

**COMPREENDENDO
E INTERPRETANDO
OS VALORES DA NATUREZA**

SOBRE OS AUTORES

Justino Barbosa da Silva Neto | justinobarbosa@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6679229102379623>

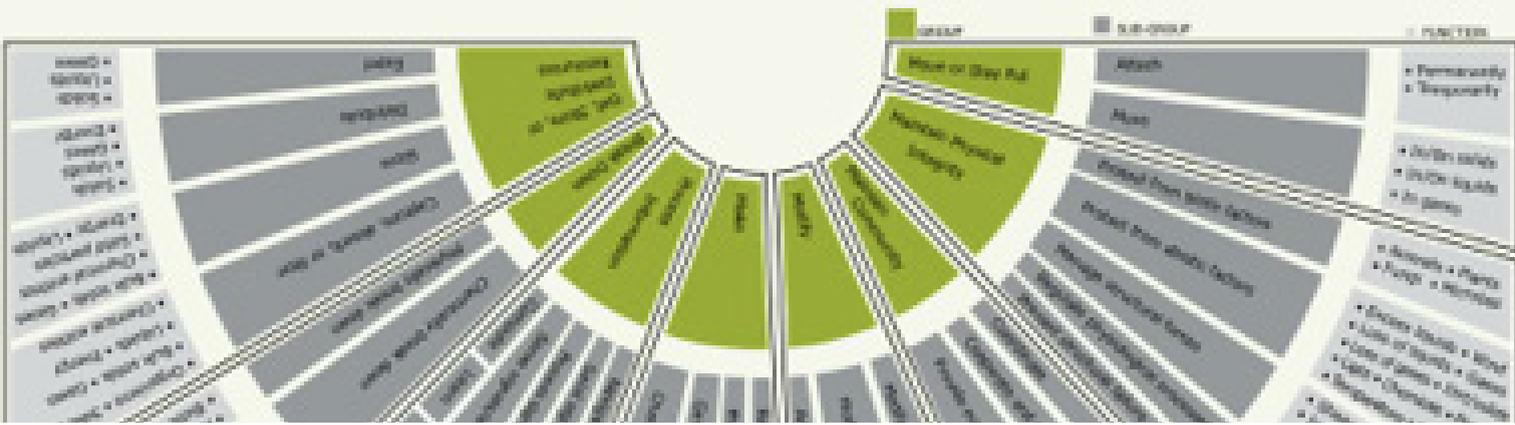
Graduação em Design pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (2002). Mestrado em Design no PPGD/UFPE (2018) com dissertação na área da Biomimética e Taxonomia. Servidor na mesma Universidade, lotado no Núcleo de Televisão e Rádios Universitárias - NTVRU/UFPE, com experiência em Desenho Industrial – Videografismo, Cenografia (Set Design) e Projeto de Produto. Tem habilidade em Desenho à Mão Livre, Ilustração (Editorial e Científica), Modelagem, Escultura, Prototipagem e Técnicas de Representação. Cursos de nível Técnico em Química Industrial (ETEPAM) e Química Têxtil (SENAI-CERTTEX).

Amilton José Vieira de Arruda | arruda.amilton@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9138096051015150>

Graduação em Desenho Industrial – Projeto do produto pela UFPE (1982), Mestrado em Design e Biônica pelo IED de Milão (1992) e Doutorado em Ricerca in Disegno Industriale - Ph.D pela Universidade Politécnico de Milão (2002). Foi consultor internacional do Istituto Europeo de Design de Milão, na implantação de cursos de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Fashion Design, Design de Interiores e Produto, Design Gráfico e Editorial, nas Faculdades Avila (Goiânia), Faculdade Boa Viagem (Recife), Instituto de Educação Superior de Brasília (DF). Desde 1985 professor do Curso de Design da UFPE. Atualmente é professor associado, docente do Programa de Pós - Graduação em Design PPGD da UFPE. Coordena o Grupo de Pesquisa em Biodesign e Artefatos Industriais do CNPq. Experiência na área de Desenho Industrial, com ênfase em Design e Biônica, atuando principalmente nos seguintes temas: Desenvolvimento de Produtos, Design Estratégico. Organizador junto com Editora Edgard Blucher da série DesignCONTEXTO – ensaios de design, cultura e tecnologia dos seguintes livros: Design e Complexidade; Design e Inovação Social; Design, Artefatos e Sistemas Sustentáveis.

BIOMIMICRY TAXONOMY



Contribuição da Sistemática e da Taxonomia para Aplicações Tecnológicas através da Biomimética

Contribution of Systematic and Taxonomy to Technological Applications Through Biomimetic

Justino Barbosa da Silva Neto / Amilton José Vieira de Arruda

Resumo

O processo de apropriação do mundo pela espécie humana envolve a mimese (imitação) de características e elementos diversos disponibilizados pela Natureza. A partir dos recursos e abstrações codificadas, os artifícios (das artes às ciências) expandiram nossa capacidade físico-cognitiva e potencializaram a interferência sobre o Planeta. O avanço artificial proporcionou conquistas ideológico-científicas, revolucionou a produção, porém, alienou a percepção da Vida e comprometeu a Biosfera sob intensa exploração sistemática. Embora a manipulação do ambiente tenha ocorrido desde períodos de total dependência mesmo sob a perspectiva de abundância, durante a Pré-História e Antiguidade a escala de impacto antrópico era reduzida (dependente da condição tecnológica) e solucionada pela resiliência natural. Entretanto, o modelo industrial (século XVIII) impôs uma nova condição massificada através da mecanização, que transformou irreversivelmente o modo de produzir, de viver e perceber a Natureza, submetida à exploração justificada por ideologias mercadológicas. Emergências planetárias atuais confirmam advertências científicas publicadas no século XX e exigem uma reformulação cultural urgente através do artificial, orientada para a sustentabilidade ecossistêmica. A Biométrica, através de seus princípios – natureza como modelo, medida e mentora – permite atender aos requisitos da interdisciplinaridade, da interdependência do Design bioinspirado com a integração do conhecimento biológico às metodologias de projeto. Este trabalho descreve as abstrações, as sínteses miméticas, a dialética natural-artificial e a contribuição da Sistemática Biológica para identificar, classificar e organizar características naturais aplicáveis às tecnologias através da Biomimética.

Palavras-chave: Mimeses; Tecnologias; Design; Biomimética; Sistemática.

Abstract

The process of appropriation of the world by the human species involves the mimesis (imitation) of characteristics and diverse elements made available by Nature. From the resources and coded abstractions, the artifices (from the arts to the sciences) expanded our physical-cognitive capacity and potentiated interference on the Planet. The artificial advance provided ideological-scientific achievements, revolutionized production, but alienated the perception of Life and compromised the Biosphere under intense systematic exploration. Although the manipulation of the environment has occurred since periods of total dependence even under the perspective of abundance, during the Prehistory and Antiquity the scale of anthropic impact was reduced (dependent on the technological condition) and solved by natural resilience. However, the industrial model (eighteenth century) imposed a new massified condition through mechanization, which irreversibly transformed the way of producing, of living and perceiving Nature, subject to exploitation justified by market ideologies. Current planetary emergencies confirm scientific warnings published in the 20th century. And require an urgent cultural reformulation through the artificial, oriented towards ecosystemic sustainability. The Biomimicry, through its principles – nature as a model, measure and mentor – allows us to meet the requirements of interdisciplinarity, the interdependence of bioinspired Design with the integration of biological knowledge to the design methodologies. This work describes abstractions, mimetic syntheses, the natural-artificial dialectic and the contribution of Biological Systematics to identify, classify and organize natural characteristics applicable to technologies through Biomimetics.

Keywords: Mimesis; Technologies; Design; Biomimicry; Systematics.

"(...) a criação pura e absoluta é inexistente e reservada pelo Platonismo ao Ser Criador Supremo. As outras coisas não são objeto de criação, mas de mimesis, pois para criar no seu sentido próprio teríamos que retirar algo do nada. Em Sócrates, a mimesis tem um sentido eclético na arte, podendo se retirar a parte mais perfeita de cada modelo, criando-se um duplo aperfeiçoado, superando-se assim a própria natureza (OLIVIERI, 2002, p. 70)

"A fecundidade do conceito de mimesis na Filosofia é tão ampla que envolve questões relativas à política, à arte, ao conhecimento, enfim, está presente em quase todas as atividades humanas." (COLONNELLI, 2009, p. 13)

"Uma vez que a mimesis é criativa e se expressa na produção das coisas, o potencial para a mesma ser explorada na análise do Design, enquanto processo criativo e produtivo, é significativo. Ao delimitar (...) os pontos de contato entre os conceitos de produção e criação, (...) restará somente deslocar o conceito de mimesis para o presente e apropriá-lo para o campo do Design" (SILVA, 2013)

"O método poiético incorpora o processo mimético. (...) Na antiguidade, a mimesis representava o aperfeiçoamento da obra de arte sobre uma imagem ou modelo preexistente. Demócrito relaciona a imitação ao funcionamento da natureza. Platão nos informa a respeito da forma do objeto que imita os arquétipos que nos permitem conhecê-lo". (OLIVIERI, 2002, p. 69)

1. INTRODUÇÃO AO ARTIFICIAL – PERCEPÇÃO E MIMESE

A palavra *mímesis* – em português, *mimese*: mímica, imitação – é de origem grega, recorrente na Filosofia Clássica em descrições e análises estéticas das Artes (COLONNELLI, 2009, SILVA, 2013), inicialmente utilizada – com *physis*, *poiésis*, *techné* – para distinguir aspectos das produções humanas daquilo que era percebido como Criação. Porém, ao longo da História, o sentido do termo mudou de acordo com a abordagem, o contexto e a concepção (interpretação) física ou metafísica dos fenômenos. A origem dos objetos é tema tratado desde os pensadores Pré-Socráticos, posteriormente aprimorado por Platão e Aristóteles (século IV a.C.):

Apesar de predominante nas discussões estéticas e artísticas por descrever as origens dos objetos, a utilização dos termos citados foi estendida a outras áreas do conhecimento:

A mimese pode assim ser interpretada como condição cognitiva, qualitativa da sensibilidade humana codificada, evolutiva, cumulativa, de observação e abstração inerente aos processos criativos. A percepção e o reconhecimento indicam compartilhamento de repertório e códigos em um processo que permeia as atividades criativas e os métodos produtivos (SILVA, 2013; FLUSSER, 2007; COLONNELLI, 2009).

Portanto, a Arte, as Tecnologias, o Design e as Ciências compartilham, em graus e níveis distintos, a origem mimética enquanto artifício de captação, abstração e decodificação da realidade.

2. INTERPRETAÇÃO E EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS

Podemos interpretar os termos citados da seguinte maneira:

- *Mímesis*: Mímica, Imitação (do simulacro ou imitação da ideia).
- *Physis*: Natureza, Física, realidade material, inclusive artificial.
- *Poiésis*: Ideia, Criação, Ação, Concepção primária imaterial, Produção, Poesia.
- *Techné*: Conhecimento, Arte, Técnica, Ofício, método e processo elaborativo.

(COLONNELLI, 2009, SILVA, 2013).

Estes conceitos definem a origem artística ou cósmico-natural dos objetos e esclarecem a distinção entre aspectos do processo artificial:

Ou seja: o artífice parte da Natureza – *physis* primitiva, intacta – e por um processo mimético de correspondência e abstração constrói, por meio dos elementos disponíveis, artefatos que atendam funções e se auto mimetizem em outra dimensão da realidade, distanciada daquela origem natural.

A progressiva apropriação da Natureza influenciou a percepção da Vida, a compreensão da realidade e repercutiu em outras impressões ou concepções de

mundo – inclusive a capacidade imaginativa – através de signos compartilhados. A condição artificial transformou o meio natural de dominante a dominado, através da substituição por simulacros diversos, tanto para necessidades, quanto aspirações humanas. As necessidades indicam as funções e assim, as soluções formais verificadas nos elementos retirados da natureza, que utilizamos com a mesma finalidade em outros contextos, por exemplo, objetos adaptados para perfurar, cortar, pentear, oriundos de animais ou minerais. Os materiais disponíveis: pedras, ossos, madeira, influenciavam a durabilidade e limitavam as produções. As técnicas de obtenção desses recursos levaram ao desenvolvimento paralelo de tecnologias diversas, pois os avanços não são eventos isolados:



Figura 1 (a) e (b): Ossos, dentes, garras e pedras da era pré-histórica utilizados como utensílios e ferramentas.

As mimeses originam modelos artificiais sistematicamente aperfeiçoados segundo nossa percepção e aparato científico, pois os retiram das imprecisões, das irregularidades dos processos vivos, orgânicos, através de abstrações, idealizações. Se esse afastamento (substituição) foi útil à evolução técnico-científica e, portanto, essencial para o avanço do conhecimento, por outro lado, historicamente e culturalmente também proporcionou alienação entre nossa espécie e a Natureza. Para reverter essa situação é necessário instrumentalizar o Design para novas mimeses que não repliquem o artificial, porém o modelem segundo princípios naturais: utilizar a ubiquidade tecnológica como fator de transformação cultural (BONSIEPE; 2011, 2012; BAR-COHEN, 2006; BENYUS, 2011; ARRUDA, 2003; BARTOLO, 2003; BROECK, 2003).

O processo de criação ou produção artificial depende, portanto, de percepções e conhecimentos prévios (FLUSSER, 2007; COLONNELLI, 2009; OLIVIERI, 2002). À medida que se abstraiu a realidade natural através da substituição por artefatos, a Natureza deixou de ser primordial, soberana, e se tornou manipulável em nível artificial. Os humanos aprenderam a viver em função das formas que percebem e conduzem seu comportamento a partir das funções informadas, moldadas previamente: os objetos passaram a envolver, influenciar e moldar as sociedades. O homem se tornou objeto de seus objetos, ferramenta de suas máquinas (FLUSSER, 2007).

“(…) atualizar a relação da mimesis com a tēkhne, substituindo tēkhne por Design, nos permite operar com um conceito que, pela sua riqueza de possibilidades, pode ser usado para a interpretação e entendimento de diversas questões (...). Quando pensamos que campos como a Biônica e a Cibernética (...) atuam de forma mimética ao transferirem conhecimentos da Biologia para diversas áreas do conhecimento, incluindo o design, a compreensão do conceito de mimesis cresce em importância” (SILVA, 2013)

Considerando estes conceitos e sua relação com a evolução artificial, redefina-se a natureza como fonte e ambiente primordial de inspiração necessária aos projetos. Diante do impacto que a maneira humana de viver e produzir tem provocado à biosfera ao longo de sua interferência histórica – sobretudo nos últimos séculos de industrialização sistemática – emerge o imperativo da sustentabilidade como paradigma de projeto.

3. DESIGN

O Design se transforma em uma integração técnica-científica ampliada pela arte entre o humano e os artefatos. É a atividade interdisciplinar que interliga métodos e processos com o objetivo de definir formas que atendam necessidades e aspirações humanas: configuração necessária para funções, atributos e características desejáveis, aspectos de uso e de produção:

Apesar das diferenças conceituais, o Design se firmou como indispensável para a racionalização dos modelos produtivos antes mesmo do advento da indústria (MORAES, 2008; CARDOSO, 2004). A elaboração clara e objetiva do projeto é relevante, mesmo nos modos artesanais de produção. Conclui-se que o processo de Design é uma síntese interdisciplinar e multifatorial para aplicação tecnológica que agrega conhecimentos e, dessa maneira, favorece o progresso científico global de uma sociedade. Investir em Design se tornou fundamental para o desenvolvimento tecnológico (BONSIEPE, 2011, 2012; PAPANÉK, 2006, MORAES, 2008).

Os métodos em Design, segundo Bonsiepe (2012), são similares aos das ciências exatas. Munari no sugestivo “Das Coisas nascem Coisas” (2009), [mimese e replicação] apresenta um modelo de método para produção de artefatos descrito por etapas genéricas aplicáveis a tipos diversos de atividade (figura a seguir). O método de projeto genérico segue uma sequência de fases dependentes e consequentes que permitem avaliações ao longo do processo e comparações com procedimentos de outras áreas do conhecimento:

A sequência linear sintetiza o modelo hierárquico centralizado das metodologias comuns de projeto hegemônicas. Segundo Bonsiepe (2012) essa disposição deve ser repensada, reformulada para mimetizar o modo natural, de acordo com as exigências ou emergências globais, por meio da interação e da interdependência sistêmica. Essa mudança de postura também é defendida por projetistas de outras áreas do conhecimento. No contexto do modelo industrial comum que replica a lógica cartesiana sistematicamente (como a sequência de Munari), os processos criativos são condicionados pela capacidade técnica. Os modelos e as metodologias de projeto hegemônicos estão comprometidos com interesses particulares (corporativos) que colocam em risco o meio natural [suporte vital] através da saturação artificial (BONSIEPE, 2011; KAZAZIAN, 2009; PAPANÉK, 2006). A percepção emergente de um planeta limitado impõe a adoção de um novo paradigma capaz de emular os sistemas biológicos cuja maneira de produzir é descentralizada, conjunta, integrada, contínua e sincrônica.

Entre as abordagens metodológicas que reafirmam a dependência do artificial ao seu suporte natural, a Biomimética é a mais integrativa pois permite

“Design é uma atividade projetual que consiste em determinar as propriedades formais dos objetos a serem produzidos industrialmente. Por propriedades formais, entende-se não só as características exteriores, mas sobretudo, as relações estruturais e funcionais que dão coerência a um objeto, tanto do ponto de vista do produtor quanto do usuário.” (ICSID, 1958)



Figura 2:: Método genérico, comum, sequencial e aplicável a todo tipo de processo, segundo Munari (2009).

observar, investigar, compreender, preservar, restaurar e promover a Vida em suas mais diversas manifestações, como requisito de Projeto. A essência da biomimese é a aplicação dos conhecimentos disponíveis da natureza em tecnologias sustentáveis (CAPRA, 1982,1996; BENYUS, 2011; BAR-COHEN, 2006; BRUSHAN, 2009).

O Design possui epistemologia fluida, interligada a conhecimentos diversos: suas atribuições são condicionadas ao conhecimento da Natureza como fonte científica e às mimeses como ferramentas abstrativas, conceituais, artificiais.

4. INDÚSTRIA

A indústria se tornou o veículo mais contundente de transformação cultural dos últimos três séculos devido à massificação, sobretudo dos códigos informados através de produtos. Por outro lado, a influência artificial permite reformular a cultura e transformar a sociedade através dos artefatos (CAPRA, 1982,1996; KAZAZIAN, 2009; FLUSSER, 2007; CARDOSO, 2008; BENYUS, 2011; PAPANÉK, 2006). Considerando essas características e fatores desde as origens até o estabelecimento efetivo do modo industrial, podemos definir o Design – enquanto interface entre a sociedade e o aparato artificial – como a ferramenta mais importante para a proposição de um novo modelo técnico-cultural:

A atividade de projetar foi, portanto, fundamental para a indústria, antes, durante e após sua implantação e o Design se confirma como propositor técnico-cultural.

“Numa época de produção em massa, quando tudo deve ser planejado e projetado, o design se tornou a ferramenta mais poderosa com a qual o homem molda suas ferramentas e ambientes (e, por extensão, a sociedade e ele mesmo). Isso exige alta responsabilidade social e moral do designer.” (PAPANÉK, 2006)

4.1 Modelo industrial e desenvolvimento sustentável

Os fatores que proporcionaram o surgimento da indústria estão relacionados a uma perspectiva de abundância de recursos, supremacia da espécie humana sobre a natureza e ideologias orientadas para expansão do mercado:

- Concentração de capital, gerada pelo mercantilismo das metrópoles centrais.
- Desenvolvimento de geradores de força motriz a vapor para a geração de energia (substitutas das forças da natureza: ventos, quedas d’água, animais – característica das sociedades campesinas na produção artesanal).
- Substituição de mão-de-obra por meios mecânicos, máquinas e engenhos.
- Desenvolvimento dos meios de transporte e mudança na relação com o tempo, o espaço e outros aspectos da existência.
- Mudança na organização social e relações de trabalho.

OLIVIERI (2001, p. 10-11)

A concentração de capital e população em determinados espaços originou processos de especialização, produção mecanizada e automatizada com repercussões na estrutura social, a saber:

- Fenômeno da Reificação ou alienação;
- Transformação da família extensa em nuclear e posteriormente em polinuclear.
- Contradição e conflito entre os interesses do capital e do trabalho, que deram origem aos movimentos operários e sindicais.

Esses fatores e condições provocaram um comprometimento progressivo da natureza à medida que o modelo industrial se estabeleceu e consolidou. A máquina ideológica industrial impôs um ritmo que submete o meio ambiente

à exaustão generalizada através da extração de recursos não renováveis e da poluição (KAZAZIAN, 2009). Diante dos acidentes, desastres ambientais e crises geradas pela exploração desenfreada da Biosfera, desde meados do século XX diversos estudos alertam para um possível colapso planetário caso o modelo produtivo e de consumo continuem na perspectiva hodierna.

O relatório *Limits of Growth* de 1972, seguido de outros semelhantes como o *Brundtland* de 1987, trouxe dados que revelaram não só a fragilidade do sistema natural, mas a necessidade de mudança de paradigma e alternativas para mitigar o problema. Atualmente o tema ecológico-sistêmico se tornou um diferencial que agrega valor aos produtos, às marcas, empresas e às políticas, inclusive imagens nacionais e internacionais: o acesso à informação tem elevado o interesse e a conscientização em todas as esferas sociais.

Nesse contexto, as propostas Biomiméticas visam reaproximar a concepção artificial ao modo natural. Benyus (2011) descreve pesquisas e esforços científicos ao redor do mundo para encontrar soluções viáveis, aplicações adequadas inspiradas nas inter-relações naturais. Embora essa seja uma atitude louvável e necessária, apenas a inspiração biológica não é suficiente para solucionar as complicações do atual modelo.

A bioinspiração tem sido aplicada de três maneiras, a partir de:

- a) Características morfológicas superficiais verificáveis diretamente através dos sentidos e instrumentos.
- b) Características funcionais complexas, também informadas na composição físico-química e investigadas segundo métodos analíticos científicos.
- c) Características reconhecidas, pesquisadas, descritas em taxonomias e artefatos da cultura material.

Bar-Cohen (2006), Broeck (2006) e Bhushan (2009), afirmam que as aplicações bioinspiradas se especializam à medida que o conhecimento também se apura, evolui, em um processo de aprendizado constante, como propõe o princípio Biomimético da natureza como mentora. As mimeses que adotamos ao longo do desenvolvimento tecnológico nos artificializaram a ponto de nos alienarem da essência natural. A natureza vem mostrando sinais de esgotamento e posto o industrialismo em discussão. Conceitos como ecologia, ambientalismo, holismo, sustentabilidade e termos correlatos se tornaram recorrentes em debates que questionam o modo de vida atual.

A Biomimética representa a síntese de propostas complexas, integrativas. Ao colocar a Biosfera como mentora, a mimese natural pretende devolver, reintegrar o homem como ser natural, não alienado artificial, cuja responsabilidade envolve o modo de viver e consumir. A biomimese permite desenvolver uma cultura de reafirmação da natureza como mentora, condutora sistemática do Projeto ao considerar, além da morfologia ou da estética, as inter-relações filosóficas da existência, da Vida, para a humanização e a revitalização da tecnologia.

“Nesta altura da história, em que vislumbramos a possibilidade real de perdermos um quarto de todas as espécies vivas nos próximos 30 anos, a Biomimética torna-se mais que uma simples maneira de ver a natureza. Ela se torna uma corrida e um meio de salvação” (BENYUS, 2011, p. 17)



Biomimetismo ou a biônica são abordagens tecnologicamente orientadas para aplicar as lições de design da natureza buscando solucionar os problemas do homem. Os estudos da Biomimética são embasados nas soluções naturais de projeto, desduplicando geometrias e funcionalidades, na busca do melhor aproveitamento e do menor gasto de energia

“Bionics” como termo para campo de estudo envolvendo copiar, imitar e aprender da biologia, foi inventado por Jack Steele da Força Aérea dos EUA em 1960, em uma reunião na Wright Patterson Air Force Base em Dayton, Ohio. Otto H. Schmitt cunhou o termo Biomimética em 1969 e este campo está cada vez mais envolvido com temas emergentes de ciência e Engenharia. (...) Esta nova ciência representa o estudo e a imitação dos métodos, projetos e processos da natureza

A palavra biomimética aparece pela primeira vez no dicionário de Webster em 1974 e é definida como “O estudo da formação, estrutura ou função de substâncias produzidas biologicamente e materiais (como encinas ou seda), mecanismos biológicos e processos (como síntese de proteínas ou fotossíntese) especialmente para fins de imitar produtos similares por mecanismos artificiais que imitem os naturais

Figura 3: Janine Benyus (esquerda) Yoseph Bar-Cohen (centro) e Bharat Bhushan (direita).

“A Biomimética tem como objetivo principal aplicar na produção da cultura material (artefatos), elementos obtidos através da observação da natureza e dos seres vivos nela presentes, diferenciando-se, assim, da Biônica, cujo foco principal atualmente se encontra no campo de uma nova interpretação formal e funcional da natureza” (ARRUDA, 2002)

A principal contribuição da Biomimética para os modelos atuais é justamente a criação de uma nova cultura através da visão holística, filosófica, que coloca a natureza como guia e o respeito à vida antes da viabilidade econômica, tecnológica ou estratégias de mercado. Embora os produtos bioinspirados sejam exemplos impressionantes de sucesso mercadológico, é preciso cautela para não os associar a conceitos e iniciativas tecnológicas que, a exemplo das contradições dos termos design e tecnologia, serviram como justificativa para a concepção de artefatos sem o devido respaldo científico-tecnológico e ético.

Benyus (2011) ressalta que a mimese precisa ser consciente, ou seja, mimetizar operacionalmente é possível, porém, imitar sem ter consciência dos objetivos é causa de desastres em projetos. Por isso, sugere uma revolução, uma era na qual se explore o conhecimento disponibilizado pela natureza e não apenas seus recursos (BENYUS, 2011). Cita ainda as revoluções agrária, científica, industrial que nos fizeram revirar a terra, a petroquímica e a genética como revoluções que nos retiraram da órbita terrestre, a capacidade de manipulação que coloca os humanos como deuses, distantes de casa. No entanto volta a conscientizar que não escapamos da força gravitacional da vida, estamos sob o jugo ecológico:

Designers e projetistas de outras áreas reconhecem que a estratégia mais eficaz para a mudança de paradigma será através da aplicação tecnológica, uma vez que as tecnologias são permeadas por ideologias. Capra, Papanek, Bonsiepe, entre outros, indicam a metodologia sistêmica como crucial para a transformação cultural.

5. BIOMIMÉTICA

A Biomimética [*bios* = vida; natureza; *mimesis* = imitação, cópia] pode ser definida como a imitação (em vários níveis) da natureza para utilização em projetos. Pode ainda ser descrita como método de aplicação de tecnologias disponibilizadas pela biosfera e interpretada como prática, ferramenta ou instrumento auxiliar metodológico que promove a integração dos conhecimentos biológicos para aplicações diversas (ARRUDA, 2003; BENYUS 2011; BAR-COHEN 2006; BHUSHAN, 2009).

A primeira descrição e uso do termo é atribuída ao engenheiro biomédico Otto H. Schmitt que, na década de 1950, investigava formas, processos, mecanismos e características naturais utilizáveis em aplicações tecnológicas (BENYUS, 2011; BAR-COHEN, 2006). Porém, uma técnica anterior, denominada Biônica, já aplicava tecnologias da natureza em artefatos de alta tecnologia (ARRUDA, 2002; BAR-COHEN, 2006; BROECK, 2003).

Como área de pesquisa científica para fins artificiais, a biomimese promove inúmeras vantagens para os projetistas por permitir avaliações de projetos já testados no meio natural durante eras e, assim, comprovar diretamente a eficácia de suas soluções (BENYUS, 2011; BAR-COHEN, 2006; BROECK, 2003; ARRUDA 2002). Ademais, por ser uma área de investigações da complexidade da biosfera, sua atuação abrange uma multiplicidade de disciplinas e conhecimentos.

Principais eventos da Biomimética

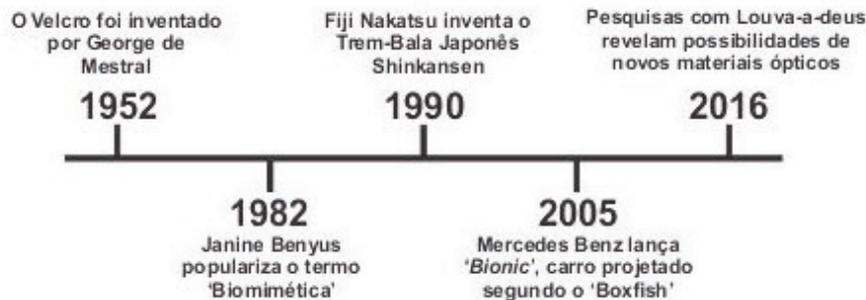


Figura 4: Principais eventos históricos da Biomimética, segundo artigo *From shark skin to speed*, Revista *Illumin*. Adaptado pelo autor.

A Biomimética propõe um retorno às nossas origens abstrativas e aos princípios, esquecidos ou abandonados durante nossa evolução artificial, que consideram toda a natureza como fonte de vida e conhecimentos. A revolução Biomimética (BENYUS, 2011) proporcionará uma mudança cultural que deve compreender a visão sistêmica, holística ou ecológica e, além de assegurar o futuro da biosfera, indicará uma nova maneira de produzir e administrar empresas.

Enquanto abordagem metodológica, a mimese bioinspirada aproveita soluções já investigadas ou verificáveis na natureza com o objetivo de aplicá-las aos artefatos de maneira sistêmica (BENYUS 2011, BAR-COHEN 2006, BROECK 2003, ARRUDA 2002). Para alcançar essa condição, a mimese é conduzida para além da forma e seus atributos, integrando a produção artificial com o modo de funcionar da natureza. O som emitido por animais é uma das aplicações biônicas mais emblemáticas devido à sua origem e uso inicial na esfera militar, porém se tornou extremamente útil em sistemas de navegação e localização ao redor do planeta. Outro exemplo do potencial tecnológico é a hidrofobia da flor de lótus, que ocorre em ambientes úmidos, muitas vezes enlameados, mas permanece enxuta, limpa, característica desejável em revestimentos diversos:

A Biomimética é, portanto, uma disciplina que pretende tornar o artificial mais próximo ao natural como resposta às emergências decorrentes do modelo hegemônico atual e ao distanciamento provocado pelas tecnologias relativos à natureza e ao homem. Para tanto, propõe reformular gradativamente o paradigma atual de produção – justificado pelo mercado de consumo no qual a Indústria e o Design têm papel decisivo – para um novo modelo, fundamentado em princípios naturais (BENYUS 2011, BAR-COHEN 2006, BROECK 2003, ARRUDA 2002).

6. BIOMIMÉTICA PARA A BIODIVERSIDADE

Para a Biomimética, todas as formas de vida e elementos na Biosfera são passíveis de análise, pois a adaptação evolutiva e interação ecossistêmica contribuem para otimizar aplicações tecnológicas diversas aos projetos. As soluções de design estão informadas na anatomia e na composição dos seres, desde os mais simples aos mais complexos.

A necessidade de preservação ambiental evoluiu na proporção da interferência humana: à medida que os riscos e ameaças se tornaram mais complexos e

“O campo da Biomimética é altamente interdisciplinar. Envolve a compreensão de funções biológicas, estruturas e princípios de vários objetos encontrados na natureza por biólogos, físicos, químicos e cientistas de materiais, Design e fabricação de dispositivos de interesse comercial.” (BHUSHAN, 2009)

“Olhar para a natureza e observar como funciona, aprendendo suas formas de sobrevivência e meios de evolução (...) é, definitivamente, uma excelente solução para vários problemas que a sociedade atual se depara. Esta ciência tem o objetivo de integrar-se em áreas cuja criação humana está envolvida, como a engenharia, a arquitetura e o design, mas buscando ainda influenciar uma filosofia de autossuficiência em outras áreas industriais.” (ARRUDA, 2002)

atingiram regiões maiores, a exigência de medidas protetivas se intensificou. Desde meados do século XIX (LE PRESTRE, 2000, p. 163), iniciativas de proteção de espécies de interesse comercial se tornaram frequentes, pois ainda não existia a percepção dos limites ecossistêmicos ou interdependência biológica. A percepção ecossistêmica mostrou que a preservação deve ser um esforço inter-regional, internacional, pois o impacto humano e suas consequências não conhece fronteiras.

Figura 5 : (a) Ecolocalização dos animais mimetizada pelo sonar. (b) O Efeito Lótus: hidrofobia – tintas autolimpantes.



À medida que o conhecimento sobre a influência das formas de vida para o equilíbrio ambiental se aprofundou, todas as espécies passaram a ser respeitadas não apenas pela oferta de nutrientes, recursos aproveitáveis ou mesmo pelo conhecimento que disponibilizam, mas pelo valor per se. Cada espécie deve ser considerada um ente ético, vital da interdependência ecossistêmica, que favorece inclusive a sobrevivência do Homem e a saúde planetária:

Muitas das espécies que o Homem utilizava para sua subsistência foram extintas e levaram consigo um conhecimento que jamais será acessado novamente. Estima-se que existam cerca de 8,7 milhões de espécies no planeta,

● **A estimativa de pesquisadores americanos foi feita a partir de cálculos matemáticos complexos tendo como base os dados taxonômicos do 1,25 milhão de espécies já classificado**



*Não inclui bactérias

FONTE: PLOS BIOLOGY E THE WASHINGTON POST

INFOGRÁFICO/AE

Figura 6: Biodiversidade estimada.

com 1,3 milhão para mais ou para menos (MORA *et al.*, 2011) e que destas, cerca de 86% ainda são desconhecidas:

Reconsiderar a natureza como mentora das ideias de projeto e incluir todas as espécies e elementos naturais como fontes de conhecimentos, representa uma filosofia, uma ética que induz a proteção e a preservação da Biota:

A preservação da diversidade biológica, além de seu valor intrínseco, moral, ético e econômico, também se impõe como estratégia tecnológica para países em desenvolvimento, sobretudo aqueles que podem definir um novo modelo produtivo a partir da sua estrutura modelar, com a vantagem de preservar seus recursos naturais por princípio. (BONSIEPE, 2011, 2012; BENYUS 2012).

7. NATUREZA, BIOINSPIRAÇÃO E BIODESIGN

A utilização da natureza como fonte elementar, inspiração modelar e guia tecnológica implica em um apurado processo de observação e abstração de suas características: desde aspectos morfológicos, funções e sistemas, às propriedades físico-químicas. Pesquisas em Biônica e Biomimética exigem reconhecimento biológico apropriado e a devida síntese científica como fundamentais para interpretar os domínios naturais (ARRUDA 2003, BROECK, 2003; BENYUS, 2012; BAR-COHEN, 2006, BHUSHAN, 2009). Analogias bioinspiradas sugerem que projetistas devem conhecer e interpretar as bases teórico-metodológicas da Biologia para a compreensão dos processos e das transformações que originaram a Vida no planeta (BENYUS, 2012; BAR-COHEN, 2006; BHUSHAN, 2009; BROECK, 2003).

A Evolução e a Genética são conceitos biológicos fundamentais (FUTUYMA, 2009) para que designers de todas as áreas de projeto compreendam a manifestação e as transformações da Vida. Através destes conhecimentos podemos reconhecer, prever, identificar características e definir critérios miméticos através dos requisitos de classificação taxonômica.

8. SISTEMÁTICA E TAXONOMIA

Inicialmente denominada sistemática, a taxonomia surgiu da botânica e por isso está, por método e conceito, incluída na primeira, mais abrangente:

A atividade de sintetizar e organizar tais informações, além de uma necessidade lógica, traz grandes implicações na interpretação da realidade e do universo. O crescente impacto antrópico e as influências da Tecnosfera sobre a Biosfera demonstram que o ordenamento sistemático é uma necessidade imprescindível para a compreensão da Vida e as possíveis aplicações tecnológicas:

A apuração de características segundo critérios de classificação gera complexidade. A taxonomia, (assim como outras áreas tecnológicas, inclusive o modelo industrial), definiu a padronização como técnica, ferramenta, condição conceitual e método de análise. Os critérios diversos utilizados na origem de suas descrições e as consequentes divergências que geravam conceitos

“O homem depende de muitas espécies de plantas para a alimentação, abrigo, fibras para a confecção de tecido e papel, para obtenção de medicamentos, ferramentas e inúmeras outras coisas. Essas espécies podem ser usadas até certo ponto, pelo conhecimento sistemático da biota.” (WEBBER 2009)

“(…) A atividade biônica requer um conhecimento da área técnica onde ocorre o problema de projeto, de um conhecimento da biologia ou, ao menos, aquela parte do campo onde se possam encontrar respostas, e de uma terminologia que permita a comunicação com biólogos.” (Ken Yeang apud BROECK, 2003)

“A Sistemática traz todo o conhecimento biológico dentro de um sistema ordenado. A Taxonomia é parte da sistemática que trata da descrição, nomenclatura e classificação dos organismos.”

“A taxonomia é uma ciência sintética, baseada em dados de diversas áreas como a morfologia, anatomia, citologia, genética, citogenética química e atualmente em dados moleculares. Cada nova técnica desenvolvida numa dessas áreas da ciência, oferece possibilidades para aperfeiçoar os esquemas nos quais estão delineadas as relações entre os organismos. Nesse sentido, o acúmulo de dados e a sua interpretação nunca cessam.” (WEBBER, 2007)

conflitantes, indicavam a necessidade do ordenamento por termos universais para as referências. Como ferramenta universal, os sistemas de classificação adotaram o latim por língua padrão e a Nomenclatura binominal proposta por Linnaeus. O ordenamento simplifica e torna a pesquisa eficaz, além de permitir identificar outras particularidades úteis, tanto para biólogos quanto projetistas:

9. CONCLUSOES

Para o contexto de Projeto (Design), algumas técnicas são semelhantes à investigação de similares, segundo critérios específicos: formas (estrutura morfológica), função, processo de fabricação (origens, ocorrência), material, texturas e cores. A busca por padrões de comportamento social, que faz parte da atividade de projeto, pode ser observada nos métodos de classificação de espécies que interagem em grupos. Tomando como critérios de abordagem Biomimética os princípios descritos por Benyus (2012), podemos descrever níveis de categorização interdependentes, interseccionados. Através da investigação biológica, algumas características distintivas (táxons, critérios de classificação) podem satisfazer mais de uma necessidade de projeto, como descrito por Broeck (2003) e analisados a partir da sua posição nas classificações taxonômicas.

A maior contribuição que a sistemática biológica pode oferecer para as aplicações tecnológicas através da Biomimética é a identificação de especificidades que distinguem espécimes capazes de originar transformações filogenéticas e adaptativas. No entanto podemos definir alguns aspectos que a sistemática ressalta:

- Observação e análise.
- Abstração e categorização.
- Terminologia específica para interdisciplinaridade.
- Detalhamento e classificação.
- Integração e interação.
- Disponibilização sistemática.
- Aplicação.

Compreendemos dessa maneira, que os esforços para sistematizar o conhecimento biológico tem uma importante contribuição para projetos por disponibilizar a análise de elementos passíveis de aplicação. As ilustrações, os detalhamentos e as indicações funcionais promovem aplicações diretas, previsões de utilização e incrementam a criatividade.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, Amilton. *Como a biônica e biomimética se relacionam com as estruturas naturais na busca de um novo modelo de pesquisa projetual*. Artigo.
- ARRUDA, Amilton. *Bionic basic: verso un nuovo modello di ricerca progettuale*. Tese (doutorado) – Universidade Politécnica de Milão, Dottorato di Ricerca in Disegno Industriale e Comunicazione Multimediale. 175p.
- ARRUDA, Amilton. *Verso una didattica nel campo biônico: ipotesi per lo sviluppo di una strategia progettuale*. 1993. Tese (mestrado) – Istituto Europeo di Disegno di Milano, Centro Ricerche in Strutture Naturali. 185p.
- BAR-COHEN, Yoseph. *Biomimetics: biologically inspired technologies*. Boca Raton, FL; CRC Press, Taylor & Francis Group; 2006.
- BENYUS, Janine. M. *Biomimética: inovação inspirada pela natureza*. 6. ed. São Paulo, Cultrix, 2011.
- BHUSHAN, Bharat. *Lessons from nature – an overview*. Disponível em: <http://rsta.royalsocietypublishing.org> 2009.
- BONSIEPE, Gui. *Design como prática de projeto*. São Paulo, Blucher, 2012.
- BONSIEPE, Gui. *Design cultura e sociedade*. São Paulo, Blucher, 2011.
- BROECK, Fabricio Vanden. *El diseño de la naturaleza o la naturaleza del diseño*. colección: libros de texto y manuales de práctica. Primera edición en México: 2000. Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Azcapotzalco. Col. Reynosa Tamaulipas; México.
- BROECK, Fabricio Vanden. *Biodesign: Uma filosofia de projeção*. Universidad Azcapotzalco. Trad. Prof. Ph.D Amilton Arruda. *Biônica – Cadernos em Biodesign*, 2003. UFPE. vol. 2.
- CAPRA, Fritjof. *A teia da vida*. Versão Digital. Disponível em: <http://escoladeredes.net/group/bibliotecafritjofcapra>.
- CAPRA, Fritjof. *O ponto de mutação*. Título original: *The turning point*. Tradução de Álvaro Cabral. Consultoria: Newton Roberval Eichenberg. 1982 (versão digital). Disponível em: <http://escoladeredes.net/group/bibliotecafritjofcapra>.
- CARDOSO, Rafael. *Design para um mundo complexo*. São Paulo: Cosac Naify, 2012.
- COLONNELLI, Marco V. *Classe. Poiesis, tékhne e mimesis em Aristóteles*. Marco Valério Classe Colonnelli – João Pessoa, 2009. 120p. Orientador: Juvino Alves Maia. Dissertação (Mestrado) – UFPB/CCHLA.
- FLUSSER, Vilém. *O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação*. Org. Rafael Cardoso. Tradução Raquel Abi-Sâmara; São Paulo, Cosac Naify, 2007.
- KAZAZIAN Thierry. *Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável*. Thierry Kazazian (Org.). Tradução de Eric Roland R. Heneault. São Paulo, Senac, 2009
- MORA, Camilo *et al.* *How many species are there on Earth and in the Ocean?* Department of Biology, Dalhousie University, Halifax, NS, Canada.
- MORAES, Dijon de. *Limites do design*. São Paulo, Studio Nobel, 1999.
- MUNARI, Bruno. *Das coisas nascem coisas*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- OLIVIERI, Alberto Freire de Carvalho. *O primeiro vaso – o desenho em cinco dimensões*. Salvador, 2002, 124 p. il.
- OLIVIERI, Alberto Freire de Carvalho. *O desenho industrial: Europa, Brasil e EUA*. Salvador, Bahia. Edufba, 2001.
- PAPANEEK, Victor. *Design for the real world*. Londres, Thames & Hudson, 2006
- SILVA, Sérgio Luciano da; SILVA, Sérgio Antônio. O conceito aristotélico de mimesis aplicado ao processo criativo em design. *Revista Estudos em Design* (online). Rio de Janeiro: v. 21, n. 1, 2013, p. 1-22.
- WEBBER, Antonio. *Taxonomia vegetal: importância da taxonomia e métodos*, 2007.