

BIOMIMÉTICA: A NATUREZA APLICADA À ENGENHARIA E AO DESIGN - UM PROJETO INTERDISCIPLINAR

Angelo Eduardo Battistini Marques - prof.battistini@usjt.br
Universidade São Judas Tadeu
Rua Taquari, 546
CEP 03166-000 – São Paulo – SP

Carlos Eduardo Dias Ribeiro - prof.eduardodias@usjt.br
Universidade São Judas Tadeu
Rua Taquari, 546
CEP 03166-000 – São Paulo – SP

Resumo: Neste trabalho apresentamos a estrutura, o desenvolvimento e a avaliação de um projeto interdisciplinar envolvendo professores e estudantes dos cursos de Engenharia e Design. Como foco principal do trabalho, os estudantes devem, através da observação da natureza, criar novos produtos ou soluções inovadoras, trabalhando em equipes compostas por alunos dos dois cursos. Além de trabalhar conteúdos técnicos das duas áreas, são abordados temas como metodologias e gestão de projetos, ao mesmo tempo que são reforçadas as habilidades requeridas para o profissional do século XXI, como trabalho em equipes interdisciplinares e criatividade. O projeto foi estruturado a partir de um processo de alinhamento construtivo, estabelecendo-se inicialmente os objetivos e as competências desejadas, planejando, em função dos objetivos, as atividades, entregas e avaliações a serem realizadas.

Palavras-chave: Aprendizagem Ativa. Educação em Engenharia. CDIO. Interdisciplinaridade. Ensino por Projeto.

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia, a Arquitetura e o *Design* frequentemente se referenciam na natureza para criar soluções e produtos (RIBEIRO, 2014). O conhecimento humana é repleto de teorias e soluções encontradas a partir da observação da natureza (AN, 2009). Na arquitetura, em

Organização:



Realização:



produtos têxteis, aviões, carros de competição e muitas outras soluções criadas pelo homem são feitas a partir da imitação da natureza (ARRUDA, 2002).

A estrutura em forma de árvores na sustentação do teto do aeroporto de Stuttgart (concebida Gerkan, Marg e Partner), os arcos em catenária de Gaudí, colunas em forma de cogumelo de F. R. Wright são exemplos de soluções arquitetônicas inspiradas na natureza. Teias de aranha na indústria têxtil, sistemas coleta de água imitando besouros e plantas, aerodinâmica de pássaros e animais marinhos e terrestres, o velcro imitando plantas, enfim, soluções que a natureza criou ao longo de milhões de anos de evolução tem sido fonte de muitas soluções de engenharia (BENYUS, 1997).

Trabalhar esses conceitos com os alunos é importante porque mostra novas possibilidades e uma nova compreensão de observação de fenômenos naturais, com a perspectiva de buscar soluções para problemas cotidianos. Além disso, para que se possa transferir os conceitos em aplicações práticas, é necessário que desenvolver um conhecimento de ciências básicas, como biologia, química, física e matemática que seja sólido e bem fundamentado (RIBEIRO, 2010).

2. A CONCEPÇÃO E CONSTRUÇÃO DO PROJETO

Partindo desses aspectos, que envolvem diferentes áreas do conhecimento humano, professores das áreas de Engenharia e Design propuseram, dentro das respectivas disciplinas de projetos, que os alunos trabalhassem juntos no desenvolvimento de produtos inovadores inspirados em soluções dadas pela natureza.

Ao somar diferentes perspectivas e visões, alunos e professores dos dois cursos têm a oportunidade de ampliar seu repertório de soluções e de visões de mundo.

2.1 Objetivos do projeto

Além da possibilidade de abrir espaço para o desenvolvimento de produtos e soluções inovadoras, é importante desenvolver a capacidade de trabalhar em grupos multi e interdisciplinares, criatividade, solução de problemas, pontos que são listados pela UNESCO como importantes para o profissional do século XXI (SILVA FILHO, 2012).

