

13



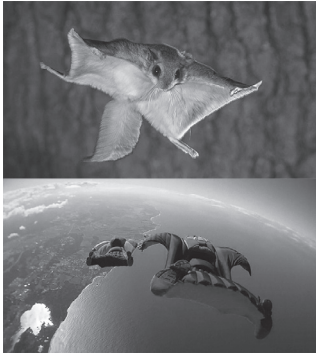
14

**Figura 13.** El tren más rápido del mundo tenía un grave problema. Su alta velocidad producía un ruido ensordecedor al entrar en los túneles, lo que provocaba grandes molestias. Al observar el kingfisher para rediseñar la parte delantera del tren, no sólo fue posible reducir el ruido, sino también ahorrar un 15% de energía y hacerlo incluso un 10% más rápido (Fuente: Renova Criatividade, 2012). **Figura 14.** Libélula y Dragonfly HC3 (Fuente: Arruda, 2018, p. 95).

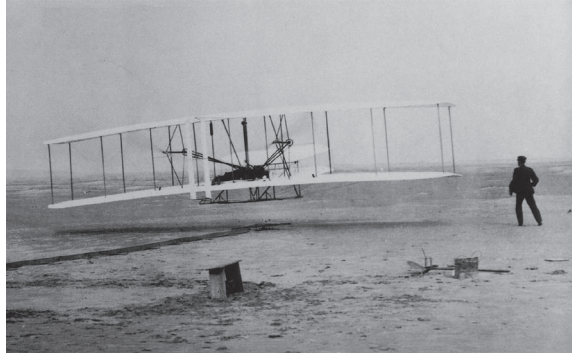
#### • Inspiraciones en el entorno aéreo

Versos (2010) pone como ejemplo el tren bala Shinkansen, desarrollado por el ingeniero Eiji Nakatsu. Su gran velocidad producía un ruido ensordecedor al entrar en los túneles, lo que provocaba una gran incomodidad. El desarrollador del tren, observando el pájaro martín pescador, buscó inspiración en la forma de su pico. Así, el proyecto tiene como referencia la forma del pico alargado del ave, que facilita el buceo sin salpicar el agua en busca de su comida (Ver Figura 13).

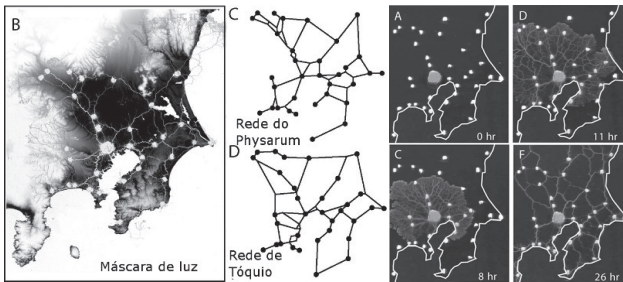
Pazmino (2018), por su parte, cita el helicóptero Dragonfly HC3 de la empresa Sikorsky como ejemplo de biomimetismo. El objetivo del diseño del helicóptero era transportar personal militar y artillería. Inspirado en el cuerpo de la libélula, que se asemeja a una estructura helicoidal y sus dos alas están dispuestas transversalmente sobre el cuerpo, la estructura del helicóptero permite una extraordinaria maniobrabilidad, pudiendo detenerse y volar inmediatamente en sentido contrario. Alternativamente, la máquina puede permanecer suspendida en un punto en el aire y desde esa posición moverse rápidamente (Ver Figura 14).



15



16



17

**Figura 15.** Ardilla voladora y Wingsuit (Fuente: Pinterest)

**Figura 16.** Primer vuelo del avión creado por los hermanos Wright. Fuente: Space Center Houston.

**Figura 17.** Mapa del metro de Tokio dibujado por el hongo (Fuente: REDAÇÃO DO SITE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2010/blog unicamp, 2010).

Urdinola Serna *et al.* (2018) presentan la creación del wingsuit para el deporte denominado vuelo de proximidad. Se basa en la morfología de la ardilla voladora, un roedor nocturno perteneciente a la familia *Sciuridae*, que al abrir sus brazos genera una superficie que le permite planear por el aire (Ver Figura 15). También cabe destacar las alas del águila americana, que inspiraron a los hermanos Wright para construir el primer avión a motor (Ver Figura 16), según Oliveira (2017).

