

Como a Biônica e Biomimética se relacionam com as estruturas naturais na busca de um novo modelo de pesquisa projetual.

Prof. Ph.D Amilton Arruda

Universidade Federal de Pernambuco - Brasil

Grupo de Pesquisa em Bidesign e Artefatos Industriais

arruda.amilton@gmail.com

Resumo: Desde tempos antigos até a atualidade, os seres humanos tentam encontrar na natureza soluções sustentáveis para gerar uma sociedade que lhe permita viver com mais conforto e bem estar. O Homem quando iniciou a ver a natureza, buscando referências para aplicá-las em suas realizações, realizava sempre em observação a algum elemento natural. O observava, e obtinha algumas sugestões substanciais para depois construir seus artefatos e suas construções. Foi devido a esta necessidade de encontrar um meio já arquitetado e aperfeiçoado pela natureza de combater problemáticas de caráter individual passando por soluções de caráter coletivo, que surgiu o campo científico denominado Biomimética. Através da análise meticolosa e da observação dos aspectos presentes no meio ambiente e na natureza, percebemos muitas influências em torno ao nosso campo de ação (projeto de design): Estudo de basic design [escola de Ulm] – desenvolvimento de meta-projetos, análise morfológica [biônica], desenvolvimento de produtos [bidesign], e recentemente nasce a Biomimética. O presente estudo refere-se a apresentar conceitos, definições e uma pequena revisão histórica/evolutiva da aplicabilidade da Biomimética nos dias de hoje, e qual o papel das áreas: Bioética, Biônica e Bidesign que o antecederam ao longo destes anos, possibilitando hoje que a Biomimética disponha de uma abordagem menos pragmática e morfológica, para uma abordagem de caráter mais sustentável, ecológico e integrado, imprescindíveis para nosso momento atual.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Ecologia; Biônica; Bidesign; Biomimética;

Abstract: *From ancient times until today, humans try to find sustainable solutions in nature to generate a society that allows you to live with more comfort and wellness. Man when you started to see the nature, seeking references to apply them in their accomplishments, always performed under observation for some natural element. The watched, and got some substantial suggestions to then construct their artifacts and their constructions. It was because of this need to find a way already devised and perfected by nature to combat problems of individual character through collective character of solutions that emerged scientific field called Biomimicry. Through careful analysis and observation of aspects in the environment and nature, we realize many influences around our field of action (design project): Study design basic [Ulm School] - development of meta-design, analysis, morphological [bionics], product development [bidesign], and recently born Biomimicry. The present study refers to present concepts, definitions and a small historical/evolutionary review the applicability of Biomimicry these days, and what role areas: Bioethics, Bionics and Bidesign before him over the years, enabling today that the Biomimicry available in a less pragmatic and morphological approach to a more sustainable, environmentally friendly and integrated, essential to our present time character approach.*

Keywords: *Environment; Ecology; Bionics; Bidesign; Biomimicry*

1. INTRODUÇÃO

Desde tempos antigos até a atualidade, os seres humanos tentam encontrar na natureza soluções sustentáveis para gerar uma sociedade que lhe permita viver com mais conforto e bem estar. Foi devido a esta necessidade de encontrar um meio já arquitetado e aperfeiçoado pela natureza de combater problemáticas de caráter individual passando por soluções de caráter coletivo, que surgiu o campo científico denominado **Biomimética**.

É uma ciência que busca solucionar problemáticas do cotidiano do ser humano de forma sustentável e respeitosa, representando uma convivência harmoniosa com o meio ambiente. O termo “Biomimética” foi introduzido pela primeira vez em 1997, pela autora Janine Benyus, pioneira nesta disciplina e criadora de vários princípios que até hoje são largamente difundidos e utilizados. A Biomimética apresenta um caráter fundamentalmente ecológico, prezando valores éticos imprescindíveis ao ser humano, devido ao comportamento autodestrutivo e insustentável que estamos vivenciando na atual sociedade moderna, pós-revolução industrial.

A Biomimética, cuja etimologia advém do grego “*Bios*” (vida) e “*Mimesis*” (imitação), não é uma ciência limitada apenas a uma simples cópia de elementos oriundos da natureza. Trata-se da aplicabilidade desses elementos e conceitos em diversos campos através de uma análise completa e pormenorizada dos atributos desenvolvidos pelos seres vivos que, ao longo do processo evolutivo, demonstraram maior desempenho em relação à seleção natural, corroborando, assim, sua superioridade através da composição física e estrutural.

Até poucos anos atrás, para solucionar certos problemas do cotidiano, projetistas de várias áreas buscavam nas disciplinas da Biônica e no Biodesign (...) “*ciência dos sistemas em que o funcionamento copiado dos sistemas naturais ou que apresentem características específicas a estes sistemas, ou ainda que sejam análogos*” (ARRUDA, 2012.), um apoio e dados no sentido de solucionar tais problemas, aplicando os conhecimentos adquiridos pela observação e estudos das várias formas e sistemas biológicos encontrados na natureza. Esta relação em alguns casos era puramente morfológica e classificável de acordo com sistemas taxonômicos das ciências naturais. Um resultado às vezes puramente formal e muitas vezes criativos no ambiente do design. Hoje esta nova disciplina a “biomimética” procura trazer novos paradigmas e um novo olhar sobre o ambiente natural o ecossistema, visando estabelecer uma relação harmônica e sustentável com o meio ambiente, tarefa esta que ainda está longe de ser completamente dominada, necessitando de uma grande suporte multidisciplinaridade e melhor aperfeiçoamento dos instrumentos utilizados, visando uma maior consistência, profundidade dos conhecimentos adquiridos e gerados e mais foco nas problemas gerais do homem.

De acordo com Janine Benyus, autora do livro *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* :

“Essa respeitosa imitação é uma abordagem totalmente nova. Diferentemente da Revolução Industrial, a Revolução Biomimética inaugura uma era cujas bases assentam não naquilo que podemos extrair da natureza, mas no que podemos aprender com ela, tomar emprestado uma ideia para inspirar outras”. (BENYUS, 1997, p.34).

2. DESVENDANDO A BIOMIMÉTICA

A natureza construiu um conjunto de estratégias e princípios que culminaram na sua sobrevivência e evolução ao longo de seus 3,8 bilhões de anos de existência. Os princípios a seguir são descritos pela autora Janine Benyus (1997) de forma altamente didática e reflexiva, e mostram o que o ser humano deve, indubitavelmente almejar: a utilização de energias renováveis; a adaptação da forma à função; o equilíbrio do consumo de energia; a reciclagem de resíduos; a cooperação entre pessoas; a utilização majoritária de recursos locais; o fim dos excessos e desperdícios e a criação de limites.

“Nature runs on sunlight. - Nature uses only the energy it needs. - Nature fits form to function. - Nature recycles everything. - Nature rewards cooperation. - Nature banks on diversity. - Nature demands local expertise. - Nature curbs excesses from within. - Nature taps the power of limits” (BENYUS, 1997.).

Olhar para natureza e observar como ela funciona, aprendendo suas formas de sobrevivência e meios de evolução durante sua longa jornada de existência 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 do ser humano está envolvida, como a engenharia, a arquitetura e o design, mas buscando ainda influenciar uma filosofia de auto-suficiência em outras áreas industriais.

A humanidade precisa urgentemente de uma mudança de paradigmas, pois a forma como nossa sociedade está organizada de forma insustentável pode acarretar conseqüências irreversíveis para a mesma, o que gera reflexões profundas compelidas sobre a necessidade de mudanças referentes a sustentabilidade. (BENYUS, 1997.).

A Biomimética nada mais é do que uma solução necessária para problemas reais cuja pertinência de conceitos relacionados propõem reflexões sobre mudanças e respostas para necessidades específicas, o que gera novas perspectivas que, apesar de não nos tornarem tecnologicamente mais avançados, nos permitem ter uma percepção visual de objetos com um viés mais sustentável e implantar na sociedade uma responsabilidade com relação ao futuro do nosso meio ambiente.

É sabido que nenhuma espécie que destrói o seu habitat natural consegue sobreviver durante um longo período de tempo. A humanidade, devido ao seu alto intelecto, encontra-se no topo da cadeia evolutiva, porém isso não a torna imune a ela mesma. O *homo sapiens* que, a partir da revolução industrial, passou a ser conduzido por um padrão que consiste em “*what we can extract from nature*” agora deve evoluir para um paradigma de “*what we can learn from her*”. (BENYUS, 1997.).

3. BIÔNICA E BIOMIMÉTICA

Biônica é a ciência que estuda determinados processos biológicos dos seres vivos a fim de aplicar em sistemas mecânicos, formas, produtos e indústria. A sua aplicação à metodologia de Design propõe soluções simples e econômicas, com base nas concepções naturalistas, na elaboração de produtos funcionalmente viáveis e adequados estruturalmente. Assim, podemos considerar que os procedimentos básicos da biônica é praticado pelo homem de forma espontânea e ao mesmo tempo rigorosa metodologicamente falando para extrair da natureza as melhores soluções para os problemas do cotidiano.

Seu fundamento é o princípio de seleção, que permite determinar os casos em que as soluções da natureza podem ser reproduzidas satisfatoriamente. Mas em numerosas experiências, o risco e o custo dos projetos biônicos tornam preferível o uso de tecnologias mais convencionais, por isso que hoje é um assunto muito pesquisado, de fundamental importância e utilidade para muitas áreas de projetos acadêmicos, centros de pesquisas em universidades e também nos grandes setores econômicos.

Segundo Lev Vygotsky afirma que a atividade criadora faz do homem um ser que se volta para o futuro, modificando o seu presente. Para esse psicólogo e educador, a criação é a condição necessária da existência e tudo que ultrapassa os limites da rotina deve sua origem ao processo de criação do homem. Por isso encontra-se na biônica uma eficaz ferramenta criativa, pois o ser humano através dela projetou ventiladores que “batem asas” até helicópteros com formato do corpo de um tubarão. (VYGOTSKY, 1988.)

Apesar de ambas terem possuído o mesmo significado outrora e apresentarem fundamentos que remetem a uma mesma base naturalista, o que gera uma fácil associação entre estas duas áreas, Biomimética e Biônica, atualmente, apresentam princípios e conceitos diferentes.

As duas terminologias obtiveram suas derivações a partir da palavra européia “Biotécnica”, que apareceu pela primeira vez no livro de autoria do Reverendo John George Wood “*Nature’s teaching’s: Human Invention Articipated by Nature*” em 1877, e posteriormente em 1920 no livro de Raul Francé “*Die Planze als Erfinder*” [As Plantas como

Inventoras]. A Biotécnica caracterizava “o processo pelo qual o homem, com base no estudo das estruturas aprende a construir o seu próprio mundo” (apud, Ruivo, 2008, p. 103).

Com o passar do tempo, a palavra “Biotécnica” foi sofrendo algumas derivações, como a proposta inicial do conceito da Biomimética, pelo Dr. Otto Shmitt, no início da década de cinquenta e, em seguida, adaptada por Janine Benyus na década de noventa. Em meados dos anos sessenta, foi defendido o conceito de Biônica pelo Major J. E. Steele, engenheiro da US Air Force, em um artigo apresentado na conferência “*Bionics Symposium: Live prototypes – the key to new technology*”. (ARRUDA, 2002)

Segundo Werner Nachtigall, os princípios de Biônica consistem numa “(...) disciplina científica, [que] tem uma abordagem de sistemas para a realização técnica e aplicação de processos de construção e princípios de desenvolvimento observados em sistemas biológico” (Apud, Wahl, 2006, p. 292).

A Biomimética, como já foi mencionado anteriormente, não tenta imitar simplesmente a natureza, mas sim aprender com ela a partir da observação minuciosa e categorica de seus elementos e aplicar seus conceitos na produção de artefatos.

Em 1970, John Todd e sua esposa, Nancy Jack-Todd, fundaram juntos a “*New Alchemy Institute*”, com o intuito de explorar e informar soluções sustentáveis e ecológicas possíveis para criar propostas para as necessidades humanas. O casal foi considerado pioneiro no que se refere a Biomimética, que na época era representada pelo termo “Bionic Design” e possuía os seguintes princípios: 1. *The living world is the matrix for all design*; 2. *Design should follow, not oppose the laws of life*; 3. *Biological equity must determine design*; 4. *Design must reflect bioregionality*; 5. *Projects should be based on renewable energy resources*; 6. *Design should be sustainable through the integration of living systems*; 7. *Design should be eco-evolutionary with the natural world*; 8. *Building and design should be eco-evolutionary should help heal the planet*; 9. *Design should follow a sacred ecology*; 10. *Everyone is a designer!*” (Apud, Wahl, 2006, p. 293).

Estes princípios atribuíram ao Design uma visão global para a integração da responsabilidade ecológica e sustentável. Este movimento cresceu sob a fundamentação de “Abordagem responsável ética de design ecológico tem sido descrito como “Bioneers”, como design natural, ou o movimento do design natural” (Apud, Wahl, 2006, p. 293).

A autora Janine Benyus, em 1997, apresenta o termo Biomimética em seu livro como uma ciência que age sob três principais fundamentos:

1. Natureza como modelo. *Biomimética é uma nova ciência que estuda a natureza de modelos e, em seguida, imita ou se inspira nestes projetos e processos para resolver problemas humanos, por exemplo, uma célula solar inspirado por uma folha.*

2. Natureza como medida. Biomimética usa um padrão ecológico para julgar a “justeza” das nossas inovações. Após 3,8 bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu o que funciona, o que é apropriado e o que dura mais.

3. Natureza como um mentor. Biomimética é uma nova maneira de ver e valorizar a natureza. Ela introduz uma era baseada não no que podemos extrair do mundo natural, mas o que podemos aprender com ele. (Benyus,1997.).

Logo em seguida, no ano de 2001, Edwin Datchefski lança os seus princípios em relação à Biomimética como ciência: **1. Cíclico; 2. Solar; 3. Eficiente; 4. Segurança; 5. Social.** (Soares, 2008, p. 54).

Dentre todos os princípios existentes, optou-se por usar preferencialmente os da autora Janine Benyus, pelo motivo de ser considerada a pioneira na introdução de conceitos Biomiméticos no design. Utilizar a Natureza como Modelo, Medida e Mentora formula o principal viés de princípios a serem utilizados no desenvolvimento deste projeto.

4. APLICAÇÕES DA BIOMIMÉTICA

É incomensurável a quantidade de informações que podemos aprender com a natureza, pois, em 3,8 bilhões de anos, as 30 milhões de espécies conhecidas puderam evoluir e se diferenciar nas mais variadas características, como formas, sistemas, cores, texturas etc, que servem de inspiração para todas as áreas criativas, como a arquitetura, engenharias e, principalmente, o design.

Leonardo Da Vinci é considerado por muitos o maior gênio da história devido a sua multiplicidade de talentos e áreas exploradas. Ele era matemático, engenheiro, arquiteto, botânico, inventor, anatomista, pintor etc. Também é atribuído a ele o título de pioneiro no uso da Biônica, empregando os conceitos dessa disciplina em vários campos de atuação. Devido à cultura material e aos paradigmas da época, completamente diferentes dos de hoje, observar e obter inspiração da natureza era uma tarefa considerada privilegiada e para poucos indivíduos. Um de seus trabalhos mais famosos foi a Máquina Voadora, inspirada no estudo do vôo dos pássaros. Apesar dos muitos inventos e projetos de Leonardo não serem construídos oficialmente na época, contudo, serviu para formular alguns dos princípios utilizados atualmente na engenharia aeronáutica, náutica, engenharia mecânica (ARRUDA, 2002)

Entre os anos de 1890 e 1910, popularizou-se o Art Nouveau, uma filosofia e estilo internacional de arte, arquitetura e arte aplicada. Os fundamentos deste estilo artístico podem remeter ao biomimetismo ou naturalismo no sentido de transformação dos elementos naturais presentes na natureza para elementos ornamentais nos artefatos. Segundo o livro “Art

Nouveau” ([s.d.]), “*a principal característica ornamental do Art Nouveau é a linha ondulante, assimétrica, terminando num movimento cheio de energia (...) A natureza, com as suas plantas e as suas flores, era a grande fonte de inspiração (...)*” (Madsen, [s.d.], p. 17).

No cotidiano existem vários exemplos que utilizam os princípios adquiridos através da observação da natureza, como é o caso do Velcro, criado em 1948, pelo engenheiro suíço Georges de Mestral, e que é uma marca registrada da Dulpont®. O Velcro® é um conector formado por duas faces opostas: uma é revestida por pequenos ganchos de plástico e a outra por pedaços de voltas plásticas. Georges obteve esta ideia a partir de uma semente de *Arctium* (planta da família das Asteraceae), que aderiam firmemente em suas roupas e no pelo de seu cachorro devido a sua estrutura. O produto é utilizado atualmente em larga escala nas mais variadas peças de vestuário e outras áreas da indústria.

Como outros exemplos da integração da Biônica/Biomimética no cotidiano, podemos citar as barbatanas utilizadas pelos mergulhadores, inspiradas nas patas dos cisnes e na forma como estas interagem com a água; ventosas criadas a partir da observação das ventosas dos polvos, compreendendo a mesma função de aderência; alicates baseados na forma da tenaz do caranguejo; e a camuflagem militar inspirada na camuflagem animal.

Em 2004, a marca Speedo criou uma linha de roupas de banho de competição chamada Fastskin®, cuja composição foi inspirada nas micro escamas, em forma de V presentes em toda a pele do tubarão, que atribuem ao mesmo mais velocidade durante o nado. Em 2008, o nadador Michael Phelps, maior medalhista olímpico, conseguiu atingir um novo recorde mundial utilizando a Fastskin®, o que provocou algumas controvérsias devido a utilização da roupa, que teria incrementado significativamente a performance do atleta.

Desenvolvido pela Mercedes Group, o “Mercedes-Benz Bionic” é um automóvel cuja forma remete ao Peixe Caixa, o que proporciona ao veículo um formato aerodinâmico e reduz em vinte por cento o consumo de combustível do que qualquer outro carro, e emite oitenta por cento menos gases na atmosfera. Embora tenha sido usado o nome “Bionic”, provavelmente por acreditarem que o significado seja a aliança entre a biologia e a tecnologia, é clara a participação de conceitos de Biomimética no automóvel, pois, segundo o site da Mercedes-Benz, o princípio básico aplicado é “(...) *take nature’s solutions to problems, developed in the long process of evolution, and make them usable for man*” (Reino Unido, Mercedes-Benz, 2004-2012, [s.p.]).

Na arquitetura, existem vários nomes consagrados responsáveis por diversos projetos arquitetônicos inspirados pelos conceitos de biônica e biodesign, como é o caso de Frank Lloyd Wright, com a Casa Cascata e Santiago Calatrava, o mais eminente contribuinte na atualidade para a aplicação da disciplina na área da arquitetura.

Calatrava desenvolveu vários trabalhos onde interpretou o uso de princípios naturalistas e sustentáveis, como no projeto do Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, que prevê a utilização de recursos renováveis no local, como a água da Baía de Guanabara, que será utilizada na climatização do interior do Museu e reutilizada no espelho d'água ao redor da construção. Em seu telhado, existem estruturas de metal que se movimentam como asas e têm a função de suportar as placas fotovoltaicas, que captam energia solar.

Podemos destacar ainda outros projetos do arquiteto espanhol, como, por exemplo, o aeroporto Lyon-Saint Exupéry Airport Railway (1994) na cidade de Lyon, na França, que apresenta sua estrutura baseada nas asas de uma águia, e o edifício Planetário (1998), na cidade de Valência, na Espanha, cuja obra magnífica merece ser destacada.

*“(...) planta elíptica ou, mais exatamente, em forma de olho (...)”
arquitetam uma estrutura de dois mil e seiscentos metros quadrados.
E por “(...) razões alheias ao arquiteto os pormenores do projeto não
foram executados de forma tão cuidadosa como poderiam ter sido”
(JODIDIO, 1998, p. 65).*

A aplicação da Biomimética no campo da arquitetura pode trazer grandes vantagens, pois, tanto os sistemas naturais como os diversos projetos arquitetônicos têm como objetivo desenvolver sistemas utilizando a mínima quantidade de recursos possíveis, de forma sustentável e respeitosa com o meio ambiente.

5. CONCLUSÕES

A partir da presente pesquisa e pequena revisão bibliográfica, foi observado que o uso desta nova disciplina a “Biomimética” a luz de outras disciplinas, atua nos campos de conhecimento humano de forma consideravelmente abrangente e com um caráter altamente sustentável, obedecendo certos princípios encontrados no livro “Biomimicry – Innovation Inspired by Nature”, de Janine Benyus. 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 presente, diferenciando-se, assim, da Biônica, cujo foco principal atualmente se encontra no campo de uma nova interpretação formal e funcional da natureza.

Há vários exemplos da aplicação dos princípios biomiméticos no cotidiano, variando de um alicate inspirado nas tenazes dos caranguejos a um automóvel aerodinâmico baseado na forma do Peixe Caixa, provando sua versatilidade. Tais princípios são utilizados em monumentos arquitetônicos exuberantes, apresentados principalmente pelo arquiteto espanhol Santiago Calatrava, projetista que sempre atribuiu ao seu trabalho conceitos naturalistas e ecológicos, como o edifício Planetário, que remete sua forma ao olho humano, e o Museu do Amanhã, com o uso de recursos renováveis no local.

A Biomimética é uma solução sustentável para problemas reais que afligem o ser humano moderno, cujos valores éticos envolvendo o meio ambiente foram se desfazendo ao longo do tempo e que hoje devem ser retomados, a fim de preservar o mundo no qual pertencemos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, Amilton. **Bionic Basic: Verso un nuovo modello di ricerca progettuale**. 2002. 175 p. Tese (doutorado) – Universidade Politécnica de Milão, Dottorato di Ricerca in Disegno Industriale e Comunicazione Multimediale.
- _____. **Verso una didattica nel campo biônico: ipotesi per lo sviluppo di una strategia progettuale**. 1993. 185 p. Tese (mestrado) – Istituto Europeo di Disegno di Milano, Centro Ricerche in Strutture Naturali.
- BATISTA, Roberto. **Biodesign**. Disponível em: <http://www.revistacliche.com.br/2013/02/luigi-colani/>. Acessado em 15 maio 2014.
- BENYUS, Janine M. **Biomimética: Inovação inspirada pela natureza**. 6ª ed. São Paulo: Editora Cultrix, 2011.
- BIOMIMETICS (1999). Grupos de discussão via correio eletrônico (*email*) sobre Biomimética e muitos outros assuntos de interesse da comunidade científica. University of Newcastle, Inglaterra. (site na internet: <http://www.mailbase.ac.uk>).
- BOMBARDELLI, Carlo **Come nasce um prodotto biônico**. Milano, 1981, Istituto Europeo di Design
- BONSIEPE, Gui (1978). **Teoría y Práctica del Diseño Industrial**. Barcelona, Editorial Gustavo Gilli, p.124-34.
- BROECK, Fabricio Vanden. & MUÑOS, Arsenio (1986). **Las Estructuras en la Naturaleza y en la Técnica**. Azcapotzalco - México, Universidad Autónoma Metropolitana, 64p.
- COINEAU, Yves, KRESLING, Biruta. **Le invenzioni della natura e la biônica**. Torino: Edizioni Paoline, 1989.
- COSTA, Angela; NUNES, Juliane; BORTALATO, Márcia; SOUZA, Richar. **Design e Naturalismo: filosofia naturalista, biônica e ecodesign**. Design, Arte, Moda e Tecnologia. São Paulo: Rosari, Universidade Anhembi Morumbi, PUC-Rio e Unesp-Bauru, 2010.
- OFFNER, D.H. (1974). Bionics a Creative Aid to Engineering Design. **Mechanical Engineering**, [s.l.], n.96, julho, p.14-8.
- RAMOS, J. A **Biônica Aplicada ao Projeto de Produtos. Dissertação de Mestrado**. Programa de pós graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1993.
- VYGOTSKY, L. S. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. In: Vigotski e Luria. São Paulo: Edusp, 1988. pp.103-117