A Universidade tem a oportunidade de criar a cultura de colaboração entre as diversas áreas do conhecimento. Ao juntar alunos e professores com diferentes perspectivas e diferentes conhecimentos em uma atividade concreta propicia-se a oportunidade de construir e exercitar essas competências.

A observação crítica também possibilita uma visão sobre o método científico para a solução de problemas e abrir espaço para que o aluno exercite uma mente questionadora.

O projeto também permite o desenvolvimento de outras habilidades como métodos de projeto, cronograma, gestão de tarefas, registro de acompanhamento. Isso para que os estudantes possam se conscientizar da importância do planejamento (WEENK, 2012).

2.2 A conexão do projeto com os currículos

Em ambos os cursos, o projeto está inserido no terceiro semestre, decisão tomada a partir da integração da proposta aos conteúdos e objetivos de cada curso. No curso de Design, a proposta do semestre é o desenvolvimento de produtos. No curso de Engenharia o foco é no uso de tecnologia em produtos e no processo de gerenciamento de projetos. Analisando os

Organização:



Realização:



objetivos dos módulos e dos cursos e a disponibilidade dos professores para o projeto, entendemos que o tema atende bem às competências desejadas nos projetos de cada área.

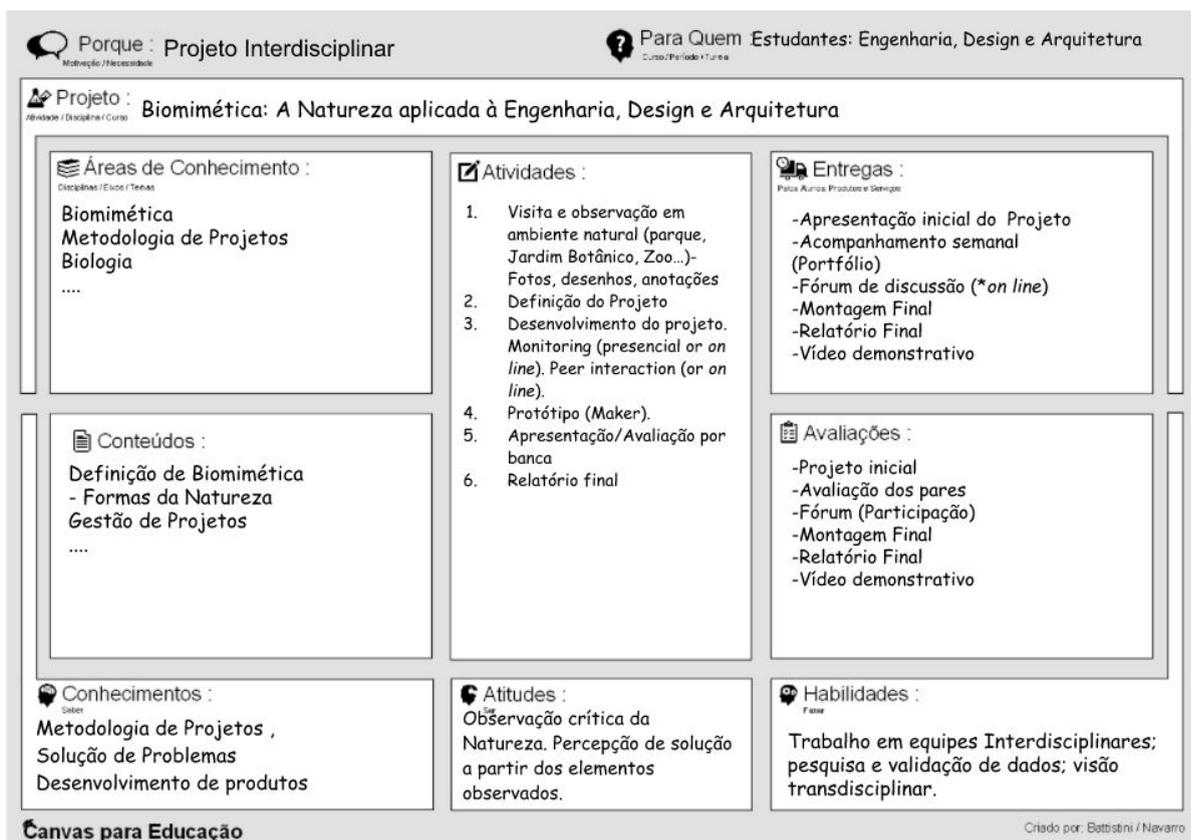
Os conteúdos das disciplinas do semestre são inseridos como ferramentas ao desenvolvimento do projeto. Estudantes de Engenharia colaboram com aparatos tecnológicos (Arduino, sensores, atuadores, conexões sem fio). Alunos do Design contribuem com o olhar sobre a usabilidade, formas, estética, ergonomia e materiais.