Otro ejemplo de inspiración de soluciones en la naturaleza es un experimento con hongos que reorganizó el metro de Tokio. Un estudio realizado por Tero *et al.* (2010) de la Universidad de Kyushu investigó el *Physarum Polycephalum*, un hongo gelatinoso que sobrevive enviando señales en todas las direcciones posibles en busca de alimento y, cuando lo encuentra, traza la ruta más eficiente para alcanzarlo. El hongo, necesitado de alimentarse, se dirigió a los copos de avena y se multiplicó, explorando nuevos territorios. Al cabo de unas 28 horas, el hongo construyó una red que se conectaba a través de los nutrientes adquiridos de la avena y, sorprendentemente, el diseño de las conexiones entre ciudades era casi idéntico al del sistema de trenes de Tokio, pero con más túneles y más organización (Ver Figura 17).

## Discusión

En la década de 1970, Papanek (1971) ya dirigía los debates sobre la importancia y la necesidad de crear equipos de planificación transdisciplinarios, con la participación de las ciencias básicas y las áreas específicas de los proyectos. Hoy en día, tanto la biónica como la biomimética comparten una visión similar.

Dentro de este ámbito de discusión, se hace necesario mencionar que las características más importantes en los sistemas biológicos se evidencian en la enorme capacidad de los organismos vivos para adaptarse a sus entornos, perpetuarse, aprender y autoorganizarse. Estos aspectos son importantes para la evolución y el desarrollo de los mismos organismos, que también pueden aplicarse al desarrollo de productos, servicios, entornos y sistemas destinados al uso humano.

Merece la pena una reflexión: después de 3.800 millones de años de evolución, si la llamada Madre Naturaleza, como gran creadora y diseñadora que es, aprendió lo que funciona, lo que es más adecuado, económico y duradero ¿por qué los diseñadores no pueden aprender de ella? Reconocer la sabiduría acumulada por la naturaleza a lo largo de su evolución y reconectar con ella es el primer paso para desarrollar estrategias basadas en el entorno natural para resolver los problemas, demandas y necesidades de una sociedad globalizada. Este es el enfoque y el objetivo de los campos de la Biónica, la Biomimética y la Bioinspiración, que utilizan la conexión con el medio ambiente como fuente de inspiración para el desarrollo sistematizado de la investigación, a través de metodologías cíclicas y no lineales, que hacen uso de numerosas herramientas y tecnologías a favor de un desarrollo saludable para la humanidad en comunión y armonía con la naturaleza.

Dicho esto, se refuerza aquí la pertinencia, la eficiencia y la eficacia de estas metodologías, herramientas y recursos tecnológicos—véanse los estudios de caso presentados más arriba que confirman el potencial del trabajo transdisciplinario, involucrando áreas de las ciencias naturales y campos técnicos específicos para el desarrollo de proyectos.

También se reitera la innegable importancia de la enseñanza de estos enfoques para la formación de diseñadores, planificadores, artistas, arquitectos e ingenieros más capaces. Así, a través de una visión más holística, heterogénea y estratégica, que los profesionales sean capaces de encontrar, investigar, desarrollar, probar, proponer y aplicar soluciones más eficaces, eficientes, efectivas, optimizadas, innovadoras, creativas y sostenibles para satisfacer las demandas actuales.

## Conclusión

El punto de vista presentado en este trabajo pretende encender el debate sobre la necesidad de revisar los procesos tradicionales de desarrollo de productos. Por muy difícil que sea visualizar y aplicar todos estos conceptos en su plenitud, hay que considerar el esfuerzo que supone tratar de aplicarlos, porque sus frutos pueden recogerse antes de lo que pensamos.

Se entiende la búsqueda de respuestas claras por parte de los investigadores en los ámbitos del diseño, la arquitectura y la ingeniería, y se cree que estas respuestas pueden encontrarse en los recursos naturales disponibles en el entorno. En este sentido, el estudio aporta luz al debate y la reflexión sobre aspectos importantes que implican la enseñanza, el aprendizaje, la investigación y la exploración multidisciplinar, que pueden servir de estímulo para el desarrollo de productos innovadores y sostenibles.

