando os produtos que nos rodeiam, é possível concluir que todos têm vulnerabilidades associadas que podem ser incluídas nas quatro seguintes categorias, já referidas no subcapítulo “Vulnerabilidades nos produtos”; o design de uso único, design para o uso desproporcionado, o design em que a inoperabilidade é o estado padrão e, por último, o design da distribuição da vulnerabilidade.

Encontramos estas vulnerabilidades em quase todos os objectos do nosso dia a dia (Blinn, Robert<sup>60</sup>, 2006, pág. 150). Compreender estas quatro categorias ajuda os designers a dotar os seus projectos de um conceito específico conforme a categoria em que o seu produto se enquadre. Esta noção torna-se extremamente importante desde a fase inicial de criação projectual.

Os produtos desenhados para o uso único, sacrificam-se por completo quando são usados. Esta categoria impõe um grande custo no objecto, estes são normalmente «baratos» e a indústrias onde normalmente são utilizados (medicina e guerra), tende a ser crítica. Exemplos de produtos desta categoria são os blisters, embalagens, fusíveis e agulhas descartáveis.

Os produtos projectados para o uso desproporcionado são projectados para ambientes onde é certo que se irão degradar. Esta categoria inclui roupa descartável de laboratórios médicos, lâminas de navalha, escovas de dentes que desbotam de maneira a assinalar a necessidade da sua substituição.

Os objectos projectados para a falha estratégica são um subconjunto de desgaste desproporcional. Um fusível encaixa nesta categoria e na de design de uso único. É de uso único pois cumpre a sua função rebentando, mas é também projectada para falhar antes de outros componentes que estão ainda mais longe da fonte de alimentação.

Nos produtos em que a inoperabilidade é o estado padrão, como o próprio nome indica, o seu estado normal é a inoperabilidade. Estes produtos também são frequentemente utilizados em aplicações de alto risco, como a construção ou medicina, ou em usos notáveis como os sensores colocados no assento dos empilhadores que impedem que este funcione sem o condutor ao volante.

Uma quarta categoria está implícita nas criações multi-celulares do mundo natural. São exemplos pontes suspensas por vários cabos e rodas de bicicleta. Estes produtos distribuem o «stress» pelos vários componentes. Individualmente cada um dos cabos não conseguiria suportar a ponte, mas, em conjunto, conseguem constituir uma poderosa «âncora» para a ponte. Os colchões de molas são também um bom exemplo onde o peso do corpo humano é distribuído por uma série de molas.

---

<sup>60</sup>



**Figura 53** - Roda de bicicleta. Os vários raios distribuem o peso exercido sobre a roda. (fonte: ver anexo1)

Podemos considerar que a aplicação da vulnerabilidade muda profundamente baseada no desejo do utilizador. Dois produtos, aparentemente contraditórios, com propósitos similares, podem ser bons exemplos; um cofre e um porco mealheiro.

Ambos os produtos servem para proteger e guardar valores, contudo um é enorme, robusto e pesado, enquanto o outro é delicado e pequeno. Como podem dois mecanismos aparentemente dispares serem usados para fins similares? O porco mealheiro para se partir é extremamente fácil, no entanto isso implica danos irreparáveis. Desta maneira, o porquinho mealheiro actua como um objecto de uso único, um objecto sujeito ao uso desproporcionado. O cofre já é extremamente difícil quebrar e demonstrar o seu uso desproporcionado, este é pensado para proteger os bens dos outros, mas o mealheiro é projectado para proteger o seu conteúdo de toda a gente, incluindo do próprio dono.

No cofre a combinação actua como a chave, é um produto intensamente personalizado, que só funciona para o seu dono e para mais ninguém. Isola as posses do mundo exterior, apresentando barreiras à entrada de outros mas custos modestos para o seu dono, estes custos são assimétricos. Enquanto o custo imposto ao potencial ladrão é aparente, o cofre impõe um compromisso com o seu dono, que tem de memorizar o código e dedicar tempo a introduzir a combinação cada vez que necessita de aceder ao seu interior, embora o possa fazer sem nenhuma restrição.

O mealheiro já é uma história diferente, o seu único alarme é o barulho que faz quando é partido. O mealheiro é importante apenas para proteger o conteúdo do seu dono e dos seus pares. Só funciona com pessoas que se preocupem com o seu valor, este benefício advém da sua permanência e vulnerabilidade. Não são constrangimentos invioláveis, mas actuam como pequenos custos.

As lombas nas estradas por exemplo não obrigam um carro a parar, mas simplesmente impõem um custo (a vibração, trepidação) a qualquer carro que passe, obrigando por isso a uma redução da velocidade.

### ***A Árvore de Cerejas e o Conceito de Indústria***

A árvore de cerejas. Milhares florescem e criam frutos para os pássaros, humanos e outros animais, até que uma semente caia no chão, crie raízes e cresça. Quem olha para o chão repleto de sementes/caroços e se indigna com a ineficiência ou a sujidade?

As árvores produzem frutos e sementes sem esgotar o meio ambiente. Assim que os caroços caem no chão, o seu material decompõe-se e transforma-se em nutrientes que alimentam microrganismos, insectos, plantas, animais e o solo. Apesar das árvores produzirem mais do seu «produto» do que o necessário para o seu sucesso no ecossistema, esta abundância tem evoluído (através de milhões de anos de sucesso e falhanços, ou como se diz actualmente em R&D<sup>61</sup>) com o objectivo de servir vários propósitos. De facto a reprodução das árvores alimenta tudo à sua volta. Como poderia ser o mundo artificial dos humanos se este tivesse sido criado por uma árvore de cerejas?

Vamos analisar mais em pormenor a árvore de cerejas; enquanto cresce, procura a sua própria abundância regenerativa. Mas este processo não tem um único propósito. De facto, o seu crescimento mobiliza muitos outros efeitos positivos. Fornece comida para animais, insectos e micro organismos, enriquece o ecossistema, sequestra carbono, produz oxigénio, limpa o ar e a água e estabiliza o solo. Por entre as suas raízes, ramos e folhas abrigam uma grande diversidade de fauna e flora, onde todos dependem uns dos outros no desempenho das funções e dos fluxos necessários à sua existência. E, quando a árvore morre, retorna ao solo, libertando enquanto se decompõe, minerais que irão alimentar o crescimento saudável de outra no mesmo local.

A árvore não é uma entidade isolada, desligada dos sistemas que existem à sua volta; está intimamente e produtivamente ligada a estes. Este é o ponto-chave na diferença entre o crescimento dos sistemas industriais como existem presentemente e o crescimento da natureza.

Os nossos produtos e processos podem ser mais efectivos quando são coincidentes com informação e resposta – quando se assemelham ao mundo vivo/natural. As máquinas que usam os mecanismos da natureza em vez de químicos, betão ou aço são um passo na direcção correcta, mas continuam a ser máquinas – continuam a usar tecnologia (embora tecnologia benigna) para aproveitar a natureza para os propósitos humanos.

O mesmo pode ser dito do nosso cada vez maior uso de cibertecnologia, biotecnologia e nanotecnologia para substituírem as funções dos químicos e da força bruta. As novas tecnologias não criam só por si revoluções industriais; a não ser que o seu

---

<sup>61</sup> R&D – Research and Development

contexto seja alterado, elas são simplesmente engenhos hiper eficientes conduzindo o paradigma da revolução industrial para novos extremos.

Ainda hoje, muitas aproximações ambientais são baseadas na ideia de que os seres humanos são inevitavelmente destrutivos relativamente à natureza. Mesmo a ideia do Capitalismo Natural<sup>62</sup>, caracteriza a natureza como uma ferramenta a ser usada em nosso benefício. Este tipo de abordagem talvez tivesse sido útil há 200 anos atrás, quando a espécie humana estava a desenvolver os seus sistemas industriais.

Nos dias de hoje, é necessário repensar esta abordagem, caso contrário poderemos estar reduzidos aos esforços de abrandar a destruição do mundo natural enquanto mantemos o sistema industrial actual de produção e consumismo durante mais alguns séculos.

Os sistemas naturais retiram do ambiente mas também dão algo de volta. A árvore deixa cair as suas folhas e rebentos enquanto ao mesmo tempo interfere nos fluxos de água e produz oxigénio. As comunidades de formigas redistribuem os nutrientes pelo solo. Deveríamos seguir o seu exemplo para criar uma parceria mais inspirada com a natureza.

Podemos construir fábricas em que os produtos enriqueçam o ecossistema com material biodegradável e façam re-circular os materiais técnicos em vez de os abandonar, queimar ou enterrar.

É possível conceber sistemas que se auto-regulem, em vez de usar a natureza como uma ferramenta para os propósitos humanos. Podemos lutar para se tornarem ferramentas da natureza e que, ao mesmo tempo, sirvam os seus interesses. Podemos celebrar a fecundidade no planeta, em vez de perpetuarmos uma maneira de pensar e agir que a elimine. E, assim, poderemos existir todos, assim como as coisas que produzimos, porque teríamos o sistema correcto – criativo, próspero, inteligente e fértil – e, como as formigas, seríamos efectivos, como iremos perceber no próximo capítulo.

---

<sup>62</sup> Conceito desenvolvido pelo físico nuclear e analista ambiental Amory Lovins e por P. Hawken e L. H. Lovins. Baseado na capacidade do homem de produzir mais e poluir menos, usando tecnologia e conhecimentos já existentes, oferece subsídios para que as empresas possam duplicar a produtividade utilizando apenas a metade dos recursos naturais. A teoria subjacente ao Capitalismo ambiental procura demonstrar que os negócios e os interesses ambientais se complementam, para satisfazer melhor as necessidades dos clientes, aumentando lucros e, ao mesmo tempo, ajudando a resolver os próprios problemas ambientais. (fonte: <http://ambientalistas.blogspot.com/2006/04/capitalismo-natural-vs-capitalismo.html>)

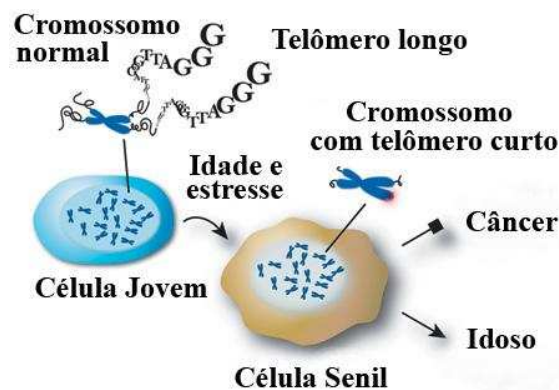


## O Sistema Natural como Abordagem

### *O processo natural de envelhecimento vs obsolescência*

O designer William McDonough e o químico Michael Braungert no seu livro “*Cradle to Cradle*” (2002), usam o ambiente e a morfologia do mundo natural como um exemplo do design responsável. Pode-se considerar que todas as formas de vida têm uma vulnerabilidade associada, que prova ser a sua ultima força – a senescência<sup>63</sup>.

O mundo natural e a evolução «fabricaram o professor» mais capaz que seria possível. Mais do que fazer o impossível e elaborar um super-organismo a partir do zero, a vida escolheu limitar-se a si própria. Todos os seres vivos, células, bactérias, plantas, insectos e mesmo o ser humano morrem. A evolução poderia ter elaborado um organismo que não morresse? Talvez se conseguisse ou quisesse estender a Telomerase<sup>64</sup> (Blinn, Robert, 2006).



**Figura 54** – Telômeros.  
(fonte: ver anexo 1)

Esta consequência evolutiva deve servir como um forte indício para a natureza do planeta. Em vez de investir uma vasta quantidade de energia em criar super-seres imortais imunes ao passar dos anos, a natureza quer que nós morramos. Esta, programa a senescência nos organismos mas, permitindo a reprodução relativamente aleatória garante uma variedade de organismos, dos quais alguns conseguirão sobreviver aos mais inesperados perigos que podem encontrar. A nossa história de evolução é a prova inequívoca.

<sup>63</sup> Processo natural de envelhecimento ou o conjunto de fenómenos associados a este processo. (fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Senesc%C3%Aancia>)

<sup>64</sup> A enzima Telomerase é considerada um relógio biológico, um marcador a indicar que a senescência celular irá se instalar inevitavelmente, causando o envelhecimento. (fonte: <http://www.medicinageriatrica.com.br/2006/12/28/saude-geriatria/teorias-do-envelhecimento-celular/>)

Pensadores como William McDonought e Michael Braungart defendem claramente novos paradigmas para o modo como o ser humano produz, consome e de, como ultimamente, se relaciona com os bens manufacturados. Um modelo, onde tal como na natureza, a morte é projectada nos produtos industrializados, pode ser uma abordagem bem mais sensata para a indústria do que a abordagem actual onde os produtos são idealizados exclusivamente para serem comercializados, comprados, consumidos e posteriormente reciclados.

O mundo natural usa o modelo da senescência, um processo natural de envelhecimento e eventual morte, enquanto a nossa economia tecnológica promove a obsolescência. Na obsolescência, um produto alcança o fim da sua vida útil com a maior parte da sua funcionalidade intacta, devido ao aparecimento de um produto tecnologicamente mais avançado ou esteticamente mais apelativo, ficando com muitas partes sem utilidade após a sua eliminação. O modelo de design concebido na revolução industrial está em contraste com o modelo natural, onde o momento da morte é precedido por um aumento da vulnerabilidade e onde múltiplos sistemas falham em simultâneo.

Fazer design análogo a conceitos orgânicos necessita de vulnerabilidade, um conceito amplamente referido nesta dissertação. Desenvolver a médio/ longo prazo estes conceitos estará dependente do interesse dos engenheiros de materiais e de engenheiros químicos em estreita colaboração com os designers de produto.

Em última análise, os produtos deveriam ser feitos como sistemas orgânicos, e a mesma modularidade que começa a «invadir» a programação para computadores, com excelentes resultados, poderia ser incluída com mais pormenor nos processos industriais. Qualquer tentativa de aumentar a modularidade requer, contudo, uma exploração dos pequenos constituintes existentes nos produtos e materiais, a tal complexidade que encontramos na natureza.

Em vez desta aproximação à modularização, até à data, muito do trabalho feito no design de produto e industrial concentrou-se na miniaturização. Utilizando equipamentos de grande complexidade para produzir placas de circuitos integrados microscópicos, tem permitido a diminuição de todos os tipos de dispositivos electrónicos mas, simultaneamente, tem enchido o mundo de pequenos componentes integrados.

Esta situação contribui também para criar um problema ambiental, como os metais pesados incluídos nestes sistemas, entre outras coisas, que embutidos em «bolachas» de matéria inorgânica são muito mais difíceis de desmontar e reciclar do que de construir.

O mundo natural dispõe de um mecanismo para lidar com o seu «lixo», que se chama senescência ou morte como descrito anteriormente. McDonough e Braungart utilizam uma metáfora maravilhosa para este processo do mundo natural; quando uma árvore de cereja deixa cair as suas sementes, estas não deveriam ser pensadas por nós como resíduos, em vez disso, deveríamos interpretá-las como alimento para as bactérias e para outras criaturas do «ecossistema» da árvore. Este pensamento deveria estar difundido na nossa sociedade e nos seus produtos mas, para isso, os produtos deveriam eles próprios oferecer algo mais quando deixam de desempenhar a sua função inicial, seja pelo seu material, pela sua reinterpretação de uso ou pelo novo significado que adquirem. Esta tarefa depende em grande parte do designer.

### ***Complexidade e Vida Multicelular***

Apesar dos esforços de milhares de anos para dotar o homo sapiens de uma superioridade inquestionável e inacessível em relação a todos os outros animais, o nosso cérebro não consegue esconder a nossa origem.

As nossas origens neurológicas são notáveis, o nosso cérebro consiste no complexo de R, o cerebelo, que controla as funções básicas e que é partilhado com os répteis, o sistema límbico, que controla as emoções e que partilhamos com os mamíferos e o neocortex, que actua nos mamíferos, em particular no ser humano, como um centro para raciocínios complexos (Maclean, P.<sup>65</sup>, 1974).

Os mesmos princípios que condicionam o comportamento animal, podem ser usados para compreender e influenciar o comportamento humano.

---

<sup>65</sup> (1 de Maio de 1913 – 26 de Dezembro de 2007). Físico e neurocientista Americano que deu importantes contributos nos campos da psicologia, psiquiatria e na investigação do cérebro humano. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Paul\\_D.\\_MacLean](http://en.wikipedia.org/wiki/Paul_D._MacLean))

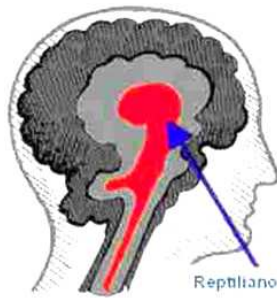


Figura 55



Figura 56

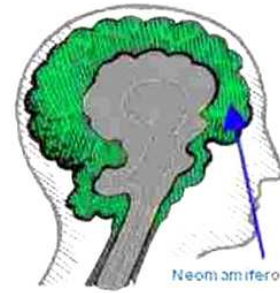


Figura 57

**Figura 55** - Cerebelo. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 56** - Sistema límbico. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 57** - Neocortex. (fonte: ver anexo 1)

O mundo está habitado por muitos indivíduos e a sua interacção dita que estes vivam ou morram. A habilidade de um animal de perceber em segurança as intenções de outro é o expoente máximo da perspectiva evolucionária. A consciencialização de que outros animais também tomam decisões tendo em vista o seu bem-estar provou que esta é uma vantagem de sobrevivência.

No ser humano passa-se algo idêntico. Em psicologia, a consciência da existência de uma consciência diferente da própria é chamada «psicologia intuitiva» e é considerada uma marca de pensamento superior. Entre os 18 e 24 meses de idade as crianças começam a separar o conteúdo da mente das outras pessoas da sua própria mente e aos 4 anos estão capazes de se imaginar na posição dos outros (Pinker, S.<sup>66</sup>, 1997).

O cérebro humano é verdadeiramente uma «sociedade da mente», constituído por múltiplos componentes ou agentes, cada cego por si próprio que, individualmente, executam tarefas simples mas, juntos, podem formar a inteligência. As nossas acções finais são a soma destas partes (Minsky, M.<sup>67</sup>, 1988). Mais do que ditar uma resposta individual para cada acção, a evolução força directamente a mente para tomar decisões através de um sistema bastante singular utilizando percursos de prazer e emoção para conduzir o comportamento humano.

Muitas das determinações que a consciência humana toma são, em parte, directamente influenciadas por mecanismos subconscientes. (Damásio, A.<sup>68</sup>, 1995).

<sup>66</sup> (Montreal, 18 de setembro 1954) é um psicólogo e lingüista Canadense da Universidade de Harvard e escritor de livros de divulgação científica. Durante 21 anos foi professor no Departamento do Cérebro e Ciências Cognitivas do Massachusetts Institute of Technology antes de regressar a Harvard em 2003. Autor do livro *Como a Mente Funciona*. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Steven\\_Pinker](http://pt.wikipedia.org/wiki/Steven_Pinker)).

<sup>67</sup> (9 de agosto de 1927) Cientista cognitivo de nacionalidade Americana, autor do livro *The Society of Mind*.

<sup>68</sup> (Lisboa, 25 de Fevereiro de 1944) é um médico neurologista, neurocientista português que trabalha nos estudo do cérebro e das emoções humanas. Actualmente é professor De Neurociência na University of Southern California. Autor do livro *O Erro de Descartes - Emoção, Razão e Cérebro Humano*.

Individualmente, as células são frágeis e têm uma longevidade limitada. Em conjunto, as colónias de células conseguem desempenhar grandes tarefas e operarem durante décadas; é o conceito de distribuição de força, referido atrás.

Os nossos corpos são delicados, mas os nossos genes não. Enquanto todos vivemos assombrados com o espectro da mortalidade, os responsáveis fundamentais pela nossa existência, os genes, irão certamente sobreviver mesmo depois da nossa morte (Blinn, Robert, 2006).

As células-tronco são indispensáveis para a formação de todos os tecidos e órgãos do corpo humano. As chamadas células-tronco embrionárias, por exemplo, são como células-mães, capazes de se multiplicar e gerar até 220 tipos de células diferentes, que poderíamos chamar de células-filhas. Cada uma dessas células-filhas especializa-se e forma um órgão diferente, como os pulmões, os rins, o estômago, os ossos, a pele, o fígado, etc. Até que o corpo humano esteja completo.

A razão pela qual cada ser humano não é uma única célula extremamente complexa não é trivial, nem imediata. A resposta contudo é bastante fácil. Toda a vida complexa neste planeta é multicelular<sup>69</sup>. A vida multicelular permite a redundância e o erro, enquanto que por sua vez a vida baseada na célula única já não o permite. Os cientistas começam agora a aceitar a teoria de que as colónias de formigas ou abelhas são tão organismos holísticos<sup>70</sup> como o ser humano, ou seja, ambos formam uma «entidade» totalmente integrada, onde as unidades funcionam simultânea, interdependente e integradamente e não como um conjunto desconexo de partes dissociadas.

---

<sup>69</sup> Organismo ou estrutura de um organismo formado por mais do que uma célula. (fonte: <http://wapedia.mobi/pt/Multicelular>)

<sup>70</sup> Noção de todo, as partes compõem o todo, e é o todo que determina o comportamento das partes. (fonte: <http://pt.wiktionary.org/wiki/ho%C3%ADstico>)

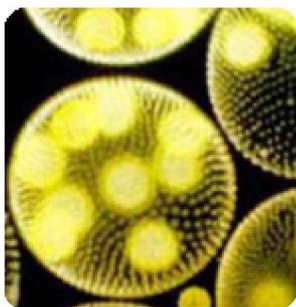


Figura 58



Figura 59



Figura 60

**Figura 57** – Organismo multicelular com o nome de volvox. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 58** – Formigas em tarefa. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 59** – Abelhas em tarefa. (fonte: ver anexo 1)

Steven Johnson<sup>71</sup>, no seu livro *“Emergencia: A Vida Integrada de Formigas, Cérebros, Cidades e Softwares”* (Jorge Zahar Editor. 2003) explica que *“ não existe nada de hierárquico sobre a forma como uma colónia de formigas faz o seu pensamento”*.

Compreender e adaptar o modo de funcionamento destas «comunidades» revela-se de extrema importância na abordagem conceptual ao desenvolvimento de produto para que o seu ciclo de vida seja, verdadeiramente, eco-eficiente e eficaz, algo que já é feito e com sucesso na concepção de softwares e sistemas tecnológicos de ponta, mas que ainda não evoluiu na produção industrial e no design de produto.

Analisemos uma comunidade de formigas, esta pode oferecer verdadeiros conceitos inspiradores para o entendimento do que deveria ser a produção industrial e a relação desta com o universo material que nos rodeia.

Como parte das suas actividades diárias as formigas manipulam de forma segura e eficaz os seus resíduos materiais bem como os das outras espécies, colhem os seus próprios alimentos enquanto vão alimentando o ecossistema de que são uma parte, constroem casas, armazéns, cemitérios e lixeiras com materiais que podem ser verdadeiramente reciclados, criam desinfectantes que são saudáveis, seguros e biodegradáveis e mantêm o solo saudável para todo o planeta. Não será este modelo que seria importante ver aplicado em todas as acções da sociedade humana?

Cada formiga age sobre a sua vizinhança sem se dar conta do mapa colectivo que vai emergindo, assinalando que o grupo é mais inteligente do que os indivíduos que o compõem individualmente, porque encontra sempre a melhor solução para um determinado problema. Toda a acção do grupo se revela eficaz sem comando hierarquizado. (Moura e Garcia Pereira. 2003).

---

<sup>71</sup>Cientista Americano.

A cooperação entre indivíduos, mas também a coordenação individual de cada formiga formam a base estrutural das colónias de formigas. Estas interações simples, surgidas de um insecto a seguir o rasto de outro, parecem ser uma solução correcta para resolver problemas complexos. As formigas desenvolveram um método de segregação de feromona que indica às outras o percurso percorrido, por exemplo, para encontrar o caminho mais curto entre o seu formigueiro e uma fonte de alimentação.

Segundo Ramos (2002), a auto-organização e formação de percursos pelos indivíduos da colónia são uma forma de modificar o ambiente, fazendo emergir assim um processo de comunicação indirecta entre as formigas que seguem esses trilhos. O desempenho de algumas trabalhadoras faz decrescer a necessidade de mais indivíduos nessas tarefas: por exemplo, a limpeza do formigueiro por algumas trabalhadoras reduz a necessidade dessa limpeza. Ou seja, as diferentes formigas comunicam a partir do próprio ambiente, limpando o ninho, e as suas colegas respondem ao ambiente modificado e reduzindo o número de indivíduos destinados a executar determinado tipo de tarefas. Do mesmo modo, a forma particular com que as formigas constroem pilhas de objectos, tais como cadáveres, larvas ou grãos de areia, evidencia um espantoso modelo de auto-organização.

Efectivamente, as formigas depositam inicialmente e de modo aleatório, no seu espaço, este tipo de objectos. Quando outras os reconhecem, são estimuladas (dada a configuração) a depositar novos objectos perto destes, sendo este processo de organização e agrupamento um tipo particular de auto-organização e de comportamento adaptativo. O padrão final de distribuição espacial de objectos (o mapa) é assim um reflexo daquilo que a própria colónia «sente» e «pensa» acerca desses objectos, tal como se fosse agora um outro organismo formado a um nível superior de consciência ou uma «ordem de nível superior» (Johnson, 2001; Ramos, 2002; Moura, 2003).

Edward O. Wilson, referindo-se às formigas, disse "*Karl Marx estava certo, o socialismo funciona, a questão é que ele errou na espécie*". Enquanto que as formigas e outros insectos sociais parecem viver em sociedades de base comunista, eles só o fazem porque são forçadas a fazê-lo, devido a sua biologia básica. Como lhes falta autonomia reprodutiva, as formigas trabalhadoras, sendo estéreis, precisam da sua formiga-rainha, para sobreviverem enquanto colónia e espécie; as formigas não se podem reproduzir sem uma rainha, sendo, portanto, forçadas a viver em sociedades centralizadas.

Os seres humanos, no entanto, são biologicamente mais avançados e possuem autonomia reprodutiva, podendo por isso dar à luz os seus descendentes sem a necessidade

de uma «rainha». O nível máximo de evolução Darwiniana torna-se evidente, com a possibilidade do homem olhar para si próprio e para a sua família como uma entidade isolada, enquanto procura formas inovadoras de utilizar as sociedades onde vive, para seu próprio benefício, o que acabou por se revelar num problema.

Individualmente a humanidade é muito maior do que as formigas mas, colectivamente, a sua biomassa excede a nossa. Assim como não existe quase parte nenhuma do globo que não esteja habitada pelos humanos, não existe também nenhuma onde não exista uma espécie de formigas.

Elas são um bom exemplo de população em que a densidade e produtividade não são um problema para o resto do mundo, uma vez que tudo o que elas fazem e usam retorna ao ciclo da natureza. Todos os seus materiais, mesmo as suas armas químicas mais letais, são biodegradáveis e quando retornam ao solo, tornam-se nutrientes, restaurando alguns que foram utilizados pela colónia.

As formigas também reciclam os lixos de outras espécies; as formigas carregadores, recolhem a matéria em decomposição dos solos, carregam-na até às suas colónias e usam-na para alimentar os fungos que crescem nos subterrâneos. Durante os movimentos das suas actividades, elas transportam minerais para camadas mais superficiais do solo, onde as plantas e fungos os podem usar como alimento. Elas desgastam o solo criando passagens para a drenagem de água, desempenhando um papel fundamental na saúde e produtividade dos solos. São realmente, como disse o biólogo E.O.Wilson *“as pequenas coisas que fazem o mundo avançar”*.

Embora façam o mundo avançar elas não passam por cima dele. Tal como a árvore de cerejas, elas actuam como uma parte do meio ambiente contribuindo para um mundo melhor.

Partindo desta noção de comunidade, aparentemente complexa, alguns autores têm ido de tal maneira longe, que especulam que a terra em si é efectivamente um super-organismo, composto por todos os seres vivos e seu ambiente material, como refere James Lovelock<sup>72</sup> no seu livro *“Gaia: A new look on life on earth”* (2000, Oxford University).

Neste livro o autor desenvolve a teoria de que o conjunto de seres vivos, acrescido do ar, dos oceanos e das massas de terra firme, forma um sistema complexo capaz de manter as condições para que a vida continue.

James Lovelock argumenta que fenómenos como a proporção de oxigénio na atmosfera, a formação de nuvens, e a salinidade dos oceanos podem estar a ser controlados

---

<sup>72</sup> (26 de julho de 1919). Pesquisador independente e ambientalista que vive na Cornualha (oeste da Inglaterra).

por processos físicos, químicos e biológicos, assim como ocorre num organismo vivo. Ele acredita que *"o autocontrole do clima e da composição química do meio em que vivemos são um processo que resulta da evolução em conjunto das rochas, do ar e do oceano - além da evolução dos organismos. Esta auto-regulação, embora raramente otimizada, como podemos ver através das anormalidades climáticas que ocorrem, todavia, mantém, a Terra em condições de habitabilidade"*. James Lovelock acrescenta que *"Se considerarmos o planeta como sendo um super-organismo do qual somos uma parte, e não os proprietários ou inquilinos, nem mesmo passageiros, poderíamos ter ainda muito tempo pela frente e a nossa espécie poderia sobreviver pelo tempo que a ela estava destinado"*.

Para qualquer objecto de alta funcionalidade e desempenho, a complexidade é um mal necessário. A maneira de como esta complexidade é organizada, faz contudo uma grande diferença. O próprio universo é composto de pequenos componentes que operam em conjunto, mas não de forma linear. Seguindo as leis básicas da física e da biologia, podemos criar sistemas que «copiem» ou mimetizem processos naturais e que tenham um impacto positivo no ambiente.

Necessitamos de abordar cada projecto não como um elemento único mas como um componente integrado de um sistema mais amplo que define a nossa qualidade de vida e bem-estar. Desde o início precisamos de avaliar o contributo do design e o seu desenvolvimento para o bem do meio ambiente.

Neste momento, já não se trata só de design, a sustentabilidade tornou os designers melhores educadores, facilitadores e integradores. Já não se trata só de projectar um produto bonito; trata-se sim de fazê-lo funcional, ecológica e economicamente, com a noção de que este produto é, obrigatoriamente, parte integrante de um todo que é o nosso planeta e no qual ele deve desempenhar um papel responsável.

### ***Diversidade – O ADN do Planeta***

Imaginemos os primórdios da vida no nosso planeta. Existiam rochas e água – matéria. A órbita do sol enviava calor e luz – energia.

Mesmo milhares de milénios depois, com recurso a processos químicos e físicos, os cientistas ainda não descobriram como apareceram as bactérias.

Com a evolução da fotossíntese das algas azuis e verdes, uma mudança monumental aconteceu, elementos químicos e físicos combinados com a energia do sol e a massa química da terra transformaram-se no planeta verde e azul que conhecemos.

Nessa altura os sistemas biológicos evoluem para se alimentarem da energia do sol. A superfície do planeta explode com diferentes formas de vida. Diversos organismos,

plantas e animais, alguns deles milhares de anos depois irão inspirar poderosas religiões, descobrir curas para doenças fatais, e escrever bonitos poemas.

Mesmo que um desastre natural ocorresse, imaginemos uma era do gelo que congelasse grande parte do planeta, este padrão não seria completamente destruído. À medida que o gelo se retraísse as mais diversas formas de vida voltariam. Nos trópicos dá-se a erupção de um vulcão que preenche a terra circundante com lava. Uma casca de coco flutua pelas águas e acaba numa praia. O ar transporta fragmentos de rocha e assim começa a renovação da natureza. É um processo misterioso e miraculoso ao mesmo tempo, quando confrontada com a monotonia, a natureza supera-se.

Este é o modelo de design da natureza: uma diversidade e abundância florescente. É a resposta do planeta à forma de energia que recebe: o sol. Infelizmente a resposta dos humanos a este modelo parece ser a de atacar indiscriminadamente.

Camadas de betão e asfalto arrasam com florestas, desertos, linhas costeiras, selvas. São construídos edifícios que parecem iguais e que estão espalhados por todo o mundo, em comunidades onde as estruturas foram durante décadas, séculos, lindas e culturalmente distintas. Espaços que um dia estiveram repletos de folhagem e vida animal, foram transformados em espaços amorfos, desprovidos de vida, onde só as espécies mais bravas e resistentes se adaptam e sobrevivem – corvos, baratas, ratos, pombos, esquilos. As paisagens foram limpas e cultivadas com apenas uma única espécie de relva, que cresce artificialmente mas que é constantemente aparada e controlada com umas sebes e algumas árvores severamente podadas. A monotonia é uma constante.

William McDonought e Michael Braungart, no livro *“Cradle to Cradle: Remaking the way we making things”* (2002), intitulam este cenário não como uma evolução mas sim como uma de-evolução, um retrocesso, uma imposição dos nossos caprichos através da força.

Durante séculos a nossa espécie construiu uma variedade de culturas por todo o planeta; diferentes maneiras de comer, falar, vestir, expressar, criar. Actualmente, com a globalização, esta diversidade começa a esbater-se cada vez mais, dando lugar a uma onda de monotonia global, uniformizando os detalhes culturais com centenas de anos de história.

Contra esta onda de monotonia, facilmente se percebe que é necessário lutar pelo princípio do «respeito pela diversidade», não só pela biodiversidade mas também pela diversidade de locais e de culturas, de desejo e de necessidade, um elemento único característico da espécie humana.

Como pode uma fábrica construída no deserto ser maravilhosamente diferente de outra construída nos trópicos? O que significa ser habitante da Ilha de Bali ou ser Mexicano e conseguir expressá-lo? Como se consegue «enriquecer» as espécies locais, e seduzi-las a virem para as nossas paisagens «cultivadas/alteradas» em vez de as afastar ou destruir? Como é possível originar lucro e benefícios através de uma diversidade de fluxos naturais de energia? Como é que a espécie humana se consegue relacionar com uma abundância de diversidade de materiais, opções e respostas, de soluções elegantes e criativas?

Estas perguntas retiradas do livro *“Cradle to Cradle: Remaking the way we making things”* (2002), pretendem despertar e consciencializar o ser humano, para a necessidade da diversidade como resposta aos problemas actuais. Este é um problema que se coloca cada vez com mais intensidade no design de produto.

Actualmente, na sua grande maioria, as abordagens existentes são no sentido de um completo desprezo pela diversidade cultural e pelas particularidades materiais e energéticas quando um produto é projectado. Com a globalização «instituiu-se» que o mundo era pequeno e que tudo poderia ser projectado como se de um único local se tratasse. Nada mais errado, embora, como é possível verificar, em vários exemplos ao longo desta dissertação, a indústria continue a agir desta maneira.

Cabe aos designers, enquanto pensadores e educadores das necessidades globais, pensar, interpretar e aproveitar as particularidades culturais, materiais, geográficas, etc. na definição dos novos produtos. O mesmo produto vendido em diversas áreas geográficas deve espelhar essa diversidade que sabemos que existe, os recursos disponíveis variam, as necessidades e as estruturas sociais também e o produto artificial deve reflectir isso mesmo.

Podemos ter uma noção uniformizada da formiga, mas existem mais de 8 mil tipos de formiga diferentes no planeta. Durante milhares de anos cada espécie evoluiu para se adequar às particularidades de cada local, desenvolvendo recursos e comportamentos que permitam construir o seu habitat e controlar a energia e alimentos que necessitam.

Na floresta tropical, centenas de diferentes espécies podem coexistir num único tronco de árvore. Existem as formigas corta-folha, com mandíbulas especialmente desenhadas para cortar e carregar a folhagem, as formiga-de-fogo, um «varredor de ruas» com métodos avançados de transporte de presas de diversos tamanhos para o seu ninho ou, a formiga tecelã que encurta a distância entre uma folha e outra fazendo pontes. A primeira formiga crava os dentes na folha e uma segunda se agarra na sua cintura. Vem uma terceira e uma quarta, e assim por diante, até alcançarem a outra extremidade.

A vitalidade dos ecossistemas depende das relações estabelecidas entre as diversas espécies, os seus usos e trocas de material e energia num determinado local. A tapeçaria é a metáfora que melhor consegue descrever a diversidade, uma rede de textura extremamente rica, constituída por espécies individuais, tecidas em conjunto com uma interligação de tarefas (McDonought, W. e Braungart, M.. 2002).

Neste conceito, diversidade significa força, e monocultura significa fraqueza. Se a natureza é o nosso modelo, o que poderá significar para as indústrias humanas estarem envolvidas na manutenção e enriquecimento desta magnífica «tapeçaria»?

Segundo William McDonought e Michael Braungart, em primeiro lugar, significa que no decurso das actividades humanas individuais, é necessário trabalhar na direcção de uma ligação com o lugar na sua globalidade e, não apenas com os ecossistemas circundantes. A biodiversidade é apenas um aspecto da diversidade. As indústrias deveriam respeitar a diversidade através do uso dos materiais e fluxos de energia locais, com as forças sociais, culturais e económicas do local, em vez de se acharem como entidades autónomas, desligadas da cultura ou do meio ambiente que o circunda e sem se preocuparem com o seu impacto no local onde estão inseridas.

Respeitar a diversidade em design significa considerar não só como é que um produto é feito, mas como deve ser usado e por quem. Numa concepção «*Cradle-to-Cradle*» este produto pode ter vários tipos de uso, e muitos usuários ao longo do tempo e do espaço. Um excelente exemplo desta ideia são as garrafas Heineken. O «tijolo que contém cerveja», como lhe chamou Alfred Heineken<sup>73</sup> o seu mentor, depois de consumida a cerveja do seu interior, pode ser usado como tijolo na construção de abrigos. Embalagens e produtos devem ser desenhados com o seu futuro pensado, e um nível de upcycling<sup>74</sup>.



**Figura 60** – Garrafas de cerveja Heineken

<sup>73</sup> (4 de Novembro de 1923 – 3 de Janeiro de 2002). Presidente da fábrica de cerveja Heineken. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Freddy\\_Heineken](http://en.wikipedia.org/wiki/Freddy_Heineken))

<sup>74</sup> Possibilidade na qual os materiais são reaproveitados para fazer novos produtos. É o aproveitamento de materiais que são “lixo”, transformando-os em novos produtos de qualidade igual ou superior à origem. Este processo ajuda na redução dos desperdícios e de usos de materiais virgens. Este termo foi difundido por William McDonough e Michael Braungart, autores do livro *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. (fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Upcycle>)

(fonte: ver anexo 1)

Os habitantes das aldeias africanas que usam canecas de argila para beber água e não têm estruturas de reciclagem para tratar o «lixo» necessitam de um recipiente para beber água que depois possam atirar para o solo e este se decomponha e se torne em comida para a natureza. Na Índia, onde materiais e energia são caros, seria útil para as pessoas utilizarem embalagens que fossem seguras e limpas ao serem queimadas, gerando assim fontes de calor e energia. Em zonas industrializadas, poderiam ser utilizados polímeros pensados como «comida» para mais garrafas, criando uma infra-estrutura orientada para o upcycling do material.

Na China, as embalagens de esferovite representam um problema de tal maneira grande que as pessoas se referem a elas como a poluição branca. São atiradas pelas janelas dos comboios e barcos e povoam a paisagem em todo o lado. Imaginemos projectar estas embalagens de maneira a elas se biodegradarem depois do seu uso. Poderiam ser feitas das vagens vazias de arroz que são deixadas nos campos depois da colheita, e que são normalmente queimadas. Elas estão disponíveis e são baratas. A embalagem poderia ser enriquecida com uma pequena quantidade de nitrogénio, poderia ser reaproveitado dos sistemas automóveis. Em vez de se sentirem culpados depois do seu uso, as pessoas poderiam conscientemente deitar fora a sua embalagem segura e saudável pela janela do comboio para o solo, que se decomporia rapidamente e que ofereceria nitrogénio ao solo. Poderia ainda conter sementes que poderiam rebentar à medida que a embalagem se decompõe. Ou as pessoas poderiam guardar a sua embalagem até a próxima paragem do comboio, onde os agricultores locais poderiam recolher estas embalagens para as usar como fertilizantes das suas culturas.

Estes exemplos retirados do livro *“Cradle to Cradle: Remaking the way we making things”* (2002), demonstram que, com imaginação e empreendedorismo, facilmente se poderia alterar o «modos operandi» actual da sociedade e do seu aparelho industrial e comercial. As soluções existem, falta a vontade!

Quando a diversidade é a estrutura da natureza, as soluções humanas de design que não respeitem esta estrutura degradam as fábricas ecológicas e culturais das nossas vidas, diminuindo o prazer. Charles de Gaulle<sup>75</sup> é referido como tendo dito que é difícil gerir um país que produz 400 tipos diferentes de queijos. Mas, e se, por uma questão de crescimento económico e homogeneidade, todos os produtores franceses de queijo se concentrassem

---

<sup>75</sup> (22 de Novembro de 1890 - 9 de Novembro de 1970) foi um general, político e estadista francês.

em produzir queijos com um sabor idêntico? As pessoas querem diversidade porque isso lhes traz mais prazer e gozo. Elas querem um mundo de 400 queijos diferentes.

Compreendendo e respeitando a diversidade cultural, a indústria automóvel, poderia respeitar a prática Filipina de decorar os veículos, fornecendo aos clientes a oportunidade de anexar adornos e de fazer pinturas personalizadas com tintas ecológicas em vez de os constrangir ao gosto «universal».

Um design efectivo e ecológico exige um conjunto de princípios coerentes baseados nas leis da natureza e a oportunidade de uma constante diversidade de expressão. É famosa a expressão de que a forma segue a função, mas as possibilidades são maiores quando a forma segue a evolução.

A diversidade enriquece a qualidade de vida de uma outra maneira: o choque da diversidade cultural pode ampliar perspectivas e inspirar a mudança criativa. Devemos ter presente que, quando se dá essa oportunidade, as pessoas escolhem outra coisa que não aquela a que estão tipicamente habituadas. (*Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*, 2002)

### **“Waste equals Food”**

conceito adaptado do livro “Cradle-to-Cradle” de William McDonough & Michael Braungart, 2002.

«Waste equals food»<sup>76</sup> é uma conceito inovador, não só pela sua capacidade de fornecer uma nova visão sobre este problema, como pela própria mensagem que transmite a quem o conhece. É uma nova maneira de entender e relacionar a sociedade com os seus desperdícios.

Este conceito, é o mote para o movimento Cradle-to-Cradle<sup>77</sup>, que defende uma matriz de produção com o objectivo de todos os componentes de um produto serem projectados para serem reutilizados ou reabsorvidos pelo ambiente através da sua decomposição. Embora este movimento se revele difícil de adoptar em toda a sua plenitude, é um contributo indispensável na sensibilização da sociedade e na introdução de novos conceitos de sustentabilidade aplicados ao mundo real.

Para introduzir o conceito «waste equals food» é necessário uma breve explicação do conceito de entropia. Explicado de uma forma simples, entropia é a tendência do universo de se aproximar de um estado homogéneo de energia e de estar num estado avançado de ordem localizada. É a razão pela qual um cubo de gelo num copo de água

---

<sup>76</sup> Expressão Inglesa que quer dizer «lixo igual a comida».

<sup>77</sup> A abreviatura do movimento é C2C.

derrete até atingir uma temperatura uniforme, nenhuma parte de um sistema pode permanecer quente se todo o resto estiver frio.

O que diferencia o planeta terra dos outros é a existência de vida. A vida serve para converter energia em ordem local. O nosso sol converte a sua complexidade em raios de energia que envia pelo universo. Eventualmente irá arder, até desaparecer e formar um buraco negro, mas, entretanto, toda a vida na terra continua a converter a sua energia em complexidade. Todas as cadeias químicas em cada célula recebem a energia vinda do sol, de um modo directo ou consumindo o corpo de criaturas que o fizeram. O nosso mundo usa o sol para criar complexidade. O Ser humano, não. Em vez disso, continua a insistir nos combustíveis fósseis, que foram gerados ao longo de milhares de anos.

Enquanto a energia consumida pela tecnologia humana for proveniente de substâncias químicas enterradas no solo, em vez de se aproveitar a energia da água, do vento e do sol, isto quer dizer que o homem não está a agir de acordo com o modelo natural. Este obstáculo, embora difícil, é ultrapassável e, enquanto o aquecimento global continua, a Humanidade deveria continuar a avançar numa direcção produtiva virada para o consumo de energia sustentável.

Historicamente os fluxos de nutrientes/materiais acompanharam a evolução humana. Antes da época da agricultura, as culturas nómadas andavam de lugar em lugar à procura de comida. Eles necessitavam de viajar de uma forma leve, assim tinham poucos pertences; algumas ferramentas, sacos e roupa feitos de pele de animais, cestos para raízes e sementes. Estes pertences, eram feitos com materiais dos locais. E quando o seu uso acabava, podiam decompor-se facilmente e ser absorvidos pela natureza. Os objectos mais duráveis, como as armas feitas com pedras e sílica, poderiam simplesmente ser deixadas nos locais.

O saneamento não era problema uma vez que os nómadas estavam em constante movimento e os seus lixos biológicos podiam ser deixados no solo como nutrientes.

As primeiras comunidades baseadas na agricultura continuaram a depositar os lixos biológicos no solo e respeitavam os tempos de descanso dos solos, fornecendo nutrientes.

Com o passar dos anos e séculos a necessidade de produção alimentar aumentou o que fez com que se comesçassem a desenvolver novas técnicas e instrumentos que conseguissem aumentar a capacidade de produção dos solos. A população aumentou e foi necessário começar a retirar mais recursos e nutrientes dos solos do que aqueles que poderiam ser naturalmente restabelecidos.

Na Roma imperial os detritos biológicos eram recolhidos e depositados em zonas longe das cidades. A agricultura e o corte de árvores diminuíram os nutrientes nos solos e conduziram à erosão, tornando a paisagem cada vez mais árida, com cada vez menos área fértil cultivável. A Roma Imperial e o Imperialismo em geral emergem em parte como resposta à diminuição dos nutrientes da natureza, os centros expandem-se para conseguirem suportar as suas vastas necessidades de madeira, comida e outros recursos.

Ao longo da história as cidades em todo o mundo desenvolveram e construíram infra-estruturas que permitiam um fluxo constante de nutrientes de local para local. As sociedades entraram em conflitos com outras devido à disputa de recursos, água e comida.

No século dezanove e início do século vinte, foram desenvolvidos fertilizantes sintéticos proporcionando uma cultura massiva dos solos, em completo desrespeito pelas leis naturais. Os agricultores agora, já não depositavam os seus detritos biológicos no solo, como a primeira e mais importante fonte de regeneração dos mesmos. Os fertilizantes sintéticos começaram a contaminar os solos com substâncias químicas e elementos radioactivos, um perigo que os agricultores normalmente desconhecem.

A natureza opera de acordo com um sistema de nutrientes e metabolismos no qual não existe o conceito de lixo. Como referido no subcapítulo, “*A árvore de Cerejas e o Conceito de Indústria*”, uma árvore de fruto produz tantos frutos em que alguns germinam e crescem dando origem a outras árvores, mas os frutos em excesso estão longe de serem consideradas inúteis. Eles caem no solo, decompõem-se, alimentam vários organismos e microrganismos e enriquecem o solo.

Por todo o mundo, animais e humanos emitem dióxido de carbono, que as plantas captam e usam para o seu próprio crescimento. O nitrogénio dos lixos é transformado em proteínas, pelos microrganismos, animais e plantas. Os cavalos comem erva e produzem fezes que são alimento para as larvas das moscas. Os melhores nutrientes da terra – carbono, hidrogénio, oxigénio, nitrogénio – pertencem a um ciclo e são reciclados.

Este ciclo, um sistema biológico «cradle-to-cradle» tem alimentado o planeta com uma abundância diversa durante milhões de anos. Até muito recentemente era o único sistema existente, e todos os organismos vivos no planeta «pertenciam-lhe». O crescimento significava, mais árvores, mais espécies, mais diversidade, e ecossistemas mais complexos e resilientes.

O aparecimento da indústria e da produção em massa veio alterar o equilíbrio natural no planeta. Os humanos passaram a retirar de uma forma massiva substâncias do

planeta e a alterá-las, produzindo grandes quantidades de materiais que não podem ser reintroduzidos no solo.

Actualmente, e devido a estas alterações feitas pelo homem, é possível encontrar duas categorias de fluxos de nutrientes/materiais; nutrientes biológicos e nutrientes técnicos, ou seja, o natural e o artificial.

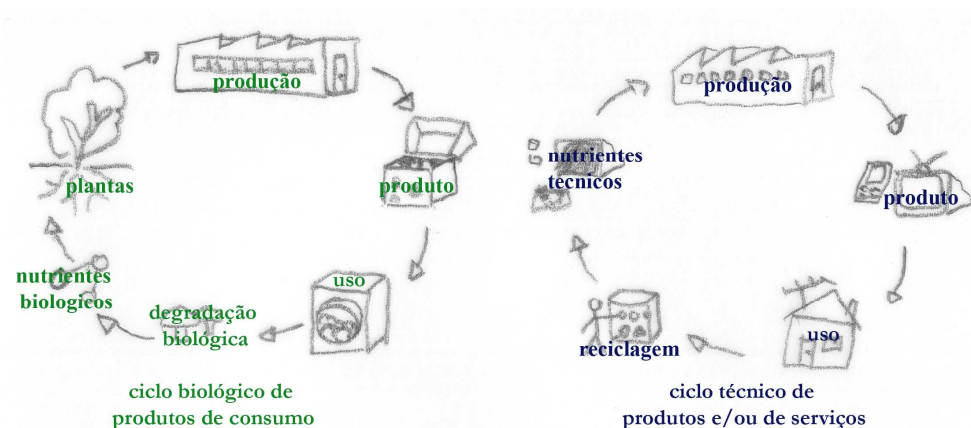
Na perspectiva de William McDonough & Michael Braungart, estes dois tipos de material são interpretados como nutrientes biológicos e técnicos, não são lixo, são exactamente o contrário, são nutrientes. Encontramos abundantemente estes dois tipos de nutrientes no planeta.

Os biológicos, são úteis para a biosfera<sup>78</sup>, ou seja, para os ciclos da natureza. Um nutriente biológico é um material ou produto que é projectado para retornar ao ciclo biológico – é literalmente consumido por micro organismos no solo e por outros animais.

Um nutriente técnico é um material ou produto que foi concebido para voltar ao ciclo técnico, ao metabolismo industrial de onde veio.

Mesmo quando se tenta minimizar o lixo, com zero emissões ou zero desperdício/lixo, esta atitude quer dizer que se continua a aceitar o conceito de lixo.

O que William McDonough e Michael Braungart fizeram foi eliminar este conceito, para estes autores tudo são nutrientes. Todos os materiais são benéficos, num sistema próximo do perfeito, quanto mais «lixo», melhor!



**Figura 61** – Ciclo Biológico e Ciclo Técnico. ( fonte: ver anexo 1)

<sup>78</sup> Conjunto de todos os ecossistemas da Terra. (fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Biosfera>)

Quando MacDonough fala de lixo como comida no mundo natural está a referir-se a seres vivos, cuja forma de vida se baseia em carbono, a serem consumidas por outras variedades que se baseiam igualmente em carbono. Enquanto a complexidade deste tipo de seres é muito superior à complexidade de qualquer objecto feito pelo homem, o mundo natural tem uma outra vantagem que a humanidade ainda não atingiu. Esta vantagem é o tempo. Durante milhões de anos, a vida tem evoluído para outras formas de vida “waste into food”<sup>79</sup> (William M. & Michael B., 2002). Esta é uma vantagem que os humanos não têm!

É possível encontrar espalhado pelo mundo, algumas experiências de outras culturas no seu trabalho e envolvimento com os fluxos de nutrientes, culturas que já ancestralmente aplicavam o conceito de «waste into food», como a tribo de Yanomamo no Brasil, que crema os seus mortos e põe as suas cinzas na sopa de banana que a tribo come num ritual de celebração. Muitas pessoas acreditam no karma e na reencarnação que é, no fundo, um «upcycling» da alma. Esta perspectiva deveria ajudar na resposta e na interpretação ao problema do lixo e do desperdício na tradição ocidental.

Fundamentalmente a vida é complexidade e tornou-se inteligente para fazer a desmontagem da complexidade dos mortos nas suas partes constituintes e usá-los como alimento.

O ser humano, contudo, cria bolhas de complexidade todos os dias. Chamam-se carros, garfos, chaleiras.... São produtos. O problema é que as complexas «criações» humanas não encaixam no mundo natural. A humanidade originou uma nova metáfora para a «criação» e, é algo que o mundo nunca viu. Foi construído um paradigma «contra-natura» para fazer e produzir, ignorando a possibilidade de desmontagem/reciclagem das «criações» artificiais, esquecendo, por completo, o ciclo de vida dos produtos. De facto a força dos produtos humanos é a sua própria vulnerabilidade, mas não num sentido paradoxal, nem positivo.

Este paradigma está totalmente desadequado. A sociedade gosta de materiais inorgânicos. O seu amor, a sua dependência está, uma vez mais, longe de ser uma coincidência. Os materiais inorgânicos recolhem a sua própria força da sua imunidade aos processos biológicos, que é tudo o que não se passa na natureza. De alguma maneira convencemo-nos a nós próprios que eles se irão degradar no mundo orgânico, mas nada pode estar mais longe da verdade!

---

<sup>79</sup> Expressão Inglesa que quer dizer «lixo em comida».

«Inteligentemente» é utilizada uma variada lista de materiais para as nossas criações e usufruímos de todos os benefícios, porque muitos dos elementos têm propriedades únicas com aplicações únicas. Mais uma vez, este não é o modelo do mundo natural. As criações humanas imitam a complexa recolha das propriedades da vida, mas sem qualquer uma das vulnerabilidades inerentes à vida. Em vez disso, são projectadas para a «força» e imortalidade e depois perguntamo-nos porque é que o planeta se está a degradar e a esgotar!

É necessário compreender que existem razões para que o mundo não actue com base na durabilidade como um fim em si próprio. A força é paradoxalmente fraca e a vulnerabilidade é paradoxalmente forte.

Com o design correcto, todos os produtos e materiais produzidos pela indústria alimentariam os dois tipos de metabolismos expostos atrás, fornecendo alimento para algo de novo. Os produtos podem ser compostos, quer por materiais biodegradáveis que se tornam comida para os ciclos biológicos, ou de materiais que se mantêm em ciclo fechado nos chamados ciclos técnicos, onde estes circulam continuamente como valiosos nutrientes para a indústria. Para que estes dois metabolismos se mantenham saudáveis, valiosos e de sucesso, é necessário um grande cuidado para que não exista contaminação entre os dois.

As coisas que vão para o metabolismo orgânico não podem conter elementos cancerígenos, tóxicos ou outras substâncias que se acumulam nos sistemas naturais com efeito nocivo. Existem alguns materiais, como os polímeros tradicionais por exemplo, que danificam os sistemas biológicos, mas que podem por outro lado ser manipulados em segurança dentro do metabolismo técnico.

É aqui que o designer adquire uma grande importância. Ao projectar deve prever como é que se conseguem decompor as diversas partes e materiais do produto, conseguindo assim respeitar os ciclos biológicos e técnicos dos materiais.

Se os sistemas contaminam a massa biológica do planeta e continuam a deitar fora os materiais técnicos (como os metais por ex.) ou a torná-los inúteis, de certeza que o futuro será um mundo de limites, onde a produção e o consumo serão restringidos, e o planeta irá tornar-se literalmente num cemitério gigante de bens físicos.

Se a sociedade humana quer prosperar, deve aprender a imitar a natureza e o seu sistema de fluxos de nutrientes e metabolismo, o “*cradle-to-cradle*”, que é altamente eficaz e onde o conceito de lixo não existe.

Eliminar o conceito de lixo em design de produto significa projectar «coisas» (e.g. produtos, embalagens e sistemas) que tenham presente desde o início o entendimento de

que o lixo e o desperdício não existem. Isto significa que os nutrientes valiosos existentes nos materiais formam e determinam o design: a forma segue a evolução, e não só a função. Esta é uma maneira mais inteligente do que a actual maneira de fazer as coisas.

A maior parte das embalagens, que são perto de 50% do volume dos resíduos sólidos dos municípios, pode ser projectada como um nutriente biológico. Esses produtos poderiam ser compostos por materiais que possam ser atirados fora para se decomporem no solo. Não são necessárias embalagens para champô, pasta de dentes, iogurtes, sumos, etc. que duram décadas (ou séculos) a mais do que o que vem dentro delas e que é o real motivo da sua existência. As embalagens, deveriam ser constituídas exclusivamente por nutrientes biológicos, que poderiam facilmente decompor-se ou serem usadas como fertilizantes, reintroduzindo nutrientes no solo.

É fácil encontrar inúmeros produtos essenciais à nossa vida, embalados em contentores feitos de PET<sup>80</sup>, o problema é que este material está coberto de corantes sintéticos e produtos químicos e contém outras substâncias questionáveis, que não são exactamente o que queremos respirar ou comer.

Uma garrafa de água exposta ao sol, com o aquecimento do material, pode libertar substâncias para o líquido que se vai beber, passando a ser perigoso ingerir este líquido precioso.

Plástico e derivados não podem ser usados como adubo, pois não há bactéria na natureza capaz de os degradar rapidamente, são «im-material» como lhe chamam William McDonough e Michael Braungart, completamente artificiais e contra-natura.

Ao analisarem várias televisões, William McDonough & Michael Braungart, perceberam que estas eram constituídas por 4360 químicos, alguns eram tóxicos, mas outros eram nutrientes valiosos para a indústria que eram deitados fora quando a televisão fosse parar a uma lixeira. Se fossem isolados dos nutrientes biológicos, poderiam ser mais do que reciclados, poderiam ser upcycled de maneira a reter as suas qualidades dentro do ciclo fechado da indústria.

Henry Ford, sem ter a noção, praticou uma forma inicial de upcycling. Quando expedia o seu camião Model A em caixas, estas eram transformadas em painéis quando chegavam ao seu destino. Implementou também, na sua fábrica de River Rouge, um programa de desmontagem de veículos em fim de vida mas, infelizmente, nessa altura rebentou a grande depressão de 1929, o que impediu que outros fabricantes de automóveis o imitassem e fez com ele próprio tivesse de interromper este programa.

---

<sup>80</sup> Plástico - Politereftalato de etileno.

No livro “*Cradle to Cradle*”, William McDonough e Michael Braungart falam de uma experiência que estão a fazer com uma empresa Coreana, que parece ser muito interessante, enquanto precursora de novas abordagens no design de produto que integram todas as componentes e variáveis da comercialização de um produto.

Empresas Coreanas usam casca de arroz no embalamento de componentes stereo e electrónicos para enviar os seu produtos para a Europa. Porque não se aproveita as cascas para reutilizar como isolamento? O transporte marítimo é gratuito porque ele viaja com os equipamentos estéreo, o isolamento é não-tóxico, sendo assim possível eliminar o conceito de desperdício. Depois de usar como isolamento, as cascas de arroz ainda podem ser usadas novamente para fabricar tijolos (têm uma alta percentagem de sílica).

Ao analisar os materiais e as suas potencialidades é possível utilizar a sua «inteligência» para as nossas necessidades (William McDonough e Michael Braungart, 2002).

Uma atitude mais inteligente seria alcançada se o carro fosse interpretado e usado como os índios nativos americanos usam a carcaça do búfalo, em que optimizam o usos de cada elemento, da língua à cauda. Os metais seriam derretidos só com os metais de características idênticas, de maneira a reterem a sua qualidade elevada, o mesmo com os plásticos e outros materiais artificiais.

Na actual fase da evolução humana, a grande preocupação deve estar concentrada nos nutrientes – comida valiosa para a indústria e natureza – que actualmente é contaminada, perdida ou deitada ao lixo. É perdida não só por falta de sistemas adequados de recuperação dos lixos, mas também porque muitos produtos são o que William McDonough e Michael Braungart chamam de «Frankenstein Products».

Estes são constituídos por misturas de materiais tanto técnicos como biológicos, nenhum dos quais pode ser recuperado depois da sua vida actual. Um exemplo deste tipo de produtos são as convencionais solas de borracha incorporadas no calçado. Elas contêm chumbo e plástico. À medida que as solas se vão desgastando, partículas destes materiais vão sendo libertadas para a atmosfera e para o solo. Estas partículas não podem ser consumidas nem por nós nem pelo ambiente. Depois de usadas as sandálias, os valiosos materiais destas, ambos, biológicos e técnicos, são perdidos numa lixeira. Não faz sentido...

De um ponto de vista material e ecológico, o design da maior parte dos sapatos pode ser muito mais inteligente. William McDonough e Michael Braungart sugerem a ideia de uma sola revestida com materiais biodegradáveis, que poderá ser destacada no final do

seu uso. O resto do sapato pode ser feito de plástico e polímeros que não sejam nocivos e que possam ser totalmente reciclados em novos sapatos, conseguiríamos assim uma fácil e imediata separação dos vários nutrientes que compõem o sapato, originando uma reciclagem 100% eficiente.

Actualmente em vez do sistema «Cradle-to-Cradle», é utilizado o conceito de “Cradle -to-grave”<sup>81</sup> que domina a produção moderna. Nos Estados Unidos mais de 90% das matérias extraídas para produzir bens duráveis, tornam-se lixo quase imediatamente. É mais barato comprar um produto novo do que contratar alguém para reparar o antigo. Muitos dos produtos encontrados no mercado são projectados com base na obsolescência, de maneira a durarem apenas um certo período de tempo, para assim encorajarem o consumidor a desfazer-se do antigo e adquirir um novo produto.

De facto, o que é possível observar, quando se analisa o produto final, são apenas em média, 5% das matérias-primas envolvidas na sua produção e no processo de distribuição.

O ar, a água e o solo não absorvem em segurança os desperdícios humanos, a não ser que os próprios desperdícios sejam completamente saudáveis e biodegradáveis. Mesmo os ecossistemas aquáticos são incapazes de purificar e destilar os lixos perigosos para níveis saudáveis.

A não ser que os materiais sejam especificamente concebidos para no seu momento final se tornarem comida saudável para a natureza, a compostagem<sup>82</sup> pode apresentar problemas. Mesmo quando os tão «famosos» tratamentos municipais de lixo, incluindo o papel e embalagens, são compostos, os químicos e as toxinas dos materiais podem ser libertados para o ambiente. Mesmo que estas toxinas existam em quantidades mínimas, este processo pode não ser seguro. Em alguns casos seria até mais seguro selar os materiais num aterro (McDonough, W. e Braungart, M., 2002)

E a reciclagem? A maior parte da reciclagem feita é na realidade downcycling; reduz a qualidade do material de cada vez que é feita. Quando os plásticos, de embalagens de água e sumo, são reciclados, são misturados com outros plásticos diferentes para produzir um composto híbrido de baixa qualidade, que é depois moldado num outro produto barato e de baixa qualidade.

Os metais também são downcycled. O aço de alta qualidade usado nos carros é reciclado fundindo-o com outras partes do carro, incluído o cobre dos cabos ou tintas e

---

<sup>81</sup> Expressão Inglesa que quer dizer berço-para-sepultura.

<sup>82</sup> Conjunto de técnicas aplicadas para controlar a decomposição de materiais orgânicos, com a finalidade de obter, no menor tempo possível, um material estável, rico em húmus e nutrientes minerais; com atributos físicos, químicos e biológicos superiores (sob o aspecto agronómico) àqueles encontrados na(s) matéria(s) prima(s). (fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Compostagem>)

revestimentos plásticos. Estes materiais fazem com que a qualidade do aço reciclado diminua. O aço utilizado neste composto fortalece as características do material, pode-se até acrescentar mais aço para dar mais resistência ao composto, mas este novo material já não terá as características necessárias para voltar a fazer um carro.

O alumínio é outro material valioso mas que é constantemente downcycled. As latas de bebidas são compostas por dois tipos de alumínio: as paredes são feitas de alumínio, ligas de manganês com algum magnésio mais revestimentos e tintas, enquanto que o topo é feito em ligas de alumínio magnésio. Na reciclagem convencional estes materiais são derretidos em conjunto, resultando num material mais fraco. Tudo poderia ser evitado se, na fase inicial de projecto, estes constrangimentos tivessem sido equacionados e o projecto resultasse em algo que facilmente poderia ser desmembrado e agrupado segundo as características dos materiais utilizados.

O uso criativo de material downcycled em novos produtos pode ser errado, apesar das boas intenções. Por exemplo, as pessoas podem achar que estão a fazer uma boa escolha ao comprar roupas feitas de fibras recicladas das garrafas de plástico. Mas, as fibras das garrafas de plástico contêm toxinas como o antimónio, estabilizadores ultravioletas, plastificantes e antioxidantes, que não foram pensados para estar em contacto com a pele humana.

Só porque um material é reciclado não o faz, automaticamente, ecologicamente benigno, especialmente se não foi nunca pensado para a sua reciclagem. Adotar cegamente comportamentos ambientais superficiais sem perceber realmente os seus efeitos pode não ser melhor, mas sim ainda pior do que não fazer nada.

A legislação na Europa exige que as embalagens feitas de alumínio e polipropileno<sup>83</sup> sejam recicladas. Mas como estas embalagens não são projectadas para serem recicladas em novas embalagens (ou seja, voltar a ser usada pela indústria para voltar a fazer o seu produto novamente), a complacência resulta em custos adicionais, e em materiais de características reduzidas, sem uma utilidade verdadeiramente enriquecedora.

---

<sup>83</sup> Polipropileno ou polipropeno é um polímero ou plástico derivado do propeno ou propileno. A sua forma molecular é (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)<sub>x</sub>. O polipropileno (PP) é um tipo de plástico que pode ser moldado usando apenas aquecimento, ou seja, é um termoplástico. (fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Polipropileno>)

### ***Eco-Eficiência vs Eco-Eficácia***

conceito adaptado do livro *Cradle-to-Cradle* de William McDonough & Michael Braungart, 2002.

No livro *“Cradle to Cradle: remaking the ways we make things”*, é estabelecida a diferença entre dois conceitos que, numa primeira análise, parecem iguais mas que são bastante diferentes. A eco-eficiência e a eco-eficácia. Estes conceitos revelam-se de extrema importância na compreensão da temática desta dissertação.

É necessário, antes de mais, perceber a diferença entre Eficiência, ou seja, fazer bem as coisas e Eficácia, fazer as coisas certas. Muitas vezes preocuparmo-nos tanto em fazer as coisas bem, que nos esquecemos de verificar se estamos a fazer as coisas certas. É neste contexto que se revelam de extrema importância a aplicação destes conceitos ao sistema actual de sustentabilidade e, estabelecer as suas verdadeiras implicações na sociedade actual.

A eco-eficácia é um movimento emergente que William McDonough e Michael Braungart vêm como a próxima revolução industrial. Esta revolução é baseada nos princípios de design que são encontrados na natureza, na criatividade e prosperidade humana, no respeito, fair play e boa vontade. Tem o poder de conseguir transformar a indústria e ambiente como são conhecidos actualmente.

Compretem menos, gastem menos, conduzam menos, tenham menos filhos ou nenhum, são necessidades emergentes perante os problemas ambientais nos dias de hoje; o aquecimento global, a desflorestação, poluição, lixo/desperdício, tudo consequências do modo de vida da sociedade ocidental. Para ajudar a salvar o planeta, é necessário fazer sacrifícios e partilhar alguns recursos. Provavelmente, mais cedo do que se julga, vamos ter de enfrentar um mundo de limites.

“A melhor maneira de reduzir o impacto ambiental não é reciclar mais, mas sim produzir e possuir menos” (McDonough e Braungart 2002).

Eco-eficiência significa «fazer mais com menos» um conceito que tem as suas raízes no início da industrialização. Henry Ford escreveu em 1926, “é necessário conseguir rentabilizar o mais possível a energia, o material e o tempo”, conseguindo poupar enormes quantias com as suas políticas de redução de lixo e de rentabilização de tempo com o seu inovador conceito de produção em linha.

A reciclagem, como solução actual para o lixo, não é uma resposta eficaz ao verdadeiro problema, ela não avalia nem resolve o problema de início. A questão essencial permanece: os produtos e materiais mal desenhados que são impróprios para o uso e o seu consequente fim de vida.

Enquanto os regulamentos forem iguais para todas as situações, a reciclagem é um remendo aplicado na parte final de todo o processo. Erradamente «substitui» uma responsabilização do designer e do projecto, não encorajando a resolução criativa dos problemas onde eles realmente começam.

Num mundo em que o design não é inteligente, podendo chegar até a ser destrutivo, os regulamentos podem reduzir os efeitos maléficos no imediato, mas estes são um sinal de falha no design. Na realidade, os regulamentos não são mais do que um limite máximo permitido por um governo à sua indústria para que esta possa controlar os factores de destruição, doença e morte a um nível aceitável. O bom design não deveria necessitar de nenhum tipo de regulamentação.

A eco-eficiência é um conceito admirável, mas não pode ser interpretada como uma estratégia de sucesso a longo prazo, porque não vai ao âmago da questão. Trabalha baseada no mesmo sistema que causou o problema, simplesmente tentando abrandá-lo através de considerações ou medidas morais e medidas punitivas. Representa pouco mais do que uma mera ilusão de mudança.

A eco-eficiência apenas funciona para minimizar o efeito do velho e destrutivo sistema. Num mundo dominado pela eficiência, cada avanço ou desenvolvimento serviria apenas propósitos práticos. A beleza, criatividade, fantasia, inspiração e poesia cairiam em esquecimento, originando um mundo cinzento. Imaginemos um mundo completamente eficiente, como exemplificam William McDonough e Michael Braungart: um jantar italiano seria uma pílula vermelha e um copo de água com um aroma artificial. Van Gogh apenas usaria uma cor. E sexo eficiente?

Um mundo eficiente não parece ser maravilhoso, apresentando um grande contraste com a natureza!

Nas sociedades antigas, arrependimento e sacrifício eram reacções típicas a sistemas complexos, como a natureza, em que as pessoas sentiam que tinham pouco controle. As sociedades por todo o mundo desenvolveram sistemas de crença baseados em mitos em que o mau tempo, a fome ou a doença eram sinónimo de que alguém teria desagradado aos deuses, sendo o sacrifício uma maneira de os acalmar. Em algumas culturas, ainda hoje, é necessário sacrificar algo de valor para assim conseguir recuperar a bênção dos deuses, ou deus e assim restabelecer a estabilidade e a harmonia.

A destruição ambiental é um sistema complexo em si mesmo – assente em causas profundas que são difíceis de ver ou compreender. Assim como os nossos antepassados, nós poderemos reagir automaticamente, com terror e culpa, e poderemos tentar encontrar

maneiras de nos purgarmos; o que o movimento da eco-eficiência fornece em abundância, com as suas exortações a consumir e produzir menos, minimizando, evitando, reduzindo, sacrificando e no final reciclando.

A raça humana está condenada a ser a única espécie no planeta culpada de o sobrecarregar para além do que ele suporta; como tal, deveríamos aliviar a nossa presença, o nosso sistema, as nossas actividades e até a nossa população até conseguirmos ser praticamente «invisíveis».

Como William McDonough e Michael Braungart dizem no seu livro “O objectivo é zero: zero emissões, zero desperdício, zero pegada ecológica, o que não quer dizer zero diversidade de produtos!” (*Cradle to Cradle: remaking the way we make things*, 2002). A humanidade não pode aceitar as coisas como uma inevitabilidade, acreditando que o design pobre e os sistemas destrutivos são o melhor que é possível fazer. Esta é a grande falha do ser menos mau: a falta de imaginação.

Na perspectiva de William McDonough e Michael Braungart esta é uma visão depressiva do papel da espécie humana no mundo. E porque não pensar num paradigma completamente novo?

O conceito de eco-eficácia transformará a indústria de um sistema de colher (recursos), fazer e desperdício para um em que integrará preocupações económicas, ambientais e éticas.

É o que os autores propõem no seu livro. O que acontece quando um livro é deitado fora? O papel veio das árvores, assim a diversidade natural e os solos já foram sacrificados para que nós pudéssemos ler. O papel pode ser biodegradável, mas os tinteiros utilizados para a sua impressão contêm metais pesados e carbono preto.

William McDonough e Michael Braungart materializam o conceito de eco-eficácia, no exemplo do livro do futuro que não incide na alteração da forma do objecto em si, mas sim na reinterpretação dos materiais de que é feito e no contexto da sua relação com o mundo natural. Como poderá ser benéfico para pessoas e ambiente?

Pode-se começar por considerar se o papel é o material indicado para a função necessária. Imaginemos um livro que não é uma árvore. Não é sequer papel. É feito de plástico desenvolvido com base num paradigma completamente diferente aplicado aos materiais. Polímeros que são infinitamente recicláveis sempre com o mesmo ou melhor grau de qualidade – estes foram desenvolvidos com o futuro da sua vida pós utilização em mente, mais do que entendido como uma embaraçosa segunda vida. Os cartuchos não são tóxicos e podem ser removidos do polímero através de um processo químico simples e

seguro ou até água quente, podendo assim ser facilmente recuperados e re-usados. A capa é feita do mesmo polímero de que são feitas as folhas do livro mas com uma gramagem superior para assim conferir mais rigidez. As colas utilizadas são feitas de ingredientes compatíveis com o polímero utilizado no livro, para assim que o material não seja mais necessário na forma de livro, possa ser na sua totalidade entregue à indústria que o publicou e ser reciclado num processo único. As páginas são brancas e têm um toque suave e, ao contrário do papel reciclado, não ficam amarelas com o tempo. A tinta não sujará os dedos do leitor.

Embora a «2ª vida» do livro esteja programada, este livro é suficientemente durável ao longo de várias gerações. É à prova de água, por isso pode ser lido na praia.

Este livro celebra o seu material em vez de se desculpar. Os livros tornam-se livros vezes sem conta, cada nova «encarnação» torna-se um veículo para imagens e ideias frescas. A forma segue, não só a função, mas a evolução do próprio meio, na propagação interminável do espírito da palavra impressa.

Deveria ser um objectivo «real» desenhar produtos que fossem úteis a curto prazo, convenientes e com o aspecto estético em mente, tudo junto com o ciclo de vida do seu material. Assim iniciar-se-ia um ciclo credível de um novo processo de inovação.

O velho modelo de produto-lixo poderia ser posto de lado e o seu «cliché» eficiência. Abraçamos o desafio de sermos não eficientes, mas eficazes, com respeito a um sem número de considerações e desejos.

Se perguntarmos a uma criança o que significa para ela crescer, provavelmente responderá que é algo de bom, uma coisa natural – significa ficar maior, mais forte e saudável. O crescimento na natureza (e das crianças) é normalmente entendido como algo de maravilhoso e saudável. Por outro lado o crescimento industrial é algo que nos moldes actuais se pode considerar mau e prejudicial; para o ambiente, para os recursos, cultura, etc.

A chave para o problema não é fazer as indústrias humanas mais pequenas, como a eficiência defende, mas sim projectá-las de maneira a estas ficarem maiores e melhores de maneira a que reabasteça, restaure e alimente o resto do mundo. O caminho certo para a indústria é o caminho do bom crescimento – mais saúde, alimento, diversidade, inteligência e abundância – para as gerações actuais e futuras.

Em alguns casos, a energia solar, assim como a do vento e da água, podem ser canalizadas para o sistema corrente de fluxos energéticos, diminuindo as quantidades necessárias de energia artificial e poupando dinheiro. Isto é eco-eficiência? Em todos os

seus significados. Mas é a eco-eficiência como ferramenta ao serviço de uma visão mais aberta, não como um objectivo em si mesmo.

No longo caminho que falta percorrer, na direcção do real aproveitamento dos fluxos energéticos naturais, é uma necessário restabelecer uma ligação fundamental à fonte responsável pelo crescimento saudável no planeta: o sol, esse tremendo poder nuclear a 150 milhões de quilómetros da terra (exactamente onde nós o queríamos!). Mesmo a esta distância o calor do sol pode ser devastador, e é ele que comanda um saudável respeito pela delicada orquestra de circunstâncias que torna os fluxos energéticos naturais possíveis.

O homem conseguiu prosperar na terra sob estas intensas emanações de calor, apenas porque biliões de anos de processos evolucionários criaram a atmosfera e a superfície que suportam a nossa espécie – o solo, vida vegetal e nebulosidade que arrefecem o planeta e distribuem a água pelo planeta, mantêm a atmosfera dentro de uma gama de temperaturas que nos torna possível viver.

Actualmente deveria ser «normal» fazer mais do que design para os ciclos biológicos e técnico, deveríamos reformular o compromisso do design, ou seja não «desenhar um carro» mas «desenhar um nutriveiculo» (McDonough e Braungart, 2002).

*“Em vez de ter como objectivo criar carros com zero ou poucas emissões negativas, imaginemos carros projectados para libertar emissões positivas e gerar outros nutrientes no ambiente” (McDonough e Braungart, 2002).*

O motor do carro poderia ser tratado como uma planta química modelada aos sistemas naturais. Nesta visão do futuro, tudo o que o carro emite são nutrientes para a natureza ou para a indústria. Enquanto queima o combustível, o vapor de água das suas emissões pode ser capturado, voltar a ser transformado em água e novamente usado (actualmente a média dos carros liberta aproximadamente 3 Litros de vapor de água para o ar por cada 3,7 litros de combustível utilizado).

Em vez de fazer o conversor catalítico o mais pequeno possível, poderíamos desenvolver os meios de usar o óxido nitroso como fertilizante e configurar o nosso carro para produzir e armazenar o mais possível desta substância enquanto funciona. Em vez de libertar emissões de carbono enquanto queima combustível, porque não armazenar essas emissões em contentores que poderiam ser posteriormente vendidos às empresas produtoras de pneus? Usando fluidos mecânicos, os pneus poderiam ser concebidos para atrair e capturar partículas nocivas, limpando o ar em vez de o poluir ainda mais. No final da sua vida útil, todos os materiais que compõem o carro retornariam ao ciclo biológico e técnico.

Como dizem William McDonough e Michael Braungart, “vamos estender o compromisso do design mais a frente, até ao limite, ou seja, não reinventemos a receita mas repensemos todo o menu” (2002).

Em apenas 20 anos o número de carros no planeta triplicou. Não interessa se são veículos altamente eficientes e ultraleves feitos com base em fibras de carbono e fazendo centenas de quilómetros com apenas 1 litro de combustível, ou se são nutriveículos. O planeta irá estar «atulado» em carros e necessitaremos de outras opções. Parece fantasia? Claro que sim. Lembremo-nos, o carro em si próprio, é uma noção fantasista num mundo de cavalos e transportes.

O caso da Nike ajuda a acreditar que é possível este tipo de abordagens. Esta empresa tem em mãos um grande número de iniciativas baseadas no conceito de eco-eficácia para explorar novos materiais e novos cenários ligados ao uso do produto e ao seu re-uso.

Um dos pontos principais da agenda da Nike é a de ser capaz de tingir pele/couro sem a utilização de toxinas, deixando assim de ser um monstro híbrido e podendo ser facilmente decomposto depois do seu uso. Porque os tingimentos de pele afectam muitas indústrias – incluindo carros, mobiliário e roupa – uma iniciativa destas poderia ter impacto não numa mas em muitas indústrias.

A Nike está também a testar um novo composto de borracha que será um nutriente biológico e que poderá ter um grande impacto em muitos sectores da indústria. Ao mesmo tempo, esta empresa está a explorar um inovador sistema na recuperação dos produtos, tentando não só fazer nutrientes técnicos e biológicos, mas oferecendo sistemas para a sua recuperação. Este processo é, necessariamente, gradual – durante esta nova fase de introduzir os seus novos sapatos, a Nike separa os vários componentes das sapatilhas (as varias camadas da sola, etc) de maneira a conseguir voltar a usá-las na manufactura de novas sapatilhas ou novos produtos. A borracha é usada em novas sapatilhas.

O D.F.D é a chave porque é necessário projectar as sapatilhas para que seja fácil separar e desmontar as várias partes, mantendo os materiais separados e intactos. Isto no processo de design é um grande desafio mas também um grande constrangimento, o que faz com que o design das sapatilhas assuma um papel preponderante em toda esta estratégia. As solas transformam-se num granulado que servirá de pavimento para campos desportivos de basquete ou de corrida.

Isto é apenas o começo. O verdadeiro objectivo é, como foi dito acima, transformar todo o lixo resultante dos velhos componentes de uma sapatilha em novas

matérias para voltar a fazer novos componentes para as sapatilhas. Produtos verdadeiramente reciclados não poluem, este é o objectivo.

A Nike pede aos seus designers que analisem e prevejam todo o ciclo de vida do produto e que desenhem com menos produtos tóxicos, usando os avanços tecnológicos da química, usando mais fibras naturais e materiais que sejam recicláveis

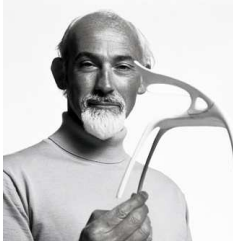
A empresa está a iniciar vários programas piloto para estudar e começar a perceber a complexidade de um programa de recolha dos seus produtos, na expectativa de que alguns possam vir a ser implementados no futuro. A Nike vende os seus produtos em aproximadamente 110 Países, tendo este programa de ser idealizado para incorporar as especificidades regionais e culturais de cada região.



**Figura 62** – Sapatilha “trash talk” da Nike. O couro sintético do chão da fábrica faz o corpo da sapatilha. A entresola usa espuma que sobra nas linhas de produção. A sola é elaborada com borracha ecológica, que reduz emissões tóxicas e usa o resultado do Nike Grind, um enorme projecto de reutilização de calçados da Nike implantado em 1993, que também recolhe material reciclado de fábricas de calçados. Produzido em branco e laranja, terá cadarços e linha de costura ecológicos e, será colocado em caixa de papelão reciclado. (fonte: ver anexo 1)

## **Ross Lovegrove**

“essencialismo orgânico”



**Figura 63** – Ross Lovegrove. (fonte: ver anexo 1)

### *Dados biográficos*

Nascido em 1958, Cardiff, País de Gales.

Graduado em design Industrial no Politécnico de Manchester – 1980 e, Master em Design no Royal College of Art, Londres - 1983. Durante os anos 80 trabalhou na Frog Design na Alemanha Ocidental, em projectos como o Walkman da Sony ou computadores da Apple. Mais tarde trabalhou na Knoll International em Paris, onde desenvolveu o bem sucedido sistema de escritório Alessandri. Neste período foi também convidado para integrar o prestigiado Atelier de Nimes, junto com nomes como Jean Nouvel<sup>84</sup> e Philippe Starck<sup>85</sup>. Em 1986 Ross Lovegrove volta para Londres onde desenvolve projectos para empresas como a Kartell, Cappellini, Moroso, Luceplan, Peugeot, Apple Computers, Vitra, Olympus Cameras, Japan Airlines, etc. Abriu o seu estúdio em 1988 em Londres.

Vencedor de vários prémios internacionais, o seu trabalho foi bastante publicado e exibido internacionalmente.

Em Novembro de 2005, foi galardoado com o premio Mundial de Tecnologia pela Revista Time Magazine e a cadeia de televisão CNN.

No contexto desta tese, é importante referir o designer Ross Lovegrove, como um dos expoentes máximos da aplicação real de muitos dos conceitos e desafios apresentados neste trabalho.

É um designer que entusiasma pelo seu pensamento visionário e pela sua interpretação «natural» e conceptual dos projectos. Esta abordagem torna-se interessante porque tem aplicação directa em produtos produzidos industrialmente e que entram no circuito comercial. É uma prova inequívoca de que este género de abordagem é possível no mercado «real», não se trata apenas de ideias ou desejos sem aplicação prática.

Como diz Paola Antonelli<sup>86</sup> “*é um dos designers mais interessantes e fascinantes do design actual*” (Supernatural - The work of Ross Lovegrove. 2004).

---

<sup>84</sup> Jean Nouvel (12 de Agosto de 1945) é um arquitecto francês. Foi galardoado com o Prémio Pritzker em 2008. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Jean\\_Nouvel](http://pt.wikipedia.org/wiki/Jean_Nouvel))

<sup>85</sup> Philippe Starck é um designer nascido em Paris, em 18 de janeiro de 1949. É conhecido mundialmente pelo seu design leve e contemporâneo, tanto pela forma, quanto pelos materiais que emprega nas suas criações. (fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Philippe\\_Starck](http://pt.wikipedia.org/wiki/Philippe_Starck))

<sup>86</sup> Data de nascimento indisponível. Paola Antonelli é uma famosa especialista em design e foi recentemente catalogada como uma das 100 mais importantes personalidades no mundo da arte pela revista Art Review. É responsável sénior no departamento de Arquitectura e Design no Museu de Arte Moderna em Nova Iorque. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Paola\\_Lenti](http://en.wikipedia.org/wiki/Paola_Lenti))

*“Essencialismo orgânico”*

Ross Lovegrove, também conhecido como «Captain Organic» é o porta-voz de uma tendência que inaugurou o séc. XXI: o «novo naturalismo». Para além dos seus produtos, Ross Lovegrove tenta construir uma nova visão da criatividade, que reúne numerosas disciplinas, e aspira a um manifesto ideológico holístico.