No futuro, pretendemos que as propostas de projetos sejam mais amplas, abertas a outros semestres e até mesmo outros cursos, como por exemplo, Arquitetura, cursos nas áreas de Biologia, Gestão e Negócios.

2.3 Desenhando a proposta

O planejamento se inicia pela construção do "Canvas" de Educação (MARQUES & NAVARRO, 2017), mostrado na figura 1 abaixo. Essa ferramenta visual é útil no alinhamento construtivo porque conecta aspectos ligados aos conhecimentos, habilidades e atitudes esperadas, as entregas e avaliações do projeto. Esse quadro geral é apenas o primeiro passo do planejamento.

Figura 1: "Canvas Educacional" do projeto



Fonte: Figura dos autores

A partir da visão geral do projeto, construído coletivamente, temos uma melhor visão para estabelecer com clareza os objetivos, aprendizagens esperadas e produto final esperado

Organização:



Realização:



(BIGGS, 2011). Esses aspectos (objetivos, aprendizagens e avaliações) são deixados claros aos alunos desde o início do curso, bem como a forma como eles serão avaliados.

2.4 Objetivos

- atenção à necessidade de planejamento;
- expansão do repertório e desenvolvimento do senso estético e da criatividade;
- propor inovações pelo estudo estético, morfológico, funcional ou estrutural de elementos da natureza;
- melhorar as competências de coleta e análise de dados;
- introduzir conceitos de Biomimetismo (ou Biomimética) como alternativa metodológica de desenvolvimento de projetos;
- promover práticas interdisciplinares.

2.5 Aprendizagens esperadas

Conhecimentos: Gestão e metodologia de projetos (Design Thinking, CDIO).

Habilidades: Observação crítica da natureza e percepção de soluções dos elementos observados, desenvolvimento de produtos.

Atitudes: Trabalho em equipes interdisciplinares.

Produto final esperado: Protótipo funcional ou conceitual baseado em biomimética.

Público alvo: Estudantes (3o. ou 4o. semestres): Design, Engenharia, Arquitetura.

Metodologia: Observação *in loco*, pesquisa bibliográfica e internet), *Design Thinking*.

2.6 O método do Projeto

Design Thinking é uma estratégia criativa para a concepção, projeto e "por a mão na massa" (LOCKWOOD, 2016). Neste curso, combinamos o *Design Thinking* ao método CDIO. Conceber- Desenhar (Projetar)- Implementar- Operar é uma abordagem educacional criado para cursos de graduação em Engenharia (CRAWLEY, 2001) mas que é facilmente adaptável a outros cursos de graduação e adotado como padrão em mais de 140 Universidades no mundo.

Por usar conceitos básicos de ciências para buscar soluções de problemas, o CDIO tem se mostrado ao mesmo tempo completo e simples de compreender por parte dos alunos (MADHAVAN, 2015).

Os projetos podem ser concebidos a partir de dois caminhos diferentes:

- Biologia para o design:* de um organismo ou estrutura natural, observar o que a natureza oferece e que tipo de problemas podem ser resolvidos. Como exemplo, podemos que a partir da observação de um tipo de planta que se prendia a certos tipos de materiais levou à ideia do velcro;
- Desafio à biologia:* de um problema específico, buscar a solução na natureza. Com a preocupação de impermeabilizar superfícies, pesquisas foram realizadas em resinas e outras substâncias que cobrem certas plantas, peles e pêlos de animais.