Por último, los métodos, los procesos, los materiales, las herramientas creativas y las técnicas de observación inspiradas en la biónica pueden ser el camino hacia la innovación, la sostenibilidad y el equilibrio en el nuevo contexto de un mundo globalizado.

## Referencias

- Acuidade da Forma. (2009, mayo 20). Biónica. *Acuidade da Forma*. Recuperado en agosto 6, 2022, en <http://acuidade-da-forma.blogspot.com/2009/05/bionica.html>.
- Arruda, Amilton. (1993) *Verso una didattica nel campo biònico: ipotesi per lo sviluppo di una strategia progettuale*. 185 p. Disertación (máster) - Istituto Europeo di Disegn di Milano, Centro Ricerche in Strutture Naturali.
- Arruda, Amilton. (2002) *Bionic basic: verso un nuovo modello di ricerca progettuale*. 175 p. Tese (doutorado) - Univesidade Politécnico de Milão, Dottorato di Ricerca in Disegno Industriale e Comunicazione Multimediale.
- Baumeister, Dayna. (2013) *Biomimicry resource handbook: a seed bank of best practices*. Missoula, Printed in the United States of America.
- Benyus, Janine M. (1997). *Biomimética. Inovação inspirada pela natureza*. Ed. Pensamento-Cultrix.
- Benyus, Janine M. (2006). *Biomimética, inovação inspirada pela natureza*. São Paulo, Cultrix.
- Broeck, F. V. (1989). O uso de analogias biológicas. *Revista Design e Interiores*. São Paulo: n.15, p. 97-100
- Cruz, André J. A. B. *Arquitettura [bio]lógica, uma análise da obra de Frei Otto*. (2012). 229p. Disertación de Máster Integrado en Arquitectura, Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Coimbra, Coimbra, Departamento de Arquitectura.
- Cruz, Talita. (2021, octubre 15). Conheça o Art Nouveau: o Movimento Artístico Que Marcou o Início do Século XX. *Viva Decora*. Recuperado en agosto 6, 2022 en <https://www.vivadecora.com.br/pro/art-nouveau/>
- Deyoung, Donald; Hobbs, Derrik. *Discovery design: searching out the creator's secrets*. United States of America, Green Forest, Master Books, 2009.
- Dobzhansky, T. (1956). *A evolução humana*. Revista de antropologia, 97-102.
- Etherington, Rose. (2009, diciembre 7). The Tote by Serie Architects. *Deezen*. Recuperado en agosto 6, 2022 en <https://www.deezen.com/2009/12/07/the-tote-by-serie-architects/>
- Fernandes, Mara. (2012). *Biomimética como conceito para uma embarcação na Ria de Aveiro*. Disertación (máster) - Universidad de Aveiro, Aveiro/Portugal, Departamento de Diseño.
- Ferreira, G. (2018). *Observatório da paisagem: uma conexão com a natureza através da arquitetura biomimética*.