*“Para ele as curvas suaves têm pouca importância. O que é mais importante é o seu conhecimento e investigação na relação interactiva entre a humanidade, natureza e tecnologia. Qualquer factor possível de existir e as suas inevitabilidades são cuidadosamente tidas em conta e reflectidas nos seus projectos”* (Tokujin Yoshioka<sup>87</sup>, Supernatural – The Work of Ross Lovegrove, 2004)

O termo «essencialismo orgânico», é apenas um meio de exprimir uma aproximação à criação de formas no espaço. É uma combinação económica de dois factores, o significado das estruturas orgânicas que são fluidas e ininterruptas e o «essencialismo» na procura da alma natural de um objecto físico na sua relação de combinação entre materiais e forma.

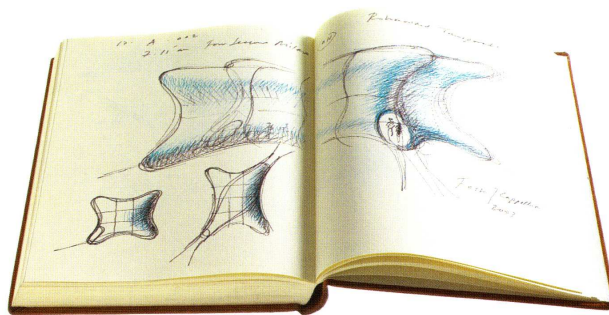
Este conceito tem sido a matriz aglutinadora do seu trabalho nos últimos anos, inspirado por elementos e estética retirados do mundo natural e redesenhados em formas futuristas.

Ross Lovegrove sobressaiu no mundo do design devido à sua procura de formas puras usando novos materiais, processos e tecnologia, concentrando-se numa revisão minuciosa do organicismo em contraponto com o minimalismo. No seu entendimento, o minimalismo refere-se principalmente a uma moda, e não, a nenhum novo movimento relacionado com o ambiente humano ou tecnologia.

*“Sou suspeito sobre o minimalismo porque ele realmente não existe na natureza. É um conceito Alien - ele sugere linhas direitas, superfícies lineares, uma falta de resposta emocional. Eu penso que a vida não é minimalista, na sua generalidade é bastante complicada e detalhada. O essencialismo é outra coisa, que se relaciona mais com a parte física dos objectos. Significa pôr menos ênfase no peso, densidade e espessura. É a ideia de que as coisas podem ser construídas no futuro mais organicamente, serem menos construtivas fisicamente, crescer mais do que construir. Este conceito de crescer mais do que construir é muito importante”* (Peter M. Fiell, entrevista a Ross Lovegrove, revista Domus 818, pág. 70.)

---

<sup>87</sup> Data de nascimento indisponível. Designer japonês.



**Figura 64** – Caderno de esboços de Ross Lovegrove (fonte: Supernatural – The work of Ross Lovegrove, pag. 6)

Mais do que designer, descreve-se como um biólogo evolucionário. Através do seu instinto, cria a forma, entende a forma e aproveita esta Era Digital e os seus recursos para o fazer. A forma inteligente é o seu objectivo, não está interessado no ornamento gratuito, ou em qualquer lixo superficial, que serve apenas para induzir o consumo.

Para Ross Lovegrove inspirar-se na natureza é uma escolha natural. Desde sempre os humanos imitaram as soluções que existiam na natureza como respostas óptimas a necessidades funcionais, assim como simbólicas. Um dos seus principais interesses é a maneira como a natureza consegue fazer crescer coisas.

Desde pequeno, o seu instinto para compreender os materiais fez com que ficasse fascinado por entender como uma única substância, um ovo ou uma batata por exemplo, podiam ser manipulados para conseguir atingir uma única e por vezes contraditórias estruturas, densidades e formas. Ao reflectir sobre este fenómeno, torna-se incrível pensar que a origem da maior parte dos processos industriais pode ser comparada com a maneira como a matéria orgânica muda de estado durante os processos de cozinhar. Nestas experiências, Ross Lovegrove descobriu as espumas, os elastómeros, as estruturas cristalinas, os materiais fibrosos, sólidos que se transformam em líquidos e que depois se tornam novamente sólidos e também os pós que, quando combinados com produtos diários e açucars, podem tornar-se «rocha dura», só desfeita se diluída em água.

Espantosas estruturas podem ser concebidas através da observação directa de uma experimentação com componentes biodegradáveis. Esta foi a base para a sua maravilhosa descoberta e entendimento muito particular das potencialidades naturais aplicadas ao mundo artificial.

A sua base experimental, a sua consciência e o acumular de experiências ajudam-no a abrir novos caminhos que podem nunca ter sido explorados, baseados no seu entendimento e especulação sobre o porquê de alguma coisa existir e a razão para esta poder existir – a utilidade, a beleza estética, ou idealmente, a coexistência de ambas.

*“Eu considero uma virtude, encontrar um significado para a existência das coisas, dotando as peças que eu desenho de propriedades silenciosas que tocam as pessoas sem palavras de uma maneira emocional”* (Ross Lovegrove no livro Supernatural – The Work of Ross Lovegrove)

Existe uma beleza absoluta nas formas orgânicas que estimula a subconsciência humana, o trabalho de Ross Lovegrove procura esta honestidade e riqueza das formas, que celebram o efeito tridimensional da nossa vivência em harmonia com o espaço que nos rodeia.



**Figura 65**



**Figura 66**

**Figura 65** – Lugg Bicycle System (1997-2001) para a marca Biomega, Dinamarca. O uso do bambu neste protótipo, demonstra o potencial do uso de materiais orgânicos e sustentáveis. (fonte: Supernatural – The work of Ross Lovegrove, pag. 227)

**Figura 66** – Pormenor do quadro da bicicleta feito com bambu. (fonte: ver anexo 1)

Nos seus projectos, tenta usar apenas o essencial do que é necessário, procura fazer as «coisas» com o mínimo de recursos, mas que, ao mesmo tempo, alcancem o máximo de efeitos. É uma abordagem ao design e produção de produtos que combina a lógica e a beleza.

*“Ross é um pensador visual ... ele desenha objectos com beleza, mas estes também têm significado e tornam-se em símbolos de ideias mais abstractas, que contribuem para o desenvolvimento da cultura da sociedade”* (Alberto Meda<sup>88</sup>, livro Supernatural – The Work of Ross Lovegrove)

---

<sup>88</sup> 1945 - Engenheiro Italiano com uma preocupação e dedicação ao design. Desde 1979 é designer industrial freelancer para várias empresas de renome mundial como: Alias, Alessi, Cinelli, Gaggia, Ideal Standard, Luceplan, Mandarina Duck, Omron Japan, Philips, and Vitra. (fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Alberto\\_Meda](http://en.wikipedia.org/wiki/Alberto_Meda)).



**Figura 67**



**Figura 68**



**Figura 69**

**Figura 67** – Pedra. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 68 e Figura 69** – Ammonite Palmtop Communicator (1994) para a marca Apple Computer Corporation, U.S.A. A forma deriva de princípios ergonómicos encontrados na natureza e do estudo de estados de tecnologia activos e passivos. (fonte: Supernatural – The work of Ross Lovegrove, pag. 110 e 111)

*“No trabalho de Ross Lovegrove podemos encontrar uma ponderação posta em cada projecto, na economia do pensamento lógico e da beleza inerentes ao processo de design e na “obesidade”, não só do objecto mas também do seu ciclo de vida. A essência do design orgânico contemporâneo é talvez a procura, para lá dos limites tradicionais de uma disciplina, de maneira a aprender como contribuir para o futuro do mundo” (Paola Antonelli, Supernatural – The Work of Ross Lovegrove).*

Esta é uma abordagem altamente experimental, que tenta alcançar o compromisso de ultrapassar as fronteiras entre a ciência, tecnologia, design e arquitectura.

O seu trabalho reflecte um interesse pela integridade de um determinado material e do seu potencial de expressar as suas qualidades através do design. A mistura de materiais para alcançar uma nova composição física é, no seu entendimento, o caminho futuro.

O seu trabalho inspira-se não só nas formas, mas também nas soluções estruturais e nos sistemas eficientes encontrados na natureza. Encontramos no projecto da Cadeira GO (1998-2001, para Bernhardt Design, USA), um excelente exemplo desta inspiração. O resultado final da sua proposta, mostra a interacção entre as várias partes da cadeira tal como a estrutura dos ossos humanos. Nascida de uma abordagem anatómica à forma e de um pensamento biológico, é a tradução desta abordagem para um produto.

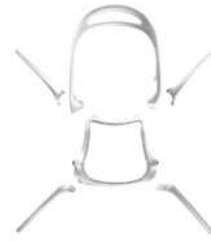
Esta cadeira é feita de magnésio e foi considerada em 2001 pela revista Time Magazine como a nova linguagem do séc. 21.



**Figura 70**



**Figura 71**



**Figura 72**



**Figura 73**



**Figura 74**

**Figura 70** – Cadeira GO (1998-2001), para Bernhardt Design, USA. (fonte: ver anexo 1)

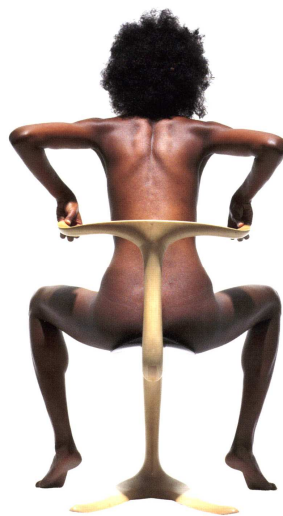
**Figura 71** – Pormenor da Cadeira GO. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 72** – Várias partes constituintes da Cadeira GO. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 73** – Pormenor da interligação entre partes da Cadeira GO. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 74** – Pormenor da estrutura de ossos humanos que fazem a analogia com a inspiração e método de construção da cadeira. (fonte: ver anexo 1)

A procura por uma consistência estética como uma reflexão da modernidade é muito importante em todo o seu trabalho, embora a sua grande premissa se relacione com a natureza, no sentido em que está preocupado em reduzir toda a parte física nos seus projectos ao mínimo indispensável, tal como na natureza.



**Figura 75** – Bone Chair (1994) para a marca Ceccotti, Itália. Esta cadeira é um exercício escultórico, na redução fluida da forma estrutural. (fonte: Supernatural – The work of Ross Lovegrove, pag. 54)

O seu sucesso está na abordagem de procura de eficiência e diversidade nas suas estruturas, através de um número mínimo de elementos que podem ser configurados num número infinito de estruturas. O que a natureza faz é introduzir buracos nas formas, isso liberta a forma, retira tudo o que é desnecessário, é esta abordagem a base subjacente a todo o seu trabalho.

Ross Lovegrove integra os processos naturais no processo de design e projecta produtos orgânicos com o essencial e que têm um bom resultado estético. Não sacrifica tudo o resto apenas a pensar no factor estético.



Figura 76



Figura 78

**Figura 76** – Cadeira Supernatural (2007) para a marca Moroso. Projecto inspirado pela maneira como os ossos são leves e constituídos pelo mínimo de estrutura. Pesa 2,5 Kg, metade do peso do seu mais directo competidor. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 77** – Pormenor. (fonte: ver anexo 1)

*“Eu sinto-me confortável neste tempo líquido de fazer coisas, um tempo orgânico, isomórfico<sup>89</sup>, antropomórfico<sup>90</sup>, mas tento não o forçar a fazer coisas de que ele não precisa”* (Ross Lovegrove - livro Supernatural – The Work of Ross Lovegrove).

Podemos considerar Ross Lovegrove como um tradutor da tecnologia do séc. 21 em produtos que podemos usar todos os dias e com os quais nos relacionamos de uma maneira tranquila e natural.

<sup>89</sup> (*Biologia*) a similaridade na forma de organismos com diferente ancestralidade. (fonte: <http://pt.wiktionary.org/wiki/isomorfismo>)

<sup>90</sup> É uma forma de pensamento que atribui características ou aspectos humanos a Deus, deuses, elementos da natureza, animais e constituintes da realidade em geral. Nesse sentido, toda a mitologia grega, por exemplo, é antropomórfica. (fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Antropomorfismo>)



Figura 79



Figura 80

**Figura 78** – Cogumelo da espécie *Macrolepiota excoriata* (fonte: ver anexo 1)

**Figura 79** – Agaricon, candeeiro de mesa (1999-2002) para a marca Luceplan, Itália. Lembra um cogumelo. Esta peça em policarbonato injectado tem um circuito de toque integrado que permite o controlo da intensidade de luz conforme a pressão exercida pelos dedos da mão. (fonte: ver anexo 1)

A combinação entre inspiração (baseada em arquétipos) e tecnologia de ponta, transforma-o numa das figuras mais interessantes e misteriosas no mundo do design. O resultado do seu trabalho é possível pela existência de uma visão partilhada com o cliente produtor, que muitas vezes o contacta pelo valor da sua abordagem e pelo seu entendimento de como criar algo comercialmente e culturalmente conciso.

O seu Portfolio é bastante diversificado; desde o mobiliário ou iluminação até produtos de alta tecnologia, de garrafas de água a assentos de avião.



Figura 81



Figura 82



Figura 83

**Figura 80** - 'ty nant' garrafa de água (1999-2001) para Ty Nant, Inglaterra. (fonte: Supernatural – The work of Ross Lovegrove, pag. 17).

A garrafa é como se fosse uma pele na água. A garrafa por si não é nada, mas isso é o que é a água. Não se parece com nada. Só quando a água entra na garrafa é que esta toma «forma», cada garrafa é diferente uma da outra, conforme a quantidade de água posta e a incidência da luz. É o máximo do individualismo através de um produto único, sempre o mesmo. Adequa-se a qualquer mão até na mão de uma criança.

**Figura 81** - Eye digital camera (1996) para a Olympus, Japão. (fonte: Supernatural – The work of Ross Lovegrove, pag. 30).

Em 1992 Ross Lovegrove iniciou o estudo de cameras digitais, uma tecnologia emergente, que na altura, não tinha ainda um claro enquadramento tipológico. Esta proposta teve a intenção de estimular uma nova geração de produtos que são «anti-preciosidade» e «anti-mecânicos», suaves e sensuais. Como uma extensão do próprio corpo, o modo como a camera é usada torna-a mais bio-anatómica.

“Projectei o conceito de uma Camera Digital, (proposta à Olympus no Japão) que juntava todos os seus componentes num corpo feito com um elastómero que era suave e anatómico, imitando o modo como o nosso próprio corpo é feito, uma combinação entre materiais suaves e outros duros que permitem grandes performances” (Ross Lovegrove no livro Supernatural – The Work of Ross Lovegrove).

**Figura 82** - Solar bud (1998), iluminação de exterior para a Luceplan, Itália. (fonte: ver anexo 1)

É o primeiro produto europeu de iluminação a usar a tecnologia fotovoltaica como fonte de energia, combinado com LED de alta eficiência. Este projecto comercial reforça a consciência do design ecológico.

*“O desafio de um determinado problema de design é apresentado pela complexidade onde temos de lidar com inúmeros factores, não só os físicos mas os sociais, humanos, e depois os aspectos ligados ao material. Neste momento eu acho o mundo do mobiliário terrivelmente limitado devido à natureza da baixa tecnologia e aos seus objectivos. O design de produto, por outro lado, está a experimentar um período de invenção técnica, física e emocional – qualidades que estão a criar uma nova esfera de influência nas nossas ferramentas para viver, desde telemóveis, aos computadores e aos carros. O processo pelo qual estas estruturas 3D são concebidas, comunicadas e manufacturadas na actualidade, num avançado estado de liberdade possível através do software do computador, que está a possibilitar a fluidez de criatividade mais orgânica.”* (Ross Lovegrove no livro Supernatural – The Work of Ross Lovegrove)

***Biomimética***  
*o futuro que já é presente*

**"Olhemos fundo, bem fundo na natureza, e então vamos entender tudo melhor."**

(Albert Einstein-1879-1955)

*Conceito*

Como foi várias vezes referido ao longo desta dissertação a natureza, durante milhares de anos, concebeu e fez evoluir as plantas e a vida animal, que podem ser considerados os mais complexos elementos de «engenharia» no planeta.

Mesmo com todo o seu desenvolvimento tecnológico, a engenharia humana, sozinha, raramente consegue igualar os melhores projectos da natureza. Existem organismos que já têm problemas resolvidos que a «engenharia humana» ainda não conseguiu solucionar.

Analisando a Natureza encontra-se um meio em constante adaptação e renovação, que são os pressupostos essenciais para a evolução das espécies como são conhecidas. Neste meio não há lugar para experimentar novas estratégias que degradem as condições de existência das gerações seguintes. Cada solução tem de ser melhor que a anterior. Afinal, a selecção natural não perdoa e, na natureza, apenas os mais fortes e adaptados conseguem prevalecer.

Como diz a cientista Janine M. Benyus<sup>91</sup>; *“aprender sobre o mundo natural é uma coisa, mas aprender com o mundo natural é outra, essa é a atitude que faz a diferença”*.

Actualmente, como forma de responder aos mais variados desafios no caminho para a sustentabilidade do planeta, encontra-se na engenharia inversa<sup>92</sup> uma nova esperança para a produção «natural» de novos produtos adequados à realidade actual.

Marc Weissburg, Professor Associado de Biologia na universidade de Georgia Tech e co-director do CBID<sup>93</sup> refere, *“A biologia pode ser um poderoso guia para compreender alguns dos problemas que existem no design e na engenharia”*.

No mundo natural cada animal tem de resolver um problema específico para conseguir sobreviver. Assim, cada animal é uma solução de design para um problema particular. Algumas destas soluções são tão bem conseguidas que são estudadas em pormenor na esperança de ser possível copiar o seu design natural em produtos e tecnologias para seres humanos. Este processo – chamado de Biomimética, Biomimetismo,

<sup>91</sup> Cientista natural de Nacionalidade Americana, escritora e consultora em inovação.

<sup>92</sup> Processo pelo qual um objecto tridimensional existente é recriado ou clonado (e.g. recorrendo a scanners 3D) - Bidanda et al, 1991

<sup>93</sup> Center for Biologically Inspired Design

Biónica ou BID<sup>94</sup> – é o ponto de fusão onde a natureza, a engenharia e o design se encontram.



**Figura 84**



**Figura 85**

O design de produto poderia ser assim – quase a confundir-se com a natureza, não só num sentido formal mas num sentido «inteligente» e biológico.

**Figura 83** – Gafanhoto. O nível de detalhe é extraordinário, fazendo o insecto parecer-se com a natureza.

(fonte: DesignTech – O design da Natureza – 24m02s)

**Figura 84** - Louva-a-deus escondido numa orquídea. As suas pernas e corpos são esculpidos e coloridos para combinarem exactamente com a flor. (fonte: DesignTech – O design da Natureza - 24m48s)

A biomimética (será esta a expressão escolhida para referir o processo atrás descrito), considerada por muitos como a ciência do futuro, foca-se no uso dos princípios biológicos para a resolução dos problemas de design, engenharia, etc. Esta abordagem é uma consequência de 3,8 biliões de anos em R&D<sup>95</sup> e de 10 a 30 milhões de espécies com soluções bem adaptadas.

Esta nova ciência, reúne e interpreta de uma forma científica muitos dos conceitos e abordagens amplamente referidos ao longo desta dissertação. Tem como objectivo a abordagem sistematizada da natureza, enquanto um possível modelo, medida e mentor, na solução de muitos dos problemas actuais. A natureza enquanto um possível modelo, porque estuda os modelos naturais e depois imita-os ou inspira-se nestes desenhos e processos para resolver problemas humanos. Como medida, porque usa o standard ecológico para julgar as nossas inovações e, finalmente, como mentor porque esta é uma ciência com um novo ponto de vista na observação e avaliação da natureza.

*“Introduz uma era baseada não no que podemos extrair da natureza mas sim no que podemos aprender com ela”* (Benyus, Janine M 1997. Biomimicry – Innovation Inspired by Nature).

A aplicação dos estudos e conceitos desenvolvidos pela biomimética, significa ir à génese do exemplo natural e procurar a sua essência, o básico, identificar os princípios orgânicos subjacentes e encontrar uma aplicação para estes.

<sup>94</sup> Abreviatura da expressão Inglesa biologically inspired design (design de inspiração biológica).

<sup>95</sup> Research and development

Design e natureza estão profundamente reunidos na biomimética, onde a principal regra metodológica é a flexibilidade, a capacidade de adaptação sem preconceitos e sem outras leis; à semelhança das regras básicas da natureza. São estas características que permitem que a biomimética dê uma contribuição vital para inovar na indústria, especialmente no desenvolvimento de novos conceitos e materiais.

*“Esta nova ciência é transversal a muitas disciplinas, que actualmente estão organizadas e segmentadas segundo critérios funcionais ou de conhecimentos (e.g. engenharia mecânica ou biologia celular). Desta segmentação surgem dois desafios: (1) reconhecer os campos, problemas e aplicações nas quais a biomimética tem ou pode ter impacto; (2) compreender os passos básicos necessários para uma fusão profunda e de sucesso dos conhecimentos entre biologia, engenharia e design”.* (Jeannette yen<sup>96</sup> et al 2007 bioinspr. Biomim. 2).

A resposta a estes desafios está relacionada com a capacidade de estabelecer uma ligação directa entre a biomimética e o aumento da nossa capacidade para inovar na direcção da tecnologia amiga da vida. Esta ciência emerge nos dias de hoje como um último reforço numa procura criativa de novos materiais e abordagens, potenciada pela actual situação ambiental que se vive por todo o planeta.

As potencialidades das informações desvendadas por esta nova ciência são extraordinárias. Só agora designers, engenheiros e cientistas começam a compreender melhor esta metodologia, o meio que nos rodeia e os benefícios que podemos alcançar.

*“No mundo natural as soluções estão por todo o lado, só temos de mudar as «lentes» pelas quais o observamos”* (Benyus, Janine M. 2005.

[http://www.ted.com/index.php/talks/janine\\_benyus\\_shares\\_nature\\_s\\_designs.html](http://www.ted.com/index.php/talks/janine_benyus_shares_nature_s_designs.html)).

As infindáveis potencialidades benéficas, materiais e imateriais do design inspirado nos princípios biológicos fazem deste assunto algo de extrema relevância para o nosso futuro. Conseguirá esta ciência contribuir para uma inversão da antipatia existente entre a «artificialidade» humana e o mundo natural?

---

<sup>96</sup> Data de nascimento indisponível. Professora na universidade de Georgia Tech e Directora no Center for Biologically Inspired Design at Georgia Tech. (fonte: <http://www.biology.gatech.edu/faculty/jeannette-yen/>)

*Breve contextualização histórica*

O homem já utilizava, instintivamente, a biomimética desde os primórdios da sua evolução. Desde sempre observou a natureza e retirou ideias do seu modo de funcionamento. O fogo, a alavanca, as primeiras ferramentas, as armas; tudo isto foi inventado pelo homem observando os processos naturais.

Certos inventos como o machado de pedra, servindo de extensão do antebraço com o punho cerrado, a canoa que nada mais é do que um tronco flutuante escavado para acomodar pessoas ou os abrigos construídos com galhos e folhas trançadas, mostram a incrível capacidade que o homem teve, ao longo da história, para problematizar e encontrar soluções baseadas nas sugestões oferecidas pelo seu meio ambiente natural.

Com o aparecimento e «banalização» da máquina, durante a revolução industrial, viveu-se uma era mecânica que, de seguida, evoluiu para a era tecnológica. Os problemas do design tecnológico, tornaram-se extremamente complexos nos últimos 100 anos e, com a proliferação da tecnologia na nossa sociedade, a humanidade tornou-se cada vez mais alienada de contactos directos com os exemplos biológicos que a rodeiam.

Deveríamos agora, (ou estamos) a emergir na era Biomorfica<sup>97</sup>, uma tecnologia envolvente, naturalmente complexa e permissiva a imitações.

Historicamente encontra-se a Biomimética aplicada como técnica sistemática para fins científicos e práticos, no início na década de 40, durante a Segunda Guerra Mundial. A partir desta época apareceram grandes laboratórios, nos países mais avançados, com o objectivo de pesquisar esta poderosa e inesgotável fonte de soluções que é a natureza.

A Biomimética é, hoje em dia, matéria eminentemente interdisciplinar, com aplicações principalmente na Engenharia Aero-espacial, na Medicina de próteses e transplantes, na Cibernética, na Arquitectura e no Design(Biodesign).

É possível encontrar várias manifestações na natureza que nunca foram devidamente investigadas, exploradas ou usadas por designers. Esquemas biológicos que suportam uma investigação e que estão acessíveis a qualquer um num passeio mais atento pelo mundo natural.

“O biomimetismo tornou-se uma metodologia na procura de respostas para as interrogações da engenharia e do design”, diz Janine M. Benyus escritora de “*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*”, um dos primeiros livros sobre o assunto.

---

<sup>97</sup> Construção de soluções inspiradas nos princípios de sistemas biológicos. (adaptado de [http://pt.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica\\_biom%C3%B3rfica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica_biom%C3%B3rfica))

*Metodologia da biomimética e design de produto*

Fala-se muitas vezes numa relação directa e bidireccional entre biologia e engenharia, o que, de uma perspectiva redutora, poderia até ser considerada. É aqui que o design entra como o elemento aglutinador deste conhecimento, com a capacidade de o «adaptar» às necessidades da sociedade.

O design poderá ser a disciplina que consegue fazer a transição entre o conhecimento «bruto» e a sua aplicação em produtos ou serviços que realmente melhorem e vão de encontro às necessidades e desafios reais da sociedade actual.

A história dos objectos artificiais é estudada com referência às formas naturais. É possível observar isso desde a justaposição clássica das abóbadas do Gótico, no entrelaçamento dos ramos numa floresta, ao desenho orgânico e fluido no design dos carros modernos. Estas associações não são só formais ou confinadas à cultura ocidental, como podem ser vistas nos padrões dos painéis decorativos e estruturais de uma mesquita.

Paralelamente ao desenvolvimento da cultura dos produtos industriais, tem crescido uma tendência de relacionar o design e a natureza de uma maneira mais profunda.

Encontramos inúmeras vantagens nesta abordagem, que afecta vários aspectos importantes do design de produto. Em primeiro lugar, proporciona uma libertação de todas as atitudes estilísticas desenvolvidas ao longo da história. Estas, na sua grande maioria, são o oposto exacto das referências naturais da forma: a biomimética está totalmente focada no método e evolução da forma e não no resultado final e da sua eventual aderência a arquétipos previamente estabelecidos.

A natureza, em grande parte das vezes, baseou a sua evolução dinâmica e o seu processo contínuo de experimentação e erro, em soluções formais e funcionais, que não cabiam no contexto de um determinado ambiente. Criou uma forma básica de diálogo e coexistência harmoniosa, que é algo que a população de objectos artificiais, nos dias de hoje, é incapaz de fazer.

Uma das considerações básicas na investigação em biomimética é a observação das diferenças fundamentais entre os objectos artificiais, produtos e arquitectura, e os naturais, vegetais e animais, e as suas diferenças nos princípios básicos do seu surgimento.

A tentativa de colocar os problemas antes das soluções é a principal característica inovadora desta nova ciência, tentando assim encontrar o caminho para a solução de um dos problemas históricos no design, que é o de conseguir conferir aos produtos e ambientes artificiais harmonia com o meio ambiente.

A evolução natural é um excelente exemplo de economia no uso dos materiais e na distribuição de funções. A biomimética tem particular interesse num outro tema de muita importância para o novo design: a capacidade nos produtos artificiais de assegurar o máximo de performance com o mínimo de gasto de energia.

Cada vez mais existe a necessidade de projectos otimizados em relação ao custo, matéria-prima, energia, mão-de-obra e segurança. A selecção de materiais na etapa de projecto é um ponto essencial seja qual for o ramo tecnológico. A forma do produto deve ligar-se com aspectos tecnológicos como a resistência, durabilidade, propriedades químicas e físicas. Muitas vezes, na etapa de projecto, não se dá a devida importância a tais aspectos.

No design de produto, por exemplo, devido a um projecto deficiente, muitas vezes é utilizado material em demasia, resultando num sobredimensionamento da matéria-prima utilizada o que origina um aumento do custo de produção e um acréscimo de utilização «excessiva» dos recursos naturais, exactamente o contrário do que existe na grande maioria dos produtos da natureza.

É possível aperfeiçoar produtos e processos observando as estruturas das plantas e animais, texturas de algas, pele de répteis e peixes, que podem representar soluções mais vantajosas. As estruturas naturais, normalmente, não são maciças nem formadas por ângulos rectos, mas sim leves e de formas fluidas.

Uma pequena variação na forma de um produto pode alterar completamente as suas características enquanto objecto. Essa variação pode definir a propriedade de resistência interna do material. Qualquer mudança num projecto, deveria inspirar-se em muitos casos na natureza, porque esta trabalha apoiada no caminho mais simples, com maior eficiência e harmonia.

Como afirmou Leonardo Da Vinci, *“O maior grau de aperfeiçoamento é a simplicidade”*.

Neste processo interminável de refinamento a Biomimética pretende desenvolver modelos análogos. Em primeiro, analisa e reúne informação sobre as estruturas naturais. De seguida, cruza a informação e compara as soluções elaboradas pela natureza como resposta a uma determinada tipologia de soluções (e.g. na mobilidade, na protecção corporal, na comida, na reprodução de espécies, etc.). Finalmente, dá um passo em frente, reproduzindo o processo evolucionário de um ponto de vista metodológico, com soluções inovadoras, funcionais e economicamente convenientes.

Na biomimética o principal papel metodológico coincide com uma característica essencial encontrada na natureza; flexibilidade, a capacidade de adaptação e de mudança contínua, sem preconceitos e sem leis que não sejam as do método. Esta é aliás a principal contribuição que a biomimética pode dar ao design (Bartolo, Carmelo Di 1999, *“Bionica: o desenvolvimento natural em design”*. revista Domus 818, pág. 50).

Deste ponto de vista, a biomimética aparece de facto, como uma importante ferramenta no sistema global de projecto. No contexto da indústria inovadora é um suporte muito importante na procura de novos conceitos, podendo introduzir importantes elementos de inovação funcional, trabalhando, não sobre as soluções para questões já levantadas, mas descontextualizando os problemas e oferecendo um novo ponto de vista na tentativa da sua solução.

No contexto competitivo da indústria, a biomimética pode assumir um importante papel no design de produto, explorando a sua capacidade de economizar recursos. O redesign de um produto existente, por exemplo uma embalagem, pode trazer uma série de vantagens económicas, ecológicas ou funcionais, como a redução do consumo de energia no processo de fabricação, a minimização de perdas térmicas, ergonomia mais adequada e consequentemente diminuição do impacto ambiental pela selecção mais adequada de materiais diminuindo o consumo de matéria-prima e energia.

O design de conceito e o design de materiais revestem-se de especial importância no contexto do projecto. O primeiro – mais uma vez, algo que deixa de lado qualquer definição formal do objecto – corresponde à formulação do problema derivado de uma visão global do projecto no contexto das suas funções e nas relações entre objecto e ambiente. Um novo carro, além de ser uma «habitação» com motor é, em primeiro lugar, uma ideia de movimento, em consonância com as condições estabelecidas pelo briefing cultural. É uma solução integrada que tem em conta os dois factores; a produtividade e as solicitações do marketing e funde as suas necessidades num contexto cultural. A segunda esfera de acção da biomimética – a dos materiais no design – está configurada como uma das ferramentas para controlar a extraordinária variedade de serviços que são hoje possíveis graças à tecnologia.

*“O processo tradicional, como o conhecemos actualmente – onde o designer escolhe, de um vasto catálogo, o material mais adequado ao seu projecto – tende a ser revertida: a tecnologia “perguntará” ao designer que serviços necessita para criar o material mais adequado”* (Bartolo, Carmelo Di 1999, *Bionica: o desenvolvimento natural em design*. revista Domus 818, pág. 50).

A biomimética, através do seu estudo e observação das soluções utilizadas com sucesso no corpo dos animais e na estrutura das plantas, pode formular novas e mais precisas questões e, portanto, estruturar melhor as tecnologias. As características da investigação em biomimética respondem às três necessidades mais sentidas no design contemporâneo: a integração profunda de soluções formais e funcionais, o dinamismo na adesão às especificidades dos projectos e a flexibilidade na procura de soluções.

*“Por estas razões a investigação em biomimética apresenta-se como uma ferramenta de extrema importância à disposição do design contemporâneo”* (Bartolo, Carmelo Di 1999, *“Bionica: o desenvolvimento natural em design”*. revista Domus 818, pág. 50).

Se o design for apoiado na biomimética, melhor será o projecto, embora esse raciocínio seja genérico e talvez até um pouco leviano, serve como um guia para a produção de melhores produtos.

Por exemplo, uma ave bate as asas para voar, o que não significa que para aperfeiçoar o projecto de um avião seja necessário usar o mesmo mecanismo. No entanto algumas analogias podem ser feitas, como a relação da forma da asa da ave com a asa do avião, a forma esbelta do corpo, a cabeça arredondada ou os ossos, que são ocos e propiciam leveza.

Várias outras simples analogias podem ser feitas e delas pode-se tirar proveito para soluções no design ou redesign de um produto.

*“Os Biologistas que conhecem as espécies e os engenheiros que resolvem problemas específicos, estão finalmente a conversar uns com os outros”, diz John Pietrzyk<sup>98</sup>.*

Enquanto designers, imaginamos que, quando se cruzar a nossa criatividade e disponibilidade conceptual com estas equipas de engenheiros e biólogos, os avanços serão de certeza imensos, isto é algo que actualmente começa a ser uma realidade cada vez mais frequente.

Responder a estas perguntas pode trazer uma riqueza incomensurável à futura geração de designers, engenheiros, etc.

---

<sup>98</sup> Presidente da Biomimetic Connections, uma empresa de consultoria em inovação da Califórnia, E.U.A. (fonte: <http://www.linkedin.com/pub/dir/john/pietrzyk>)



## Dicionário Natural

### *13 inspirações*

O sucesso desta nova ciência depende do estabelecimento da analogia apropriada entre o problema a ser resolvido e o potencial modelo biológico a ser aplicado. A qualidade desta analogia irá determinar o quão apropriados são os princípios quando extraídos da biologia.

Encontramos analogias que são mais fáceis de construir do que outras; é relativamente fácil de aceitar que as superfícies adesivas de alguns produtos possam ser análogas com a habilidade dos insectos de andar nas paredes. Outras analogias são menos evidentes e necessitam de outro género de raciocínio mais profundo para identificar os constrangimentos dos problemas humanos que nos conduzem a uma identificação das soluções biológicas. Tais constrangimentos são a essência do sucesso da biomimética.

No desenvolvimento deste capítulo serão apresentados exemplos de aplicação da biomimética a produtos ou, enquanto conceitos iniciais, com potencialidades de desenvolvimento futuro. Este Dicionário natural é uma colectânea de imagens de alguns projectos ou de possíveis analogias que a biomimética já fez ou trabalha actualmente para fazer. Será apresentada a informação essencial para que se estabeleça uma relação perceptível do que são projectos apoiados na biomimética e qual o papel do design no seu desenvolvimento.

É uma concentração de exemplos de produtos, de animais ou de elementos naturais que podem fornecer aos designers uma ligação «directa» entre os conceitos explicados anteriormente e a sua concretização em possíveis projectos.

Esta apresentação não é um estudo aprofundado de cada um dos casos, mas sim uma demonstração da ligação entre projectos reais e o conteúdo desta dissertação.



*O Velcro*

cola e descola como um carrapicho



**Figura 85** – Velcro. (fonte: ver anexo 1)

O velcro talvez seja um dos primeiros e melhores exemplos de desenvolvimento e aplicação da biomimética.

Em 1941, um cientista suíço, George de Mestral, removeu um carrapicho preso ao pêlo de seu cão e intrigado iniciou o seu estudo. Depois de observar ao microscópio e compreender o sistema em que as sementes estão envolvidas para ajudar à polinização, aderindo ao corpo de animais para ajudar no seu transporte, apercebeu-se que uma abordagem semelhante poderia ser utilizada para fazer aderência entre objectos.

O resultado foi o Velcro: um produto que esteve em preparação durante mais de três bilhões de anos, uma vez que esse é o tempo que os mecanismos naturais que inspiraram o produto demoraram para se desenvolver.

Impressionado pela aderência dos ganchos do carrapicho, ele copiou o design e criou um ligador de duas peças. Uma das peças tem ganchos duros como o da casca da semente do carrapicho, enquanto a outra é formada por anéis de fibras macias que permitem a aderência dos ganchos. De Mestral baptizou a sua invenção com o nome de Velcro – a combinação das palavras «veludo» e «croché».



**Figura 87**



**Figura 88**

**Figura 86 e Figura 87** – Carrapicho. (fonte: ver anexo 1)

Ficou desiludido por os estilistas de moda não adoptarem logo o material, provavelmente devido ao barulho de rasgão quando se despega uma das faces.

O velcro viria a ser utilizado na primeira cirurgia cardíaca artificial, em viagens espaciais e em numerosos produtos que hoje fazem parte do nosso dia-a-dia.

Os complexos puzzles que actualmente o biomimetismo tenta resolver fazem parecer o caso do Velcro bastante primitivo.

*A Mosca*

voar no futuro



**Figura 88** – Mosca. (fonte: ver anexo 1)

A mosca pode guardar os segredos de novos veículos espões ou de equipamentos de busca.

Analisada superficialmente a mosca é apenas um insecto incómodo e aparentemente inútil. Observada mais profundamente, é possível descobrir que ela pode fazer coisas que ainda nenhuma tecnologia conseguiu.

Até há poucos anos atrás os cientistas não tinham ideia de como as moscas voavam, e muito menos de como «copiá-las». Actualmente os segredos das moscas começam a ser revelados e, dada a complexidade e o interesse destes conhecimentos, foi preciso criar uma nova área da aerodinâmica para conseguir entendê-las.

No Instituto de Tecnologia da Califórnia nos Estados Unidos da América está a ser desenvolvido um modelo baseado na mosca das frutas<sup>99</sup>. O estudo é feito colocando um modelo de uma mosca aumentado cinquenta vezes e submerso em óleo. Este modelo comporta-se como se fosse uma verdadeira mosca minúscula.

As condições criadas para este estudo, embora tendo sido ampliadas para uma melhor compreensão reflectem as verdadeiras condições da escala natural. O óleo nesta experiência comporta-se como o ar se comporta na realidade, e ao injectar bolhas de ar no óleo, permite aos cientistas compreender o que acontece quando o insecto bate as asas. É uma réplica exacta da realidade mas numa escala que torna o estudo mais fácil.

---

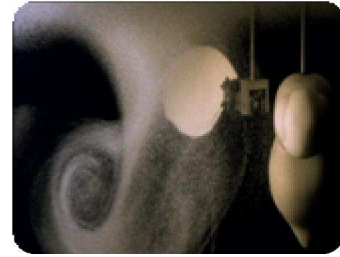
<sup>99</sup> O termo mosca das frutas é a designação comum a diversas espécies de moscas da família Tephritidae, cujas larvas atacam a polpa dos frutos de diversas culturas, tendo grande importância enquanto praga. (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Mosca-das-frutas>)



**Figura 90**



**Figura 91**



**Figura 92**

**Figura 89** – Estudo dos fluxos de ar no modelo de asa baseado na mosca (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 18m43s).

**Figura 90** – Estudo das massas de ar criadas pela asa a bater (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 19m24s).

**Figura 91** – Estudo das massas de ar criadas pela asa a bater (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 19m20s).

Durante as várias simulações feitas no estudo, os cientistas perceberam que em funcionamento a asa da mosca cria massas de ar ao seu redor. Alguns desses moinhos de vento giram abaixo da asa conseguindo produzir alguma da sustentação.

Com estes estudos os cientistas perceberam que o moinho que faz a rotação da asa permanece fixo logo atrás da extremidade dianteira da asa. Confirmou-se que esse moinho na extremidade principal é vitalmente importante para que a mosca voe. É isto que dá a maior parte da sustentação.

Perceber como os insectos voam poderá significar como conseguiremos no futuro projectar máquinas cada vez menores e mais ágeis.

A Rã

trepar sem escorregar



**Figura 92** – Rã. (fonte: ver anexo 1)

As patas da rã são cobertas por mucosa. Esta mucosa não é muito mais densa do que a água, o que torna fácil na altura de descolar a pata mas, aparentemente, parece não ter a força suficiente para conseguir agarrar ou aderir a rã à superfície.

A resposta a este mistério está nos mínimos detalhes dos dedos da rã. Estes são constituídos por lamelas hexagonais. Cada uma das lamelas move-se separadamente para se alinhar com quaisquer irregularidades. Os canais existentes entre as lamelas escoam o excesso de mucosa que poderia fazer separar as lamelas da superfície. Cada lamela é coberta de pequenas almofadas cujas pontas entram em contacto directo com a superfície. Este contacto é tão eficaz e intenso que é o atrito que evita que a rã escorregue na superfície (e.g. vidro).

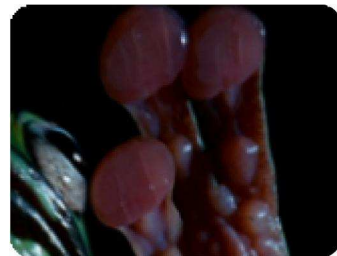
Este comportamento está a fazer com que fabricantes de pneus para carros se interessem por compreender este funcionamento. Se os novos pneus se basearem nos dedos das rãs, talvez seja possível acrescentar aderência e torná-los mais seguros.



**Figura 94**



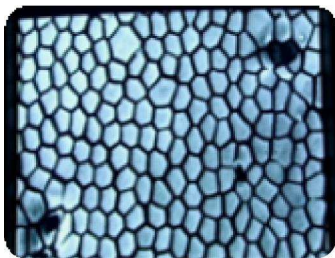
**Figura 95**



**Figura 96**



**Figura 97**



**Figura 98**



**Figura 99**

**Figura 93** – Rã a caminhar sobre superfície de vidro (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 38m01s).

**Figura 94** – Rã a trepar uma superfície de vidro (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 37m59s).

**Figura 95** – Ampliação da pata da rã (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 39m13s).

**Figura 96** – Pormenor do dedo da pata da rã (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 39m09s).

**Figura 97** – Pata - lamelas hexagonais (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 38m45s).

**Figura 98** – Pneu (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 39m20s).

*A Lagartixa*

super-cola com patas



**Figura 99** – Lagartixa. (fonte: ver anexo 1)

Para aderir a uma superfície, podendo mudar a direcção da caminhada nada bate a lagartixa.

As lagartixas podem subir a correr uma parede vertical sem problemas, esteja esta seca ou húmida, fixar-se em quase qualquer superfície e em qualquer ângulo. Podem inclusivamente, segurar-se confortavelmente de cabeça para baixo num tecto. Elas conseguem fazer isto com a ajuda de biliões de anos de evolução.

As patas de uma lagartixa são tão aderentes que foi calculado que conseguem suportar um peso de 25kg. Tudo isto em patas «secas» sem qualquer tipo de adesivo. O segredo está nos detalhes microscópicos dos dedos das patas. Nas almofadas dos dedos da pata da lagartixa existem milhões de micro-filamentos que formam um denso tapete de pêlos. Cada pêlo divide-se na sua ponta em dezenas de novos pêlos microscópicos. Cada um tão pequeno que consegue chegar perto da superfície da parede, tão perto que consegue sentir as forças que atraem as moléculas. É criada uma atracção molecular entre as moléculas nos pêlos da lagartixa e as da superfície. Esta força é aumentada milhões de vezes pelos inúmeros pêlos, que produzem a poderosa aderência dos dedos das lagartixas.

Com tanto poder de aderência, descolar poderia ser um problema. Mas não, a lagartixa precisa de curvar os dedos antes de levantar a pata para a conseguir descolar da superfície e as almofadas conseguem manter uma impressionante capacidade de se descolarem, sem deixarem resíduos pegajosos.

Isto leva a imaginar o extraordinário avanço que seria se existissem pneus, fita adesiva ou materiais de construção com as mesmas capacidades. Só agora se começa a descobrir e aplicar estas potencialidades, mas a natureza já o faz há muito tempo!

Cientistas da Universidade de Manchester em Inglaterra usaram um scanner microscópico para fazer um molde de plástico dos pêlos da lagartixa com o objectivo de conseguirem produzir fita adesiva segundo estes princípios, sem o uso de produtos químicos. Os cientistas conceberam uma fita adesiva coberta de suportes microscópicos que funciona segundo os mesmos princípios que poderá revolucionar a maneira como se

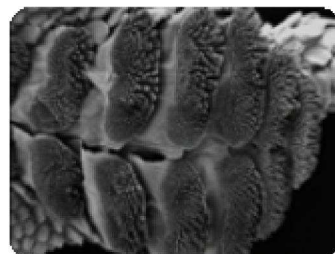
colam coisas. Admitem até, em teoria, que no futuro poderá ser possível alcançar adesivos com a possibilidade de suportar o peso humano.



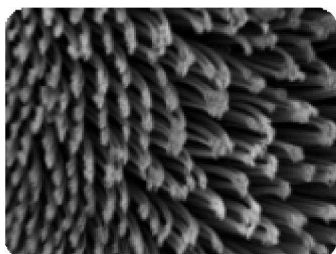
**Figura 101**



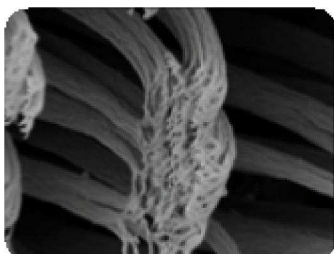
**Figura 102**



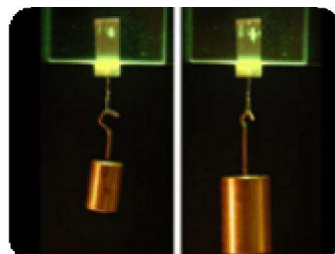
**Figura 103**



**Figura 104**



**Figura 105**



**Figura 106**

**Figura 100** – Vista de baixo da pata (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 39m13s).

**Figura 101** – Vista de baixo do dedo (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 39m09s).

**Figura 102** – Tapete de pêlos na pata da lagartixa - lamelas hexagonais (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 40m11s).

**Figura 103** – Tapete de pêlos na pata da lagartixa (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 40m30s).

**Figura 104** – Pêlos microscópicos dentro de cada pêlo - lamelas hexagonais (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 40m41s).

**Figura 105** – Fita adesiva concebida segundo os princípios da lagartixa (fonte: <http://64.202.120.86/upload/image/new-news/2008/march/new-gecko-inspired-synthetic-adhesive/gecko-whight.jpg>).

*A Folha da flor de lótus*

auto-limpeza natural



**Figura 106** – Flor de lótus (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 35m49s).

Quanto mais são observados os detalhes microscópicos da natureza, mais se descobre o que ela pode fazer.

Todas as plantas de uma floresta tropical dependem da chuva para sobreviver. A chuva lava a sujeira que poderia cobrir as folhas e bloquear a luz. Existem algumas que parecem nunca se molhar, independentemente da quantidade de chuva que caia. É o caso da flor de lótus.

Um investigador da Universidade de Bonn na Alemanha, ficou curioso com a maneira como a flor de lótus conseguia estar sempre limpa sem o uso de detergentes. Resolveu investigar e, depois de aumentar mais de cem vezes uma folha da flor de lótus, descobriu que a água apenas cai na folha, não se espalhando nem conseguindo molhar a folha. Pelo contrário, ela apenas reforma as gotículas.

O segredo está no detalhe microscópico da folha. A sua superfície é coberta de saliências microscópicas, cada uma coberta por uma camada de cera. Esta capa repele a água forçando-a a pousar nas pontas das saliências microscópicas. Incapaz de alcançar a superfície da folha, a água agrupa-se como uma esfera e, como é repelida, não existe nada que impeça esta gotícula de deslizar pela folha.

O que é mais impressionante, é que as gotas de água agarram qualquer partícula de sujeira que exista na folha. Por esta razão as folhas de lótus estão sempre impecavelmente limpas e por isso são um símbolo de pureza nas religiões orientais.

Assistimos hoje ao aparecimento dos primeiros tecidos com características idênticas às folhas de lótus. Para o fabricar é necessário primeiro elaborar um material têxtil forte e denso, que é depois colocado numa máquina onde é laminado com uma substância que, compreensivelmente, é ainda segredo industrial. Ao secar, esta laminação produz milhões de saliências microscópicas sobre a superfície do material que funcionam segundo o princípio da folha de lótus, produzindo um material não apenas repelente de água, mas também auto-limpante.



Figura 108

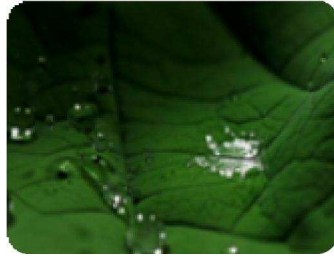


Figura 109

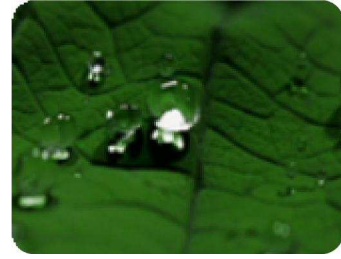


Figura 110

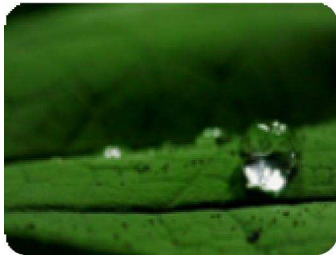


Figura 111

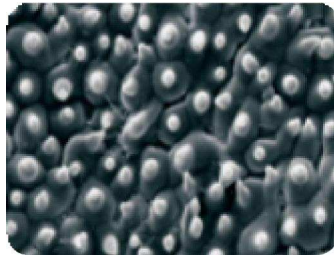


Figura 112

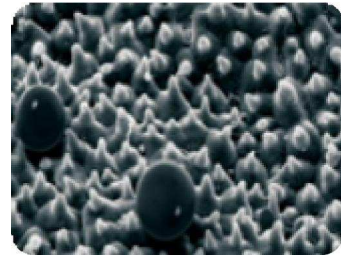


Figura 113

**Figura 107** – Água a cair na folha de lótus (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 36m20s).

**Figura 108** – Água a cair na folha de lótus (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 36m08s).

**Figura 109** – Água a reagrupar-se em gotículas (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 36m31s).

**Figura 110** – Gotícula de água a agarrar a sujidade (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 37m28s).

**Figura 111** – Detalhe microscópico da folha (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 36m51s).

**Figura 112** – Detalhe microscópico da folha (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 37m10s).

Existe também, uma tinta de auto-limpeza baseada nos mesmos princípios. A Empresa Alemã Sto. AG inventou uma tinta auto-limpante com o nome de Lotusan. Qualquer superfície depois de pintada com esta tinta, fica completamente impermeável, não agarrando mais nenhum tipo de tinta ou sujidade.

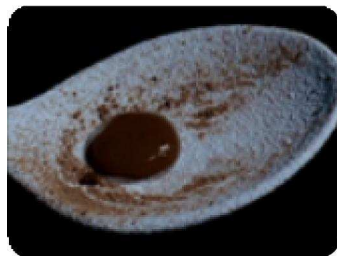


Figura 114

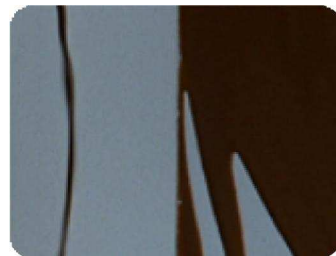


Figura 115

**Figura 113** – Tinta Lotusan – a sujidade é condensada nas gotículas de água e assim retirada (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 39m36s).

**Figura 114** – Tinta Lotusan – metade da esquerda com tinta lotusan e metade da direita com tinta normal (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 39m28s).

*O Besouro*

água no deserto



**Figura 115** – Besouro. (fonte: <http://www.ento.csiro.au/aicn/images/cain1268.jpg>)

Os besouros vivem no deserto. No deserto seco quase não chove e mesmo assim estes animais conseguem sobreviver. A sua única fonte de água é a maresia que vem do oceano todas as manhãs.

Os besouros começam o dia subindo ao topo de uma colina para interceptar a maresia que sopra ao vento. As saliências microscópicas do seu corpo ajudam a condensar a água no seu corpo. As pontas atraem a água enquanto os canais entre eles a repelem e conduzem, forçando a água a formar gotículas que escorrem para a boca. Uma estratégia de sobrevivência no deserto que poderia ajudar a resolver as tão frequentes crises de água do mundo humano.



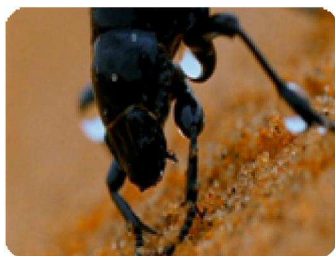
**Figura 117**



**Figura 118**



**Figura 119**



**Figura 120**



**Figura 121**

**Figura 116** – Besouros no topo da colina (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 26m14s).

**Figura 117** – Saliências microscópicas da carapaça (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 26m21s).

**Figura 118** – Canais condutores (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 26m26s).

**Figura 119** – Gotículas (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 26m35s).

**Figura 120** – Gotículas (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 27m12s).

Existe uma empresa que está a projectar tendas para refugiados que funcionam do mesmo modo. Condensam a água do ar todas as manhãs. Inclusive onde existem pouca água subterrânea.

Neste caso entender como um besouro do deserto vive poderia fazer a diferença entre a vida e a morte. E tudo isto vem do incrível desenho dos esqueletos dos besouros.

*A Borboleta*

a magia da cor sem pigmento



**Figura 121** – Borboleta. (fonte: <http://voudetaxi.zip.net/images/butterfly2.jpg>)

O azul claro de uma borboleta brilha como um farol na floresta. Pode ser visto a meio km de distância, exactamente o que ela precisa para atrair parceiros. No entanto as asas desta borboleta não contêm pigmentos. Elas produzem cor exactamente como as bolas de sabão fazem.

As cores deslumbrantes são causadas pela reflexão da luz dentro e fora da bolha e mudam conforme o ângulo de visão. A cor da asa da borboleta é muito mais intensa do que a cor de uma bolha, devido à micro-arquitectura de cada minúscula camada de asa. A borboleta usa estas cores para se exhibir e ser notada.

Na Universidade de Exeter em Inglaterra, os investigadores examinam a micro-arquitectura da borboleta nos mínimos detalhes. Cada camada é coberta de espinhos, cada espinho é feito de várias camadas, estas camadas são sempre separadas pela mesma distância, com um comprimento de onda de luz azul. Quando a luz do sol bate em cada uma delas apenas a luz azul é reflectida e o espaçamento sempre igual destas camadas faz com que ondas de luz azul sucessivas interfiram umas nas outras reforçando-se e intensificando a cor.

Os cientistas descobriram que os espaços nos espinhos nas camadas de asa são estruturados de forma a que nenhuma luz fique presa. Tudo é reflectido, adicionando brilho à cor. É difícil acreditar que não existe nenhuma molécula de pigmento nestas camadas.

O fabricante japonês Teijin Limited incorporou estas ideias em tecidos e criou um material com o nome de Morphotex, feito de nylon e poliéster organizados da mesma forma como as camadas de cutículas em cada camada de asa da borboleta. A unidade de produção não necessita de tanques de tingimento, um dos maiores poluentes na indústria têxtil. O Morphotex possui uma interferência de cores que jamais irão desaparecer. Esta

empresa aplica ainda estes princípios no desenvolvimento de produtos de cosmética (e.g. batons).

A Qualcomm, uma empresa tecnológica, está a desenvolver um ecrã para PDA que usa uma reduzida quantidade de energia e que com a luz do sol fica brilhante.



Figura 123

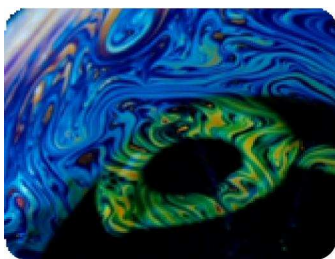


Figura 124

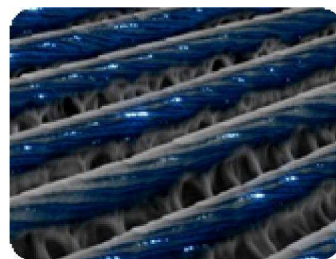


Figura 125

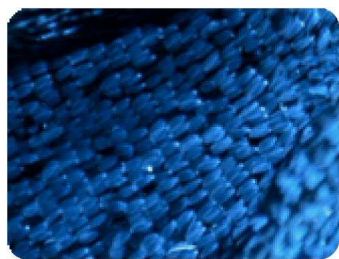


Figura 126

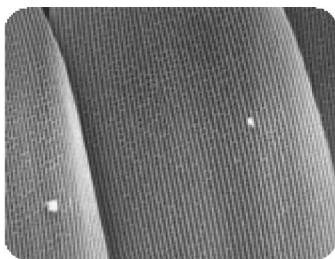


Figura 127



Figura 128

**Figura 122** – Borboleta. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 45m41s)

**Figura 123** – Reflexão de cor na bola de sabão. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 46m18s)

**Figura 124** – Comprimento de onda de luz azul. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 47m34s)

**Figura 125** – Camada de asa. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 46m54s)

**Figura 126** – Ampliação de pormenor da camada de asa. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 47m22s)

**Figura 127** – Morphotex. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 48m69s)

## O Tubarão

eficiência energética



**Figura 128** – Tubarão. (fonte: ver anexo 1)

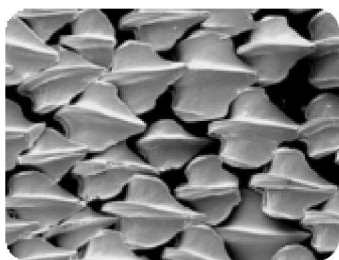
Quando se trata de eficiência energética na água os tubarões são um bom caso de estudo, eles parecem utilizar muito menos energia do que deveriam.

Aumentada a pele do tubarão dez vezes, percebemos que é constituída por pequenas escamas, cada uma com denticulos ao longo do centro. Esses denticulos prendem uma camada de água perto da pele, o que faz reduzir o atrito entre a pele e a água. Esta é a razão pela qual os tubarões são tão rápidos.

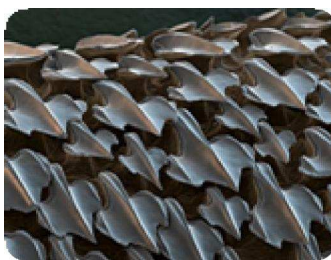
A marca de equipamento de natação Speedo, criou o fato completo Fastskin, baseado no tubarão e revolucionou a natação de competição. Este equipamento foi coberto de minúsculos denticulos como os da pele do tubarão. Foi efectuada uma análise ao formato do corpo de um nadador e, como num tubarão, colocaram os denticulos apenas nos locais onde estes poderiam ser mais eficazes. Perspectivam que diminuía o atrito em 4%. Não é muito mas, numa competição, pode fazer toda a diferença.

Estes fatos de banho foram testados nos jogos olímpicos de Atenas nos nadadores Australianos e estes conseguiram ser superiores em relação aos seus adversários. Pelo treino ou pelo fato? Talvez pela junção dos dois.

A Marinha dos Estados Unidos da América está a tenta usar um conceito similar, mas aplicado a alguns dos seus barcos. Pretende aplicar o conceito da pele do tubarão como revestimento abaixo da linha de flutuação do casco dos navios no sentido de aumentar a eficiência no uso de combustível e de reduzir o crescimento de algas e fungos que, muitas vezes, reduzem a manobralidade das embarcações.



**Figura 130**



**Figura 131**



**Figura 132**

**Figura 129** – Ampliação de dez vezes dos denticulos da pele de tubarão. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 23m03s)

**Figura 130** – Ampliação dos denticulos da pele de tubarão. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 131** – Fato de banho SpeedoFastskin. (fonte: ver anexo 1)

*As Térmitas*

ar condicionado natural



**Figura 132** – Térmita. (fonte: ver anexo 1)

As térmitas são os mestres de construção da natureza. Utilizam lama para construir as suas «metrópoles». Algumas destas construções chegam aos 3 m de altura, cheias de câmaras e túneis escondidos. A lama é misturada com saliva e fezes e, depois de seca, cria uma parede com resistência semelhante ao betão, conseguindo construir enormes castelos de barro.

Estas construções não são apenas montes de terra, são construções bastante sofisticadas. Uma colónia de térmitas utiliza tanto oxigénio e produz tanto dióxido de carbono quanto uma vaca, o que quer dizer que produz e liberta muito calor. Ainda assim, as térmitas conseguem viver fechadas dentro das suas tocas, devendo por isso conseguir ventilar as suas construções de alguma forma.



**Figura 133** – Térmitas a trabalhar. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 20m15s)

Investigadores da Universidade de Loughborough em Inglaterra e biólogos da Universidade do Estado de Nova Iorque uniram-se para descobrir como é que as térmitas conseguem controlar a temperatura dentro das suas tocas. Ao monitorizar algumas das tocas, eles descobriram que a temperatura se mantinha constante ao longo de todo o dia.



**Figura 134** – Óculo de monitorização. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 19m59s)

Descobriram também que as térmitas conseguem controlar os níveis de dióxido de carbono, a humidade e a temperatura. As térmitas parecem viver num edifício com um sistema de ar condicionado perfeito.

Para descobrir como elas conseguem esta maravilha energética os cientistas montaram janelas de observação nos montes para filmarem as térmitas por longos períodos de tempo. Eles descobriram que, se injectassem dióxido de carbono no ninho, as térmitas mudariam o padrão de construção abrindo subtilmente novos túneis. O segredo do incrível ar condicionado está nos mínimos detalhes de construção da sua toca. Foi preciso então mapear um ninho completo até aos mais escondidos túneis. As paredes externas do ninho são como betão. Usaram uma escavadora para cortar com precisão uma toca completa ao meio e estudar toda a sua estrutura. Com a possibilidade de analisar toda a estrutura interna da toca, perceberam que, por cima da região subterrânea onde vivem, mais de metade do espaço é formado por túneis vazios, com uma grande abertura que se estende pelo centro da torre até ao topo.



**Figura 135**



**Figura 136**



**Figura 137**

**Figura 135** – Corte com auxílio de uma escavadora. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 22m35s)

**Figura 136** – Toca depois de cheia de gesso e limpa de terra. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 25m42s)

**Figura 137** – Pormenor da réplica de gesso. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 25m22s)

Como o modo como foi cortada a toca era pouco minucioso, eles decidiram cobrir todo o ninho e encher os túneis de gesso para assim conseguirem ficar com um modelo da

estrutura interna do ninho. Destruíram depois toda a lama de maneira a deixar completamente a descoberto o gesso. O resultado final foi uma escultura de gesso de toda a estrutura interna do ninho, que revelou como é que os grandes túneis se ligavam entre si. A pressão da água que limpou o barro destruiu uma camada de túneis mais finos e delicados, deixando imperceptíveis estes detalhes.

Os investigadores decidiram voltar a tentar mas com um outro método. Construíram o maior scanner de mesa do mundo e voltaram a encher de gesso toda a estrutura de uma toca. O objectivo era o de cortar finas camadas horizontais de milímetro em milímetro e fotografar. Através de sistemas computadorizados montaram toda a sequência de fotos, que foi depois introduzida num software de 3D, construindo assim uma réplica exacta de uma toca de térmitas, onde será possível navegar para perceber exactamente como foi feita. Ao estudar em pormenor toda a estrutura, os investigadores puderam perceber que o sistema de ar condicionado é controlado pelo vento, a complexa rede de túneis abafa as variações de força e velocidade do vento, produzindo uma circulação de ar constante através das câmaras e jardins do ninho até ao funil central. Se a corrente de ar circulatório não for suficiente as térmitas aumentam a altura do morro e constroem mais túneis para compensar esta insuficiência.

A análise destes modelos computadorizados sugere novos modos de construção dos nossos edifícios, mais eficientes em energia e que, como os morros das térmitas, podem ter ar condicionado natural.



Figura 139



Figura 140



Figura 141



Figura 142

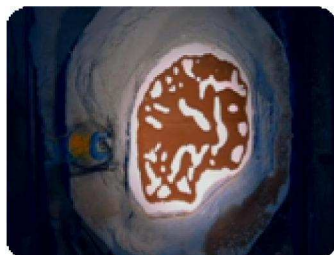
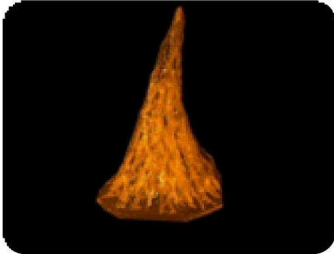


Figura 143



Figura 144



**Figura 145**

**Figura 138** – Scanner de mesas construído pela equipa de investigadores. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 25m36s)

**Figura 139, figura 140, figura 141, figura 142 e figura 143** – Evolução de alguns dos cortes efectuados. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 26m05s a 26m38s)

**Figura 144** – Modelo tridimensional. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 27m08s)

Em zonas do mundo menos industrializadas, aproximações criativas para capturar fluxos energéticos locais, foram utilizadas desde tempos remotos e estão ainda bem vivas.

Os aborígenes australianos têm uma forma simples e elegante de «cultivarem» a luz solar: dois paus bifurcados com uma simples coluna no seu topo permitem que se levante ou baixe a cobertura das suas casas em casca de árvore deixando entrar luz ou mantendo-se em sombra conforme a altura do ano.

As torres eólicas têm sido utilizadas ao longo de centenas de anos em climas quentes para captarem fluxos de ar, conduzindo-os para o interior de residências.

Na Fatepur na Índia, pedras porosas eram submersas em água para funcionarem como filtros refrescantes de ar. Nos planaltos de Loess na china, as pessoas cavam buracos no solo para construírem as suas casas protegendo-se assim do vento e sol.

No Paquistão, chaminés com «conchas de vento» no seu topo recolhem lufadas de vento pela chaminé a baixo, onde existe um espelho de água para refrescar esse vento, quanto mais frio o ar estiver mais este desce.

No Irão acontece algo similar. Existe o ar-condicionado natural com o nome de «Al Barajeel», uma tradição transportada do passado para os nossos dias. O «Al Barajeel» é um ar-condicionado simples e natural que funciona segundo os mesmos princípios de um ar-condicionado actual. As torres eólicas Iranianas foram usadas durante milhares de anos em climas quentes para capturar fluxos de ar e conduzi-los através dos diversos compartimentos. Estas torres consistem em estruturas ventiladas que constantemente escorrem água; o ar entra e flui pela chaminé a baixo arrefecendo na água das paredes, entrando em casa já arrefecido.

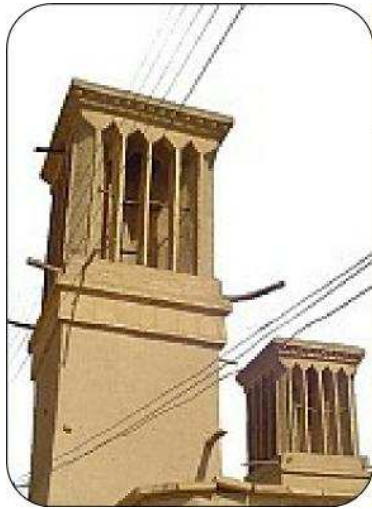


Figura 146

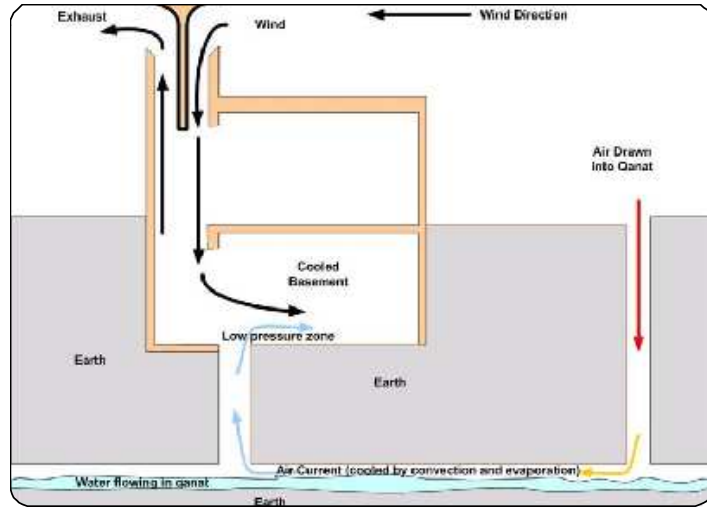


Figura 147

Figura 145 – Torres Eólicas Iraniananas. (fonte: ver anexo 1)

Figura 146 – Esquema de funcionamento de uma torre eólica iraniana. (fonte: ver anexo 1)



*O Morcego*

eco localização com asas



**Figura 147** – Morcego. (fonte: ver anexo 1)

Como é que os peixes, aves e mamíferos captam e combinam as informações sensoriais? Como as utilizam para agir?

Uma vez obtidas essas informações poderia ser possível copiar esses sistemas engenhosos, originários de milhões de anos de evolução. É o exemplo do radar dos morcegos.

No seu voo nocturno as orelhas de um morcego não param de modificar a sua forma, o seu movimento e a sua orientação, evitando os diversos obstáculos do ambiente graças a um surpreendente sistema de ecolocalização<sup>100</sup>.

O funcionamento requintado deste biosonar, deve-se ao pequeno tamanho, à plasticidade e à mobilidade dos órgãos de emissão e recepção das ondas ultra-sónicas.

O Engenheiro Herbert Peremans (Faculdade Saint-Ignace de Antuérpia na Bélgica), pretende criar um morcego «biónico» cujo desempenho superaria o dos sistemas existentes. Será constituído por transmissores minúsculos para emissão e recepção de ultra-sons na escala necessária, circuitos electrónicos complexos e um sistema micro mecânico com vários graus de liberdade que permite controlar a forma e os movimentos de radares minúsculos. Estes serão constituídos por uma «boca», um «nariz» e «orelhas» concebidos para responder o melhor possível à função desejada, baseando-se sempre nos modelos observados no morcego.

Esse projecto ambicioso com o nome de Circe (Chiroptera-Inspired Robotic Cephaloid) é coordenado por Herbert Peremans e conduzido por um consórcio europeu pluridisciplinar que compreende especialistas em biologia, em neurociência da ecolocalização, em micro mecânica, robótica, electromecânica, concepção de sistemas digitais, etc.

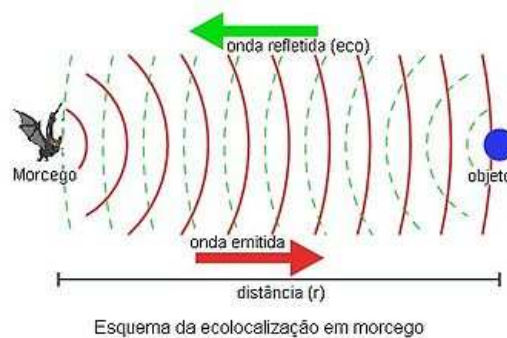
---

<sup>100</sup> Eco-localização ou Bio-sonar é um sentido, uma sofisticada capacidade biológica de detectar a posição e/ou distância de objectos (obstáculos no ambiente) ou animais através de emissão de ondas ultra-sónicas, no ar ou na água, e análise ou cronometragem do tempo gasto para essas ondas serem emitidas, reflectirem no alvo e voltarem à fonte sobre a forma de eco (ondas reflectidas) (fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ecolocaliza%C3%A7%C3%A3o..>)

Além da realização de um robô dotado das capacidades biosônicas de um morcego, uma série de estudos será realizada com o intuito de determinar como os dados sensoriais são colhidos e tratados no animal, o que deverá levar à implantação na «cabeça» biosônica de elementos neuromórficos como uma cóclea<sup>101</sup> artificial.

Um dos objectivos do projecto é conhecer melhor o comportamento sensorial e motor do morcego, testando-o em tamanho natural. Aplicações mais práticas também são evidentemente visadas, sobretudo no campo da robótica, para estender as capacidades dos robôs de evoluir num ambiente complexo tridimensional.

Segundo Herbert Peremans, com o tempo este sistema também poderá ser desenvolvido para ajudar os cegos ou para aumentar o nível de controle das cadeiras de rodas sofisticadas.



**Figura 148** – Esquema de ecolocalização no morcego. (fonte: ver anexo 1)

<sup>101</sup> A cóclea (ou caracol, devido à sua forma) é a porção do ouvido interno dos mamíferos onde se encontra o órgão de Corti, que contém os terminais nervosos responsáveis pela audição. É um tubo ósseo enrolado em espiral dividido longitudinalmente em três compartimentos cheios de líquido, por meio de membranas. O compartimento central é onde se encontra o órgão de Corti com as células ciliadas responsáveis pela sensação da audição, através dos movimentos do líquido circundante (fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3clea>).

*O Peixe-cofre*

o carro biônico



**Figura 149** – Peixe-cofre. (fonte: ver anexo 1)

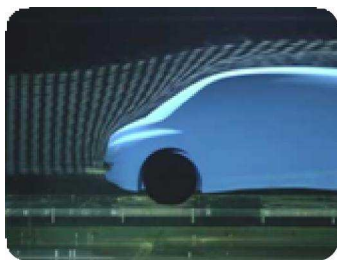
O carro da Mercedes-Benz é um excelente exemplo de como os engenheiros e designers transformaram os maravilhosos exemplos da natureza num produto. Este exemplo por si só pode não ser o suficiente para mudar o mundo, mas oferece importantes lições a partir das técnicas utilizadas.

A Mercedes emprega milhares de pessoas no seu complexo de R&D em Sindelfingen na Alemanha. Os gestores, ocasionalmente, pedem aos seus designers para desenvolverem novos conceitos. Quando Dieter Gurtler, um dos engenheiros chefe da empresa, foi incumbido de pensar num novo conceito aerodinâmico para um novo «conceptcar», este levou dois colegas seus a uma visita ao museu de história natural perto de Estugarda para estudarem os peixes e as suas capacidades.

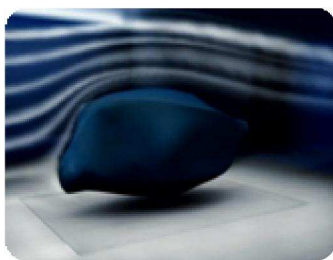
O grupo começou por investigar as espécies mais rápidas e esguias – golfinhos e tubarões – que foram rapidamente postos de lado, uma vez que a sua forma não tinha espaço interior suficiente para as necessidades de um veículo. O especialista em peixes do museu, mostrou outros tipos de peixe que poderiam ser interessantes, incluindo um curioso peixe-cofre.

Gordo e plano no meio, este peixe apresenta características muito interessante no que respeita a aerodinamismo. Depois de estudado tridimensionalmente os investigadores perceberam que o peixe-cofre era uma das espécies existentes na natureza que melhor se moviam. Quando nada, este peixe pára, arranca e ziguezagueia com grande facilidade. Tem até um «motor» que lhe permite reverter o movimento para entrar em pequenos buracos. O que lhe falta em beleza, sobra em capacidade de mobilidade.

Gurtler e a sua equipa perseguiram a ideia do peixe-cofre, primeiro criando um modelo de argila do peixe, examinando depois o desempenho ao nível do comportamento ao atrito no túnel de vento e no tanque de água.



**Figura 151**



**Figura 152**



**Figura 153**

**Figura 150** – Modelo tridimensional em simulação de túnel de vento. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 151** – Modelo tridimensional em simulação de túnel de vento. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 2m)

**Figura 152** – Modelo tridimensional em simulação de túnel de vento. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 25m13s)

Os resultados foram muito bons, 65% a menos de atrito do que os carros de família comuns. A forma alongada demonstrou um desempenho quase tão bom como a gota de água, que é considerada a forma mais aerodinâmica de todas.

Gurtler e a sua equipa criaram pequenos vértices sobre a parte superior e inferior do corpo do veículo que ajudaram a estabilizar e a manter a rota do veículo quando em movimento. De seguida, fizeram um modelo do carro em argila. Este modelo mimetizou ao máximo a forma do peixe-cofre. A aerodinâmica não era a única característica natural que interessava ao grupo de investigação. Estavam também interessados na estrutura óssea do peixe-cofre - um aglomerado de placas hexagonal que formam um esqueleto extremamente rígido e luminoso – e que serviu de inspiração para o desenho das estruturas das portas e de algumas partes do chassis.

Os engenheiros e designers, através da engenharia inversa e utilizando o CAD<sup>102</sup>, passaram meses a transferir os princípios da estrutura óssea do peixe-cofre, para o processo de engenharia automóvel.

---

<sup>102</sup> Computer Aided System – desenho assistido por computador.



Figura 154

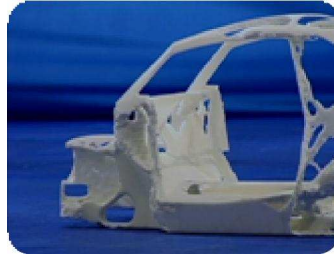


Figura 155



Figura 156

**Figura 153, figura 154 e figura 155** – Estrutura do chassis idêntica ao peixe cofre, deposita mais material apenas onde a carga é maior. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 18m46 a 18m53s)

Com base neste trabalho projectaram uma estrutura, que reduzia o peso total de cada porta e de partes do corpo central em 30% e que se mostraram 40% mais rígidas do que as utilizadas até a data.

Entusiasmados com os avanços da equipa, os administradores da Mercedes, deram luz verde para um primeiro protótipo – um veículo compacto com um motor turbo diesel de 1.9 litros, um pára-brisas panorâmico e um tecto de vidro. No teste de pista, o veículo não desapontou: dos zero aos 100km/h fez 7,9 segundos. Esta aceleração teve pouca relação com o motor, mas muito mais com a redução do peso do carro.

*“A vantagem primordial surge do design em harmonia com as leis da natureza”* disse Gurtler, *“esta evolução concebeu criaturas que são extremamente económicas em termos de energia. Olhando para a natureza, é possível perceber conceitos e ideias que dificilmente apareceriam sozinhos.”* (Dieter Gurtler).

Tal como todos os fabricantes de automóveis, a Mercedes constrói muitos conceptcars que nunca chegam à linha de montagem. Mas este veículo inspirado no peixe-cofre continua a fazer vários testes aerodinâmicos de forma e de estrutura interna que irão conduzir a importantes alterações nos modelos futuros.

Esta experiência encorajou Gurtler e a sua equipa de designers a aprender e explorar mais sobre a biomimética.

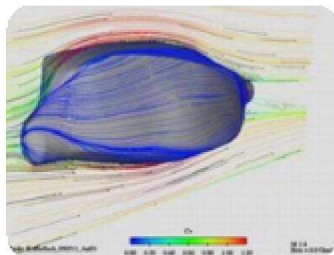


Figura 157

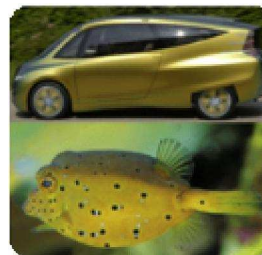


Figura 158



**Figura 159**



**Figura 160**



**Figura 161**

**Figura 156** – Desenho de estudo. (fonte: ver anexo 1)

**Figura 157** – Inspiração e resultado final. (fonte: ver anexo 1))

**Figura 158** – simulação tridimensional. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 18m16s).

**Figura 159** – estrutura chassis carro idêntica ao peixe cofre, deposita mais material apenas onde a carga é maior. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 18m46 a 18m53s).

**Figura 160** – estrutura chassis carro idêntica ao peixe cofre, deposita mais material apenas onde a carga é maior. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 18m46 a 18m53s).

## A Madeira

sofisticação ancestral

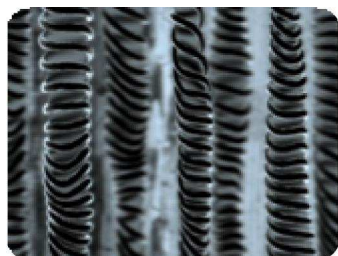


**Figura 161** – Sequóias de 80m. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 7m54s)

A madeira foi a base construtiva do nosso mundo. Diferente do barro, a madeira é um material sofisticado e bastante complexo. Ela sustenta as maiores estruturas da natureza (e.g. sequóias de 80 m). Estas árvores maciças pesam cerca de 1,4 toneladas, cada uma contem vigas suficientes para construir 120 casas. Foram precisos mais de 2000 anos para atingirem este tamanho imponente.

Este é um material incrível. As fibras que compõem a madeira são tubos longos, pequenos e ocos que levam a água da raiz às folhas, ou seja, este é o sistema interno de canalização das árvores. Ao redor dos tubos em forma de espiral, minúsculas fibras de celulose estão fixadas na resina. É esta combinação que dá à madeira propriedades tão surpreendentes.

Este tipo de estrutura tão particular torna a madeira muito resistente a rachadelas e isso é importante para que uma árvore não perca os seus ramos durante uma tempestade. Se a força exercida num galho for suficiente para iniciar uma rachadela, esta é dispersada pelas várias espirais, que absorvem a energia e evitam que esta rachadela se espalhe por toda a estrutura interna. Isto faz com que a madeira seja difícil de rachar e, por isso, actualmente ainda é utilizada para construção.



**Figura 162**

**Figura 162** – Fibras que compõem a madeira. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 8m20s)



**Figura 163**

**Figura 163** – Pormenor das rachadelas nas fibras que compõem a madeira. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 9m13s)



*A Pinha*

abre e fecha como um contentor



**Figura 164** – Pinha. (fonte: ver anexo 1)

A madeira é mais do que simplesmente forte. Ela também pode ser inteligente. Quando começa a chover, as pinhas dos pinheiros fecham-se para proteger as sementes fazendo com que estas permaneçam secas. A pinha «sabe» quando vai chover: ela fecha-se quando o ar está mais húmido e abre quando o ar está mais seco.

Como os troncos das árvores as escamas de madeira das pinhas são feitas de fibras rígidas fixas numa substância resinosa. Estas fibras encontram-se em direcções diferentes nas camadas de cima e de baixo da pinha. Quando estas escamas secam as camadas de baixo encolhem mais do que as de cima fazendo a pinha abrir e libertar sementes.

Actualmente já existem estudos de um tecido de roupa segundo o mesmo princípio. Conforme o tecido molha com o suor partes do tecido levantam-se para fornecer ventilação.



**Figura 166**



**Figura 167**



**Figura 168**



**Figura 169**



**Figura 170**



**Figura 171**

**Figura 165** – Pinhas fechadas. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 10m52s)

**Figura 166** – Pinhas a abrir. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 11m20s)

**Figura 167** – Pormenor de pinhas a abrir. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 11m02s)

**Figura 168** – Pormenor de pinhas a abrir. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 11m07s)

**Figura 169** – Princípio de funcionamento - partes do tecido levantam-se para fornecer ventilação. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 11m45s)

**Figura 170** – Simulação de transpiração - partes do tecido levantam-se com a humidade para fornecer ventilação. (fonte: DesignTech – O design da Natureza – 11m49s)

## Conclusões finais

A necessidade de produzir «coisas» faz parte da natureza humana. O uso de ferramentas faz parte do que somos e define a nossa identidade.

O planeta encontra-se «entupido» de produtos. O mundo actual é, essencialmente, artificial. A revolução industrial desempenhou um papel primordial na «massificação» dos produtos de consumo e no aparecimento da sociedade consumista, com todas as suas consequências positivas e negativas.

Nos últimos 100 anos viveu-se a euforia da artificialidade sem consciência das suas implicações futuras. Esta euforia produziu enormes avanços tecnológicos, mas não conseguiu prever que ela própria poderia ser a causa daquilo que parece ser uma caminhada a passos largos para a sexta extinção em massa de seres vivos do planeta.

É possível afirmar que o luxo e a moda não vão desaparecer. O consumo tornou-se «imprescindível» económica e socialmente. Poderá ser um «suicídio» económico e social tentar acabar com ele.

Os novos produtos devem, agora, preencher também as necessidades emocionais e se a sustentabilidade, a ecologia e o retorno à natureza fazem, cada vez mais, parte das preocupações actuais da sociedade então, esta pode ser a «desculpa» para dotar os novos produtos dessa sensibilidade e conquistar o consumidor pelo seu lado emocional.

Ficou demonstrado que é possível interagir de várias formas ao nível da relação psicológica entre produto e utilizador. A cultura descartável é uma realidade. Uma estratégia poderá ser, dotar os produtos de características que os liguem «cerebralmente» ao consumidor, sendo possível «manipular» esta relação. A próxima fronteira e desafio para o designer será desenhar objectos que não só se relacionem com o corpo humano, mas que interajam «naturalmente» com a mente humana.

Este trabalho apresentou aos designers a existência de vários factores que podem condicionar a relação produto/consumidor de maneira a que este compreenda que estas relações existem na artificialidade humana, mas que também existem na natureza e com resultados positivos e inspiradores.

Foi possível identificar que o mundo natural desde sempre «comunicou» as suas características intrínsecas. Existem diversos «meios» de passar estas mensagens. Ao contrário do que possa parecer, na natureza «tudo» está pensado, «tudo» tem um significado e uma tarefa bem identificada. Mesmo o que, numa primeira análise possa

parecer ornamentação desprezível e supérflua tem, na realidade, uma importância extrema nas várias relações existentes nos ecossistemas.

A compreensão destas características é mais uma lição que deve fazer o designer perceber que não é aceitável continuar a dotar os produtos de mensagens desonestas, que não condigam com as suas verdadeiras características. O designer tem muitas ferramentas para intervir com novas soluções mais adequadas. Tem a possibilidade de projectar com «segundas intenções» para induzir o consumidor. É necessário que se consciencialize da mensagem positiva que deverá inserir nos produtos.

A criatividade é, com certeza, uma das chaves para a solução. Mas como desenvolver a nossa criatividade se não conhecermos a natureza? Imaginação e criatividade, são características essencialmente humanas. Como podem ser potenciadas e desenvolvidas sem existir uma relação com o meio natural que nos rodeia?

Não é possível esperar uma aproximação ao mundo natural se não for potenciada a ligação humana com a natureza, logo desde a fase de crescimento dos homens de amanhã. Esta geração de futuros adultos tem crescido sem as melhores interacções com a natureza, sem a noção da excepcional quantidade e diversidade de vida existente nos ecossistemas (sem terem arrancado fruta de uma árvore, plantado uma couve, ou de terem brincado com galinhas, porcos ou patos). Sem perceberem que as plantas e os animais nascem, crescem e morrem, e que, estas, são consequências naturais.

Existe ainda um grande caminho a percorrer até ser restabelecida esta ligação perdida, até ser retomado o gosto e respeito pela natureza. Esta atitude de grande importância na sociedade, tem de ser adoptada com extrema urgência pelos designers enquanto elementos responsáveis na revolução sustentável de projecto, produção, consumo e fim de vida dos produtos.

Em suma, se a ligação com a natureza for perdida, o artificial torna-se o standard e afasta o homem, cada vez mais, das inspirações que podem ser encontradas no mundo. É necessário recuperar esta ligação. Ela representa, e é o nosso ambiente original, a nossa origem da evolução. Esta atitude não significa rejeitar a «civilização moderna», mas sim evoluir numa direcção sustentável de acordo com o mundo natural ainda existente.

A evolução conduziu a excessos, o que pode ser considerado prejudicial, mas só o é porque o método actual de pensar o ciclo de vida do produto, em toda a sua dimensão, não é muito tido em conta.

A tentação parece ser produzir menos, consumir menos e sermos menos. A natureza parece ter outra razão, que sugere exactamente o contrário, produzir em

abundância e diversidade! Celebrar a diversidade inerente ao contexto envolvente é uma lição patente na natureza.

Uma das conclusões deste trabalho, é que é possível e desejável um mundo de abundância, não de limites. Numa altura em que se fala em reduzir a pegada ecológica humana, esta dissertação apresenta uma possibilidade diferente. E se os designers desenharem sistemas e produtos que celebrem uma abundância da criatividade humana, da sua cultura e produtividade, seguindo os pressupostos existentes no mundo natural? Talvez fosse mais inteligente e seguro. A espécie humana deixaria uma pegada ecológica de que se orgulharia!

A questão é que é necessário produzir com melhor consciência e encontrar os meios para o fazer de uma forma compatível. Desde o «nascimento» até à «morte do que se produz», porque a morte é como deveria ser, ela é muito provavelmente a melhor invenção da vida. É o agente de mudança da vida, ela remove o velho para dar espaço ao novo.

**Os produtos, tal como na natureza, devem ter o seu fim de vida programado, onde as vulnerabilidades são na realidade forças. Assim como a natureza escolhe limitar a vida, e resolve «naturalmente» todas as consequências dessa limitação, os designers deveriam de ser capazes de prever e projectar segundo essa orientação. O consumo continuará a existir, a produção também, é necessário levar o conceito de natureza ao artefacto.**

Um futuro em que nascer, crescer, morrer, e voltar a nascer se harmoniza de uma forma natural. A natureza apresenta-nos o «Waste equals food», numa abordagem realmente diferente da praticada pela humanidade, em especial desde a revolução industrial. Ela é, em si mesma, a materialização perfeita do que deveria ser o ciclo de vida ideal de um produto. Nela está a lição da estratégia de projectar todos os materiais, também como nutrientes e não como lixo (waste equals food).

A maravilhosa analogia dos frutos, enquanto contentores da herança genética, é realmente inspiradora e reforça o referido no parágrafo anterior. Nos frutos «tudo» está «pensado»; a parte mole desfaz-se e permite que se coma, como alimento. Esta envolve o caroço, que é a parte mais dura, e que é também um pequeno contentor «genético», que será libertado de novo na terra para voltar a nascer na forma de planta. Esta posteriormente produzirá mais frutos e tudo se inicia de novo. É o ciclo de vida de um «produto» natural.

É aconselhável o designer incorporar esta atitude no início do acto de projectar, prevendo a «morte» do produto e adequando todos os condicionalismos inerentes a esta concepção, enquanto condicionantes que farão parte das características essenciais do produto a projectar. Serão parte integrante, com o mesmo grau de importância de outras características necessárias.

O cenário apresentado nesta dissertação, levanta a possibilidade da natureza ter a resposta para muitos dos actuais problemas ligados à forma, ciclo de vida e consumo dos «produtos artificiais» existentes na sociedade moderna. A natureza não tem sido sempre um modelo de referência para o design em todas as suas expressões, quando pode ser uma inesgotável fonte de inspiração no design de produto. Nela podemos encontrar todo o tipo de inspirações, seja ao nível do material, do movimento, da energia ou das estruturas.

A solução deverá passar, por repensar os métodos de concepção, produção, consumo e «morte», reinvestindo recursos a pensar de raiz as bases da industrialização. Conseguir produzir, celebrando a diversidade, respondendo às expectativas da sociedade, mas, ao mesmo tempo, respeitar a natureza e evitar as possíveis consequências maléficas que lhe poderão ser infligidas.

As soluções existentes na natureza apresentam-se como uma fonte de conhecimento indispensável na reeducação da nossa sociedade. A «poesia natural», inteligente e funcional, aplicada no artefacto (humano) pode ser a chave de sucesso para o «futuro verde da humanidade».

É necessário admitir que o designer industrial e todos os outros agentes da indústria são, certamente, co-responsáveis, com outros, pelo estado do planeta. O design apresenta-se, inequivocamente, como fundamental nesta estratégia de futuro. Até aqui tem assumido, em muitos casos um papel irresponsável, na euforia de consumo e do produto fácil de vender. No futuro, o designer deve ser capaz de actuar como uma «segunda natureza», projectando em harmonia com as leis naturais. O design é, de certeza, uma importante área na busca de soluções e em conjunto com as outras áreas, deverá ajudar a sociedade a evoluir numa direcção sustentável.

O designer Ross Lovegrove e a Biomimética foram assinalados como exemplos relevantes na temática desta dissertação. A importância da mensagem existente nos seus projectos, poderá transformar-se num factor impulsionador de uma dinâmica capaz de levar a acreditar que é também possível competir comercialmente, seguindo a lógica da natureza. O designer enquanto autor de uma mensagem de esperança no futuro, contribuirá para a mudança de mentalidades.

Durante milhões de anos a escola da humanidade foi o planeta. A humanidade foi ensinada a reagir perante o ambiente (desastres, predadores, etc.). Talvez esteja na altura de considerarmos os nossos «inimigos naturais» como nossos «professores» e tentar aprender também com eles!

**Estaremos a aproximarmo-nos de um novo paradigma? Talvez de um PARADIGMA DE INSPIRAÇÃO BIOLÓGICA NO DESIGN DE PRODUTO, mas que, na sua essência, quererá significar uma ausência de paradigmas pois, a naturalidade, deverá ser tão inata que deixará de ser um objectivo, uma matriz, e passará a ser intrínseca a todo o processo de PROJECTO, PRODUÇÃO, CONSUMO E FIM DE VIDA dos produtos.**



## Referências Bibliográficas

- Asknature.org. Disponível em <http://www.asknature.org/>
- Bartolo, C. (1999). Bionics: natural development in design. *Domus n° 818; Setembro 1999*, pág. 49.
- Benyus, J. (2002). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Nova Iorque: Harper Perennial.
- Benyus, J. Disponível em [http://www.ted.com/index.php/talks/janine\\_benyus\\_shares\\_nature\\_s\\_designs.html](http://www.ted.com/index.php/talks/janine_benyus_shares_nature_s_designs.html) - Última consulta em Maio de 2009.
- Bertrand, Y.A (2004). *366 Dias para Refletir sobre o Nosso Planeta*. Paris: Forlaget Jorden.
- Bionis - *Biomimetics Network for Industrial Sustainability*. Disponível em <http://www.extra.rdg.ac.uk/eng/BIONIS/> - Última consulta em Maio de 2009.
- Biosofia. Disponível em <http://biosofia.net/2007/06/27/leonardo-da-vinci-o-grand-genio-do-rencimento/> - Última consulta em Abril de 2009.
- Birkeland, J. (2002). *Design for Sustainability: a sourcebook of integrated ecological solutions*. Londres: Earthscan.
- Blinn, R. (2006). *The Paradox of Weakness: embracing vulnerability in product design* – tese de mestrado em Design Industrial no School of Art and Design Pratt Institute.
- Bosoni, G e Picchi, F. (1999). *La nature, leçon permanente*. *Domus n° 818; Setembro 1999*, pág. 54.
- Burdek, B. (2006). *História, Teoria e Prática do Design de Produtos*. São Paulo: Edgard Blucher.
- Center for Biologically Inspired Design. Disponível em <http://www.cbid.gatech.edu/> - Última consulta em Junho de 2009.
- Cronin, H. (1993). *The Ant and the peacock: Altruism and Sexual Selection from Darwin to today*. Cambridge: Cambridge.
- Csikszentmihalyi, M. (2002). *Fluir*. Lisboa: Relógio D` Água.
- Csikszentmihalyi, M. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=fXIeFJCqsPs> - Última consulta em Maio de 2009.
- Damásio, A. R. (2000). *O erro de Descartes: emoção, razão e cérebro humano*. Mem-Martins: Publicações Europa-América.
- Designmuseum. Disponível em <http://www.designmuseum.org/design/ross-lovegrove> - Última consulta em Maio de 2009.
- Ehrlich, P. R. & Pringle, R. M. (2008). Where does biodiversity go from here? A grim business-as-usual forecast and a hopeful portfolio of partial solutions. *PNAS journal (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América) vol.*

105. *suppl.* 11579–11586.
- Etcoff, N. (1999). *A lei do mais belo: a ciência da beleza*. Rio de Janeiro: Objetiva.
- Fiell, C. & Fiell, P. (2006). *Design handbook – conceitos, materiais, estilos*. Taschen
- Fiell, P. (1999). Entrevista a Ross Lovegrove. *Domus n° 818; Setembro 1999, pág. 70*.
- Formosa, D. (2005). Design for Stress. *Design Management Review; 16 Issue 3, p50-55*.
- Forty, A. (2002). *Objects of Desire: Design and Society since 1750*. Inglaterra: Thames & Hudson.
- Georgia Tech Research News. Natural Solutions: Scientists and Engineers Collaborate to Apply Nature's Design to Human Problems. Disponível em <http://gtresearchnews.gatech.edu/newsrelease/cbid.htm> - Última consulta em Maio de 2009.
- How stuff works.com.br. Disponível em <http://www.hsw.uol.com.br/>. Última consulta em Maio de 2009
- Johnson, S. (2003). *Emergência: A Vida Integrada de Formigas, Cérebros, Cidades e Softwares*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- Jornal da ciência. Disponível em <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=2612> - Última consulta em Maio de 2009.
- Kazazian, T. (2005). *Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Editora Senac.
- Lovegrove, R. (2004). *Supernatural: The Work of Ross Lovegrove*. Londres: Phaidon.
- Lovegrove, R. Disponível em [http://www.ted.com/index.php/talks/ross\\_lovegrove\\_shares\\_organic\\_designs.html](http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html) - Última consulta em Maio de 2009.
- Lovegrove, R. Disponível em [http://home.scarlet.be/d.side/pag43\\_063.htm](http://home.scarlet.be/d.side/pag43_063.htm) - Última consulta em Maio de 2009.
- Lovegrove, R. Disponível em <http://www.rosslovegrove.com/> - Última consulta em Maio de 2009.
- Lovelock, J. (2000). *Gaia: A New Look at Life on Earth* (3rd ed. ed.). Oxford University Press.
- Mac Lean, P. (1973). *Triune Concept of Brain and Behaviour*. Toronto: University of Toronto Press.
- Manning, R. (2004) The Oil We Eat. *Harper's Magazine, 37-45*.
- Manning, R. (2004). *Against the Grain: How Agriculture Has Hijacked Civilization*. Harper's Magazine.

- MBDC. McDonough Braungart Design Chemistry. Disponível em [http://www.mbdc.com/c2c\\_ee.htm](http://www.mbdc.com/c2c_ee.htm) - Última consulta em Maio de 2009.
- McDonough, W. e Braungart, M. The Anatomy of transformation. *Herman Miller's Journey to sustainability*.
- McDonough, William e Braungart, Michael. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*. Nova Iorque: North Point Press.
- Menzel, P. (1994). *Material World – A global family Portrait*. São Francisco: Sierra Club Books.
- Millar, H. *Inspired By Nature. American Way Mag*. Disponível em <http://www.americanwaymag.com/biomimicry-guild-georgia-institute-of-technology-center-for-biologically-inspired-design-wersquore-mining-nature> - Última consulta em Maio de 2009.
- Minsky, M. (1988). *The Society of Mind*. Nova Iorque: Simon and Schuster.
- Museum für Gestaltung Zürich. (2007). *Nature Design: From Inspiration to Innovation*. Lars Müller Publishers.
- Otto, F. (1999). La Natura come Modello. *Domus n° 818; Setembro 1999, pág. 45*.
- Packard, V. (1961). *The Waste Makers: Startling Revelation of Planned Wastefulness & Obsolescence in Industry Today*. Londres: Longmans, Green and Co.
- Papanek, V. (1970), *Design for the Real World*. Paladin.
- Pearce, P. (1990). *Structure in Nature Is a Strategy for Design*. Massachusetts: MIT Press.
- Pereira, A e Poupa, C. (2006). Como Escrever uma Tese, monografia ou livro científico. Lisboa: Edições Silabo.
- Pinker, S. (1997). *How the mind works*. Penguin Books.
- Pinker, S. Disponível em [http://www.ted.com/index.php/talks/steven\\_pinker\\_on\\_language\\_and\\_thought.html](http://www.ted.com/index.php/talks/steven_pinker_on_language_and_thought.html) - Última consulta em Maio de 2009.
- Pinker, S. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=LjQM8PzCEY0&feature=channel> - Última consulta em Maio de 2009.
- Poirier, J. (1999), *História dos Costumes: O homem e o Objecto*. Lisboa: Editorial Estampa.
- Queirós, M. Agenda 21 local: auto-organização, cooperação e inteligência descentralizada. *Finisterra, XLII, 83, 2007, pp. 65-77*.
- Sanders, J. (2005). *Nature Provides Design Template for Human Problems*. Georgia Institute of

Technology.

- Santos, W. A biónica aplicada no desenvolvimento de produtos. *Diário Económico Industria & Comércio*. <http://www.induscom.com.br/content/view/12476/91/> - Última consulta em Maio de 2009.
- Schrader, T. e Preftes, L. (2003). Designing with nature in the balance - Good design and ecological performance need to occur together. *Seattle Daily Journal of Commerce*.
- Sherwin, C. (2006). Design and Sustainability: A discussion paper based on personal experience and observations. *The Journal of Sustainable Product Design*.
- Tenner, E. (1996). *Why things bite back*. Nova Iorque: Vintage.
- Tofler, A. (1970). *Choque do futuro*. Lisboa : Livros do Brasil.
- Veblen, T. (1994) *The Theory of the Leisure Class*. Toronto: Dover.
- Velcro. Disponível em <http://www.velcro.com/> - Última consulta em Maio de 2009.
- Victoria and Albert Museum. Disponível em [http://www.vam.ac.uk/collections/periods\\_styles/medieval/leonardo/index.html](http://www.vam.ac.uk/collections/periods_styles/medieval/leonardo/index.html) - Última consulta em Maio de 2009.
- Waste equals Food - An inspiring documentary on the Cradle to Cradle design concept. Disponível em <http://video.google.com/videoplay?docid=-3058533428492266222> - Última consulta em Maio de 2009.
- Watters, E. (2007). Product Design, nature's way. *Business 2.0*, 15381730, Jun2007, Vol. 8, Issue 5.
- Weisman, A. (2007). *O mundo sem nós*. Lisboa: Estrela Polar.
- Wikipedia.org. [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page). Última consulta em
- Wilson, E. (2002). *O futuro da vida*. Rio de Janeiro: Campus.
- Yen, J. e Weissburg, M. (2007). *Perspectives on Biologically inspired design: introduction to the collected contributions*. Atlanta.
- Zahavi, Amotz e Avishag (1997). *The handicap Principle: A missing piece of Darwin's puzzle*. Nova Iorque: Oxford UP.
- Bhander, G., Hauschild, M. e McAloone, T. (2003). Implementing Life Cycle Assessment in Product Development. *Environmental Progress*, 22, n.º4. 255-267. Lyngby: Technical University of Denmark.
- Whyte, J. (2007). Evolutionary Theories and Design Practices. *Design Issues*. 23, n.º2. 46-54. Massachusetts Institute of Technology.
- Bloch, P. H. (1995). Seeking the Ideal Form: Product Design and Consumer Response. *Journal of Marketing*, 59, n.º3, 16-29.

## Anexo 1

### *Endereços electrónicos completos das Figuras*

<b>Figura 4</b> - Henry Ford e Model T (fonte: <a href="http://www.autolife.umd.umich.edu/Design/Gartman/D_Casestudy/PO3015a_Henry-Ford.gif">http://www.autolife.umd.umich.edu/Design/Gartman/D_Casestudy/PO3015a_Henry-Ford.gif</a> ).....	13
<b>Figura 5, 6 e 7</b> – Linha de montagem do Ford T. (fonte: <a href="http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://artfiles.art.com/images/-/Henry-Ford-Poster-C10098915.jpeg&amp;imgrefurl=http://www.pcdiga.net/showthread.php%3Ft%3D19011&amp;usg=__z5yQnM4NJYZNwgcANCcjkLSHXc=&amp;h=450&amp;w=334&amp;sz=58&amp;hl=pt-PT&amp;start=18&amp;um=1&amp;tbnid=_18uO3PkUDvzuM:&amp;tbnh=127&amp;tbnw=94&amp;prev=/images%3Fq%3Dlinha%2Bde%2Bprodu%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bde%2Bhenry%2Bford%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26um%3D1">http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://artfiles.art.com/images/-/Henry-Ford-Poster-C10098915.jpeg&amp;imgrefurl=http://www.pcdiga.net/showthread.php%3Ft%3D19011&amp;usg=__z5yQnM4NJYZNwgcANCcjkLSHXc=&amp;h=450&amp;w=334&amp;sz=58&amp;hl=pt-PT&amp;start=18&amp;um=1&amp;tbnid=_18uO3PkUDvzuM:&amp;tbnh=127&amp;tbnw=94&amp;prev=/images%3Fq%3Dlinha%2Bde%2Bprodu%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bde%2Bhenry%2Bford%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26um%3D1</a> ).....	14
<b>Figura 14</b> - Mapa relativo à importação de brinquedos. (fonte: <a href="http://www.sasi.group.shef.ac.uk/worldmapper/index.html">http://www.sasi.group.shef.ac.uk/worldmapper/index.html</a> ).....	27
<b>Figura 15</b> -Louisville, Kentucky. Fotografia da Grande Depressão (fonte: <a href="http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.robertlpeters.com/news/wp-content/uploads/american_way.jpg&amp;imgrefurl=http://www.robertlpeters.com/news/%3Fm%3D200809&amp;usg=__Tn6dIijSmD7h6JMkgZSirVXT6cM=&amp;h=328&amp;w=437&amp;sz=73&amp;hl=pt-PT&amp;start=34&amp;um=1&amp;tbnid=9FgmHiMxw94zqM:&amp;tbnh=95&amp;tbnw=126&amp;prev=/images%3Fq%3Damerican%2Bway%2Bof%2Blife%2B%252B%2Bcars%2B%252B%2B1950%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26sa%3DN%26start%3D18%26um%3D1">http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.robertlpeters.com/news/wp-content/uploads/american_way.jpg&amp;imgrefurl=http://www.robertlpeters.com/news/%3Fm%3D200809&amp;usg=__Tn6dIijSmD7h6JMkgZSirVXT6cM=&amp;h=328&amp;w=437&amp;sz=73&amp;hl=pt-PT&amp;start=34&amp;um=1&amp;tbnid=9FgmHiMxw94zqM:&amp;tbnh=95&amp;tbnw=126&amp;prev=/images%3Fq%3Damerican%2Bway%2Bof%2Blife%2B%252B%2Bcars%2B%252B%2B1950%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26sa%3DN%26start%3D18%26um%3D1</a> ).....	30
<b>Figura 16</b> – Procura Mundial de Energia Primária. (fonte: IEA, 2005 - <a href="http://www.apodi.info/bbc/energia/primariaa.gif">http://www.apodi.info/bbc/energia/primariaa.gif</a> ).....	32
<b>Figura 18</b> – Sandálias feitas com garrafas de água reaproveitadas. (fonte: <a href="http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.treehugger.com/water-bottles-shoes-001.jpg&amp;imgrefurl=http://www.treehugger.com/files/2008/04/rare-plastic-water-bottles-shoes.php&amp;usg=__-PQ88ziOmx8jfspLlCKPOB9lDjg=&amp;h=314&amp;w=468&amp;sz=40&amp;hl=pt-PT&amp;start=7&amp;sig2=5zi7GE3JABMWN1eYV5duig&amp;um=1&amp;tbnid=HO0n0ItqCTq4bM:&amp;tbnh=86&amp;tbnw=128&amp;prev=/images%3Fq%3Dwater%2Bbottles%26hl%3Dpt-PT%26sa%3DN%26um%3D1&amp;ei=AZRvSsvwIMKnjAeDj-mbBQ">http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.treehugger.com/water-bottles-shoes-001.jpg&amp;imgrefurl=http://www.treehugger.com/files/2008/04/rare-plastic-water-bottles-shoes.php&amp;usg=__-PQ88ziOmx8jfspLlCKPOB9lDjg=&amp;h=314&amp;w=468&amp;sz=40&amp;hl=pt-PT&amp;start=7&amp;sig2=5zi7GE3JABMWN1eYV5duig&amp;um=1&amp;tbnid=HO0n0ItqCTq4bM:&amp;tbnh=86&amp;tbnw=128&amp;prev=/images%3Fq%3Dwater%2Bbottles%26hl%3Dpt-PT%26sa%3DN%26um%3D1&amp;ei=AZRvSsvwIMKnjAeDj-mbBQ</a> ).....	35
<b>Figura 19</b> - Lixeira urbana. (fonte: <a href="http://images.inmagine.com/img/imagesource/is236/is236042.jpg">http://images.inmagine.com/img/imagesource/is236/is236042.jpg</a> ).....	36
<b>Figura 20</b> - Hierarquia de usabilidade (fonte: <a href="http://www.danformosa.com/DF%20DMI%20Stress%20page.html">http://www.danformosa.com/DF%20DMI%20Stress%20page.html</a> ).....	43
<b>Figura 21</b> – Gillette. (fonte: <a href="http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.antiquemystique.com/images/8123bb_jpg.jpg&amp;imgrefurl=http://www.antiquemystique.com/pages/8123bb_jpg.htm&amp;usg=__wclX0EEAg4OOKU4YemMywweRjk=&amp;h=480&amp;w=640&amp;sz=39&amp;hl=pt-PT&amp;start=228&amp;um=1&amp;tbnid=yzpBQvYUyKW3KM:&amp;tbnh=103&amp;tbnw=137&amp;prev=/images%3Fq%3Dgillette%2Boriginal%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26sa%3DN%26start%3D216%26um%3D1">http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.antiquemystique.com/images/8123bb_jpg.jpg&amp;imgrefurl=http://www.antiquemystique.com/pages/8123bb_jpg.htm&amp;usg=__wclX0EEAg4OOKU4YemMywweRjk=&amp;h=480&amp;w=640&amp;sz=39&amp;hl=pt-PT&amp;start=228&amp;um=1&amp;tbnid=yzpBQvYUyKW3KM:&amp;tbnh=103&amp;tbnw=137&amp;prev=/images%3Fq%3Dgillette%2Boriginal%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26sa%3DN%26start%3D216%26um%3D1</a> ).....	48

**Figura 22** – Anuncio da Tupperware. (fonte:  
[http://www.alittleredhen.com/photos/uncategorized/2007/05/13/tupperware\\_postcard.jpg](http://www.alittleredhen.com/photos/uncategorized/2007/05/13/tupperware_postcard.jpg)) ..... 48

**Figura 23** - Cauda do Pavão (fonte: [www.msnbc.msn.com/id/21882948/](http://www.msnbc.msn.com/id/21882948/))..... 55

**Figura 24** - Juba de leão (fonte:  
[http://img33.picoodle.com/img/img33/8/6/26/f\\_lion13m\\_983072e.jpg](http://img33.picoodle.com/img/img33/8/6/26/f_lion13m_983072e.jpg)) ..... 56

**Figura 25** - Chifres de alce (fonte:  
[http://www.bonjourquebec.com/fileadmin/Image/decouvrez/activites/sports\\_plein\\_air/chasse\\_peche/tq\\_002883\\_g.jpg](http://www.bonjourquebec.com/fileadmin/Image/decouvrez/activites/sports_plein_air/chasse_peche/tq_002883_g.jpg)) ..... 56

**Figura 26** - Cauda de pavão (fonte: <http://blogs.zdnet.com/open-source/images/peacock.jpg>) ..... 56

**Figura 27** - desenho de helicóptero de Leonardo Da Vinci (fonte:  
<http://imagecache.allposters.com/images/pic/MEPOD/10048180~Leonardo-Da-Vinci-Sketch-of-a-Flying-Machine-Posters.jpg>) ..... 60

**Figura 28** - Folha de desenhos de Leonardo Da Vinci (fonte:  
<http://www.ownfineart.com/Drawings/Various%20Sketches.jpg>) ..... 60

**Figura 29** - Concha do Caramujo Nautilus (fonte:  
<http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/alegria/fibonacci/fig06.png>) ..... 62

**Figura 30** - Semente de girassol (fonte:  
[http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://3.bp.blogspot.com/\\_ngFwrj1F2VM/RkWyZCBPHOI/AAAAAAAAA50/TlybM2amdRY/s400/girassol.jpg&imgrefurl=http://contabilidadefinanceira.blogspot.com/2007/05/matematica-e-natureza.html&usq=\\_\\_OdnSEaeMKxi3kxa\\_ZT0IHu8Icic=&h=250&w=251&sz=30&hl=pt-PT&start=3&sig2=Q70Obiz29jorJ\\_UN5oJW8w&um=1&tbnid=sWNK8V0scp\\_VIM:&tbnh=111&tbnw=111&prev=/images%3Fq%3Dgirassol%2Be%2Ba%2Bpropor%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Baurea%26hl%3Dpt-PT%26um%3D1&ei=y5ZvSvfuLMiSjAfOzYydBQ\).](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://3.bp.blogspot.com/_ngFwrj1F2VM/RkWyZCBPHOI/AAAAAAAAA50/TlybM2amdRY/s400/girassol.jpg&imgrefurl=http://contabilidadefinanceira.blogspot.com/2007/05/matematica-e-natureza.html&usq=__OdnSEaeMKxi3kxa_ZT0IHu8Icic=&h=250&w=251&sz=30&hl=pt-PT&start=3&sig2=Q70Obiz29jorJ_UN5oJW8w&um=1&tbnid=sWNK8V0scp_VIM:&tbnh=111&tbnw=111&prev=/images%3Fq%3Dgirassol%2Be%2Ba%2Bpropor%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Baurea%26hl%3Dpt-PT%26um%3D1&ei=y5ZvSvfuLMiSjAfOzYydBQ).) ..... 62

**Figura 31** - A proporção no corpo de insectos (fonte:  
[http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.industriadabeleza.com/INDUSTRIADABELEZA\\_arquivos/image10411.jpg&imgrefurl=http://www.industriadabeleza.com/INDUSTRIADABELEZA\\_arquivos/Page722.htm&usq=\\_\\_rM2IDmF\\_HtEQEOXiq0OhDy0w8Kg=&h=168&w=136&sz=6&hl=pt-PT&start=13&sig2=g12bv24hqneJ1rTbW4nCsG&um=1&tbnid=cEqEtExZWZgDM:&tbnh=99&tbnw=80&prev=/images%3Fq%3Dcorpo%2Bdos%2Binsectos%2Be%2Ba%2Bpropor%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Baurea%26hl%3Dpt-PT%26um%3D1&ei=IjdvSo27O4ywjAfk9qyZBQ\).](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.industriadabeleza.com/INDUSTRIADABELEZA_arquivos/image10411.jpg&imgrefurl=http://www.industriadabeleza.com/INDUSTRIADABELEZA_arquivos/Page722.htm&usq=__rM2IDmF_HtEQEOXiq0OhDy0w8Kg=&h=168&w=136&sz=6&hl=pt-PT&start=13&sig2=g12bv24hqneJ1rTbW4nCsG&um=1&tbnid=cEqEtExZWZgDM:&tbnh=99&tbnw=80&prev=/images%3Fq%3Dcorpo%2Bdos%2Binsectos%2Be%2Ba%2Bpropor%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Baurea%26hl%3Dpt-PT%26um%3D1&ei=IjdvSo27O4ywjAfk9qyZBQ).) ..... 62

**Figura 32** - O Homem Vitruviano, de Leonardo da Vinci . (fonte:  
[http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://1.bp.blogspot.com/\\_tIxOoLARVYU/SPlbPPU5ebI/AAAAAAAAABI/cVC7EdiG8hQ/s320/vitruviano.jpg&imgrefurl=http://dreamfeel.wordpress.com/2009/04/18/as-proporcoes-divinas/&usq=\\_\\_eguYtaYSXvcCS25C1rPDDUPYPKY=&h=320&w=272&sz=30&hl=pt-PT&start=10&sig2=u4GMt\\_eeQKXrgyMpD27pcw&um=1&tbnid=t08sSQi4c7XhCM:&tbnh=118&tbnw=100&prev=/images%3Fq%3Dcorpo%2Bdos%2Binsectos%2Be%2Ba%2Bpropor%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Baurea%26hl%3Dpt-PT%26um%3D1&ei=IjdvSo27O4ywjAfk9qyZBQ\).](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://1.bp.blogspot.com/_tIxOoLARVYU/SPlbPPU5ebI/AAAAAAAAABI/cVC7EdiG8hQ/s320/vitruviano.jpg&imgrefurl=http://dreamfeel.wordpress.com/2009/04/18/as-proporcoes-divinas/&usq=__eguYtaYSXvcCS25C1rPDDUPYPKY=&h=320&w=272&sz=30&hl=pt-PT&start=10&sig2=u4GMt_eeQKXrgyMpD27pcw&um=1&tbnid=t08sSQi4c7XhCM:&tbnh=118&tbnw=100&prev=/images%3Fq%3Dcorpo%2Bdos%2Binsectos%2Be%2Ba%2Bpropor%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Baurea%26hl%3Dpt-PT%26um%3D1&ei=IjdvSo27O4ywjAfk9qyZBQ).) ..... 62

**Figura 33** - Proporção do rosto humano. (fonte:  
<http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://digitalpaperweb.com.br/ezine/wp-content/uploads/2008/07/15.jpg&imgrefurl=http://www.designontherocks.com.br/%3F>

- p%3D1574&usg=\_\_Aif-7FyiK5FUd33Whpoyx8C2ijM=&h=300&w=486&sz=8&hl=pt-PT&start=2&um=1&tbnl.....62
- Figura 34, 35 e 36** – Ipod, maço de cigarros e cartões de crédito (fonte: [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.industriadabeleza.com/INDUSTRIADABELEZA\\_arquivos/image10411.jpg&imgrefurl=http://www.industriadabeleza.com/INDUSTRIADABELEZA\\_arquivos/Page722.htm&usg=\\_\\_rM2IDmF\\_HtEQEOXiq0OhDy0w8Kg=&h=168&w=136&sz=6&hl=pt-PT&start=13&sig2=g12bv24hqneJ1rTbW4nCsg&um=1&tbnid=cEqLEtExZWZgDM:&tbnh=99&tbnw=80&prev=/images%3Fq%3Dcorpo%2Bdos%2Binsectos%2Be%2Ba%2Bporopor%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Baurea%26hl%3Dpt-PT%26um%3D1&ei=IJdvSo27O4ywjAfk9qyZBQ](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.industriadabeleza.com/INDUSTRIADABELEZA_arquivos/image10411.jpg&imgrefurl=http://www.industriadabeleza.com/INDUSTRIADABELEZA_arquivos/Page722.htm&usg=__rM2IDmF_HtEQEOXiq0OhDy0w8Kg=&h=168&w=136&sz=6&hl=pt-PT&start=13&sig2=g12bv24hqneJ1rTbW4nCsg&um=1&tbnid=cEqLEtExZWZgDM:&tbnh=99&tbnw=80&prev=/images%3Fq%3Dcorpo%2Bdos%2Binsectos%2Be%2Ba%2Bporopor%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Baurea%26hl%3Dpt-PT%26um%3D1&ei=IJdvSo27O4ywjAfk9qyZBQ)).....63
- Figura 37** - vaso Favrille (fonte: [http://www.musee-orsay.fr/it/collezioni/opere-commentate/arti-decorative.html?no\\_cache=1&zoom=1&tx\\_damzoom\\_pi1%5BshowUid%5D=1965](http://www.musee-orsay.fr/it/collezioni/opere-commentate/arti-decorative.html?no_cache=1&zoom=1&tx_damzoom_pi1%5BshowUid%5D=1965)). ....65
- Figura 38** - Ilustração científica do naturalista alemão Ernst Haeckel (fonte: [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/haeckel/kunstformen/icons/Tafel\\_099\\_medium.jpg&imgrefurl=http://](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/haeckel/kunstformen/icons/Tafel_099_medium.jpg&imgrefurl=http://)).....66
- Figura 39** - Foto de *Nigella damascena* (fonte: [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://3.bp.blogspot.com/\\_gfsFM1xix2c/R-44hKnSocI/AAAAAAAAAMg/i5O7yHOPGM0/s400/blossfeldt\\_laserwort.jpg&imgrefurl=http://imagismo.blogspot.com/2008\\_03\\_01\\_archive.html&usg=\\_\\_rS-v6w](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://3.bp.blogspot.com/_gfsFM1xix2c/R-44hKnSocI/AAAAAAAAAMg/i5O7yHOPGM0/s400/blossfeldt_laserwort.jpg&imgrefurl=http://imagismo.blogspot.com/2008_03_01_archive.html&usg=__rS-v6w)).....66
- Figura 40** - Entrada do metro de Paris (fonte: [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://4.bp.blogspot.com/\\_28iIBEoVCH8/R\\_EGAXBPLfI/AAAAAAAAAJQ/M6IwWi4U\\_2w/S220/Guimard%252BM%2525C3%2525A9tro%252B01%255B1%255D.jpg&imgrefurl=http://homemnovoarquitecturanova.blog](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://4.bp.blogspot.com/_28iIBEoVCH8/R_EGAXBPLfI/AAAAAAAAAJQ/M6IwWi4U_2w/S220/Guimard%252BM%2525C3%2525A9tro%252B01%255B1%255D.jpg&imgrefurl=http://homemnovoarquitecturanova.blog)).....66
- Figura 41** - Projecto de Emil Gallé. (fonte: <http://www.new-york-art.com/dex-275.jpg>). 67
- Figura 42** - Projecto de René Lalique. (fonte: <http://www.new-york-art.com/dex-275.jpg>).....67
- Figura 44** - Lixeira de plásticos (fonte: [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://farm3.static.flickr.com/2270/2035636923\\_7d9659fef5.jpg&imgrefurl=http://funverde.wordpress.com/sacolas/a-evolucao-do-plastico/&usg=\\_\\_scSaBi6Vvr6m\\_P7p1kVXBQcajIg=&h=375&w=500&sz=](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://farm3.static.flickr.com/2270/2035636923_7d9659fef5.jpg&imgrefurl=http://funverde.wordpress.com/sacolas/a-evolucao-do-plastico/&usg=__scSaBi6Vvr6m_P7p1kVXBQcajIg=&h=375&w=500&sz=)).....72
- Figura 45** - Ilustração futurista da cidade «tomada» pela natureza. (fonte: <http://nyc.metblogs.com/archives/images/2007/08/bridge.jpg>).....73
- Figura 46** - Formigas em tarefa conjunta. (fonte: [http://1.bp.blogspot.com/\\_JpbZjqaoBEA/SdI6Pcq\\_ufl/AAAAAAAAKBA/44i48U06SIM/s400/Formigas2.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_JpbZjqaoBEA/SdI6Pcq_ufl/AAAAAAAAKBA/44i48U06SIM/s400/Formigas2.jpg)).....74
- Figura 47** - Colónia de células onde a distribuição de força é aplicada. (fonte: [http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://bp3.blogger.com/\\_iDPCaHcHjWM/R5ih\\_Nr9zwI/AAAAAAAAAmE/6zkIA\\_VaOLM/s400/slime2.gif&imgrefurl=http://comciencias.blogspot.com/2008/01/colonias-de-clulas-podem-possuir-mentes.html&h=211&w=260&sz=22&hl=pt-PT&start=3&um=1&tbnid=Y6LgZMNCX2Ee5M:&tbnh=91&tbnw=112&prev=/images%3Fq%3Dcolonias%2Bde%2Bcelulas%26um%3D1%26hl%3Dpt-PT%26lr%3Dlang\\_pt%26sa%3DN](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://bp3.blogger.com/_iDPCaHcHjWM/R5ih_Nr9zwI/AAAAAAAAAmE/6zkIA_VaOLM/s400/slime2.gif&imgrefurl=http://comciencias.blogspot.com/2008/01/colonias-de-clulas-podem-possuir-mentes.html&h=211&w=260&sz=22&hl=pt-PT&start=3&um=1&tbnid=Y6LgZMNCX2Ee5M:&tbnh=91&tbnw=112&prev=/images%3Fq%3Dcolonias%2Bde%2Bcelulas%26um%3D1%26hl%3Dpt-PT%26lr%3Dlang_pt%26sa%3DN)).....74
- Figura 48** - Degradação temporal de um saco feito do plástico biodegradável Biocycle (fonte: <http://www.plastico.com.brrevistapm355biodegradavel1.htm>).....78

**Figura 49** - Interior do fruto Ameixa (fonte:  
<http://www.manefrut.com.br/images/fruta26.jpg>)..... 79

**Figura 50** - Romã aberta (fonte:  
[http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://ipt.olhares.com/data/big/46/467523.jpg&imgrefurl=http://olhares.aceiou.pt/roma\\_foto467523.html&usq=\\_\\_VGZFDsg4-h\\_yMZR1ZJbNTj37U4Q=&h=750&w=602&sz=64&hl=pt-PT&start=424&cum=1&tbnid=OPMZBp6gYMjenM:&tbnh=141&tbnw=113&prev=/images%3Fq%3Dsementes%2Bde%2Brom%25C3%25A3s%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26sa%3DN%26start%3D414%26um%3D1](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://ipt.olhares.com/data/big/46/467523.jpg&imgrefurl=http://olhares.aceiou.pt/roma_foto467523.html&usq=__VGZFDsg4-h_yMZR1ZJbNTj37U4Q=&h=750&w=602&sz=64&hl=pt-PT&start=424&cum=1&tbnid=OPMZBp6gYMjenM:&tbnh=141&tbnw=113&prev=/images%3Fq%3Dsementes%2Bde%2Brom%25C3%25A3s%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26sa%3DN%26start%3D414%26um%3D1)). ..... 79

**Figura 51** – Noz (fonte:  
[http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://data.blogg.de/2446/images/DSC00586b.jpg&imgrefurl=http://iliquidido.blogg.de/eintrag.php%3Fid%3D50&usq=\\_\\_lAo8x2yNB5PG9L7kuJCVuWd\\_UXc=&h=375&w=500&sz=25&hl=pt-](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://data.blogg.de/2446/images/DSC00586b.jpg&imgrefurl=http://iliquidido.blogg.de/eintrag.php%3Fid%3D50&usq=__lAo8x2yNB5PG9L7kuJCVuWd_UXc=&h=375&w=500&sz=25&hl=pt-)..... 79

**Figura 52** - Interior do maracujá (fonte:  
[http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.useplanta.com.br/images/plants/pas-siflora\\_alata.jpg&imgrefurl=http://www.useplanta.com.br/2008/10/maracuja/&usq=\\_\\_wDsrZfI9R-7noRL3CmUBPCGgAb0=&h=335&w=500&sz=101&hl=pt-PT&start=74&tbnid=MUGfGMPBUNw\\_5M:&tbnh=87&tbnw=130&prev=/images%3Fq%3Dfrutos%2Bcom%2Bsementes%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26sa%3DN%26start%3D72](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.useplanta.com.br/images/plants/pas-siflora_alata.jpg&imgrefurl=http://www.useplanta.com.br/2008/10/maracuja/&usq=__wDsrZfI9R-7noRL3CmUBPCGgAb0=&h=335&w=500&sz=101&hl=pt-PT&start=74&tbnid=MUGfGMPBUNw_5M:&tbnh=87&tbnw=130&prev=/images%3Fq%3Dfrutos%2Bcom%2Bsementes%26gbv%3D2%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26sa%3DN%26start%3D72))..... 79

**Figura 53** - Roda de bicicleta. Os vários raios distribuem o peso exercido obre a roda.  
(fonte:  
[http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://4.bp.blogspot.com/\\_xWGn4CR28Yw/Rt2lTdvD46I/AAAAAAAAANU/9FxmT0JhKmA/s320/RodaBicicleta.jpg&imgrefurl=http://cienciasnoquotidiano.blogspot.com/2007/09/enigma-94.html&usq=\\_\\_nlvVg2CJBegAzpyk8zQps\\_g82U=&h=302&w=220&sz=\)](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://4.bp.blogspot.com/_xWGn4CR28Yw/Rt2lTdvD46I/AAAAAAAAANU/9FxmT0JhKmA/s320/RodaBicicleta.jpg&imgrefurl=http://cienciasnoquotidiano.blogspot.com/2007/09/enigma-94.html&usq=__nlvVg2CJBegAzpyk8zQps_g82U=&h=302&w=220&sz=))..... 81

**Figura 54** – Telomeros (fonte:  
<http://www.medicinageriatrica.com.br/2006/12/28/saude-geriatria/teorias-do-envelhecimento-celular/>)..... 85

**Figura 55** - Cerebelo (fonte:  
[http://www.terraespiritual.locaweb.com.br/espiritismo/clip\\_image003.jpg](http://www.terraespiritual.locaweb.com.br/espiritismo/clip_image003.jpg)). ..... 88

**Figura 56** - Sistema límbico (fonte:  
[http://www.terraespiritual.locaweb.com.br/espiritismo/clip\\_image004.jpg](http://www.terraespiritual.locaweb.com.br/espiritismo/clip_image004.jpg)). ..... 88

**Figura 57** - Neocortex.(fonte:  
[http://www.terraespiritual.locaweb.com.br/espiritismo/clip\\_image006.jpg](http://www.terraespiritual.locaweb.com.br/espiritismo/clip_image006.jpg)). ..... 88

**Figura 58** – Organismo multicelular com o nome de volvox (fonte:  
[http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.geocities.com/sandra\\_rocha\\_pt/imagens/volvox.jpg&imgrefurl=http://curlygirl.no.sapo.pt/eucariotica.htm&usq=\\_\\_bMzMKgmj8Y9HtI7N2umb1p5o2Q=&h=263&w=203&sz=16&hl=pt-PT&start=27&cum=1&tbnid=F6lA8UMf5pfz0M:&tbnh=112&tbnw=86&prev=/images%3Fq%3Dcolonia%2Bmulticelular%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26sa%3DN%26start%3D18%26um%3D1](http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.geocities.com/sandra_rocha_pt/imagens/volvox.jpg&imgrefurl=http://curlygirl.no.sapo.pt/eucariotica.htm&usq=__bMzMKgmj8Y9HtI7N2umb1p5o2Q=&h=263&w=203&sz=16&hl=pt-PT&start=27&cum=1&tbnid=F6lA8UMf5pfz0M:&tbnh=112&tbnw=86&prev=/images%3Fq%3Dcolonia%2Bmulticelular%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26sa%3DN%26start%3D18%26um%3D1)..... 90

**Figura 59** - Formigas(fonte:  
[http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_22/computacaobioinspiradaimagem/formiga.jpg](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_22/computacaobioinspiradaimagem/formiga.jpg)) ou [images.google.pt](http://images.google.pt) ..... 90

**Figura 60** – Abelhas (fonte:  
[http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_22/computacaobioinspiradaimagem/abelha.jpg](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_22/computacaobioinspiradaimagem/abelha.jpg)) ..... 90

**Figura 60** – Garrafas de cerveja Heineken (fonte:  
<http://www.coolbusinessideas.com/images/heineken-WOBO.jpg>)..... 96

<b>Figura 61</b> - Ciclo biológico e ciclo técnico (fonte: <a href="http://www.nachhaltigwirtschaften.net/scripts/basics/forumcsrE/basics.prg?session=42f942c749390c09_4838&amp;a_no=227">http://www.nachhaltigwirtschaften.net/scripts/basics/forumcsrE/basics.prg?session=42f942c749390c09_4838&amp;a_no=227</a> ) .....	101
<b>Figura 62</b> – Sapatilha Nike “trash talk” (fonte: <a href="http://www.ladybugbrazil.com/2008/03/19/nike-ecologica/">http://www.ladybugbrazil.com/2008/03/19/nike-ecologica/</a> ) .....	114
<b>Figura 63</b> - Foto de Ross Lovegrove. (fonte: <a href="http://www.stylepark.com/db-images/cms/designer/img/lovegrove_320_336-1.jpg">http://www.stylepark.com/db-images/cms/designer/img/lovegrove_320_336-1.jpg</a> ).....	115
<b>Figura 66</b> - Pormenor do quadro da bicicleta (fonte: <a href="http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.designboom.com/cms/images/-a02/bamboo03.jpg&amp;imgrefurl=http://www.shootdesign.com/blog/category/main/&amp;usq=__zBphDSz3Q2H1tu03hAQ1y7OEyoc=&amp;h=413&amp;w=550&amp;sz=47&amp;hl=pt-PT&amp;start=14&amp;um=1&amp;tbnid=C9GpDhs-hSg9yM:&amp;tbnh=100&amp;tb">http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.designboom.com/cms/images/-a02/bamboo03.jpg&amp;imgrefurl=http://www.shootdesign.com/blog/category/main/&amp;usq=__zBphDSz3Q2H1tu03hAQ1y7OEyoc=&amp;h=413&amp;w=550&amp;sz=47&amp;hl=pt-PT&amp;start=14&amp;um=1&amp;tbnid=C9GpDhs-hSg9yM:&amp;tbnh=100&amp;tb</a> .....	118
<b>Figura 67</b> - Pedra (fonte: <a href="http://1.bp.blogspot.com/_WGHbhGx1WTI/R34nqXPrdYI/AAAAAAAAAsA/5LlaSNSexmQ/s400/pedra6.jpg">http://1.bp.blogspot.com/_WGHbhGx1WTI/R34nqXPrdYI/AAAAAAAAAsA/5LlaSNSexmQ/s400/pedra6.jpg</a> .....	119
<b>Figura 70</b> – Cadeira GO (1998-2001), para Bernhardt Design, USA. (fonte: <a href="http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html">http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html</a> )....	120
<b>Figura 71</b> – Pormenor da Cadeira GO (fonte: <a href="http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html">http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html</a> )....	120
<b>Figura 72</b> – Várias partes constituintes da Cadeira GO (fonte: <a href="http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html">http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html</a> )....	120
<b>Figura 73</b> – Pormenor da interligação entre partes da Cadeira GO (fonte: <a href="http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html">http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html</a> )....	120
<b>Figura 74</b> – Pormenor da estrutura de ossos humanos (fonte: <a href="http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html">http://www.ted.com/index.php/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html</a> )....	120
<b>Figura 76</b> – Cadeira Supernatural (fonte: <a href="http://www.furnitureseen.com/Large-Photo/590">http://www.furnitureseen.com/Large-Photo/590</a> ) .....	121
<b>Figura 78</b> – Pormenor. (fonte: <a href="http://www.spotd.it/images/blog/09/09_moroso_lovegrove1.jpg">http://www.spotd.it/images/blog/09/09_moroso_lovegrove1.jpg</a> ). .....	121
<b>Figura 79</b> – Cogumelo da espécie <i>Macrolepiota excoriata</i> (fonte: <a href="http://www.wpclipart.com/food/mushrooms_Macrolepiota_excoriata.png">http://www.wpclipart.com/food/mushrooms_Macrolepiota_excoriata.png</a> ).....	122
<b>Figura 80</b> – Agaricon, candeeiro de mesa (fonte: <a href="http://www.furniturestoreblog.com/images/Agaricon%20Luceplan%20Table%20Lamps.jpg">http://www.furniturestoreblog.com/images/Agaricon%20Luceplan%20Table%20Lamps.jpg</a> ) .....	122
<b>Figura 83</b> - Solar bud ( fonte: <a href="http://www.unicahome.com/products/small/25189.4180A3FE.jpg">http://www.unicahome.com/products/small/25189.4180A3FE.jpg</a> ) .....	123
<b>Figura 86</b> – Velcro (fonte: <a href="http://www.apartmenttherapy.com/uimages/la/duallockvelcro-atla.jpg">http://www.apartmenttherapy.com/uimages/la/duallockvelcro-atla.jpg</a> ).....	135
<b>Figura 87</b> – Carrapicho (fonte: <a href="http://lh4.ggpht.com/_vULWN1oSjXw/SRKY1HlxEJI/AAAAAAAAAP1Q/e_gEhgH_BHg/s800/01209.jpg">http://lh4.ggpht.com/_vULWN1oSjXw/SRKY1HlxEJI/AAAAAAAAAP1Q/e_gEhgH_BHg/s800/01209.jpg</a> ).....	135
<b>Figura 88</b> – Carrapicho (fonte: <a href="http://img528.imageshack.us/img528/8904/bxk8325carrapixo800hg1.jpg">http://img528.imageshack.us/img528/8904/bxk8325carrapixo800hg1.jpg</a> ).....	135
<b>Figura 89</b> – Mosca. (fonte: <a href="http://aracneexpurgo.com.br/images/upload/mosca.jpg">http://aracneexpurgo.com.br/images/upload/mosca.jpg</a> ) ...	137
<b>Figura 93</b> – Rã (fonte: <a href="http://sambadegringo.files.wordpress.com/2008/03/hyla_minuta_hr.jpg">http://sambadegringo.files.wordpress.com/2008/03/hyla_minuta_hr.jpg</a> ).....	139
<b>Figura 100</b> – Lagartixa ( <a href="http://lonweigh.org.au/images/Kubi%20Kubi%20Ghecko.jpg">http://lonweigh.org.au/images/Kubi%20Kubi%20Ghecko.jpg</a> ). .....	141

<b>Figura 106</b> – Fita adesiva concebida segundo os princípios da lagartixa (fonte: <a href="http://64.202.120.86/upload/image/new-news/2008/march/new-gecko-inspired-synthetic-adhesive/gecko-whight.jpg">http://64.202.120.86/upload/image/new-news/2008/march/new-gecko-inspired-synthetic-adhesive/gecko-whight.jpg</a> ).....	142
<b>Figura 116</b> – Besouro. (fonte: <a href="http://www.ento.csiro.au/aicn/images/cain1268.jpg">http://www.ento.csiro.au/aicn/images/cain1268.jpg</a> ).....	145
<b>Figura 122</b> – Borboleta. (fonte: <a href="http://voudetaxi.zip.net/images/butterfly2.jpg">http://voudetaxi.zip.net/images/butterfly2.jpg</a> ).....	147
<b>Figura 129</b> – Tubarão. (fonte: <a href="http://4.bp.blogspot.com/_7KrRbsYgkHo/Ro4wMs6tmsI/AAAAAAAAAAs/AJ3M7BrDLjA/s320/dor30000094.jpg">http://4.bp.blogspot.com/_7KrRbsYgkHo/Ro4wMs6tmsI/AAAAAAAAAAs/AJ3M7BrDLjA/s320/dor30000094.jpg</a> ) .....	149
<b>Figura 131</b> – Ampliação dos denticulos da pele de tubarão (fonte: <a href="http://1.bp.blogspot.com/_djYeu-MX1YM/RdI26foPOZI/AAAAAAAAABFQ/tnm48h7FS3o/s400/shark.jpg">http://1.bp.blogspot.com/_djYeu-MX1YM/RdI26foPOZI/AAAAAAAAABFQ/tnm48h7FS3o/s400/shark.jpg</a> ).....	150
<b>Figura 132</b> – Fato de banho SpeedoFastskin (fonte: <a href="http://biodsign.files.wordpress.com/2008/09/speedofastskin.jpg">http://biodsign.files.wordpress.com/2008/09/speedofastskin.jpg</a> ).....	150
<b>Figura 133</b> – Térmita. (fonte: <a href="http://golphenix2.files.wordpress.com/2007/11/termita.jpg">http://golphenix2.files.wordpress.com/2007/11/termita.jpg</a> ) .....	151
<b>Figura 146</b> – Torres Eólicas Iranianas. (fonte: <a href="http://proudlyemirati.wdfiles.com/local--files/wind-towers/windtower.jpg">http://proudlyemirati.wdfiles.com/local--files/wind-towers/windtower.jpg</a> ) .....	155
<b>Figura 147</b> – Esquema de funcionamento de uma torre eólica iraniana. (fonte: .....	155
<b>Figura 148</b> – Morcego. (fonte: <a href="http://www.bicodocorvo.com.br/wp-content/gallery/fotos-de-morcego/morcego-1.jpg">http://www.bicodocorvo.com.br/wp-content/gallery/fotos-de-morcego/morcego-1.jpg</a> ) .....	157
<b>Figura 149</b> – Esquema de ecolocalização no morcego. (fonte: <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/Ecolocalizacao_morcego.jpg/350px-Ecolocalizacao_morcego.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/Ecolocalizacao_morcego.jpg/350px-Ecolocalizacao_morcego.jpg</a> ) .....	158
<b>Figura 150</b> – Peixe-cofre. (fonte: <a href="http://serfranco.files.wordpress.com/2008/05/biomimetismo-peixe.jpg">http://serfranco.files.wordpress.com/2008/05/biomimetismo-peixe.jpg</a> ) .....	159
<b>Figura 151</b> – Modelo tridimensional em simulação de túnel de vento. (fonte: <a href="http://www.nextnature.net/research/wp-content/uploads/2007/05/mercedes_bionic3_530.jpg">http://www.nextnature.net/research/wp-content/uploads/2007/05/mercedes_bionic3_530.jpg</a> ).....	160
<b>Figura 157</b> – Desenho de estudo. (fonte: <a href="http://www.ecofriend.org/images/mercedes-benz_bionic_concept_car2.jpg">http://www.ecofriend.org/images/mercedes-benz_bionic_concept_car2.jpg</a> ).....	162
<b>Figura 158</b> – Inspiração e resultado final. ( <a href="http://www.driversdrive.com/pics/bionicar.gif">http://www.driversdrive.com/pics/bionicar.gif</a> ).....	162
<b>Figura 165</b> – Pinha (fonte: <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f3/Pinus_nigra_cone.jpg/200px-Pinus_nigra_cone.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f3/Pinus_nigra_cone.jpg/200px-Pinus_nigra_cone.jpg</a> ).....	165