Nos dois casos é importante enfatizar aos estudantes a importância da observação e do método científico.

2.7 A agenda do projeto

Organização:



Realização:



Introdução (Fase 1): apresentação teórica sobre biomimética.

- Aula expositiva: Conceitos básicos de Biomimética, apresentação de casos.

Acompanhamento (Fase 2): Nesta etapa, que corresponde à fase de imersão no *Design Thinking*, estudantes são convidados a visitar um parque natural, observar, fotografar e fazer anotações, para então estruturar ideias (Figura 2).

- Detecção e definição do problema.
- Coleta de dados
- Análise de dados, apresentação e discussão com pares, usando a dinâmica "World Cafe" (Figura 3) (BROWN, 2007)
- Conceitualização: Com técnicas de cooperação de grupos (*Snowball*) estudantes criam, hipóteses, discutem e aperfeiçoam (ou reformulam) suas ideias.
- Desenho do produto

Figura 2: Estudantes visitam e fotografam uma estufa (à esquerda) e desenham a partir de modelos naturais (ao centro e à direita)



Fonte: Fotos dos autores

Prototipação (Fase 3)

- Confecção do protótipo
- Apresentação/Avaliação
- *Peer feedback*
- Documentação final e vídeo

Organização:

Realização:

Figura 3: Estudantes de Design e Engenharia discutindo ideias



Fonte: Foto dos autores

3. RESULTADOS (Alguns exemplos de trabalhos de alunos)

Telhado filtrante: Inspirados no mecanismo natural de filtragem de água, estudantes estão construindo um teto para coleta e filtragem da água da chuva. Há problemas estruturais e o alto custo, em compensação, o telhado filtrante regula a temperatura do ambiente, economizando energia.

Sistema de ventilação inspirado no cupinzeiro. Uma estrutura de ventilação que pode ser aplicada a edifícios que melhora a circulação de ar, reduzindo o uso de ar condicionado.

Mochila Ultrassônica: Inspirados nos morcegos, que se guiam por ondas de ultrassom, essa mochila tem emissores e detectores ultrassônicos acoplado às alças que avisa o deficiente visual a desviar de obstáculos.

Drone Semeador: Pássaros, abelhas e outros animais são responsáveis por espalhar sementes e pólen de plantas, facilitando sua reprodução. Um drone poderá fazer esse papel espalhando sementes e fertilizantes em culturas agrícolas e em locais de reflorestamento.

"Projeto Grilo": Usando a estrutura e articulações das patas dos grilos, um helicóptero pode pousar horizontalmente em superfícies irregulares.

3.1 Resultados Parciais

As posturas e soluções apresentadas pelos alunos foram bastante diversificadas, desde estudantes que não se aprofundaram ou não compreenderam a proposta até alunos que propuseram coisas muito conectadas ao estado da arte, e alguns com proposta mirabolantes e irrealizáveis, sendo, neste último caso, proveitosas no sentido do exercício mental, mas pouco práticas no sentido de realização.

A maior recompensa neste trabalho tem sido perceber a mudança que a proposta provocou na maneira de encarar os projetos, no sentido de buscar soluções reais a partir de necessidades reais, e a sua gestão, muito mais organizada e participativa.

Além disso, não é incomum observar que os estudantes se sentem positivamente pressionados buscando os próprios limites.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Organização:



Realização:



Neste primeiro semestre de 2018 foi efetivada a primeira experiência de Projeto entre cursos diferentes na Universidade. Como as áreas envolvidas (Engenharia, Design, Arquitetura) têm a cultura de realizar seus próprios projetos, a experiência anterior ajudou e facilitou a construção da proposta, bem como a elaboração do alinhamento construtivo dentro da perspectiva de um aprendizado que valoriza o pensamento científico e a pesquisa.