- Gérardin, Lucien (1968). *Bionics*. London: World University Library.
- Gordon, William (1965) *Sinética: el desarrollo de la capacidad creadora*. México: Herreros Hnos. S. A.
- Leroi-Gourhan, A. (org.) (1988). *Dictionnaire de la Préhistoire*. Paris.
- Maity, S.N. Development of Solar Power Tree – An Innovation that Uses Up Very Less Land and Yet Generates much more Energy from the Sun Rays by SPV Method. *J. Environ. Nanotechnol.*, Vol. 2, 59-69, 2013.
- Melo, Leandro. (2016, agosto 18). Biônica e design sustentável. *Design Culture*. Recuperado en agosto 6, 2022 en <https://designculture.com.br/bionica-e-design-sustentavel>
- Moura, Lucas Santos. (2017). Árvores solares: um novo conceito na geração de energia solar fotovoltaica.
- Oliveira, P. F. S. (2017). *A importância da Slow dentistry na biomimética*.
- Oliveira, S. F. C. C. D., Toledo, P. M. D., & Costa, S. A. R. F. D. (2008). *Escamas de tubarões (Pisces: Chondrichthyes) da Formação Pirabas (Eomioceno)*, Pará, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais.
- Pazmino, A. V. (2018). Interdisciplinaridade como Meio para o Fortalecimento da Biônica e Biomimética nos Cursos de Design. In Arruda, A. J. V. (Orgs.). *Métodos e processos em biônica e biomimética: a revolução tecnológica pela natureza* (pp. 88-100), São Paulo: Blucher.
- Papanek, Victor. (1971). *Design for the real world*. New York Ed. Bantam books.
- Rattes, R. A.; Barbosa, R. ; Queiroz, N. .(2017) *Biônica e Biomimética no contexto da complexidade e sustentabilidade em projeto*. 1ed.São Paulo: Blücher, v. 1, p. 127-140.
- Redação do Site Inovação Tecnológica. (2010, febrero 9). *Inovação Tecnológica*. Recuperado en agosto 6, 2022 en [https://www.inovaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=fungo-supera-engenheiros-projeto-redes&id=010180100209#.Yu\\_rLGPMJro](https://www.inovaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=fungo-supera-engenheiros-projeto-redes&id=010180100209#.Yu_rLGPMJro)
- Renova Criatividade. (2012, diciembre 30). Biomimética: Design inspirado na natureza. *Renova Criatividade*. Recuperado en agosto 6, 2022, en <http://www.renovacriatividade.com.br/sustentabilidade/biomimetica-design-inspirado-na-natureza>.
- Schmitt, O. (1969). *Some interesting and useful biomimetic transforms*. In Third Int. Biophysics Congress, p. 297
- Silva Neto, J. B. D. (2018). *Contribuição da sistemática e da taxonomia para aplicações tecnológicas através da biomimética* (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).
- Soares T.L.F, Arruda, A. J. V. (2018). Fundamentos da Biônica e da Biomimética e Exemplos Aplicados no Laboratório de Bidesign na UFPE. In Arruda, A. J. V. (Orgs.). *Métodos e processos em biônica e biomimética: a revolução tecnológica pela natureza* (pp. 88-100), São Paulo: Blucher.
- Space Center Houston. (2019, diciembre 18). *Space Center Houston*. Recuperado en agosto 6, 2022 en <https://spacecenter.org/a-look-back-at-the-wright-brothers-first-flight>
- Steadman, Philip. (1988). *The evolution of designs – biological analogy in architecture and applied art*, 1ª ed., Cambridge, Cambridge University Press, 1979, 1988, revised edition, 2008.
- Sulmódulos. (s.d). Sto Lotusan Fachada Autolimpante. *Sulmódulos*. Recuperado en agosto 6, 2022, en <https://www.sulmodulos.com.br/produtos/sto-lotusan-fachada-autolimpante/>
- Tero, A., Takagi, S., Saigusa, T., Ito, K., Bebber, D. P., Fricker, M. D., ... & Nakagaki, T. (2010). Rules for biologically inspired adaptive network design. *Science*, 327(5964), 439-442.

- Urdinola Serna, D. C., Valencia Escobar, A. H., Patiño Mazo, E., Torreblanca Díaz, D. A., Zuleta Gil, A., & Bustamante, A. (2018). *Biomimética y diseño*. Unicamp, 2010, Um protozoário faz o que um engenheiro faz , Atila Iamarino | Feb 19, 2010. acesso em : [https://www.blogs.unicamp.br/rainha/2010/02/um\\_fungo\\_faz\\_o\\_que\\_um\\_engenhei/](https://www.blogs.unicamp.br/rainha/2010/02/um_fungo_faz_o_que_um_engenhei/)
- Versos, Carlos. A.M. *Design biônico: a natureza como inspiração criativa*. Dissertação (Mestrado). 2010. 186p – Universidade da Beira Interior, Covilhã, Departamento de engenharia Eletromecânica.

---

**Abstract:** This article is a diachronic study that aims, through a literature review, to present and clarify concepts and nomenclatures, case studies and the state of the art of the interrelation between natural resources, available in the environment, and project disciplines such as Design. It also aims to clarify biotechnics as a field of inspiration and as a tool for new projects and product redesign. The human, during all its evolution, has always been in touch with nature and its resources, appropriating them, getting inspired and improving what was offered. Since the emergence of prehistoric tools, passing through societies, cultures, artifacts and technological evolution until the contemporary age, many products that ensured human survival until nowadays had been developed based on nature. In this context of various objects, systems, ambiences and its material, physical-chemical, structural, functional and shape properties, it's possible to observe that many features had been based and inspired on natural resources.

Exemplifying important case studies from Leonardo da Vinci to the most recent discoveries in the product design field, this work aims to reiterate the importance of the relationship between Design, Biology, Bioinspiration and Biomimetics in the curriculum development of design student and in the professional practice of product design.

Through a literature review, here it was sought to develop a diachronic study that demonstrates a timeline and the state-of-the-art of the relationship between nature and design, and also allows the understanding of bionics as a reference field and as a tool to new projects and product redesign. That way, products of various complexities will be exemplified, from clothing and day-to-day objects to high technology racing cars, in order to enable the understanding of biomimetics as a differentiating element for design.

The study brings to light the debate and reflection about important aspects involving multidisciplinary teaching, learning, investigation and exploration that may serve as a stimulus to the development of innovative and sustainable products. Methods, processes, materials, creative tools and observational techniques inspired by bionics may be the path to innovation, sustainability and balance in a new global world context.

**Keywords:** Design - Bioinspiration - Biolearning - Biodesign - Bionics - Biomimetics - Methods - Processes and Materials - Innovation - Teaching

**Resumo:** Este artigo é um estudo diacrónico que visa, através de uma revisão bibliográfica, apresentar e clarificar conceitos e nomenclaturas, estudos de casos e o estado da arte da inter-relação entre os recursos naturais, disponíveis no ambiente, e disciplinas de projecto como o Design. Visa também clarificar a biotecnologia como campo de inspiração e como ferramenta para novos projectos e redesenho de produtos.

O homem, durante toda sua evolução, sempre esteve em contato com a natureza e seus recursos, se apropriando, inspirando e melhorando o que lhe era ofertado. Desde o surgimento das ferramentas pré-históricas, passando pela evolução das sociedades, culturas, artefatos e tecnologias até a idade contemporânea diversos produtos que garantiram a sobrevivência do ser humano até os dias atuais foram desenvolvidos tendo como base a natureza. Neste contexto de variados objetos, sistemas, ambientes e suas propriedades materiais, físico-químicas, estruturais, funcionais e formais, é possível observar que várias características foram baseadas e inspiradas em recursos naturais.

Exemplificando importantes estudos de caso desde Leonardo da Vinci às mais novas descobertas no campo do design de produto, este trabalho busca reiterar a importância da relação entre o Design, a Biologia, a Bioinspiração e a Biomimética na formação curricular de estudantes de design e na prática profissional do desenvolvimento de produtos.

Por meio de uma revisão bibliográfica, buscou-se aqui desenvolver um estudo diacrónico que demonstre uma linha do tempo e o estado-da-arte da relação entre a natureza e o design, e também permita o entendimento da biônica como campo de referência e como ferramenta para novos projetos e redesign de produtos. Dessa forma, serão exemplificados produtos de diversas complexidades, desde roupas e objetos cotidianos até carros de competição de alta tecnologia, de maneira a possibilitar a compreensão da biomimética como elemento de diferenciação para o design.

O estudo traz luz para o debate e reflexão sobre aspectos importantes envolvendo ensino, aprendizagem, investigação e exploração multidisciplinar, que podem servir de estímulo para o desenvolvimento de produtos inovadores e sustentáveis. Métodos, processos, materiais, ferramentas criativas e técnicas observacionais inspiradas na biônica podem ser o caminho para inovação, sustentabilidade e equilíbrio em um novo contexto de mundo globalizado.

**Palavras chave:** Design - Bioinspiração - Bio Aprendizagem - Biodesign - Biônica - Biomimética - Métodos - Processos e Materiais - Inovação - Ensino

---