

# **DESIGN, BIÔNICA E BIOMIMÉTICA**

## **SOBRE OS AUTORES**

**Rafael Rattes Lima Rocha de Aguiar** | [rafaelrattesaguiar@gmail.com](mailto:rafaelrattesaguiar@gmail.com)

*Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5756448621189624>*

Atualmente é professor substituto da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Núcleo de Design. Atua ministrando aulas de Desenho de Observação e Sistemas de Representação Tridimensional. É mestrando em Design no programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco. Graduado em Design pela Universidade Federal de Pernambuco (2012). Formado no curso técnico de Design de Interiores pelo SENAC-PE (2008), tem experiência na área de arquitetura e design de interiores, em design gráfico e pesquisa de produto com foco em biônica/biomimética e design social.

**Natália Queiroz** | [nataliaqueiroz.arq@gmail.com](mailto:nataliaqueiroz.arq@gmail.com)

*Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0596645519861791>*

Arquiteta e Urbanista pela UFRN. Atuou em pesquisas sobre simulação de ventilação natural no ambiente construído com CFD, regulamentação de eficiência energética, diretrizes de eficiência energética para edificações e projetos arquitetônicos sustentáveis. Atuou no LABCON-UFRN no grupo de coordenação do projeto de pesquisa para formação de Rede Nacional de Eficiência Energética e no desenvolvimento de projetos de edificações bioclimáticas aliados a tecnologias de baixo impacto. Atualmente mestranda em Design pelo PPGD - UFPE

**Rodrigo Barbosa de Araújo** | [rodrigoa82@hotmail.com](mailto:rodrigoa82@hotmail.com)

*Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3979180438305969>*

Mestrando no programa de Pós-graduação em Design na Universidade Federal de Pernambuco. Bacharel em Design pela Universidade Federal da Paraíba. Experiência na área de Desenho Industrial, com ênfase em Desenho de Produto e conhecimentos em Programação Visual. Pesquisador no grupo de pesquisas Inovação, Design e Sustentabilidade - Nexus Lab UFPE na linha de pesquisa de Cenários, Metodologias e Ferramentas para a Sustentabilidade, desenvolve estudos que envolvem ecodesign, biomimética, concepção de artefatos e processos de fabricação. Pesquisador no grupo de pesquisas DeMaIS (Design, Materiais e Inovação Social) - UFPB, atuando principalmente nos seguintes temas: design para sustentabilidade; inovação social e educação ambiental; projeto de produto; reutilização e reciclagem de materiais.



## **Biônica e Biomimética no contexto da complexidade e sustentabilidade em projeto**

*Bionics and Biomimicry in the context of complexity and sustainability in design*

Natália Queiroz; Rafael Rattes, Rodrigo Barbosa

### **Resumo**

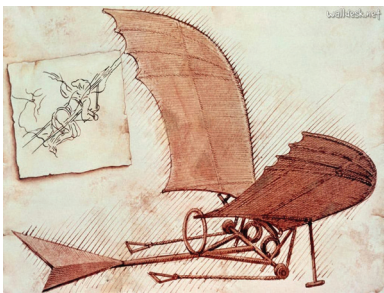
O artigo apresenta uma visão geral dos conceitos de Biônica e Biomimetismo no contexto do debate contemporâneo sobre complexidade e sustentabilidade. Através de uma revisão da literatura, a discussão argumenta para novas abordagens e métodos que visam responder de uma maneira holística aos problemas de Design contemporâneo. Ressaltam-se os potenciais de inovação em pesquisas que exploram a natureza como inspiração para o conhecimento e soluções para problemas de Design.

### **Abstract**

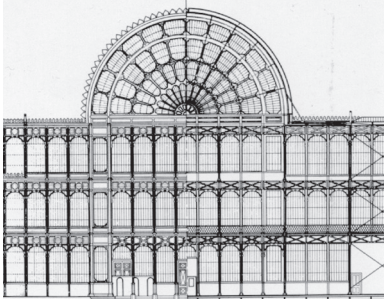
*The paper presents an overview of the concepts of bionics and biomimicry in the context of contemporary discussions on complexity and sustainability. Through a literature review, the discussion structures the argument for new approaches and methods that respond in a holistic manner to contemporary design problems. It is emphasised the potential benefits of research exploring nature as inspiration for knowledge and solutions to these design problems.*



Codex com desenho de asa mecânica a partir de estudos do Voo dos Pássaros. Leonardo da Vinci. fonte: <http://www.thehistoryblog.com/>



Ornitóptero. Leonardo da Vinci



Parte inferior da folha da Vitória Régia e o projeto do Palácio de Cristal de 1851 – Fachada.

## A CIÊNCIA E A INSPIRAÇÃO NA NATUREZA - BREVE HISTÓRICO

A partir da década de 1950, aparecem nos documentos científicos vários termos sobre associações de atividades humanas frente à natureza.

A seguir, tratamos de três termos que são utilizados frequentemente, abordando suas origens: Biomimetics, bionics e Biomimicry.

O termo Biomimetics, do grego bios(vida) e mimesis(imitação), foi usado pela primeira vez pelo engenheiro biomédico Otto H. Schmitt na década de 1950, objetivando criar uma distinção da Biofísica [1] [2] [3] [4].

O termo se estabeleceu fortemente nas áreas biomédicas, tendo como conceito o estudo, e imitação dos processos, métodos e mecanismos da Natureza “com o objetivo de sintetizar produtos semelhantes através de mecanismos artificiais que imitam os naturais” [5].

Em 1958 surge o termo Biônica – na língua inglesa, Bionics, e na alemã Bioniks. O major Jack Ellwood Steele responde por sua origem. Ele definiu Biônica por: “Ciência dos sistemas em que o funcionamento é baseado nos sistemas naturais, ou que apresentem características específicas dos sistemas naturais, ou ainda que sejam análogos a estes.” [6], p.19 [7] [8]. Há relatos de que o major buscou criar um sistema de orientação, através das estruturas dos olhos das abelhas [7] [8]. A oficialização da ciência Biônica ou atividade formalizada se deu por meio de um simpósio, intitulado: Bionics Symposium. O evento reuniu profissionais de variados ramos científicos [6] [8].

No campo de projeto, encontra-se na literatura, referências à Biônica, entre autores reconhecidos, citamos: Werner Nachtigall, fomentador e criador dos dez princípios da Biônica; Victor Papanek em sua obra “Design for the Real World” (1971) [9]; e Bruno Munari com “Das coisas nascem coisas” (1981) [10]. Segundo, Petra Gruber, com o tempo, o termo passou a ser associado a inovação tecnológica apenas. A inspiração na natureza, através do termo, foi utilizada para melhorar o desempenho de diversos artefatos, inclusive para indústria bélica. Isso acendeu algumas críticas.

Atualmente, a Biônica é comumente associada a robótica e a substituição de órgãos e membros, ou partes deles, por versões tecnológicas [11]. Porém, há vertentes da área de projeto que continuaram pesquisas

utilizando o termo no conceito original. No cenário brasileiro, entre tantos, referencia-se o Laboratório de Design e Seleção de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LdSM/UFRGS) pela notória publicação em P&D's.

O autor Daniel Wahl (2006) faz uma ressalva à atuação da Biônica, segundo o autor, a prática, embora trate da inspiração na natureza, ironicamente, passou a desencorajar propósitos ecológicos e sustentáveis. Muitas vezes, negligenciando questões como a complexidade da atuação sustentável, a ecologia, e questões sociais [12].

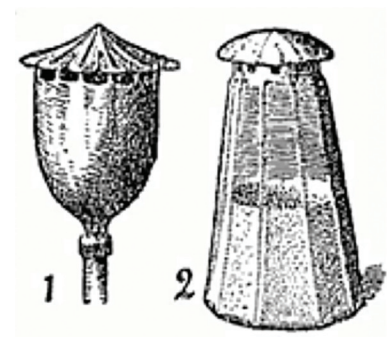
Décadas após a aparição da Biônica no meio científico, na década de 1970 especificamente, surge um novo termo denominado Biomimética (em inglês Biomimicry). Criado pelo casal John Todd e Nancy Jack-Todd, a partir do grupo chamado The New Alchemy Institute.

Segundo o grupo, as necessidades humanas fundamentais poderiam encontrar soluções mais sustentáveis a partir do estudo da ecologia, biologia e da abordagem de sistemas bio-cibernéticos [12]. Ou seja, observa-se a intenção de compreender a natureza e realizar uma associação harmoniosa entre mundo artificial – idealizada pelos homens – e mundo natural.

O discurso tem caráter atual, e se difundiu nas últimas décadas através do livro lançado em 1997 por Janine Benyus, intitulado "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature". Segundo a autora, a aplicação do termo está contextualizado a estudos na área de complexidade. O qual iremos abordar, antes de tratar da biomimética.

## A CIÊNCIA POR TRÁS DA COMPLEXIDADE: UM NOVO PARADIGMA

A Teoria da Complexidade surgiu durante o século XX, na década de 70, a partir de avanços nas ciências na área de física e meteorologia [13]. Sucintamente, os pesquisadores notaram a necessidade de uma abordagem que compreendesse os fenômenos naturais levando em consideração sua posição como parte de um universo mais abrangente. Com o tempo, percebeu-se que a lógica servia para todos os campos de atividade humana, não apenas para compreensão de fenômenos naturais[14] [15].



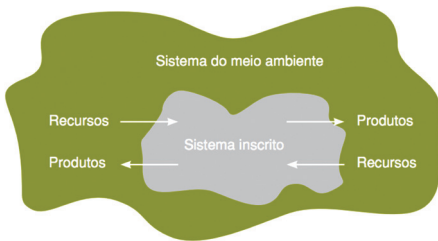
*Distribuidor de partículas. Raoul H.Francé*



*Otto H. Schmitt. Primeiro a usar o termo "Biomimetics"*



*Major Jack Ellwood Steele. Autor do termo Biônica*



*O arquiteto Ken Yeang em 1995 estudou as interações entre os artefatos humanos e o meio ambiente em seu livro projetando com a natureza.*

Explicando em outras palavras, compreendeu-se que pequenas alterações nas condições iniciais de um cenário poderiam resultar na ocupação de um estado completamente diferente, em decorrência das diversas interações entre as partes envolvidas. Ou seja, compreendeu-se que não se pode isolar fenômenos ou sistemas do ambiente que o compõe, sob pena de que isso, ocasione grandes desequilíbrios do cenário inicial [13] [14] [15].

Essa discussão sobre complexidade impacta no projeto, quando o designer passa a perceber-se como parte inerente do sistema. Os componentes atuantes e inseridos artificialmente são todos os artefatos que usamos como interface para interagirmos com o mundo. Sendo que, esses artefatos funcionam como um micro sistema inserido em outro maior [16].

O projetista promove comunicação e faz parte de um sistema mais amplo e isso implica em responsabilidades éticas/ambientais [17]. As complexas relações associadas a um projeto durante o tempo, muitas vezes não são prevista em projeto, frequentemente saem do controle de seu criador. É aí que entra a importância de compreender a teoria dos sistemas complexos no contexto do design. Já que, qualquer coisa projetada e posta no mundo fará parte de um ecossistema.

No estudo de complexidade há um paradoxo importante, relacionado com a prática humana em classificar e dissociar disciplinas umas das outras. O paradoxo diz que a separação de um sistema em partes distintas gera uma visão reducionista, pois um sistema complexo não pode ser analisado ou separado em um conjunto de elementos independentes sem ser destruído. Em contrapartida, entender o sistema inteiro apenas como um todo, pode também gerar um erro, porque tendemos a percebê-lo como um único organismo, e isso é simplifica-lo [14]. Este paradoxo, nos permite questionar a classificação de projeto em áreas dissociáveis. Nesses termos, como separar disciplinas dissociadas umas das outras no campo de projeto? Ou mais: como considera-lo "no todo" sem cair no erro de simplifica-lo?

Respondendo às perguntas, a construção de uma visão complexa deve, buscar uma visão holística<sup>1</sup> capaz de transcender o reducionismo.

Permitindo a modelagem de sistemas que apresentam simultaneamente dois aspectos: a característica da distinção e da conexão. A primeira, mostra que existem elementos que podem ser separáveis do todo em

uma forma abstrata. E a segunda, muito importante, indica como esses elementos são indissociáveis do todo e entre si, sendo uma característica dinâmica [14].

A compreensão das partes envolvidas e também da natureza da conexão entre as partes que culminam no todo, traz uma série de abordagens, que vem impactando na revisão dos processos do homem em diversas áreas de trabalho, incluindo o projeto. Um exemplo de revisão de processo nesse contexto é o apresentado por Christopher Alexander em seu livro o Pattern Language [18], que segundo o autor:

*“Esta é uma visão fundamental de mundo, uma visão que nos diz que quando construímos uma coisa não podemos limitar-nos a construí-la isoladamente, se não que também temos que intervir no mundo que a rodeia, e dentro dela, de modo que esse mundo mais amplo se torne mais coerente nesse lugar, seja mais um todo; e essa coisa que fazemos tem um lugar na rede da natureza, tal como a fazemos.” [18]. Pág. 11.*

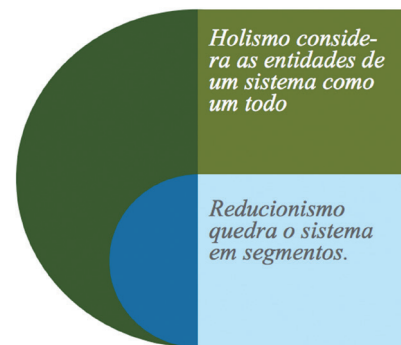
Como afirmado anteriormente, a discussão e o contexto dos estudos de complexidade, tiveram influência na criação de várias de ferramentas contemporâneas de auxílio ao projeto e também ampliou a forma de olhar os problemas humanos. Um dos campos influenciados pela discussão é a biomimética.

## BIOMIMÉTICA, A BUSCA POR UMA VISÃO HOLÍSTICA

Biomimética é um campo emergente da ciência que visa o estudo dos fluxos e lógicas da natureza como princípio e inspiração para solução de problemas de design<sup>2</sup> [19]. Segundo Janine Benyus, a Biomimética vem para que aprendamos a compreender a ordem natural das coisas, uma compreensão complexa do ecossistema para promover uma real adaptação do homem ao meio. A autora acredita que devemos tratar a natureza como modelo, medida e mentora do design, sendo esse o princípio-base da biomimética.

Há em biomimética a intenção da busca por uma compreensão holística aplicada a projeto. Ela parte do princípio, que a vida se sustenta na terra a

<sup>1</sup> Allen e Starr definem holismo como: “Uma estratégia descritiva e investigativa que busca procurar pequenos números de princípios explanatórios, prestando atenção às propriedades emergentes do todo, em oposição à descrição do comportamento de partes isoladas (...)” [6].



<sup>2</sup> “Usamos o termo “designer” para se referir a qualquer pessoa responsável por conceber, criar e implementar ideias que afetem o meio de forma cultural, tecnológica, social, humana, científica ou financeira em qualquer escala. Talvez você não saiba que está projetando, mas você está. Quando você cria algo novo que não existia.”

mais de 3,85 bilhões de anos e nesse período vem resolvendo problemas e evoluindo com soluções extremamente elegantes e eficientes. Portanto é um meio lógico de inspiração para projeto, que poderia eficientizar todos os processos humanos, a exemplos dos estudos de casos apresentados no final do texto. Hoje, boa parte de nossos processos se sustentam em princípios contrários aos da natureza. Como se pudéssemos nos dissociar dela.

Essa visão baseada na vida, traz além de princípios de design, também, questionamentos éticos. Por exemplo: para biomimética é inconcebível o uso de conhecimento para fabricação e melhoramento de armamentos. Pois, por princípio, biomimética busca a adequação do homem, de seus artefatos, processos e sistemas aos princípios lógicos da vida, buscando por uma real sustentabilidade. Essa visão envolve uma observação cuidadosa de princípios comuns responsáveis pela sustentabilidade do ecossistema. E dessa forma, traduzir esses princípios em conceitos de projeto. Incorporando-os em produtos, processos, espaço físico e em outras atividades de projeto.

Em 2004 uma série de princípios foi elencada para que colaborassem com a melhoria de processos em diversas áreas de atuação humanas. Foram nomeadas de “princípios da vida”. Posteriormente, foram melhoradas, chegando a versão apresentada em 2011 pelo Biomimicry Group<sup>3.8</sup>. Esses princípios impactam, não apenas no produto em si, mas também em suas conexões com o exterior, nas revisões dos processos relacionados, gerenciamento de dados, em modelos justos de equipes de trabalho, etc. São seis princípios ao todo:

- Princípios da vida

1) Evoluir para sobreviver: envolve estratégias de gerenciamento de informações. Listando: datar estratégias; identificar abordagens de sucesso anteriores; identificar erros; integrar soluções alternativas a um mesmo problema; e evoluir as abordagens criando novas opções de soluções.

2) Ser eficiente (materiais e energia): integrar múltiplas necessidades em soluções elegantes (evitar desperdício); minimizar o consumo energético; buscar fontes renováveis; gerenciar o uso de materiais em ciclo, ou seja, planejar o ciclo de vida. Segundo este preceito, a forma deve seguir o desempenho pretendido.



3) Adaptar-se as condições de mudanças: incluir soluções que permitam resiliência, redundância e descentralização do sistema. Permitir a adição de energia e matéria, desde que voltado para reparar/sanar e melhorar o desempenho do sistema. Incorporar a diversidade que o rodeia (estudar processos, funções e formas para prover um melhor funcionamento).

4) Integrar conhecimento e crescimento: combinar elementos modulares e sistemas que evoluem do simples para o complexo; compreender o funcionamento do todo e também dos pequenos componentes e sistemas que o compõe; ser capaz de construí-lo de baixo para cima; criar condições para que os componentes interajam de uma forma que o todo consiga ter propriedades de auto-organização.

5) Ser atento e responsivo as questões locais: usar materiais de fácil acesso (local e energético); cultivar processos de cooperação mútua, onde todos ganham; tirar proveitos de fenômenos locais que se repetem (clima, ciclos, etc); incluir o fluxo de informações em processos cíclicos, nunca lineares.

6) Usar química amigável a vida: usar poucos elementos de uma forma elegante; usar química favorável a vida, ou seja, evitar produtos tóxicos; usar água como solvente.

Os Princípios da Vida são ensinamentos de design através da natureza. Objetivando a integração e otimização das estratégias de projeto criando condições favoráveis à vida. Estes ensinamentos objetivam a criação de modelos de estratégias inovadoras. Estes parâmetros de sustentabilidade facilitam a orientação pela natureza. Sendo a busca pela otimização (o optimum) uma constante no sistema vivo. Este é um conceito intrínseco à prática do projeto com ênfase na Biônica/ Biomimética.

## **ECOLOGIA PROFUNDA E A BUSCA PELO OPTIMUM**

A natureza deve ser vista como um todo orgânico e dinâmico. Limitar a inspiração a aplicações apenas em engenharia, não é a melhor abordagem para solucionar os problemas. A idéia de que o homem pode controlar a natureza têm resultado em sérias consequências. Nos séculos que

<sup>3</sup>A resiliência é a capacidade de se recuperar após alguma deformação ou destruição.

se passaram muito do meio natural foi destruído, com isto, o homem distanciou-se do meio ambiente, não levando em conta a resiliência<sup>3</sup> natural dos ecossistemas [20].

*“Um ecossistema cresce e se multiplica na medida da energia que recebe. Graças a essa energia, a biomassa se aproxima de um máximo - ou “clímax” - em um optimum flutuante e sem nunca ultrapassar o que os limites naturais podem tolerar” [KAZAZIAN, 2005].*

O Capra também descreve uma compreensão da vida em termos de complexidade, redes e padrões de organização. A compreensão melhora nossa capacidade de compreender os princípios básicos da ecologia ou princípios básicos de sustentabilidade. É um pensamento que se identifica com os “princípios da vida” definidos por Janine Benyus e cientistas do Biomimicry Institute<sup>3.8</sup>. A intenção desta compreensão é lidar com a crise ecológica global. Proteger e garantir qualidade de vida na terra.

A escola filosófica conhecida como Ecologia Profunda, diz que um elemento natural, é em si mesmo valioso porque é um ser vivo, faz parte da natureza viva, e como tal, tem valor. Ao incorporar um espírito de reverência da natureza, pode-se aprender muito com seus sistemas biológicos. É fato que como indivíduos e sociedades, estamos inseridos e dependentes dos processos cíclicos da natureza [20].

Segundo essa perspectiva, deve acontecer mudanças radicais e necessárias para que ocorra uma transformação na sociedade de consumo, para que torne-se otimizada, semelhante a natureza. Kazazian, afirma que a otimização inspirada em processos naturais pode reduzir o consumo de insumos, para 10% dos recursos que a sociedade industrial consome para produzir energia, bens e artefatos industriais. Pesquisadores como o Michael Pawlyn afirmam que a redução pode ser ainda mais significativa [21][22].

Os recursos do planeta são consumidos de forma linear, como se fossem ilimitados. No final do sistema, os bens de consumo transformam-se em resíduos. Em concordância com Kazazian, “os recursos devem ser otimizados por serem limitados e os desperdícios minimizados”. Segundo Michael Pawlyn, é possível tornar os resíduos fonte econômica e reinseri-los em um ciclo útil. Kazazian aborda que essa mudança na otimização dos processos criaria o que

ele chama de 'produto leve'. Os princípios de otimização que cita tem forte relação com os Princípios da Vida citados anteriormente.

*"... entre outras coisas, a abundância de produções naturais é que permitiram que nossas sociedades acreditassem que poderiam tirar proveito da natureza sem se impor limites. Mas essa aparente opulência da matéria é apesar de tudo regida pela sua própria economia que pode ser quebrada por uma exploração ávida demais. De fato, a natureza prolifera em um estado 'o mais favorável' que chamamos aqui de 'optimum' " [KAZAZIAN, 2005].*

Um apontamento do autor que vale frizar é o conceito do "produto local". Que aborda a importância da utilização dos recursos disponíveis localmente. Porém não apenas os materiais, mas também de processos e mão de obra. Contudo, devendo garantir as qualidades técnicas e a aceitação do produto pelo usuário final. Este conceito, também está de acordo com os princípios da vida descritos anteriormente. [21]

## **METODOLOGIA DE PROJETO EM BIOMIMÉTICA**

A Biomimética atualmente, ainda, não possui uma metodologia concretizada devido à dificuldade na tradução dos sistemas biológicos para o âmbito tecnológico. [22]. Em vez disso, verificam-se estudos que buscam inserir a abordagem na área de projeto.

É neste mesmo contexto que Gruber (2013) destaca um importante pré-requisito para que ocorra a inserção destas ideias no projeto através da natureza de forma estratégica. Aponta que a biomimética é um método de trabalho que envolve abordagens transdisciplinares. Sendo que, para que se obtenha resultados concretos, deve se assegurar uma comunicação adequada entre as diversas áreas envolvidas.

Contudo, o Biomimicry Institute 3.8 têm desenvolvido propostas para sistematizar processos biomiméticos do meio natural. As abordagens têm sido indicadas como meio para aplicar os conceitos inspirados nos "princípios da vida" em metodologias não lineares. Essas realizadas em ciclos contínuos e repetidos, que gradualmente aumentam em complexidade conforme especificidades e avanço das etapas.

Como exemplo desta abordagem, Janine Benius e seus colaboradores apresentam uma metodologia definida como “Biomimicry Thinking” que apresenta as lentes do design biomimético, fornecendo o contexto para onde seguir (tomadas de decisões), como, o quê e porque a biomimética se encaixa no processo de qualquer disciplina ou em qualquer escala de design (projeto).

A metodologia, é uma estrutura que se destina a ajudar pessoas a praticar a biomimética ao projetar qualquer coisa. Primeiramente, aborda três princípios, intitulado de “elementos essenciais”. E posteriormente, inclui quatro fases que colaboram para o processo de design: a definição do problema e escopo, descoberta da solução, emulação e avaliação. Sendo que cada fase se desdobra em vários passos.

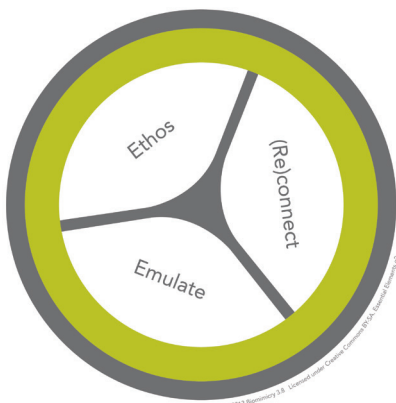
### Elementos essenciais

O Biomimicry Institute 3.8 elenca três elementos essenciais e interconectados para a prática de biomimetismo:

- **Ethos** é uma representação do respeito, responsabilidade e gratidão da espécie humana pelo planeta.

- **(Re) Conexão** indica que nós somos parte da natureza, pessoas e natureza estão na verdade profundamente entrelaçadas. Nesta perspectiva, existe uma reconexão do humano com o meio natural.

- **Emulação** representa os princípios, padrões, estratégias e funções encontradas na natureza que podem inspirar o design. A emulação representa um sentimento que instiga a imitar ou a exceder outrem, de forma estimulante e cooperativa. [Biomimicry Institute3.8, 2014].



#### ESSENTIAL ELEMENTS

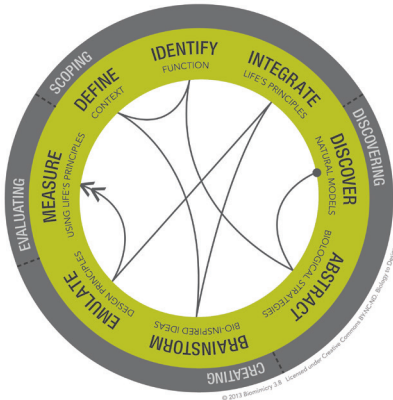
Biomimicry DesignLens

Biomimicry.net | AS&Nature.org

*Elementos essenciais. Fonte: Biomimicry Group 3.8.*

### As quatro fases

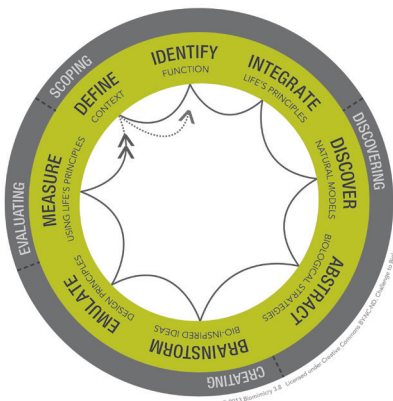
Os passos específicos dentro de cada fase ajudariam a garantir a integração bem sucedida das estratégias de projeto. O gráfico cíclico pode ser usado de duas maneiras, definidos como: “Desafio de biologia” e “Biologia para design”.

**BIOMIMICRY THINKING**

Biomimicry DesignLens

BIOLOGY TO DESIGN

Biomimicry.net | AskNature.org

**BIOMIMICRY THINKING**

Biomimicry DesignLens

CHALLENGE TO BIOLOGY

Biomimicry.net | AskNature.org

No primeiro caso, as etapas podem ser seguidas em sentido horário: inicia-se com a identificação da problemática - procura-se uma solução inspirada na natureza – abstrai-se a ideia do conceito, - segue para fase de emulação – e finalmente, validação das hipóteses.

No segundo caso, Biologia para design, o projetista pode ir de um campo a outro sem prender-se a uma sequência, sendo que o processo deve se dar de acordo com a necessidade. Quando descobre-se algum princípio natural aleatório, visualiza-se uma aplicação daquele conceito para solucionar algum problema específico, seja de design, arquitetura, engenharia e diversos outros casos.

*Desafio de biologia - Desafio de biologia é um caminho específico, útil para criação de cenários, quando se tem um problema específico e se está buscando ideias biológicas para a solução. Seria útil para uma configuração "controlada", ou para a criação de um processo interativo de design. Os melhores resultados ocorreriam quando você navega o caminho várias vezes.*

*Biologia para Design - É outro caminho específico, este é mais adequado quando o processo inicia com uma visão biológica inspiradora (como por exemplo, quando se visualiza em determinada situação algum dos princípios da vida) e que se deseja manifestá-lo como um projeto [Biomimicry Institute 3.8, 2014].*

É importante salientar que o processo não é finalizado ao terminar a sequência. A intenção é de que o processo se repita visando a otimização continuada dos processos e soluções de projeto.

*Biomimicry Thinking – Desafio de biologia / Biologia para Design. Fonte: Biomimicry Institute 3.8, 2014.*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nosso artigo apresentou um panorama histórico da cientificidade da inspiração na natureza com foco em projeção. Passamos claramente por uma difusão dos conceitos apresentados. Cada dia há mais trabalhos que exploram as temáticas. Atualmente há uma busca pela contextualização com discussões sobre complexidade, inovação tecnológica e desenvolvimento social, econômico, cultural e ecológico.

A contextualização e percurso do termo Biomimicry, fez com que ele se popularizasse atualmente, principalmente, quando pesquisado na língua inglesa. Porém é possível achar discussões semelhantes ao pesquisar sob o termo Bionic e Biomimetics.

A Bioinspiração, o Biodesign, a Biomimetics, a Biônica ou a Biomimética, entre tantos outros termos, nos mostram relações próximas entre si, e uma forma de abordagem cada vez mais complexa. Isso nos permite considera-los como termos similares para um único propósito: aprender com a natureza a viver num mundo ao qual nós pertencemos, que nos gerou. E sonha com um mundo onde o artificial se relaciona com o natural harmoniosamente, aprofundando relações de qualidade, criando ambientes saudáveis e construtivos.

Essa abordagem aumenta potencialmente os campos de atuação que uma equipe de projeto deve possuir. Victor Papanek [9] já na década de setenta apontava para necessidade de se criar equipes transdisciplinares em planejamento, que abarcasse desde ciências de base, até áreas específicas relacionadas ao projeto. A biomimética e a biônica apontam para um caminho semelhante. Essa abordagem acende a discussão de que devemos rever processos tradicionais. É ainda difícil visualizar a aplicação em plenitude desses conceitos, sem considerar uma revolução dos processos industriais. E essa discussão requer respostas claras por parte de pesquisadores envolvidos no avanço do conhecimento de processos projetuais nas áreas de design, arquitetura e engenharia.



*A Speedo afirma que as linhas de sulcos e buracos nos pés de pato Nemesis ajudam a deslocar mais água a cada pernada, do que o design tradicional, resultando em mais de propulsão com menos esforço.*

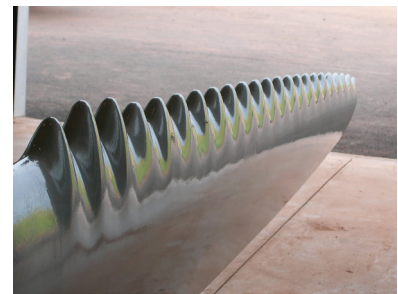
## ESTUDOS DE CASO - COMO A BALEIA JUBARTE PODE NOS AJUDAR?

O estudo biomimético desta baleia apresentou várias inspirações de seus conceitos em diferentes setores. Baseado na forma como elas usam suas eficientes nadadeiras, foram desenvolvidos equipamentos para prática de esportes aquáticos, onde foram desenvolvidos: pés de pato para nadadores e mergulhadores e quilhas para pranchas de surf, devido a eficiência hidrodinâmica e aerodinâmica comprovadas por testes em túneis de vento. Verificou-se o aumento da eficiência do impulso e redução do arrasto. Esta inspiração, também orientou projetos no setor de eficiência energética, sendo aplicada em turbinas eólicas, ventiladores e coolers para computadores devido a eficiência aerodinâmica alcançada.

No setor agrícola, em processos industriais como, por exemplo, na separação e tratamento de resíduos que foi inspirado na forma como a baleia se alimenta e como consegue filtrar a água, somente ingerindo o alimento, no caso, plânctons, peixes e camarões. Estas são algumas possibilidades de aplicação dos conceitos abstraídos da jubarte



*Quilha para prancha de surf da empresa "Fluid Earth". Fonte: Biomimicry.net, 2014.*



*A empresa "Whale Power Corporation" teve inspiração nas barbatanas da Jubarte. Aplicação em hélices, escalonamento de redução de 32% no arrasto e melhora de 8% no impulso. Fonte: Biomimicry.net, 2014.*

*Os tubérculos nas nadadeiras da jubarte resultam em grande eficiência hidrodinâmica, apesar de ser um animal grande e pesado, consegue se projetar por inteiro para fora da água, e também executar curvas acentuadas rapidamente, encerrando peixes em um turbilhão provocado por suas nadadeiras. Fonte: Inhabitat. 2014.*



Peixe que serviu de inspiração para o Bionic Car. Fonte: <http://www2.mercedes-benz.co.uk/>

## ESTUDOS DE CASO - O BIONIC CAR DA MERCEDES-BENZ

O carro foi desenvolvido pela DaimlerChrysler para a Mercedes-Benz. Chamado de Bionic Car, foi apresentado ao público em 2005 em Washington DC nos Estados Unidos. Com o conceito baseado nas formas e estruturas ósseas do Peixe-cofre. Os engenheiros e designers desenvolveram um carro aerodinâmico, seguro e confortável. Seus estudos encontraram resultados superiores em aerodinâmica com coeficientes jamais alcançados para carros de tamanho.

A estrutura do carro possui formato hexagonal, mesma do peixe, obtendo uma estrutura com um terço do peso de um carro da mesma categoria e tamanho, sem diminuir a resistência e segurança.





## ESTUDOS DE CASO – O SAHARA FOREST PROJECT

O Projeto Floresta Sahara propõe a criação de grupos de atividades econômicas interligadas em diferentes áreas de baixa altitude de deserto ao redor do mundo. Partes consideráveis do que são agora áreas desérticas eram anteriormente vegetadas. No caso da África, O desmatamento, aumentou da salinidade do solo e perdas de minerais, levando ao processo de desertificação.

O Projeto Floresta Sahara propõe a utilização de práticas restaurativas para reestabelecer vegetação em áreas áridas e inverter a tendência de desertificação. Este processo de crescimento de restauração vai ser catalisada pela combinação de tecnologias já existentes ambientais e comprovados, tal como a evaporação da água salgada para criar arrefecimento e água destilada fresca (ou seja, em uma estufa de água salgada arrefecida, que não utiliza energia elétrica no processo) e tecnologias de energia solar térmica. A combinação tecnológica no Projeto Floresta Sahara é projetada para utilizar desertos, água salgada e CO2 como insumo e produzir alimentos, de água doce e energia como produtos. O sistema é planejado de forma a praticamente zerar a produção de resíduos.

O projeto prevê um programa de qualificação de mão de obra local, para trazer benefícios econômicos as áreas degradadas. É um sistema integrado projetado para colher sinergias tecnológicas, minimizando o desperdício. O projeto baseia-se na premissa da busca por uma abordagem mais holística para enfrentar com sucesso os desafios relacionados com a energia, alimentos, água e segurança.



*Etapas de implementação do Projeto Floresta Sahara. Fonte: <http://saharaforestproject.com/>*

## REFERÊNCIAS

- [1] RAMOS, Jaime; SELL, Ingeborg. **A Biônica no Projeto de Produtos**. *Prod*, São Paulo, v. 4, n. 2, Dec. 1994. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65131994000200001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65131994000200001&script=sci_arttext)>. Acessado em: 20 ago 2014.
- [2] LIMA, A. M. de. ; ANDRADE, M. G. de. **A natureza e sua interface com o design**. ANAIS DO P&D DESIGN 2002 – 1º Congresso Internacional de Pesquisa em Design. 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Associação de Ensino de Design do Brasil (Textos referentes à sessão técnica Ecodesign). Vol. 3. Rio de Janeiro: AEnD-BR, 2002.
- [3] ROSENDAHL, S. **A Disciplina de Biônica no Curso de Design na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias**. *Caleidoscópio - Revista de Comunicação e Cultura, América do Norte*, Jul. 2011. Disponível em: <<http://revistas.ulsofona.pt/index.php/caleidoscopio/article/view/2294/1803>>. Acessado em: 20 ago 2014.
- [4] SCHNEIDER, Beat. **Design – Uma introdução**. São Paulo: Editora Blucher, 2010.
- [5] BUSHAN, Bharat. **Biomimetics: lessons from nature – an overview**. In: *Phil. Trans. R. Soc. A*. 2009, v. 367, no. 1893, p.1445-1486.
- [6] ARRUDA, Amilton J. V. **O que é Biônica?**. In: *Revista Arte Comunicação*. v.1, n.1, p.19-24, jun. 1994. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 1994.
- [7] SOARES, M. A. R. **Biomimetismo e Ecodesign**: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis. Lisboa. Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2008.
- [8] OLIVEIRA, Emilio; LANDIM, Paula. **Biônica e Biomimética**: diferenças e aproximações à luz da sustentabilidade. Simpósio Brasileiro de Design Sustentável, 2011 set 11-13, Recife. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2011.
- [9] Papanek, Victor. **Design for the real world**. New York Ed. Bantam boks, 1971.
- [10] MUNARI, Bruno. **Das Coisas Nascem Coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- [11] GRUBER, Petra. **Biomimetics in Architecture**. Strauss GmbH, Mörlenbach, Alemanha: SpringerWienNewYork, 2013.
- [12] WAHL, D. C. **Bionics vs. biomimicry**: from control of nature to sustainable participation in nature. In C. A. Brebbia (Ed.), *Design and Nature III: Comparing Design in Nature with Science and Engineering*, v. 87. p.289-298, WIT Press, 2006.
- [13] GLEICK, James. **Caos, a criação de uma nova ciência**. Ed. Campus, 1987.
- [14] BAR-YAM, Y. **Dynamics of complex systems**, Boulder, CO, Westview Press. 2003.
- [15] PALAZZO, L. A. M. **Complexidade, Caos e Auto-organização**. *Oficina de inteligência artificial*, 3, 49-67. 1999.
- [16] YEANG, K. **Designing with nature** : the ecological basis for architectural design, New York, McGraw-Hill, 1995.
- [17] FLUSSER, Vilem. **O mundo codificado**. Cap. Construções. 2007.
- [18] ALEXANDER, C., ISHIKAWA, S. & SILVERSTEIN, M. **A pattern language** : towns, buildings, construction, New York, Oxford University Press. 1976.
- [19] BENYUS, Janine M. **Biomimética. Inovação inspirada pela natureza**. Ed. Pensamento-Cultrix, 1997.
- [20] CAPRA, F.; LUISI, **The systems view of life**. A Unifying Vision. Ed., 2014
- [21] KAZAZIAN T. **Haverá a idade das coisas leves**. Ed. Senac. 2009.
- [22] PAWLYN, Michael. **Usando o gênio da natureza na arquitetura**. conferência no TEDSalon London. 2010. Disponível em: < [http://www.ted.com/talks/michael\\_pawlyn\\_using\\_nature\\_s\\_genius\\_in\\_architecture?language=pt-br](http://www.ted.com/talks/michael_pawlyn_using_nature_s_genius_in_architecture?language=pt-br)>