Podemos afirmar que os estudantes atingiram satisfatoriamente pelo menos 70% dos objetivos propostos, listados anteriormente. Mesmo aqueles alunos que de início eram mais refratários à proposta, acabaram por reconhecer o valor do trabalho em equipes interdisciplinares.

Este projeto pode ser revisado e facilmente adaptado a diferentes formatos, inclusive com módulos *on line*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AN, Tai Hsuan. **Sementes do cerrado e design contemporâneo**. PUC Goiás, 2009. Goiânia (Brasil).

ARRUDA, Amilton José Vieira.; **Bionic Basic: verso un nuovo modello di ricerca progettuale**. Tese (Doutorado em Desenho Industrial e Comunicação Multimídia) - Politecnico di Milano, Milão, 2002.

BENYUS, Janine M.; **Biomimicry: Innovation inspired by Nature**. New York: Harper Perennial, 1997.

BIGGS, J.; TANG, C. (2011) **Teaching for Quality Learning at University. What the Student Does**. Maidenhead: McGraw-Hill.

BIOMIMICRY 3.8 INSTITUTE. **Biomimicry Design Lens (A Visual Guide)**;
<https://biomimicry.net/the-buzz/resources/biomimicry-designlens/> (Acces Oct, 20th, 2017)

BROWN, Juanita; ISAACS, David. **World Café: Dando forma ao futuro pela conversação**. Editora Cultrix, 1ª Edição. 2007.

CRAWLEY, Edward F. **The CDIO Syllabus (A statement of goals for undergraduate Engineering Education)**. MIT - Department of Aeronautics and Astronautics. Jan, 2001.

LOCKWOOD, T.; **Design Thinking: Integrating Innovation, Customer Experience, and Brand Value**; Allworth Press; 2016.

Organização:



Realização:



MADHAVAN, G.. **Think Like an Engineer**; One World Ed.; 2016.

MARQUES, A. E. B. & NAVARRO, M. P.; **Canvas for Educational Projects**; In: Getulio Antero de Deus Jr. (Org.). *Alive Engineering Education: Transforming and Innovating Engineering Education*. 1ed. Goiania: UFG, 2017, v. 1, p. 287-294.

PINK, D. H.; **A Whole New Mind: Why Right-Brainers Will Rule the Future**; Riverhead Books, 2006.

RIBEIRO, Carlos Eduardo Dias. **Arquitetura, Design e Natureza**. Revista Integração no. 1 (XVI). 2010.

RIBEIRO, Carlos Eduardo Dias. **A Natureza no Processo do Design e no Desenvolvimento do Projeto**; Editora SENAI, 2014. São Paulo (Brasil).

SILVA FILHO, Roberto Leal Lobo. **Para que devem ser formados os novos engenheiros?** O Estado de São Paulo. São Paulo. Caderno Educação. 19 de fevereiro de 2012. Disponível em <http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,artigo-para-que-devem-ser-formados-os-novos-engenheiros,838027>. <Acesso em 23 de abril de 2018>

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **Estruturas da natureza: um estudo da interface entre biologia e engenharia**. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

WEENK, W., and M. VAN DER BLU. **PLEE Methodology and experiences at the University of Twente**. Chap. 3 in *Project Approaches to Learning in Engineering Education*. Sense Publishers, 2012.

BIOMIMICRY: NATURE APPLIED TO ENGINEERING AND DESIGN - AN INTERDISCIPLINARY PROJECT

Abstract: *In this paper we present the structure, development and evaluation of an interdisciplinary project involving teachers and students of Engineering and Design courses. The main focus is that students, through observation of nature, create new products or innovative solutions, working in teams composed of students from both courses. In addition, working on technical content in both areas, topics such as methodologies and project management are addressed, while reinforcing the skills required for 21st century*

Organização:



Realização:



professionals such as interdisciplinary team work and creativity. The project was structured through a process of constructive alignment, initially establishing the desired contents and competencies, planning, according to the objectives, the activities, deliveries and evaluations to be carried out..

Key-words: *Active Learning. Engineering Education . CDIO. Interdisciplinarity. Project-Approach Education.*

Organização:



Realização:

