



**Carmelo Di Bartolo
e il
Centro Ricerche IED**

Bionica e Design

esperienze memorabili
da 30 protagonisti

editor **Amilton Arruda**

**Peter North
Giovanna Arlotti
Sergio F. Grijalva
Gabriel Songel
Ado F. Eduardo Sesti de Azevedo
Miguel Ángel Mila
Maria Daniela Candia Carnevali
Fabrice Vanden Broeck
Tomàs Dorta
Massimo Lumini
Jimena Alarcón Castro
Marina Nova
Amilton José Vieira de Arruda
Pedro Maria Lozano Crespo
Giulio Ceppi
Silvia Pizzocaro
Carla Langella
Franco Lodato
Francisco de Assis Sousa Lobo
João Luís Silva Rieth
Paulo Bago D'Uva
Luís Roberto M. da Silveira
Fabio Giudice
Giorgio Grandi
Fernando Contreras Wood
Carlo Dameno
Matteo Ragni
Monica Ferrigno
Italo Renzo Menegon
Valentina Perricone
Gabriele Pontillo**

Blucher Open Access

**Carmelo Di Bartolo
e il
Centro Ricerche IED**

Bionica e Design

esperienze memorabili
da 30 protagonisti

editor **Amilton Arruda**

**Peter North
Giovanna Arlotti
Sergio F. Grijalva
Gabriel Songel
Ado F. Eduardo Sesti de Azevedo
Miguel Ángel Mila
Maria Daniela Candia Carnevali
Fabrice Vanden Broeck
Tomàs Dorta
Massimo Lumini
Jimena Alarcón Castro
Marina Nova
Amilton José Vieira de Arruda
Pedro Maria Lozano Crespo
Giulio Ceppi
Silvia Pizzocaró
Carla Langella
Franco Lodato
Francisco de Assis Sousa Lobo
João Luís Silva Rieth
Paulo Bago D'Uva
Luís Roberto M. da Silveira
Fabio Giudice
Giorgio Grandi
Fernando Contreras Wood
Carlo Dameno
Matteo Ragni
Monica Ferrigno
Italo Renzo Menegon
Valentina Perricone
Gabriele Pontillo**

Blucher Open Access



Série [designNATUREZA] ©

Ensaio sobre Design, Biônica e Biomimética

BIONICA E DESIGN

Carmelo Di Bartolo e il Centro Ricerche IED
esperienze memorabili da 30 protagonisti

© 2020 **Amilton Arruda** (organizzazione)

autori

Peter North | Giovanna Arlotti | Sergio F. Grijalva | Gabriel Songel
Ado Francisco Eduardo Sesti de Azevedo | Miguel Ángel Mila | Maria Daniela Candia Carnevali
Fabrice Vanden Broeck | Tomàs Dorta | Massimo Lumini | Jimena Alarcón Castro | Marina Nova
Amilton José Vieira de Arruda | Pedro Maria Lozano Crespo | Giulio Ceppi | Silvia Pizzocarò
Carla Langella | Franco Lodato | Francisco de Assis Sousa Lobo | João Luís Silva Rieth
Paulo Bago D'Uva | Luís Roberto Marques da Silveira | Fabio Giudice | Giorgio Grandi
Fernando Contreras Wood | Carlo Dameno | Matteo Ragni | Monica Ferrigno
Italo Renzo Menegon | Valentina Perricone | Gabriele Pontillo

Editoria Edgard Blücher Ltda

Progetto Grafico e Editoriale

Antônio Roberto | Amilton Arruda

Progetto Copertina

Studio Origini Steiner Associati

Foto Copertina

Carmelo Di Bartolo

Comitato Editoriale

Amilton J. V. Arruda
Antônio Roberto
Jonatas Eliakim
Theska Laila

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245 4º andar
04531-934 – São Paulo – SP – Brasil
Tel: 55 11 3078-5366
contato@blucher.com.br
www.blucher.com.br

É proibido a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem autorização escrita da editora

Todos os direitos reservados pela editora
Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Biônica e Design Carmelo Di Bartolo e il Centro Ricerche IED: esperienze memorabili da 30 protagonisti / Amilton José Vieira de Arruda (editor). -- 1. ed. São Paulo: Blucher, 2020.

400p.: il. color; 18x29,7cm
[designNATUREZA]: Ensaio sobre Design, Biônica, Biomimética.

Bibliografia
ISBN 978-85-8039-421-4 (impresso)
ISBN 978-85-8039-420-7 (elettronico)

1. Biônica 2. Desenho Industrial 3. Natureza (Estética) 4. Desenho (Projetos)
I. Arruda, Amilton José Vieira de. II Série.

20-0244

CDD 745.4

Índices para catálogo sistemático:
1. Desenho industrial - Bidesign

Sommario_

Prefazione: *Carmelo Di Bartolo*

Emanuele Soldini - IED Italia

Introduzione: *Amilton Arruda - Lab Biodesign/UFPE*

Capitolo 01 **[Ruidos y nueces en el camino del diseño. Conversación con Peter North 2008]**
Peter North

Capitolo 02 **[Elogio della lentezza]**
Giovanna Arlotti

Capitolo 03 **[Trabajando en ambientes exóticos]**
Sergio F. Grijalva

Capitolo 04 **[Biónica: hacia la ciencia del diseño]**
Gabriel Songel

Capitolo 05 **[Caminhos Projetivos]**
Ado Francisco Eduardo Sesti de Azevedo

Capitolo 06 **[En la espiral del mundo: Re-pensando il proyecto con Carmelo Di Bartolo]**
Miguel Ángel Mila

Capitolo 07 **[I “brevetti” della natura: design, natura ed ecosostenibilità]**
Maria Daniela Candia Carnevali

Capitolo 08 **[La naturaleza como maestra]**
Fabrice Vanden Broeck

Capitolo 09 **[La enseñanza de la biónica en diseño industrial y de interacción: El Taller de Co-Diseño y Biónica]**
Tomás Dorta

Capitolo 10 **[“Design Come” l’esperienza IED del dipartimento di Design per l’Artigianato a Cagliari]**
Massimo Lumini

Capitolo 11 **[El natural legado de Carmelo Di Bartolo a la cultura del proyecto en Concepción, Chile]**
Jimena Alarcón Castro

Capitolo 12 **[Come ho vissuto al CRIED]**
Marina Nova

Capitolo 13 **[Crescimento e aprendizagem continua: 30 anos depois]**
Amilton José Vieira de Arruda

Capitolo 14 **[Un tributo a Carmelo Di Bartolo]**
Pedro Maria Lozano Crespo

Capitolo 15 **[Dedicato a Carmelo: il design che esplora è solo di coloro che esplorano il design]**
Giulio Ceppi

Capitolo 16 **[La ricerca guarda alla natura: analogie, modelli, confronto]**
Silvia Pizzocaro

Capitolo 17 **[Complicità Bioniche]**
Carla Langella

- Capitolo 18 **[Design and Bionic]**
Franco Lodato
- Capitolo 19 **[CRIED: vivência e fundamentação na construção de um pensar sobre design]**
Francisco de Assis Sousa Lobo
- Capitolo 20 **[Una Lezione di Vita]**
João Luís Silva Rieth
- Capitolo 21 **[Um Master entre Samambaias e Kinders-surpresa.]**
Paulo Bago D'Uva
- Capitolo 22 **[Esperienze italiane]**
Luis Roberto Marques da Silveira
- Capitolo 23 **[Riflessi di bionica in un percorso attraverso il progetto dell'ambiente artificiale]**
Fabio Giudice
- Capitolo 24 **[Adamo è morto. Cy-born life vs Bio-aptic environments]**
Giorgio Grandi
- Capitolo 25 **[De peluquero a chef]**
Fernando Contreras Wood
- Capitolo 26 **[Il design su due binari]**
Carlo Dameno
- Capitolo 27 **[L'uomo bionico]**
Matteo Ragni
- Capitolo 28 **[Scelta naturale]**
Monica Ferrigno
- Capitolo 29 **[La bionica. Infinita risorse creativa]**
Italo Renzo Menegon
- Capitolo 30 **[Ricerca biologica e ibridazione metodologica con il design]**
Valentina Perricone & Gabriele Pontillo

Il progetto è un racconto di relazioni.

Carmelo Di Bartolo

Guadalajara, Jalisco. Mexico, novembre 2019

Da fine luglio, sto vivendo un semestre al TEC di Monterrey nel campus di Guadalajara. Dopo circa 10 anni di visite annuali per brevi periodi di insegnamento ed essere stato, nel tempo, testimone di un modello educativo di grande eccellenza, dinamico, aperto ai cambiamenti sociali culturali e economici, sfociato proprio quest'Anno Accademico nei nuovi programmi: TEC21, proiettato al 2030.

Roberto Iñigo, Decano nazionale della Escuela de Arquitectura, Arte y Diseño è il mio riferimento principale. Con Roberto abbiamo lavorato insieme a Milano e Torino in un programma internazionale in **Advanced Design** che avevo, in Design Innovation, progettato e realizzato per Fiat Auto dal 1998 al 2005. Da qui premesse e riflessioni su metodologie e valori nei processi avanzati nel design che aiutano a gestire la complessità dei processi. Roberto ha poi perfezionato i suoi studi, su questi argomenti, alla Università Politecnica di Valencia, Spagna con un Master e un successivo Dottorato.

Qualche tempo fa incontrai, a Milano, **Prof. Amilton Arruda** in viaggio dal Brasile, per Italia, Portogallo e Spagna. Amilton era stato studente al Master in Bionica e Design nel 1990 ed avevamo lavorato insieme al CRIED.

In quella occasione mi aggiornò sulle sue ricerche, parlammo di tanti ricordi, di tanti progetti futuri. Mi regalò gli ultimi libri che aveva curato.

Gli parlai di un libro su cui sto lavorando, negli ultimi due anni, con **Carla Langella**, sui 40 anni di progetti e ricerche che ho avuto modo di sviluppare in diversi ambiti con l'approccio della Bionica e Design. Questo periodo riassumerà i lavori sviluppati per 20 anni al **CRIED**, Centro Ricerche Istituto Europeo di Design a Milano e per 20 anni in **Design Innovation** sempre a Milano.

In tutti questi anni ho avuto il privilegio di lavorare con tantissimi colleghi e collaboratori con cui ho avuto l'opportunità di inseguire e fare ricerche con progetti belli e utili e visionari. *Sono stati anni straordinari!*

In ogni attività c'è stata l'ambizione di disegnare percorsi innovativi, ed è stato possibile grazie e solamente dal contributo che ogni componente al team di progetto, nelle varie occasioni, ha contribuito aggiungendo valore.

Diverse discipline; umanistiche, tecniche, economiche; diverse nazionalità, culture, religioni. Un solo interesse: affrontare nuove visioni di futuro, condividere conoscenze, stabilire nuovi approcci e metodi di lavoro. Ma la cosa che ha determinato l'ecosistema di ogni gruppo è stato l'onestà intellettuale, la generosità, stima reciproca diffusa e non per ultimo il divertimento.

Amilton, proponeva di fare lo stato dell'arte, seppur limitato a un piccolo gruppo, di un periodo: il **Master in Bionica e Design** del CRIED. Da qui questo libro ci aggiorna sul percorso ed **esperienze memorabili di 30 protagonisti**. Dagli studi iniziati al Master, allo sviluppo delle proprie attività professionali di ricerca e accademiche.

Avevo istituito al CRIED un Master biennale in Bionica e Design che ha avuto inizio nel 1986 ed è proseguito per **14 edizioni**, terminando nel 2000. Durante questo periodo, insieme a studenti, ricercatori internazionali, tecnici, imprese nazionali e multinazionali, abbiamo sperimentato e creato le premesse per una progettualità innovativa, transdisciplinare in diversi settori del design.

La **Bionica applicata al Design**, lo studio delle strutture naturali attraverso modelli analogici, ci ha permesso di vivere momenti di fertilizzazione incrociata, un modo nuovo di relazionarsi al progetto, di creare una grammatica comune, trasversale alle discipline, determinato una vera "scuola" nel modo di apprezzare il progetto e affrontarne i passaggi in modo credibile e sostenibile.

La mia formazione non convenzionale, mi ha permesso di iniziare percorsi non ortodossi, dando la priorità all'approccio intuitivo e sperimentale. Devo ringraziare i molti collaboratori e colleghi di prima istanza che hanno avuto la determinazione, costanza e capacità di mettere in ordine le tante "schegge", tentando la sistematicità e il metodo. Tra questi voglio ricordare **Carlo Bombardelli, Giovanna Arlotti, Sergio Grijalva, Riccardo Zarino, Carlo Dameno**.

Devo ricordare, con grande riconoscenza **Roberto Lucci**, mio mentore, che da professore prima e amico dopo mi ha guidato con grande generosità nei primi passi di impostazione dei miei interessi, nei processi del basic design, facilitandomi sempre contatti e opportunità. Devo a lui gli incontri generativi con **L'Arch. Renzo Piano**, il **Prof. Elmer Ray Pearson** del IIT di Chicago nel, **del Prof. Elvio Bonollo** del RMIT di Melbourne.

I consigli, suggerimenti e referenze che ho ricevuto in questi incontri, mi hanno permesso di effettuare, dal 1978 al 1986, vari viaggi di studio e incontri, determinanti per alimentare le mie conoscenze.

Ricordo con grande piacere gli incontri a New York con il **Prof. Ing. Mario Salvadori** della Columbia University, **L'Arch. Beppe Zambonini** della Yale University e il **Prof. Haresh Lalvani** del Pratt Institute. Il **Prof. Ing. Sergio Musmeci** della Università Sapienza, Roma. Mi hanno introdotto alla teoria delle strutture e alle geometrie costruttive.

Andrè Vanden Broeck, padre di Fabrice, mi ha dato l'onore di condividere la sua biblioteca in South Otselic NY e avermi presentato il Prof. John Fitchen della Colgate University, autore del libro: "**The Construction of the Gothic Cathedrals**". Mi ha fatto capire che per fare innovazione devi inventarti gli strumenti.

Il **Prof. Frei Otto**, IL Institute, dell'Universitatt Stuttgart, il **Prof Keith Crithlow** della AA Architectural Association School London, il **Prof.Z.S.Makowski**, del Surrey University. Mi hanno introdotto alle strutture leggere in architettura.

Il **Prof. Edward Zagorski** e il **Prof. Peter North**, Illinois University at Champaign-Urbana, Il **Prof. Rino Petrini** della University of Houston. Mi hanno fatto capire i primi approcci tra Design e Sostenibilità.

Il **Prof. Werner Nactigall**, della Saarland University e il **Prof Enrico Urbani**, della Sapienza Università, Roma.

Mi hanno spiegato e condiviso le loro ricerche in Biologia tecnica e Bionica, dal rigore scientifico e sperimentale.

La frequentazione sistematica di Orti Botanici, le ricerche sulle geometrie delle **Scabiosa Caucasica** al **Kew Garden** di Londra. Mi hanno aperto alla relazione tra strutture naturali e modelli bionici.

Il **Dott. Enrico Banfi** del Museo di Storia Naturale di Milano, Il **Prof. Marco Ferraguti** e la **Prof.ssa Daniela Candia** della Università Statale di Milano, **Franco Testa** Illustratore Naturalista, **L'Arch. Camillo Pennisi** e **L'Arch, Aldo Montù**. Mi hanno aiutato a comprendere le basi della **Crescita e Forma** negli organismi naturali.

Queste prime esperienze, contatti, letteratura scientifica, buone pratiche e modelli sperimentali mi hanno permesso, non senza incoscienza, la condivisione con gli studenti e ricercatori del **Master in Bionica e Design**. Quello che ne è scaturito è patrimonio comune.

Da questa esperienza, altri percorsi di ricerche e progetti si sono sviluppati nel tempo sino ai giorni nostri.

Ringrazio **Amilton** che ha curato, con tenacia, questo libro facendo emergere e ordinando le memorie di 30 colleghi/amici. Quasi un gruppo "*qualitativo*" che in qualche modo rappresenta, per nazionalità e temporalità, tutti i partecipanti delle varie edizioni del master. Lo ringrazio anche per aver deciso di lasciare i testi in lingua originale.

Ringrazio gli **Autori** di questo libro, per la loro generosità nel riportare la propria evoluzione progettuale che abbiamo condiviso. Questo ritorno al "futuro" mi crea molta emozione. Vi sono grato. Auguro a tutti loro un futuro ricco di nuovi sogni, sfide e bellezza.

Lascio per ultimo il ringraziamento a **Francesco Morelli**, Fondatore e Presidente dell'**Istituto Europeo di Design**. Senza la sua visione, sostegno, condivisione, non avrei potuto pensare al Centro Ricerche Strutture Naturali, poi CRIED e non avremmo potuto iniziare questa magnifica esperienza.

Lo conobbi nel 1973 e da allora abbiamo lavorato insieme, con grande complicità, per 25 anni.

Ci eravamo visti, dopo tanto tempo, alla Triennale di Milano il 19 ottobre del 2017 in occasione del 50 anniversario di IED. Mi prese sottobraccio, come era solito fare, spingendomi verso un punto poco affollato, mi disse, tu... ridendo, che mi avrebbe offerto un bicchiere di acqua. In pochi minuti si sincerò che stessi bene, si informò dei miei figli, Francesco e Irene, mi salutò con un abbraccio. Ritornammo con gli altri per una foto, venuta mossa. Ci lasciò il mese dopo.

Grazie Presidente.

Bionica & Design, a Carmelo Di Bartolo.

Mi riceve nel suo ufficio al terzo piano di Piazza Diaz a Milano. Ci vado per capire che cosa sia una scuola di design su consiglio di un'amica. Mi sto guardando intorno dopo tre anni di vita in campagna di cui uno, sofferto, come studente di Ingegneria. Negli ultimi mesi ho letto qualcosa, un libro di Munari... uno sul Bauhaus, sfoglio riviste e mi guardo intorno curioso, attratto dall'idea di inventare oggetti, di immaginarli e poi produrli. Non so altro.

Mi siedo mentre lui traffica in piedi vicino ad una libreria piena di scatole di cartone ordinate, il tavolo ingombro di pile e pilette di carte, libri e quaderni per appunti. Si tira su le maniche del maglione fino ai gomiti con un gesto che poi gli vedrò fare mille volte e mi dice "Quando ti viene un'idea devi subito appuntarla, fare uno schizzo, segnarti le cose importanti. Non devi mai buttare via nulla. Magari non subito ma prima o poi la potrai recuperare e la userai in un'altra situazione. Per questo vedi tutti questi appunti sul tavolo". Ovunque nella stanza modellini di cartone, di poliplate o di stecchini di legno che rappresentano volumi geometrici; fogli di carta piegati a fisarmonica, fili di ferro che disegnano forme curve e poi eliche, pezzi di cose, strumenti per disegnare, giochini di metallo, conchiglie, semi aerei, semi comuni e frutti essiccati, gusci, steli, rami e foglie... un'accozzaglia di "resti" raccolti ovunque dalla terra e dal mare: sembrano scarti dell'uomo e della natura senza apparente criterio, senza un ordine logico per chi come me nulla ne sa di design e ricerca. Forse questo signore colleziona cose che trova e le raccoglie in questo piccolo souk.

Così il mio primo contatto con Carmelo Di Bartolo allora Coordinatore del corso di Industrial Design di IED Istituto Europeo di Design e fondatore del CRSN, Centro Ricerche Strutture Naturali, poi divenuto IED Centro Ricerche, un vero nucleo di ricerca che già nel 1980 si occupava di ricerca bionica, di sostenibilità e minimo impatto energetico, analizzando le forme le geometrie strutturali e i modelli di crescita della natura per derivarne principi e regole per una progettazione umana consapevole.

Una prospettiva diversa raccontata da un grande visionario che ha insegnato a tutti noi studenti a guardare il mondo nelle sue più naturali manifestazioni per capire il funzionamento vero delle cose. Sono passati 39 anni da quella mattina. Non sapevo certamente che l'ingresso in quell'ufficio mi avrebbe cambiato la vita.

Oggi IED è diventato un grande network di scuole di design a matrice totalmente italiana, con le sue 11 sedi in Italia, Spagna e Brasile, diecimila studenti e una comunità di più di 120mila Alunni provenienti da tutto il mondo e ha raggiunto questo sviluppo anche grazie a quel signore che raccoglieva pezzi di natura.

Questo libro rende omaggio a una persona, un ricercatore, un designer che ha dato tanto alla nostra Istituzione contribuendo alla formazione di intere generazioni di designer innamorati del proprio mestiere.



Emanuele Soldini
Direttore IED Italia

"Un sogno che sogni da solo è solo un sogno che sogni da solo, ma un sogno che sogni insieme è realtà" (Raul Seixas, Prelúdio, 1974)

Molte persone attribuiscono la frase che ha dato origine alla musica di Raul Seixas al cantante John Lennon. In effetti, il musicista inglese l'ha fatta conoscere in tutto il mondo, ma l'ispirazione è venuta da un passato più distante, più precisamente dal XVII° secolo. A quel tempo, il grande romanziere spagnolo Miguel de Cervantes scrisse "Don Chisciotte de La Mancha", da cui il messaggio ha avuto origine, un'opera che unisce fantasia e realtà ed è considerata uno dei migliori capolavori della letteratura di tutti i tempi. Indipendentemente dal modo in cui questa frase è arrivata a te e me, sia attraverso la canzone di Raul Seixas, la citazione di John Lennon, sia il lavoro di Miguel de Cervantes, l'importante è il messaggio che dà.

Il sogno [progetto] di questo libro è nato un anno e mezzo fa.

... una mattina molto presto, vedendo l'alba alle 6:00 del mattino, da una finestra che guardava di fronte al Vesuvio ... sì, ero a Napoli, una carissima amica napoletana mi disse la sera prima: "*non riuscirai a smettere di guardare l'alba, non c'è vista e paesaggio più belli di così...*" Ci sono voluti più di un anno e mezzo perché il sogno potesse accadere. Un sogno che ha affrontato alcune difficoltà e piccole tempeste [grazie a Dio nessuna eruzione], perché sicuramente è stata una bellissima idea da distruggersi. Ciò che meglio definisce la traiettoria di un ricercatore è forse la curiosità e il costante desiderio di fare le cose. Per questo, è necessario ed essenziale realizzare, costruire e andare avanti, indipendentemente dalle dimensioni e dalla proporzione delle difficoltà e dei successi che affrontiamo.

Per tutto ciò che facciamo abbiamo una motivazione. Ciò che ci ha motivato in questi mesi in questo intenso e delizioso progetto è stato senza dubbio un invito ai colleghi del master di bionica [a proposito, tutti hanno immediatamente accettato], a scrivere insolitamente dei 40 anni di attività creativa del nostro amico, confidente, insegnante e maestro Carmelo Di Bartolo. Naturalmente, lasciando la totale libertà espressiva affinché ognuno potesse usare le proprie narrative e i migliori linguaggi verbali e visivi per descrivere la sua memorabile esperienza con Carmelo Di Bartolo e, di conseguenza, le nostre esperienze di coesistenza nel CRSN, che in seguito divenne Centro Ricerche IED. Una narrativa dedicata direttamente alla figura umana di Carmelo e una seconda narrativa sotto forma di articolo scientifico, saggio, progetto, attività professionale. Voglio sottolineare una breve e necessaria spiegazione: perché trenta protagonisti e perché questi ospiti protagonisti.

Tra le diverse centinaia di professionisti e collaboratori che hanno avuto la piacevole opportunità di condividere le conoscenze del prof. Di Bartolo, ho dovuto cercare nel mio database [personale HD], quali colleghi professionisti e in particolare quei protagonisti dell'insegnamento [condividiamo gli stessi ideali, seminati dal maestro], colleghi dei quali ho un costante rispetto e una relazione professionale proficua e anche colleghi che hanno condiviso attività comuni negli ultimi 30 anni. Ho la consapevolezza che questo libro sarebbe quasi inesauribile [in termini di figure umane], data la proporzione di persone che hanno avuto questo enorme privilegio, di godere della gentilezza e generosità del prof. Carmelo.

Un secondo punto importante di questo libro è l'uso di diverse lingue e diversi linguaggi - [che ammetto di aver copiato dal prof. Carmelo], poiché la sua immensa capacità di comunicare non si limita alla conoscenza linguistica [dicevamo sempre: Carmelo si fa sempre capire, se non parla una certa lingua, non è un problema, lui la gesticola e imita le sue parole] – questo ci ha fortemente motivati, nel senso che manteniamo lo stesso "**spirito di Bartolo**" nel parlare e scrivere.

Pertanto, cari lettori, nei seguenti capitoli troverete testi scritti dagli autori nella loro lingue madri. Crediamo in questa coerenza, perché per un cittadino e un essere del mondo, dopo 40 anni di intense giornate di seminari, lezioni e conferenze per far germogliare i frutti in tutti i modi, una semplice traduzione è una limitazione. Essere in grado di scrivere, comunicare e farsi capire nelle nostre lingue è un dono naturale che non dovremmo mai abbandonare. Questo libro non vuole essere un classico testuale altamente scientifico e filosofico. Ma soprattutto una raccolta breve, ma significativa, di molteplici narrative, esperienze e approcci alla vita. Il nostro interesse come curatore non si limita esclusivamente sui temi del progetto e della bionica, ma soprattutto sulla trasversalità degli approcci e delle esperienze di vita vissute. Questo, credo piamente, essere per i giovani uno stimolo e un modello sempre da perseguire, e saperne davvero che un giorno c'era una "scuola" [di cui siamo partecipanti] in questa incessante ricerca di un nuovo modo di pensare e agire. Non possiamo nemmeno dire che era una scuola di pensiero creativo, o una scuola di studi in bionica o qualcosa di simili. Ma sicuramente possiamo affermare e confermare attraverso le testimonianze descritte: [questa esperienza memorabile è stata "una scuola per la vita"].

Grazie al prof. Di Bartolo, per la sua grandezza e generosità verso queste persone. Ciò che è stato fatto e realizzato in questi 40 anni non è stato niente di più importante che aprire il tuo cuore a tutti noi.

Molti colleghi hanno lavorato con me nel preparare questo libro. Devo menzionarne alcuni: il mio dottorando **Antônio Roberto**, che negli ultimi otto mesi della sua vita ha instancabilmente perso notti e notti dal calore della sua casa e della sua bellissima figlia piccola, per dedicarsi all'attività estenuante di diagrammi e trasformare questo bellissimo lavoro in un libro serio e graficamente dettagliato. Senza questo supporto di **Antônio Roberto** non saremmo sicuramente qui oggi; **Carla Langella**, sempre entusiasta del patrimonio scientifico-culturale del nostro maestro Carmelo [*era sua la frase del Vesuvio*]; dalla giovane biologa **Valentina Perricone**, in piena gioventù è stata in grado di dedicarsi con tanto entusiasmo alle questioni della bionica [*mi fa rivivere e ricordare trent'anni fa*]; al grande amico **Miguel Ángel Mila**, abile curioso e studioso in Leonardo da Vinci [*forse ciò che ci unisce alla persona*] e senza dubbio il primo a cui ho consultato questa assurda idea e anche il primo ad inviare il suo materiale, sempre disponibile a realizzare cose comuni; **Gabriel Songel**, un amico e compagno di studi, anche uno dei primi riferimenti in bionica che ho avuto in Europa [*ho quasi fatto la mio dottorato di ricerca a Valencia*]; la mia studentessa di dottoranda **Theska Laila**, una studiosa bionica e una grande organizzatrice e curatrice della mia ricerca, scrittura e libri, anche lei ha dato molto per questo libro, grazie di cuore Theska; ai miei due figli **Felipe e André Arruda**, che hanno incontrato e vissuto con Carmelo dove hanno avuto una devota attenzione a questi piccoli, che hanno giocato sottoterra nel CRSN con la collezione di miniature e artiglieria del prof. Di Bartolo. Ancora oggi quando parlo con Carmelo mi chiede: *come sta Pippo?* Si dice che se non possiamo prenderci cura dei morti, non sapremo mai come prenderci cura dei vivi. Quindi ovviamente non potevo non menzionare le persone che ho avuto in questa giornate della vita che sono già partite: la mia ex compagna **Helem Olimpia - Lana**, che mi ha fatto esperienza e mi ha supportato in tutto ciò che ho fatto durante il mio soggiorno in Italia. Sempre felice, allegra e motivata, senza dubbio un grande guerriera. Possa Dio tenerla sempre con gioia e con tutti noi; a mio fratello italiano Ricardo Zarino - *ricardenge* per il desiderio di rompere insieme nuovi orizzonti, da cui abbiamo iniziato una grande amicizia sempre per conto di Di Bartolo che mi presentò all'epoca come direttore IED Torino. All'inizio, come con la maggior parte degli italiani che conoscono un brasiliano [*a prima vista molto freddo e serio*], ma un invito ad andare a casa mia e prendere un caipirinha per sbloccarsi. Questa versione molto piacevole è durata quasi 20 anni di intensa amicizia, rispetto reciproco, compagnia e professionalità. Credo che queste ispirazioni e riconoscimenti siano presenti in molte opere.

Volevo anche poter condividere con tutti coloro che in un modo o nell'altro, direttamente o indirettamente, hanno contribuito fisicamente e spiritualmente alla realizzazione di questo sogno. Ha una frase di **José Datrino**, meglio noto come **Profeta Gentilezza**, lui francese, che divenne noto per aver fatto iscrizioni particolari sui pilastri del viadotto del gasometro a Rio de Janeiro, e divenne una specie di personalità, quella frase viralizzata in camicie, spille e tutto il resto: [**la gentilezza genera gentilezza**]. Ciò che stiamo presentando ora non è altro che il risultato di questa gentilezza con cui ho avuto il piacere di vivere e ricevere da tutti voi, poiché è nella gentilezza dove risiede la vera fonte della creazione.

Questo libro è stato anche costruito dalla coltivazione e dalla convivenza di molti amici e insegnanti che non hanno mai conosciuto questa idea, ma i loro pensieri, insegnamenti e atteggiamenti di generosità hanno sempre fatto una presenza spirituale importante e vera nella mia vita. Spero presto che questo libro arrivi nelle vostre mani. Forse questo è l'omaggio più sincero ed equo che intendo fare. Ai maestri, compagni e amici con grande affetto:

Carmelo Di Bartolo, Clóves Eraldo de Luna Parisio, Aldo Montú, Attilio, Marcolli, Carlos Righi, Luiz Vidal de Negreiro Gomes, Lucio Orlandini, Carlo Bombardelli; Paulo Roberto Silva, Solange Coutinho, Marcos Alecrim, Giovanni Anceschi, Fabrice Vanden Broeck, Marcelo Farias, Ethel Leon, Germana Araújo, Eduardo Araujo (Belô), Marcelo Soares, Michelle Capuani, Guido Lanci, Marcelo Resende, Ângelo Marcos, Agnaldo Fernandes, Gui Bonsiepe, Álvaro Guilherme, Freddy VanCamp, Prof. Eddy (Aurisnede Pires); Reginaldo Esteves (in memoria); Mari Barroero, Ilem Martins, Audísio Costa, Jose Merege, Jailton Guilherme, Renato Cabral, Arlene Vieira Silva (minha mãe), Lucy Niemeyer, Lia Monica (in memoria); Dr. Carlos Anselmo (irmão), Rodrigo Balestra, Tai Hsuan-an, Gildo Montenegro, Eduardo Blücher, João Roberto do Nascimento (peixe), Roberto Verschleisser; Alex Mont'elberto, Ivan Assumpção (in memoria); Emília Duarte, Miguel Vieira, Moisés de Jesus, Maria Augusta Arruda, Vicente Carvalho, Cayetano Cruz Garcia, Rui Roda, Massimo Lumini, Jorge Lino, Alessandro Manetti, Federico Hess, Carlos Duarte, Ana Maria de Moraes (in memoria), Ivens Fontoura, Paulo Cesar Ferrolli, Lisiane Librelotto, Ney Robinson, Itamar Ferreira, Danilo Emmerson, Solon Casal, Christian Ullmann, Walter Correia, Ana Margarida Ferreira, Luis Carlos Paschoarelli, Célio Teodorico, Francisco Brennand, Ney Dantas, Fernando Moreira da Silva, Maria Helena Estrada (in memoria).

Naturalmente non potevo non ringraziare il supporto e la fermezza del **Dipartimento di Design di UFPE** e di tutti i colleghi insegnanti che mi hanno permesso di continuare in Portogallo per finire questo libro, in particolare ai **Prof. Silvio Barreto Campelo** e **Walter Correia** e la nostra cara assistente Yslla Duarte per l'affetto e la dedizione nell'affrontare il mio processo burocratico, senza che questo non potesse finire affatto questo libro; ringrazio **CNPq** che indirettamente attraverso la mia borsa di studio post-dottorato (2018/2019) mi ha permesso di riflettere in qualche modo su questo libro e di finalizzarlo più facilmente - un riconoscimento che la ricerca viene effettuata con tempo, risorse e dedizione -. Grazie **Prof. Jorge Lino** per l'apertura e i contatti con UPorto e SPM, rendendo il mio soggiorno a Porto efficace e collaborativo; grazie al **profa. Emilia Duarte** coordinatrice di UNIDCOM / IADE, la mia prima casa in Portogallo nel programma post-dottorato, per la collaborazione efficace e fruttuosa su alcuni temi di design e bionici; per ringraziare il **maestro Jose Manoel** di VizelGrafica qui a Vizela, per l'immenso affetto con cui ha accolto con piacere stampare questo libro qui in Portogallo; ringraziare al amico **Eduardo Blücher** e suo team editoriale per assumere la curadoria in piattaforma Open Access e scheda catalográfica; i nostri immensi ringraziamenti a IED Italia (forse la prima casa di conoscenza dei nostri autori), nella persona del direttore Emanuele Soldini, che ha immediatamente accolto con favore la presentazione e la stampa di questo libro; ringrazio la pazienza e la dedizione di tutti i miei maestri e dottorandi (**Thamires Clementino, Isabela Morini, Theska Laila, Rodrigo Barbosa, Antonio Roberto, Tarciana Andrade, Lorena Braz, Eddy Souza, Marcelo Vicente, Luiz Valdo**) nell'accettare la continuità del nostro apprendimento a distanza senza perdere la puntualità e la spinta costante; e infine mia moglie **Alexandra Arruda** e la cucciola **Marianna Arruda**, per aver accettato la mia assenza da questa vita quotidiana come marito e padre, nella certezza che avremo giorni migliori.

Mille grazie e gratitudine a tutti coloro che ci hanno creduto. Credo veramente che [credere è fare].
La vita continua con un nuovo ciclo che inizia.



Prof. Amilton Arruda
editor e coordinatore LAB Biodesign

Introdução_

«Um sonho que se sonha só, é só um sonho que se sonha só, mas sonho que se sonha junto é realidade» (Raul Seixas, Prelúdio, 1974)

Muitas pessoas atribuem a frase que deu origem à música de Raul Seixas ao cantor John Lennon. Realmente, o músico inglês fez com que ela se tornasse mundialmente conhecida, mas a inspiração veio de um passado um pouco mais distante, mais precisamente do século XVII. Naquela época, o grande romancista espanhol Miguel de Cervantes escrevia “Dom Quixote de La Mancha”, uma obra que reúne fantasia e realidade e é considerada como a melhor do gênero ficção de todos os tempos, que é de onde a mensagem se originou.

Independentemente da maneira com a qual essa frase chegou até mim e você, se foi através da canção de Raul Seixas, da citação de John Lennon ou da obra de Miguel de Cervantes, o importante é a mensagem que ela passa.

O sonho [projeto] deste livro nasceu um ano e meio atrás...

Numa manhã, muito cedo, ao ver o nascer do dia às 06:00 da manhã, em uma janela, olhando de frente para o Vesúvio... sim, eu estava em Nápoles e uma cara amiga napolitana me disse na noite anterior: “*não deixe de olhar o dia amanhecer, não existe vista e paisagem mais linda do que essa...*”. Demorou mais de um ano e meio para o sonho acontecer. Um sonho que enfrentou algumas dificuldades e pequenas tempestades [a Deus, nenhuma erupção], pois, seguramente, era uma ideia muito bela para naufragar.

O que melhor define a trajetória de um investigador, talvez, seja a curiosidade e vontade constante de fazer coisas. Para isso é necessário, e acho fundamental, realizar, construir e seguir adiante, não importando a dimensão e proporção das dificuldades e acertos que nos deparamos.

Para tudo que fazemos temos uma motivação. O que nos moveu durante esses meses, neste intenso e delicioso projeto, foi sem dúvida um convite a colegas de jornada biônica [diga-se de passagem, todos aceitaram de imediato], para inusitadamente escreverem sobre os 40 anos de atividade criativa de nosso amigo, confidente, professor e maestro Carmelo Di Bartolo. Naturalmente, deixando em total liberdade literária que cada um usasse de suas narrativas e melhores linguagens verbais e visuais para descrever como se deu essa experiência memorável com Carmelo Di Bartolo e, por consequência, nossas experiências e convivências com o CRSN, que depois veio a se transformar em Centro Ricerche do IED. Uma narrativa dedicada diretamente à figura humana do Carmelo e uma segunda narrativa em forma de artigo científico, ensaio, projeto, atividade profissional.

Desejo pontuar uma necessária e breve explicação: a razão de trinta protagonistas e porquê esses protagonistas convidados. Entre as várias centenas de profissionais e colaboradores que transitaram e tiveram a grata oportunidade de partilhar dos conhecimentos do prof. Di Bartolo, tive que buscar, em meu próprio banco de dados [HD pessoal], quais colegas profissionais, sobretudo aqueles protagonistas docentes [que comungam dos mesmos ideais, semeados pelo maestro], colegas por quem nutro de um contínuo respeito e relação profissional, e também colegas que partilharam atividades comuns nos últimos 30 anos. Tenho a devida consciência e sabedoria que este livro seria quase que inesgotável [em termos de figuras humanas], dada a proporção de pessoas que também tiveram o enorme privilégio da grata gentileza e generosidade do prof. Carmelo.

Um segundo ponto importante deste livro [que admito ter copiado do próprio prof. Carmelo] é a imensa capacidade de se comunicar, não se limitando ao conhecimento linguístico restrito [dizíamos sempre: Carmelo se faz entender sempre, se não fala uma determinada língua ele gesticula e mimetiza com as mãos as palavras], o que nos motivou fortemente, no sentido de mantermos o mesmo “espírito Di Bartolo” de falar e escrever.

Portanto, caros leitores, vocês encontrarão, nos capítulos que se seguem, textos escritos pelos autores em nossas línguas mães. Acreditamos nessa coerência, pois para um cidadão e um ser do mundo, após 40 anos de intensa jornada a semear e fazer germinar frutos em todos os confins, não nos limitemos a fazer traduções. Poder escrever, se comunicar e se fazer entender em nossas próprias línguas é um dom natural que não devemos jamais abandonar.

Este livro não pretende ser um clássico de textos altamente científico e filosófico, mas sobretudo ser uma breve, porém significativa, coletânea de múltiplas narrativas, experiências e abordagens sobre a vida. Nosso interesse como editor não se foca exclusivamente sobre os temas do projeto e da biônica, mas principalmente na transversalidade de abordagens e experiências de vida. Isso sim, acredito ser para os jovens um estímulo e modelo a ser perseguido, e verdadeiramente sabermos que um dia existiu uma “escola” [da qual somos participantes], na incessante busca de uma nova forma de pensar e agir. Não

podemos nem mesmo dizer que se tratou de uma escola de pensamento criativo, ou uma escola de estudos em biônica ou coisa semelhante.

Mas, certamente, todos podemos afirmar e confirmar através dos testemunhos descritos: *[essa experiência memorável foi “uma ESCOLA para a vida”]*.

Obrigado ao prof. Di Bartolo, pela sua grandiosidade e generosidade com essas pessoas. Do que foi feito e realizado nesses 40 anos, nada foi mais importante do que abrir seu coração para com todos nós.

Muitos colegas batalharam comigo para que esse livro ficasse pronto. Preciso mencionar alguns deles: meu doutorando **Antônio Roberto**, que nos últimos oito meses de sua vida, incansavelmente, perdeu noites e mais noites do aconchego de seu lar e da sua linda filhinha, para se dedicar a exaustiva atividade de diagramar e tornar esta belíssima obra em um livro sério e graficamente detalhado. Sem esse apoio do **Antônio**, seguramente não estaríamos hoje aqui; a **Carla Langella**, sempre entusiasta do patrimônio científico-cultural de nosso mestre Carmelo *[foi dela a frase do Vesúvio]*; da jovem bióloga **Valentina Perricone**, em sua plena juventude poder dedicar-se com tanto entusiasmo às questões da biônica *[me faz reviver e recordar trinta anos atrás]*; ao grande amigo **Miguel Ángel Mila**, esperto em Leonardo da Vinci *[o que nos une como pessoa]* e, sem sombra de dúvidas, o primeiro a quem consultei sobre essa ideia absurda e também o primeiro a enviar seu material, sempre disponível para realizarmos coisas conjuntas; a **Gabriel Songel**, amigo e colega de ensino, também umas das primeiras referências em biônica que tive na Europa *[por pouco não fiz meu douramento em Valência]*; minha bolsista **Theska Laila**, estudiosa em biônica, incentivadora, grande organizadora e curadora de minhas pesquisas, escritos e livros, ela também deu muito de si para esse livro, obrigado de coração Theska; aos meus dois filhos, **Felipe e André Arruda**, que conheceram e vivenciaram Carmelo, com sua dedicada atenção a esses pequeninos que brincavam no subsolo do CRSN, no gabinete do prof. Di Bartolo, com sua coleção de miniaturas, bonecos e artilharia. Ainda hoje, quando converso com Carmelo, ele me pergunta: *como está Pippo?* Tem um ditado que diz: se não soubermos cuidar dos mortos, nunca saberemos cuidar dos vivos. Então, não poderia, naturalmente, faltar de mencionar pessoas que tive nessa jornada da vida e que já partiram: minha ex-companheira **Helem Olímpia - Lana**, que vivenciou e me apoiou em tudo aquilo que fiz durante minha estadia na Itália. Sempre contente, alegre e motivada, sem sombras de dúvidas, uma grande guerreira. Que Deus a conserve sempre com alegria e junto a todos nós; ao meu irmão italiano, **Ricardo Zarino** - *ricardenge* pela vontade de conjuntamente desbravarmos novos horizontes, da qual iniciamos uma grande amizade, sempre por conta de Di Bartolo, que me apresentou, à época, como diretor IED Turim. Num primeiro instante, como acontece com a maioria dos italianos que conhece um brasileiro *[à primeira vista muito frio e sério]*, bastou um convite para ir a minha casa e tomarmos uma caipirinha para se desbloquear. Esse desbloqueio agradabilíssimo durou quase 20 anos de intensa amizade, respeito mútuo, companheirismo e profissionalismo. Acredito que essas inspirações e reconhecimento estejam presentes em muitos trabalhos.

Queria também poder compartilhar com todos aqueles que, de uma forma ou de outra, direta ou indiretamente, física e também espiritualmente, contribuíram para finalizar este sonho. Tem uma frase de **José Datrino**, mais conhecido como **Profeta Gentileza**, um urbano Francês que se tornou conhecido por fazer inscrições peculiares nas pilastras do Viaduto do Gasômetro, no Rio de Janeiro, e se tornou uma espécie de personalidade, que viralizou em camisas, broches e tudo mais: **[gentileza gera gentileza]**. O que estamos apresentando, neste momento, nada mais é do que o resultado da gentileza que tive o prazer de conviver e receber de todos vocês, pois é na gentileza onde reside a verdadeira fonte da criação.

Este livro também foi construído pelo cultivo e convivência de vários amigos e mestres que nunca souberam desta ideia, mas seus pensamentos, ensinamentos e atitudes de generosidade sempre tiveram uma presença espiritual importante e verdadeira em minha vida. Em breve, espero que esse trabalho chegue às mãos de cada um. Talvez seja essa a mais sincera e justa homenagem que pretendo fazer. Aos mestres, companheiras e companheiros de jornada, com muito carinho:

Carmelo Di Bartolo, Clóves Eraldo de Luna Parísio, Aldo Montú, Attilio Marcolli, Carlos Righi, Luiz Vidal de Negreiro Gomes, Paolo Orlandini, Carlo Bombardelli; Paulo Roberto Silva, Solange Coutinho, Marcos Alecrim, Giovanni Anceschi, Fabrice Vanden Broeck, Marcelo Farias, Ethel Leon, Germana Araújo, Eduardo Araujo (Belô), Marcelo Soares, Michelle Capuani, Guido Lanci, Marcelo Resende, Ângelo Marcos, Agnaldo Fernandes, Gui Bonsiepe, Álvaro Guilherme, Freddy VanCamp, Prof. Eddy (Aurísne de Pires); Rinaldo Esteves (in memoria); Mari Barroero, Ilem Martins, Audísio Costa, Jose Merege, Jailton Guilherme, Renato Cabral, Arlene Vieira Silva (minha mãe), Lucy Niemeyer, Lia Monica (in memoria); Dr. Carlos Anselmo (irmão), Rodrigo Balestra, Tai Hsuan-an, Gildo Montenegro, Eduardo Blücher, João Roberto do Nascimento (peixe), Roberto Verschleisser; Alex Mont'elberto, Ivan Assumpção (in memoria); Emília Duarte, Miguel Vieira, Moisés de Jesus, Martia Augusta Arruda, Vicente Carvalho, Cayetano Cruz Garcia, Rui Roda, Massimo Lumini, Jorge Lino, Alessandro Manetti, Federico Hess, Carlos Duarte, Ana Maria de Moraes (in memoria), Ivens Fontoura, Paulo Cesar Ferrolí, Lisiane Librelotto, Ney Robinson,

Itamar Ferreira, Danilo Emmerson, Solon Casal, Christian Ullmann, Walter Correia, Ana Margarida Ferreira, Luis Carlos Paschoarelli, Célio Teodorico, Francisco Brennand, Ney Dantas, Fernando Moreira da Silva, Maria Helena Estrada (in memoria).

Naturalmente, não poderia deixar de agradecer o apoio e firmeza do **Departamento de Design da UFPE** e a todos os colegas docentes, que permitiram minha continuidade em Portugal para finalizar este livro, em particular aos **Profs. Silvio Barreto Campelo e Walter Correia**, e nossa querida assistente **Yslla Duarte**, pelo carinho e dedicação no trato de meu processo burocrático. Sem isso não poderia, de forma alguma, finalizar este livro; agradecer ao **CNPq** que, indiretamente, através de minha bolsa de pós-doutoramento (2018/2019), que se refletiu, de alguma forma, em torno deste livro e permitiu que pudesse finalizá-lo com mais tranquilidade – *um reconhecimento que investigação se faz com tempo, recursos e dedicação*. Agradecer ao **Prof. Jorge Lino**, pela abertura e contatos junto a UPorto e SPM, fazendo com que minha permanência no Porto fosse efetiva e colaborativa; agradecer à profa. Emília Duarte, coordenadora da UNIDCOM/IADE, minha primeira casa em Portugal no programa de pós-doutoramento, pela efetiva e profícua colaboração acerca das questões do design e biônica; agradecer ao **maestro Jose Manoel**, da Vize!Grafica aqui em Vizela, pelo imenso carinho com que acolheu imprimir, com muita preciosidade e dedicação, este livro aqui em Portugal; agradecer ao amigo **Eduardo Blücher** e sua equipe editorial por assumir toda a curadoria em plataforma aberta, e registro catalográfico; não poderia faltar nosso imenso agradecimento ao IED Itália (*talvez a primeira casa de conhecimento de nossos autores*), na pessoa do diretor **Emanuele Soldini**, que de pronto acolheu recepcionar a apresentação e impressão deste livro; agradecer a paciência e dedicação de todos os meus bolsistas de mestrado e doutorado, (**Thamires Clementino, Isabela Moroni, Theska Laila, Rodrigo Barbosa, Antônio Roberto, Tarciana Andrade, Lorena Braz, Eddy Souza, Marcelo Vicente e Luis Valdo**) em aceitarem a continuidade de nossas orientações a distância, sem no entanto perdemos nossa pontualidade e garra constante; e, por último, a minha esposa **Alexandra Arruda** e filhota **Marianna Arruda**, por aceitarem minha ausência deste convívio diário, como marido e pai, na certeza que teremos dias melhores.

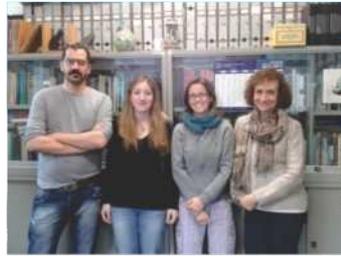
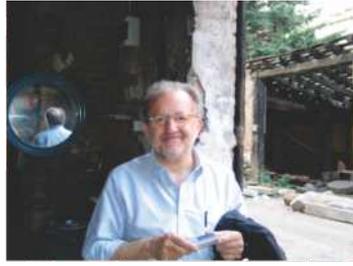
Muito obrigado e grato a todos que acreditaram. [**Acreditar é fazer.**]
A vida segue, com um novo ciclo que se inicia.



Prof. Amilton Arruda
editor e coordenador do LAB Biodesign









Mappa CRIED al 1993

Peter North

1963 - Universidad de Artes Aplicadas, VIENA - Diseño industrial
Master Diseño Industrial / Arquitectura Universidad de Pensilvania
Master in Art, MA-Industrial Design, Arq, MA. La. Arq. Universidad de Illinois
Co-Fundador Universidad Gestalt por Diseño Xalapa, Mexico.

Actividades y grupos:

Presidente del cuerpo estudiantil de la Universidad de Artes Aplicadas (Austria) (1966-1968),
Miembro honorario: Departamento de Diseño, Kansas City Arts Institute, Estados Unidos;
SIGMA-LAMBDA-ALPHA-HONOR SOCIETY-LAA.USA.

1997, Prof. Emerito Universidad de Illinois, Departamento de Diseño Industrial de EE. UU.
Xalapa Mexico - Xalapa Comisión de Planificación Urbana y Reforma.
CRIED/IED, MILANO, ITALIA, Estructuras de investigación en la naturaleza - BIONICS- DESIGN.

1999 Jefe del Departamento de Diseño - De Universidad los Andes / Bogotá-Colombia

2008 Profesor de investigación Universidad Gestalt por Diseño-Xalapa, México.
Collaboration Universidad CRISTOBAL-COLON / Programa de Maestría en Arquitectura Sostenible.
Aplicación de energía solar, tratamiento biológico de aguas residuales, reciclaje de aguas pluviales.
Seminario de graduación. Estudiantes / Planificación regional ecológica.



Ruidos y nueces en el camino del diseño

Conversación con Peter North 2008



Peter North

[ENTREVISTA]
con Jorge Sariol

Peter North es un diseñador austríaco invitado a La Habana a propósito de Forma 2007, un encuentro académico bienal e internacional que convoca desde el año 2001 el Instituto de Diseño (ISDi), de Cuba. Ante docentes y estudiantes, el profesor North —afincado en México—, habló de lo humano, lo divino y lo diabólico en el cambio de concepciones sobre la relación diseño-realidad. **Profesor de la Escuela Gestalt de Diseño**, en Veracruz, México, el Dr. North se insertó allí tras un largo recorrido, primero fue a trabajar a la Universidad de Illinois, en Estados Unidos y luego estuvo en Colombia tres años. Entonces le propusieron formar parte de la Gestalt. «**La teoría del diseño de la Escuela Gestalt de México aprecia mucho la mecánica humana, por ejemplo: halar, empujar, sostener y levantar; valora el constructivismo y la idea de atravesar, penetrar, etc. Y considera superfluo un manual con un montón de páginas para entender un simple aparato que entre sus funciones debería tener la de ser un poco “más amable”**». En su disertación, North había recalcado dos aspectos: la formación de diseñadores —y la educación en general— estaban en un urgente punto de cambio, y que el diseño hoy no podía ser sino «holístico». Luego, en un intercambio con Alma Mater, quiso ser más explícito ante un comentario que se desgajaba de puro evidente: si el pensamiento que prima hoy es que la universidad, como concepto global, responde a los requerimientos del empresariado, significa que zafarse de la tutela del pensamiento mercantil —de vender, ganar, vender más, ganar más— va a ser muy difícil.

El Dr. North sonrió pensativo negando con la cabeza: «ya sé que en muchos aspectos todavía estamos en un proceso de análisis muy “ciego”. Existen muchas herramientas y caminos científicos que no utilizamos, bien por pereza, o porque son extremadamente costosos o son privilegio de la industria militar, que llega a la exquisitez de diseñar un blindado pensando en todo, incluso en las comodidades del conductor, porque eso permitirá más eficiencia en la labor para la que fue destinado, es decir, arrasar, matar. Es terrible. «La base del cambio está en las escuelas, con los niños, e incluye la formación de diseñadores bajo el principio de que su misión no solamente es resolver problemas en la industria, sino también «educar» al usuario y decirle... este material, este otro y el de más allá, tiene ciclos de vida que van contra el equilibrio ecológico. Este que te propongo es dos veces más caro, pero a la larga tendrá menos costos sociales, y finalmente te permitirá con una inversión, reciclar los desechos... Todo esto le exige al diseñador una preparación muy amplia para convencer. «A mi modo de ver el cambio está también en la fórmula «diseño-biología-alta tecnología», pues esta última nos puede ayudar mucho. Hoy se hacen tres mil modelos de secadores de pelo en el mundo, basado en aire caliente por resistencia, que si no andas con cuidado te inflama el cuero cabelludo, además del gasto de energía eléctrica; pero sé que llegará el día en que sea normal un «secapelo» con un simple chip, más pequeño y poco consumidor de energía, que no traiga riesgo de quemadura o de accidentes domésticos». Pero en la ecuación planteada por el profesor no aparecían la filosofía o la ideología. ¿O no son necesarias?, le preguntamos: «Mercado y mundo empresarial están demasiado prostituidos —dijo— pero cuando se está filosóficamente preparado para educar socialmente, se consigue la base del pensamiento que evitará la catástrofe del planeta, empezando por comprender los costos sociales. De modo que es importante la casi propaganda indirecta del partido de los verdes, que favorece el diseño de productos bajo un pensamiento ecologista. «**En Gestalt Veracruz estamos formando diseñadores preparados para la sustentabilidad. Aunque no descartamos la formación tradicional, damos contenido de biología, en tanto nos ofrece información sobre formas, estructuras y materiales**». Sin embargo, en una etapa en que se ha llegado a niveles



altos de estudios de las funciones y estructuras biológicas de los seres vivos para aplicarlas a la construcción de mecanismos artificiales, ciencia de la Biónica le llaman, pareciera demasiado pedir a un profesional. North acepta sin titubeos: «sin dudas, es muchísimo, pero es una realidad ineludible, porque en casi 80 años no ha habido todo el cambio necesario. La escuela Bauhaus con mucha fuerza en el diseño alemán y mundial, no tuvo conciencia ecológica —al menos no del impacto negativo en la ecología—, porque venían de otra visión propia casi del siglo XIX, y esa falta la heredamos muchos. En el siglo XXI no podemos pensar igual, en un momento en que la falta de agua es ya un problema, el diseñador no puede, en un planeta dominado por la religión del consumismo, estar al margen del qué hacer con la basura, de lo que es al menos reciclable e incluso pensar en los materiales del embalaje. «Cada año se producen nuevos materiales y sus creadores los ponen en el mercado “a como sea”, luego empiezan una campaña fuerte con los diseñadores, incitándolos con vehemencia a usarlos. No muchos se imaginan la presión que los diseñadores sufren. También es verdad, por otra parte, que a unos cuantos solamente les interesa realizar un diseño vendible».

Contra la lógica del concepto de ganancias del capitalismo, el profesor North tiene una visión muy particular de promover la cultura ecológica, que recuerda la táctica de las artes marciales asiáticas: «aprovecha la fuerza del contrario a tu favor». Lo cuenta de un modo muy mexicano: «Hice un trabajo con pensamiento ecologista y sentido del reciclaje para una empresa, y al fijar el precio, el empresario con las manos en la cabeza gritó: ¡tanto! Bueno hagamos un contrato oficial, le respondí, enséñame cuáles son las cifras de ventas hoy y el próximo año cuando hagas tu inventario me das el 20% de las ganancias. Te darás cuenta entonces cuál fue mi contribución a tu empresa. Además estoy dando una solución a tono con “la moda”, que es hacer productos ecológicos».

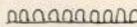
Luego de descender del estrado donde impartió la conferencia, el académico volvió sobre sus pasos y dijo: **«déjenme sembrar una semilla. Estamos a tiempo. Cambiemos.»** «Yo creo en lo que digo», aseguró al final del intercambio con Alma Mater, «pero es un punto difícil de argumentar. Cuando analizas el caso de las grandes corporaciones, como Coca-Cola, que en muchos lugares además del refresco produce íntegramente sus envases, las vallas de publicidad y los materiales de construcción para colocarlas, todo se vuelve ganancia, ganancia, ganancia. No importan los daños, sobre todo si es en un país subdesarrollado. Solo lo admiten cuando se produce un caos notorio y al perder en una reclamación tienen que pagar millones. **«Crear conciencia es el punto de partida y comenzar por hacerla contra el consumismo es el primer paso. Y la educación tiene mucha fuerza. A pesar de que el mundo está inundado de productos —sobre todo asiáticos— y que la industria mundial no está interesada en su responsabilidad social, tengo confianza.** También la prensa tiene su parte en este asunto. Espero que no sea necesario que nos llegue el agua al cuello para encontrar una solución. «Ser pesimista impide ser creativo».

A partir de 1992, la Escuela Gestalt de Diseño de Veracruz, es una institución de estudios superiores. Sus orígenes se remontan a 1987, fecha de su fundación en Xalapa, Veracruz, con una propuesta original en la enseñanza a nivel universitario en México. Según se presentan a sí mismos «dicho modelo educativo se basa en los estudios de la Psicología y un enfoque creativo», al estilo de la escuela alemana de Psicología Gestalt. La relación de conocimientos estéticos, técnicos, teóricos y humanos, permite a los docentes de la escuela enfocar la enseñanza del diseño de una forma global.

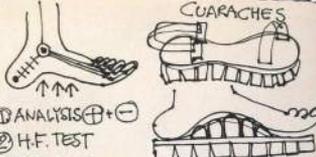
II Prof. Peter North ilumina nuestro libro con esta entrevista. Gran estudioso del Diseño Básico y las estructuras naturales, Peter durante su larga trayectoria se ha dedicado a hacer “libros” únicos, escritos y dibujados a mano. Para esta ocasión y la antigua amistad fraternal con el **Prof. Carmelo Di Bartolo**, Peter regala imágenes de alta resolución de uno de estos libros: Basic Experiences. Hemos seleccionado algunas páginas originales de esta obra maestra de belleza, para el placer de todos. Es un viaje que no está organizado en términos de tiempo, sino notas e ideas que surgen en cada momento.





H.F. 

CUARACHES



① ANALYSIS ⊕ ⊖
 ② H.F. TEST
 ③ PROCESS
 ④ TEST PROTOTYPE
 ⑤ ANALYSIS

+ PACKAGING • DESIGN
 + GRAPHIC • DESIGN

PRESENTATION - ARTICLE - IN LOCAL ID MAGAZINE
 TO SHOE COMPANY





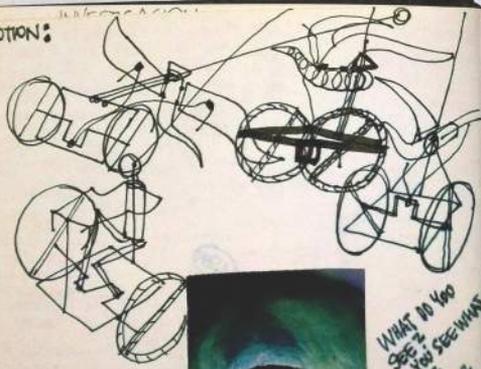
BY JULIUS PANERO - MARTIN ZBANK
 BOOK: HUMAN DIMENSIONS & INT. SPACE

ERGONOMICS:



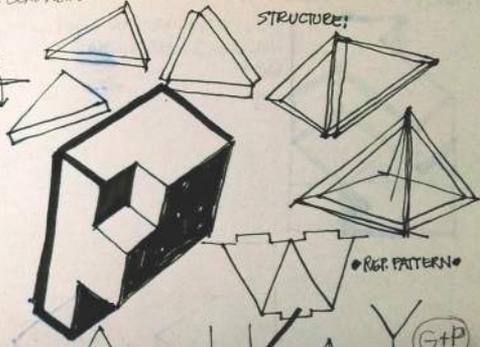
E.R. TICHAUER - WILEY-INTER SCIENCE
 BOOK: THE BIOMECHANICAL BASIS OF ERGONOMICS

MOTION:



THE COMBINING HEIGHTS BOOK (JAMES JURGEN) / ERGONOMICS

STRUCTURE:



• REG. PATTERN •

(G+P)

TO STAY CRYPTIC - ANTI-FACE -
 BACKGROUND IF THE CAT IS BLACK OR WHITE AS LONG AS IT CREATES FACE

DIRIA-2IN

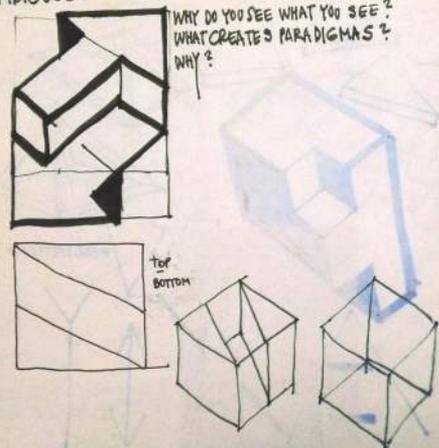
ISRAELIS FIRST HISTORICALS - LATER JUST LIKE THE AMERICANS



WHAT DO YOU SEE?
 WHY DO YOU SEE WHAT YOU SEE?
 IS IT THE TASTE?
 WHEN DO YOU SEE ME?

AMBIGUOUS FIGURES IN 3D

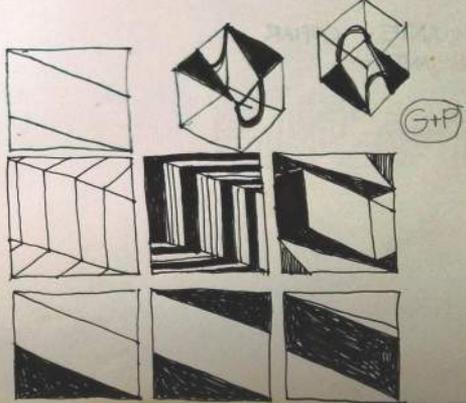
WHY DO YOU SEE WHAT YOU SEE?
 WHAT CREATES PARADIGMS?
 WHY?



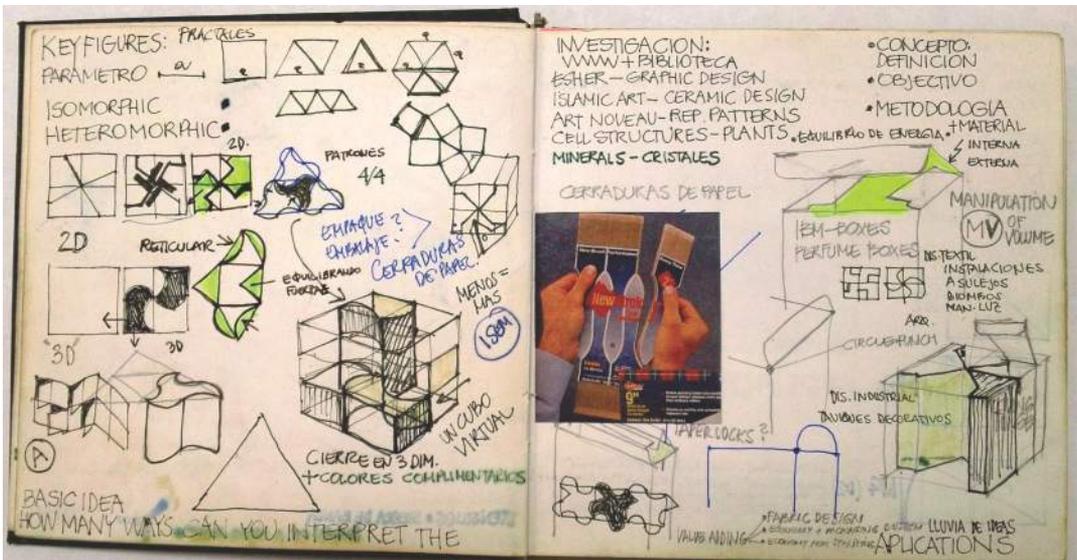
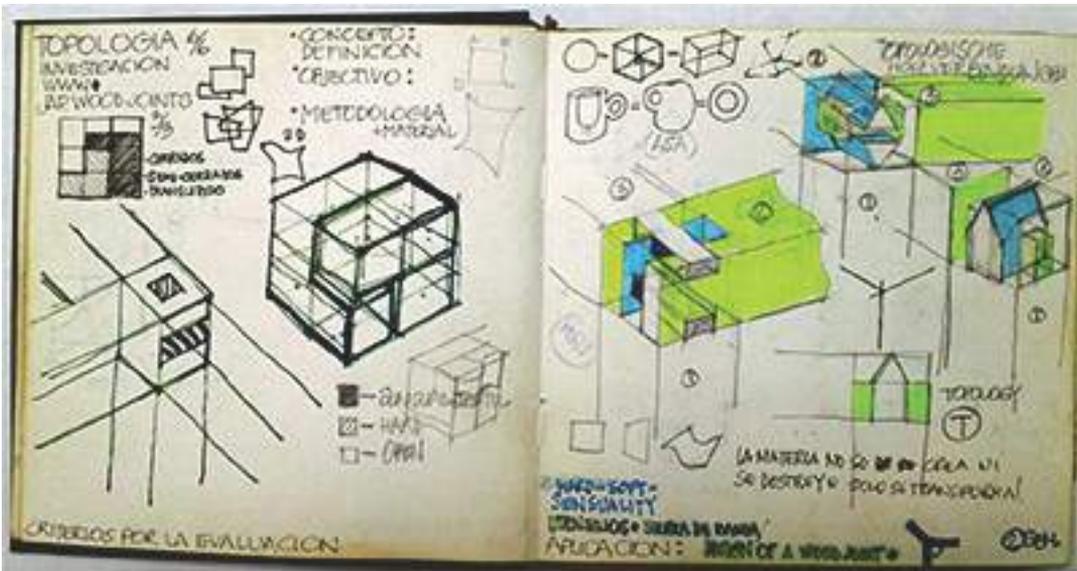
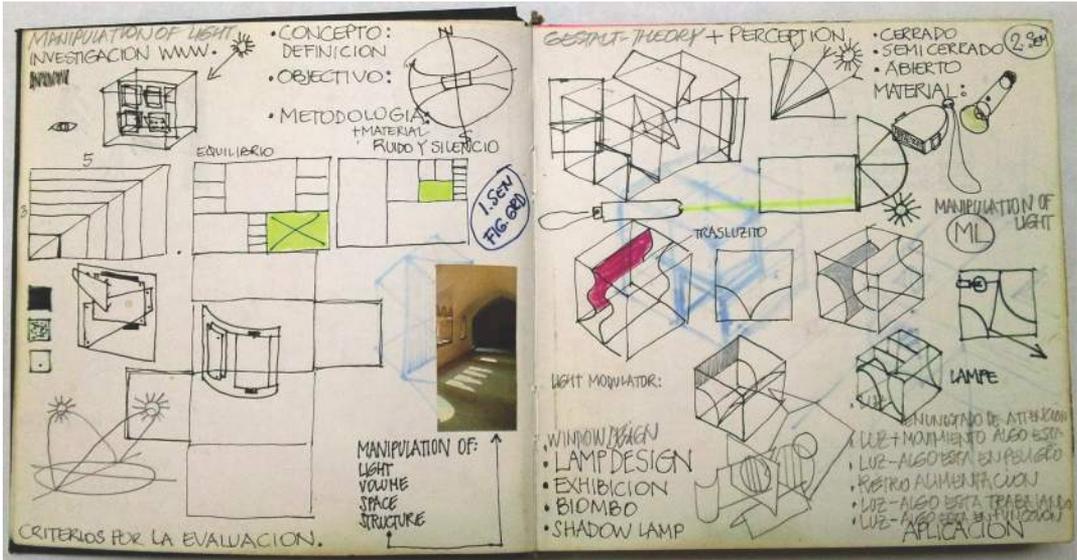
TOP
 BOTTOM

IMPOSSIBLE FIGURES •

ILLUSION - PONZO ILLUSION
 - OF ORIENTATION
 - EQUIVOCAI FIGURE / REVERSIBLE



(G+P)





PROPORTION: 0.9:1.8 - TATAMI
 INVESTIGACION 1:1.6 - SECCION AUREA / PIET MONDRIAN
 WWW.FL WRIGHT ELZIJN UNA MARIPOSA CERAMICA PRECOLUMBIANA
 FIBONACCI - LEONARDO - 0:1:1:2:3:5:8:13:21:34:55 JATAMI
 DA PISA

1:1.6
 1:1.72
 1:1.73
 1:1.74 (1:2)

Concept truck - the GMC Centur. 4-wheel drive and 4-wheel steering. Automotive styling and the workhorse utility of a pickup truck in a single vehicle.

A TYPICAL AMERICAN PERCEPTION OF REALITY. THE AMERICAN SCALE OF SUPERMAN - WHAT HAPPENED TO THE 2 WHAT HAPPENED TO THE HUMAN SCALE? THE POWER OF LIMITS / GYORGY DOZSI DOMUS.

EDZS: THE POWER OF LIMITS / GYORGY DOZSI

1:1.5 ANALYZE AN EXISTING PRODUCT. CONCEPT: DEFINICION
 1:3 FORCE FIT ALL THE PARTS TO ALL THE PARTS SO THAT THEY HAVE THE SAME PROPORTION. OBJETIVO
 1:3.2 GENERATE A SECOND - MODEL SO THAT YOUR AESTHETIC CONTRIBUTION BECOMES MATERIAL
 EVIDENT. METODOLOGIA

2d ANALYZE A SIDE TOP FRONT PANEL OF A POORLY DESIGNED "VCR" INTERIOR OF A CAR, ETC.

3d REDESIGN THE SUBJECT IN QUESTION (COLORED - ILLUSTRATION BOKED) TO DEMONSTRATE YOUR NEWLY FOUND INSIGHTS. (GEOMETRIC PRINCIPLES APPLIED ARE ATTRIBUTED)

ITALIAN PRODUCT AMERICAN PRODUCT JAP PRODUCT MP MANIPULATION OF PROPORTION

1:1.2 1:1.5 + TRANSUZIDO

EXCELENTE USO DE SUS CONOCIMIENTOS DE LA PERSPECTIVA TRABAJO CON BUENOS CONTRASTES MANIPULACION CREATIVA DE LA SECCION AUREA UN MUNDO EN CARTON APLICACION

CRITERIOS PARA LA EVALUACION. PROXIMITY + SIMILARITY

ORIGAMI: 2011.05
 INVESTIGACION WWW CHARLES EMMS ANTONIO GAUDI BUCKMINSTER FULLER FREI OTTO CARLO MOUNDO

MATERIALS:
 BALL POINT PEN (MARKER)
 2 PLY BOARD PAPER / CARTON ILLUSTRACION
 FRENCH CURVE + TRIANGLES

UTENSILIOS:
 PAPER STRETCHER
 MUESCA

50:35
 10 cm x 10 cm PAPER EX. PAPER

DESIGN A SHADOLAMP: SHIP FLAT - FOLD - BECOMES A STRUCTURE PROTOTYPE

THREE PROPORTIONS THAT USE ORIGAMI CONCEPTS. CONCEPT DEFINICION OBJETIVO METODOLOGIA + MATERIAL

ETC. DESIGN & COMPLETION

APLICACIONES:
 EMBALAJE / ESTRUCTURAS / EXHIBICION
 MOLDES PARA VELAS ETC.

ST FOLDING WORKSTATION / FOLDING FURNITURE (CAMPING) / FOLDING TOOLS (TRAVEL IRON, CAMERA, ETC) / FOLDING EXHIBITS (DISPLAYS, KITCHENS, ETC)

FRICION FIT. DISEÑO DE PATRONES - 3D. DISEÑO DE ESTRUCTURAS. DISEÑO DE TEXTILES. EMBALAJE.

CRITERIOS PARA LA EVALUACION. APLICACION

DYNAMIC STRUCTURES WWW
 BUCKMINSTER FULLER DYNAMAXION HOUSE? (ST)
 GEODESIC - DOME? KENZO TANIGUCHI FREI OTTO

CELL-STRUCTURES CRYSTAL STRUCTURES BONE-STRUCTURES

WHAT IS ENERGETIC & SYNERGETIC EQUILIBRIUM?

WHO IS AN AMERICAN?

FOR QUE ME CONTRASTE EL DIBARDO?

TEKS & SEGREGY
 USE THE LEAST ELEMENTS TO CONSTITUTE A STRONG STRUCTURE

1 DYNAMIC STRUCTURE
 2 RIGID STRUCTURE
 3 TENSILE SEGREGY STRUCTURE

2d SIDE VIEW FRONT VIEW TOP VIEW

TEEN DRUG

$a^2 + b^2 = c^2$

CRITERIOS PARA EVALUAR. APLICACION



MANIPULACION DE SONIDO
 WWW
 SONIDO EN LA FISICA
 EN LA MUSICA
 EN LA NATURALESA -- COMO PROPAGANDA -- TERRITORIO
 EN EL DISEÑO -- COMO RETRO ALIMENTACION --
 EN ARTE

MS

WHAT CONCEPTS ARE "FEEDBACK" EXPERIENCES?
 * LIGHT - LUZ
 * SOUND - SONIDO
 * MEU - OLFATO

CONCEPT DEFINITION
 * OBJECTIVO
 * METODOLOGIA + MATERIAL

MANIPULACION DE LUZ

TRAX ANALYSIS:
 * "CLICK" * H2O * CALOR * 100° * COMO INDICADOR DE EL AGUA ESTA LISTO.
 * "EMPUJAR" * "CLICK" * LUZ * ESTA APAGADO * TENDRATO ESTA +/- PARA MANTENER EL AGUA CONSTANTE MIENTE - LISTO -

RETROALIMENTACION DE UNA ACTIVIDAD:
 PUEDE SER: SONIDO > QUE MAS >
 OLORES

SIMPLICITY OF THE MECHANISM
 USABILITY OF THE SOUND
 PURPOSE OF THE SOUND
 CRITERIOS POR LA EVALUACION.

2.504

APLICACION

GESALT - THEORY + PERCEPTION
 WWW
 FRAGMENTATION WITHOUT THE LOSS OF MEANING
 THE "WHOLE" IS BIGGER THEN THE SUM OF THE PARTS

MP

CONCEPT DEFINITION
 * OBJECTIVO
 * METODOLOGIA

MANIPULACION
 EMBLEM
 ETC.

IN PAINTING

IN POETRY
 HAI CU POETRY

IN ADVERTISING

IN THE MOVIES

CRITERIO POR LA EVALUACION

IN NATURE

WINTER SPRING SUMMER FALL

LANDSCAPE

FRAGMENTOS DE UN MANDALA
 FRAGMENTOS DE OTO GRAFICA
 GRAPHIC DESIGN
 APLICACION

STRUCTURE: INVESTIGACION
 WWW
 VITRUVIO SANDI
 PREDI OTTO
 SINO VIDA / 2002

MATERIAL DE UNA "MEDIA" MATERIAL FLEXIBLE

2D

3D

EXPRESS: SONIDO/SENTEADO
 * TRANSPARENT
 * DACTIL/SERIAL
 * TUBOS

CONCEPT DEFINITION
 * OBJECTIVO
 * METODOLOGIA + MATERIALES

MATERIALS:
 * BLACK STRETCH FABRIC
 * DIFFERENT SIZE BOTTOM THAT ARE COMPLEMENTARY COLORS
 * YELLOWS/PURPLES/PINKS/ETC.
 * BUBBLE WOOD STRUCTURES
 * PINS
 * GLUE

SWISSALPHA

ST

WHAT DOES THE NEGATIVE SPACE SUGGEST?

ATTITUDE IS EVERYTHING - IT MAKES YOU SUCCEED.

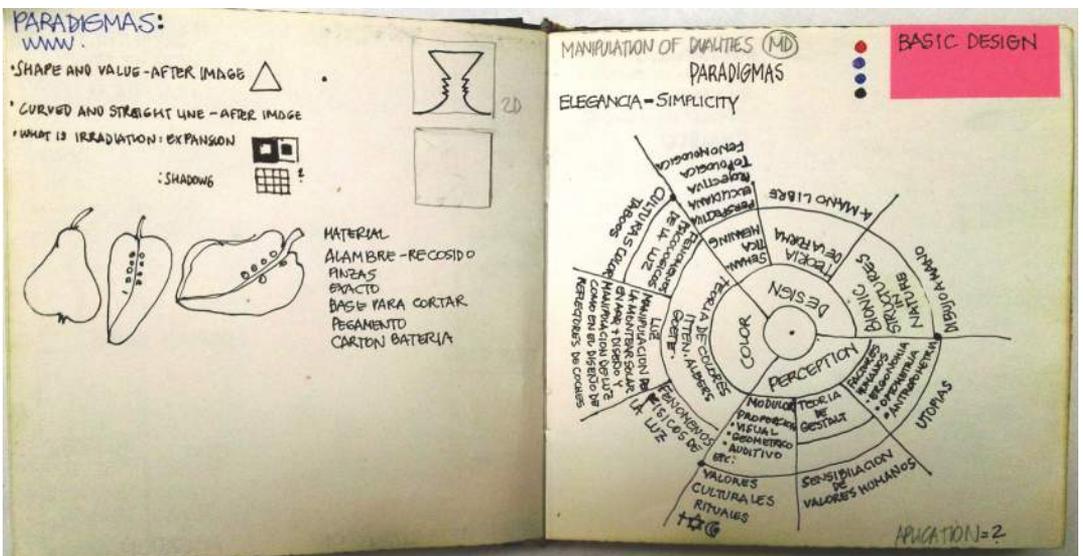
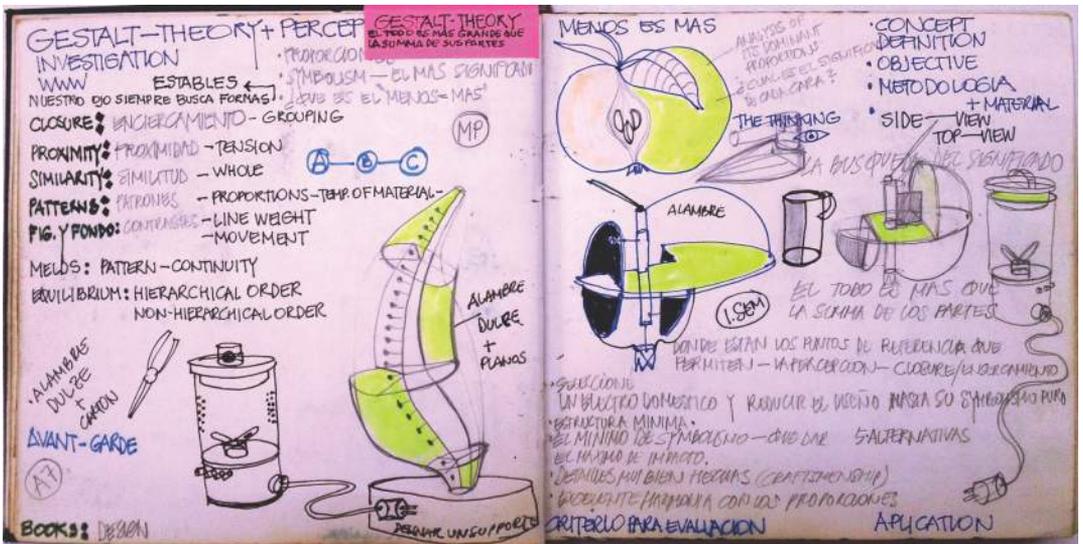
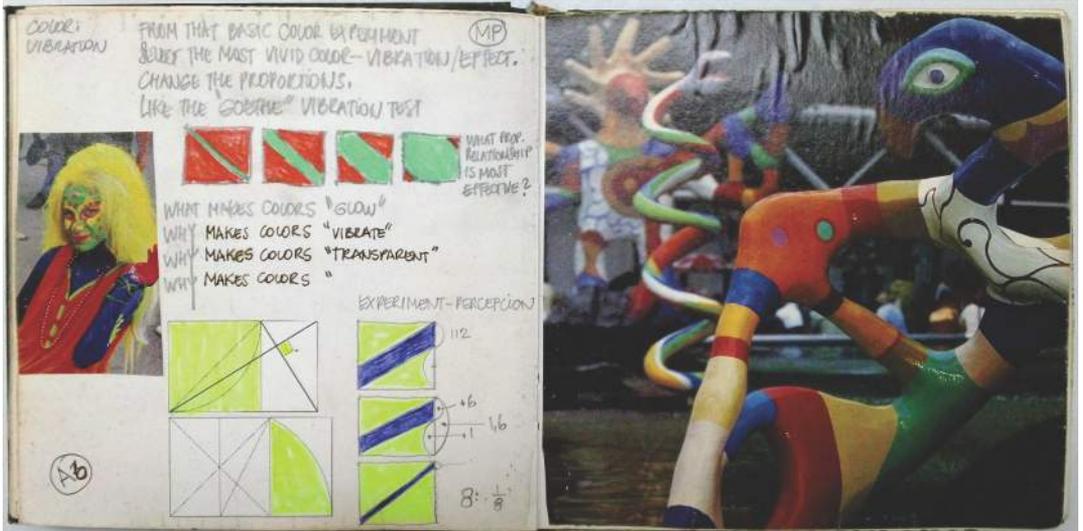
INTERNAL DESIGN

2.504

CRITERIO POR LA EVALUACION

APLICACION

EFICAZ INTERIOR POR UNA DESQUETE





BD-SEMANTICS:
 WHO IS (NAMU ENAGUCHI) = WHO IS HE? DISCOVER HIM? TELL US ABOUT HIM?
 MS SIMBOLISMO

• PREGMATICS / USE OF LANGUAGE

• MEANING
 • WE ABSTRACT FROM USAGE AND ARE INTERESTED ONLY IN THE RELATIONS BETWEEN "SIGNS" OF A LANGUAGE + THEIR MEANING

SYNTAX
 • WE FURTHER ABSTRACT + CONSIDER SIGNS FORM AS METAPHOR OF COMMON SENSE

FUNDAMENTAL SEMANTIC CONCEPTS:

- DENOTACION
- SATISFACTION IN DETERMINATION
- TRUTH — TO SAY OF WHAT IS / THAT IT IS OR OF WHAT IS NOT, THAT IT IS NOT IS TRUE

APRETAR
 GIRAR
 HALAR
 EMPUJAR
 ESPICAR ETC.
 JALAR
 OPRIMIR
 VACIAR
 SUJETAR
 ENCHUFAR
 REPELER
 GIRAR
 ENCAJAR

TURMEQUE • TEJO • TURSOR
 GIRAR
 VACUUMS THAT SRY TWIST
 APRETAR
 ENCHUFAR

EQUILIBRIO: EVERY FIELD TENDS TOWARD ORDER BALANCE
 SISOSIA

SCAPLIQUID

MAXIMUM EFFICIENCY
 NATURAL PHENOMENA ACT ON MATERIALS, (AND IT'S PROPERTIES) ORGANISMS.
 THE RESULTING STRUCTURES / SHAPES OF GRAVITY, HEAT AND PRESSURE ARE USUALLY "CLOSED" COMPACT.

MATERIAL:
 • ESTRUCTURAS COGNITAS
 • AGUA DE JARDIN
 • DIBUJO DE LOS ESTRUCTURAS "ARBITRARIAS"

AMARRAR PULCE +
 AMARRAR DUNCE

SUBMERGE THE WIRE GEAR EXERCISE + LUZ
 + 1-PAGE ANSWER - WHAT DID YOU DISCOVER? (DSEN)

CONCATO: EQUILIBRIO:
 DEFINICION:
 PROBLEMAS DE LA TENSION Y COMPLECION EN DIVERSOS METODOLOGIA:
 COMO SE DESARROLLAN LOS 2D DE LA GEOMETRIA, LOS 3D DE LA ESTRUCTURA, LOS 4-5-6 DE LA ESTRUCTURA Y LA FUNCION DE LOS "MEMBRANES"?

ART AND PHYSICS SCULPTURE FOOD PASTRY
 BASE FOR LA MANIPULACION DE LUZ
 CON "TORNAMENTOS MENTALES" UNA BUSQUEDA CREATIVA DEL GRUPO... ¿QUE PUEDE SER UNA APLICACION?

OBJETIVO: RECONSTRUIR LOS METODOLOGIA:
 2D → 3D → +

LAURE STAGES DE LA TEORIA DEL CAOS?
 CATEGORIAS POR LA EVALUACION

SEMANTICA:

WHAT DO YOU SEE PROXIMITY
 SOFT SQUEEZE
 EXPRESS: TOXIC HOT PRESSURES VIBRATION SPEED DANGER

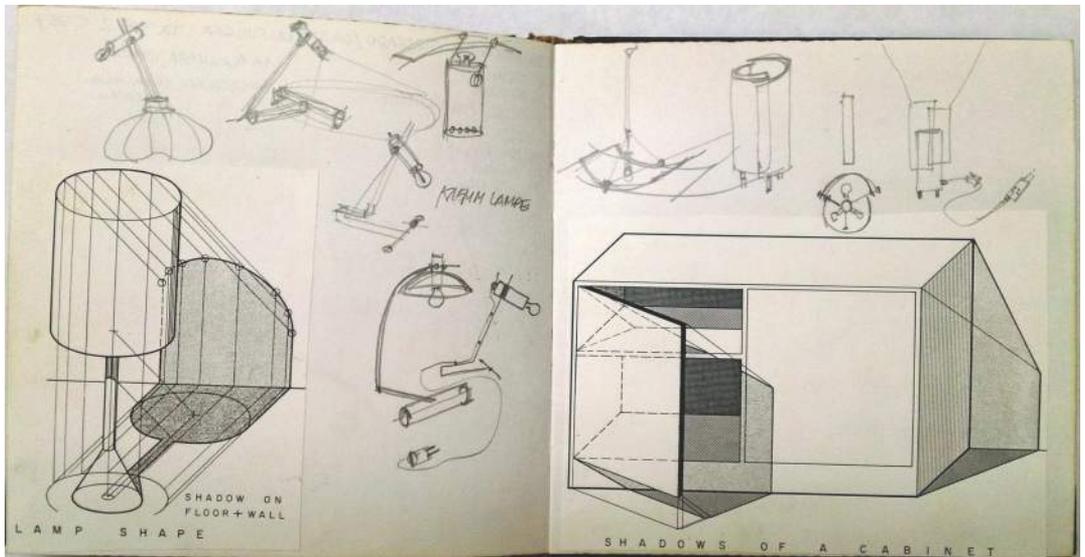
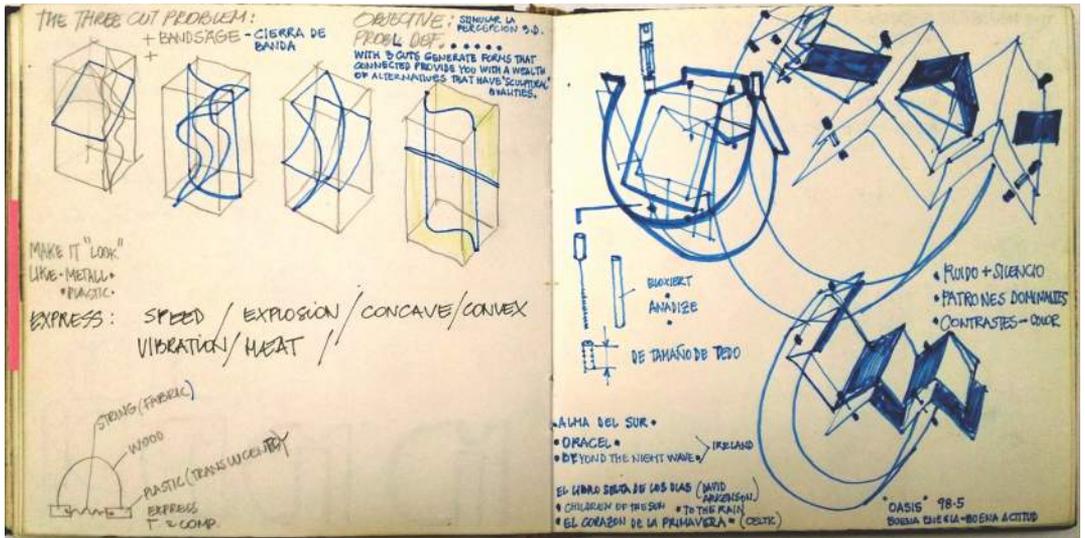
CONSTRUCTIVISMO

DETERMINANTS OF AN DAILY RITUAL

ENVELOPE: PUSH
 FLIP?
 PIERCING: PIERCING
 PERMEABLE PENETRATION: SQUEEZE
 SCORPE POWER MOUNTING: MOUNT
 COUPLING LINKING: ENTRE LAYERS
 EMBRACING: ABRASAR
 ENVELOPE

LA VOLVER +
 FLUSH
 NEGATIVE
 POSITIVE

THE MEMORY OF THE MATERIAL WHO TOUCHED ME? WHAT IS THE PROPERTY OF THE MATERIAL?



Giovanna Arlotti

Sono nata vicino al mare e mi sono spostata a Milano per studiare design alla fine degli anni '70.. Nel decennio di attività presso l'Istituto Europeo di Design, ho avuto la possibilità e il privilegio di operare al fianco del Prof. Di Bartolo con diverse mansioni: Dipartimento Industrial Design; Segreteria Didattica; Assistente e successivamente Docente di Basic Design e Bionica Applicata al Design Presso il Centro Ricerche Strutture Naturali; Segreteria Scientifica e didattica.

Collaborazione con visiting Professor: Rosa Helena Lamprea dell'Università di Design di Bogotà - Colombia, Prof.ssa Carla Pantoja Huliano dell'Università di Design di Rio Grande do Sur - Brasile. Partecipazione alle ricerche interne e consulente per la ricerca bionica presso il corso di Master del Centro Ricerche. In anni più recenti, l'esperienza di progettazione mi ha portato alla progettazione di bijoux e accessori moda, a titolo personale.



Elogio della lentezza

Giovanna Arlotti | giovanna.arlotti@libero.it

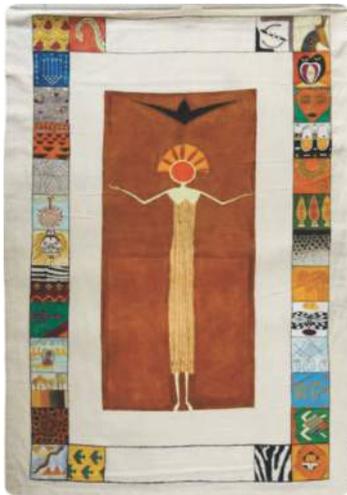


“
1 IL DIRITTO ALL'OZIO, a vivere momenti di tempo non programmato dagli adulti 2
IL DIRITTO A SPORCARSI a giocare con la sabbia, la terra, l'erba, le foglie, l'acqua, i
sassi, i rametti 3 IL DIRITTO AGLI ODORI a percepire il gusto degli odori,
riconoscere i profumi offerti dalla natura 4 IL DIRITTO AL DIALOGO ad ascoltatore
e poter prendere la parola, interloquire e dialogare 5 IL DIRITTO ALL'USO DELLE
MANI a piantare chiodi, segare e raspare legni, scartavetrare, incollare, plasmare la
creta, legare corde, accendere un fuoco 6 IL DIRITTO AD UN BUON INIZIO a
mangiare cibi sani fin dalla nascita, bere acqua pulita e respirare aria pura 7 IL
DIRITTO ALLA STRADA a giocare in piazza liberamente, a camminare per le strade
8 IL DIRITTO AL SELVAGGIO a costruire un rifugio-gioco nei boschetti, ad avere
canneti in cui nascondersi, alberi su cui arrampicarsi 9 IL DIRITTO AL SILENZIO ad
ascoltare il soffio del vento, il canto degli uccelli, il gorgogliare dell'acqua 10 IL
DIRITTO ALLE SFUMATURE a vedere il sorgere del sole e il suo tramonto, ad
ammirare, nella notte, la luna e le stelle. Di: Gianfranco Zavalloni. Da: 'Disegnare la
vita' Fulmino Ed.”

Manifesto Naturale Dei Bambini

Ho lasciato la bionica e il design all'inizio degli anni '90. Per l'esattezza ho condiviso con Di Bartolo 13 anni all' Istituto Europeo di Design (3 da studente e una decina come collaboratrice al Dipartimento di Industrial Design e Centro Ricerche Strutture Naturali). Poi, dopo il 2000, un'altra al breve collaborazione a Design Innovation (2-3 anni). Mi sono occupata, sotto la guida di Di Bartolo, di ricerca bionica, di basic design e della segreteria scientifica del Centro Ricerche, a diversi livelli. Da allora ho lavorato in altri settori. Ma è ovvio, qualcosa resta nel dna: un certo orientamento progettuale, una tendenza a cogliere alcuni dettagli da una pianta, un insetto, un dettaglio costruttivo.

Io vivo a Milano. Lavoro in una Onlus avendo lasciato il design da molti anni. La velocità della metropoli porta molti stimoli e tu diventi un contenitore di immagini, suggestioni, informazioni che arrivano e se ne vanno velocemente. Poi arriva un momento in cui uno deve prendere fiato e sente il bisogno di rallentare e fare un po' di spazio vuoto, di "sgombrare il magazzino". E lì riaffiorano tutte le cose che hai visto e che non hai avuto tempo di processare. Ti ritrovi lì con una tela bianca e dei colori per stoffa, a dipingere, "giocare" o semplicemente sentire che è arrivato il momento di far uscire dalla retina dei tuoi occhi, tutte le immagini, tutti i colori che sono rimasti racchiusi lì dentro per 10, 20 anni.



I cappelli sono stati un regalo dell'età e della "voglia di vivere a un'altra velocità". La materialità delle stoffe richiede un rallentamento, perché ha molte cose da insegnare e bisogna andare piano per poter ascoltare. La stoffa (velluti, lane, alcantara, eco-pelle, iuta, canapa...) richiede una grande umiltà: soprattutto la pazienza della costruzione, rispetto alla velocità della mente. Ti obbliga a stare lì e confrontarti con quello che c'è e non con quello che vorresti. Ogni materiale ha le sue esigenze e le sue peculiarità. Per arrivare a definire una forma, è necessaria una preparazione fatta di modelli di carta e di stoffa. Si tratta di un'operazione graduale, di artigianato "minimale", di "home made" dove gli elementi scaturiscono da ciò che c'è intorno in quel momento: si fa con quello che c'è. Quindi la scelta dei materiali è collegata a questa visuale. Si tratta di "sottoprodotti" della società dei consumi ma ogni materiale ha in sé una potenzialità che nella logica dell'usa e getta viene spesso sprecata. Quindi le stoffe sono ritagli di produzione, tessuti e materiali per arredamento e sartoria. Un'ottica minimalista



che inevitabilmente trova un collegamento con il vintage, la sostenibilità, il riuso e l'ecologia. Ecco. La bionica e Di Bartolo mi hanno lasciato questo regalo. Un punto di vista. La capacità di apprezzare la lentezza e il dettaglio. E di costruire ponti dove non ce ne sono.



[ALCUNI SPUNTI PER UNA METODOLOGIA DELLA BIONICA APPLICATA AL DESIGN]

Per l'esattezza ho condiviso con Di Bartolo 13 anni all' Istituto Europeo di Design (prima come studente e in seguito come collaboratrice al Dipartimento di Industrial Design e al Centro Ricerche Strutture Naturali). L'orientamento progettuale di Di Bartolo è il risultato di un'attività che ha mosso i primi passi nel 1976, e che si è approfondita ed evoluta negli anni successivi fino a costituire un insieme coerente e in continuo sviluppo di informazioni, dati, impostazioni di lavoro che ruotano intorno all'osservazione della natura e delle strutture della materia.

E' questa osservazione, mirata e selettiva, a identificare, a monte di ogni specifico problema progettuale, determinate soluzioni — di forma, di materiale, di processo — utilizzate in natura per rispondere a particolari esigenze. Dall' osservazione delle forme della natura non derivano riferimenti "ideali", modelli con risposte formali o funzionali preconfezionate: l'attenzione si concentra piuttosto sui rapporti tra forma naturale, distribuzione della materia e interazione tra le parti. L'interesse, dunque, è rivolto in primo luogo alle funzioni prima che agli oggetti naturali in sé. La natura non è vista come dispensatrice di soluzioni progettuali, ma come fonte di suggestioni analogiche per il progetto, come interlocutore con cui operare delle verifiche. Un fenomeno naturale è la risultante di una lunghissima serie di tentativi, prove, errori e riadattamenti che hanno plasmato la sua forma nelle ere. Semmai è questo aspetto ad interessare Di Bartolo, questo empirismo quasi esasperato, il procedere per tentativi e riprove, la curiosità che segue la meraviglia, nel domandarsi "perché questo organismo si è organizzato così". Per rendere possibile una metodologia che tenga conto di tutto questo, è necessaria una duplice visuale: da un lato capace di proiettarsi nel micro-cosmo dove la ricerca ci porta ad analizzare l'organizzazione e l'aggregazione delle parti, dall'altro una visione più ampia e globale dove l'oggetto, così come l'organismo, vengono visti nel macro-cosmo, inseriti in un processo evolutivo di nascita - crescita - morte - rinascita.

Una ciclicità che è per Di Bartolo sinonimo di recupero, di energia rinnovata e di utilizzo ottimale delle risorse. Un materiale utilizzato sfruttando al massimo le sue qualità è energia, una geometria costruttiva che permette di ottimizzare l'uso delle risorse è energia, un processo produttivo che consente di convogliare gli sforzi produttivi di diverse realtà, tutto questo è energia. Ogni oggetto è la sintesi semplice di un processo complesso e la dialettica tra questi due opposti garantisce il movimento, l'adattamento, l'evoluzione. Movimento vitale sempre e in ogni caso: sia che l'oggetto sia naturale o artificiale.

[01.BASIC DESIGN E ANALISI MORFOLOGICA]

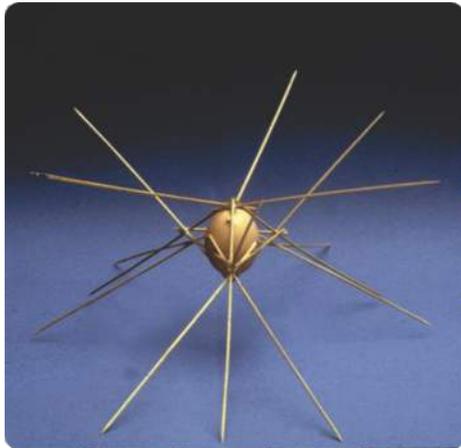
[LE ORIGINI]

All'Istituto Europeo di Design, all'inizio degli anni 80 c'era chi aspettava la primavera e chi aspettava l'evento del "lancio delle uova". Passate le piogge, la Pasqua, il salone del mobile, la gente -gli studenti di industrial design e degli altri dipartimenti - cominciavano a guardare con curiosità il terrazzo del primo piano. La domanda era sottintesa: "Ma quest'anno non lo fate il lancio?" ... "Ma quando lo fate me lo dici?" ... "e le uova? Quest'anno niente?" ...

Poi arrivava il gran giorno. Gli studenti del 1° anno di Ind. Design si infilavano furtivamente in ascensore alla volta del 3° piano. In mano il loro progetto: un uovo di gallina rigorosamente crudo,

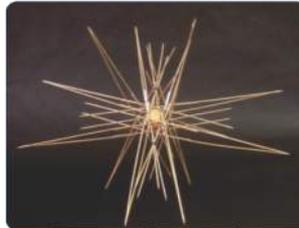


all'interno di una struttura protettiva realizzata solo con listelli di legno. La verifica? Nessun voto, nessuna critica formale: un lancio delle strutture dalla finestra del 3° piano sul balcone del primo.



Un uovo di gallina. Bastoncini per il modellismo. Un contenuto da proteggere, un unico materiale per creare un reticolo protettivo. Un gioco con una verifica finale diretta, divertente e "spietata": Il lancio dal balcone. Queste strutture hanno resistito ad un lancio di 2 piani. Alcune sono sovrastrutturate, in altre il materiale è ottimizzato: poco materiale, massimo rendimento.

Corso di <Basic Design – Studenti 1° anno
Dpt. Ind. Design – IED 1976/86



Intorno la "folla" dei fan con macchine fotografiche e sacchi della spazzatura, pronti ad applaudire ai lanci. ...Beh forse ho esagerato un po'... ma il lancio delle uova lo facevamo veramente...



Sono state diverse le verifiche che ci hanno accompagnato: le macchine volanti, la partecipazione al compasso d'oro indetto dall'ADI (Associazione Design Industriale), gli studi sulle geometrie e gli abitacoli minimi e tanti altri. ... Molto divertente ...



Abitacolo minimo
Costruire un igloo
presuppone un uso corretto
dei materiali e di geometrie
appropriate.

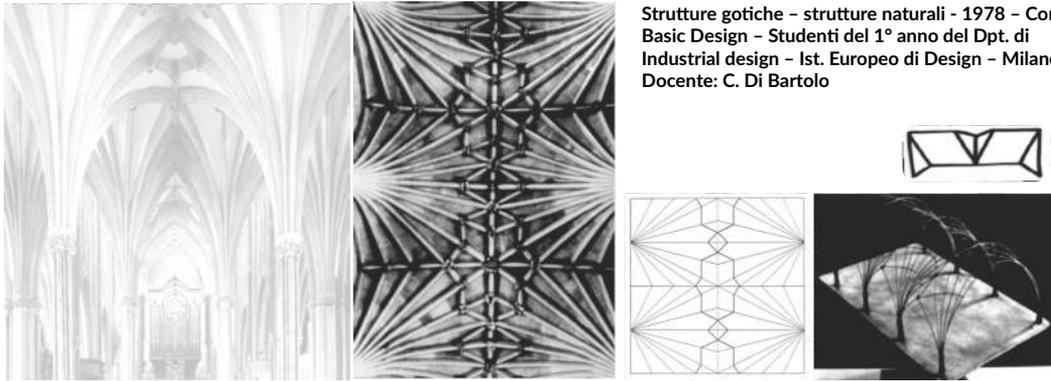
Studenti del 1° anno del
Corso di Basic Design – Dpt:
Ind. Design – IED 1978

La didattica del basic design, così come è stata impostata da Carmelo Di Bartolo e dai suoi collaboratori a partire dalla fine degli anni '70 nel corso di Industrial Design dell'IED, ha compreso una serie di esercitazioni propedeutiche il cui scopo era quello di tentare una decodificazione dell'informazione, per introdurre lo studente ad un atteggiamento progettuale creativo, svincolato dagli stilemi più o meno in voga nel momento.

La curiosità primaria era di cercare un approccio conoscitivo intuitivo rispetto al concetto di struttura. Parafrasando il titolo di un famoso libro dell'epoca, cercando di comprendere "perché le cose stanno in piedi", come è possibile confrontarsi direttamente con l'elemento forma inteso nella sua accezione



più ampia come superficie, volume, struttura, composizione, materiale, in ultima istanza come energia.



Strutture gotiche - strutture naturali - 1978 - Corso Basic Design - Studenti del 1° anno del Dpt. di Industrial design - Ist. Europeo di Design - Milano - Docente: C. Di Bartolo

Il gotico è stato il pretesto per fare alcune esperienze di geometria costruttiva e strutturale, il tentativo per recuperare alcuni frammenti di un'architettura le cui forme bene si assimilano a quella perfetta miscellanea di processi biologici che si compiono nell'elemento albero. I modelli sono nati da un'analisi intuitiva, utili per verificare come agissero e si distribuivano le forze statiche di alcuni particolari delle cattedrali. Le informazioni sono state poi utilizzate per un successivo stadio di geometrizzazione di alcuni particolari strutturali.

[02. BIONICA - PRIMO PERIODO: STUDIO DI UN ELEMENTO NATURALE]

Attorno agli anni '70 c'era una parte considerevole di architetti e designers interessati alla struttura della materia. Le ricerche di basic design, il tassellamento dei poligoni nel piano e nello spazio tridimensionale, l'aggregazione cellulare, il concetto di minimo, il close-packing, trovano la loro collocazione in questo ambito. Come se la domanda alla base della ricerca formale fosse: come si costituisce la materia. Le cupole geodetiche di Buckminster Fuller, le tensostrutture di Frei Otto, le strutture leggere... Sono solo alcuni tra gli esempi più eloquenti del dibattito scaturito in quegli anni attorno all'analisi sulle strutture e al binomio forma / funzione.

Oggi il repertorio dei materiali è così esteso ed estendibile che la domanda si è spostata piuttosto su quanta e quale è la materia, come classificarla, riuscendo a tempo stesso a conoscere le reali prestazioni e potenzialità dei materiali prodotti. Il percorso condotto da Di Bartolo - sia a livello didattico come docente di basic design e bionica applicata al design, sia nella successiva (ed attuale) esperienza professionale nel campo del design - questi passaggi li ha fatti.

A livello empirico, per tentativi, con pazienza e intuizione. Un percorso in cui ogni passaggio, seppure in modo non lineare, è basato sulla naturale evoluzione di quello precedente. La metodologia bionica è il risultato di un percorso nato nel 1976 all'Istituto Europeo di Design dove Carmelo Di Bartolo ha iniziato, attraverso il basic design e la bionica applicata al design, ad occuparsi dei fondamenti stessi del concetto di materia, di forma, di struttura, di energia.

[02.1 ANALISI MORFOLOGICA]

Sintetizzando il procedimento generale, in bionica l'elemento naturale viene analizzato dal punto di vista morfologico, cercando di mettere in luce i meccanismi, la struttura dei materiali, le relazioni formali e geometriche, l'organizzazione funzionale.

[02.2 DEFINIZIONE TEMATICA BIONICO-PROGETTUALE]

La bionica si fonda sullo studio di sistemi naturali che - sebbene morfologicamente diversi fra loro - funzionano però in maniera analoga: devono cioè essere dei "sistemi isomorfici". E quindi, l'impostazione della domanda iniziale non verte tanto sulla natura del soggetto trattato, quanto sulla sua funzione: non "cos'è" ma piuttosto "che cosa fa", "a che serve", "come funziona". Si utilizzano dati e informazioni per analogie di funzione", così da poter integrare successivamente informazioni provenienti da diversi elementi naturali. Supponiamo ad esempio che il problema sia: "come rendere più sicuro un contenitore per merci fragili?".

Una domanda così formulata potrebbe d'istinto dare luogo ad un'indagine dai contorni notevolmente circoscritti, ma se noi stabiliamo diversamente la questione chiedendoci ad esempio: "Quali sono le strutture biologiche che rispondono meglio agli urti?" subito la possibilità di intervento e di

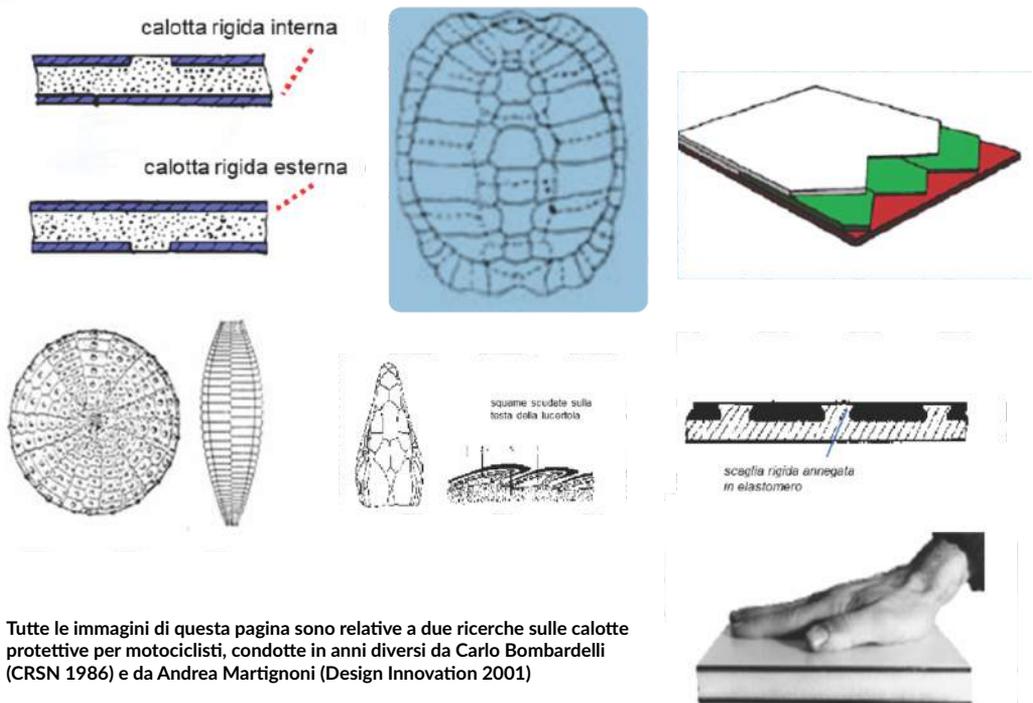


esplorazione aumentano notevolmente, perché ci dà la possibilità di lavorare "per analogie di funzione". Dal momento che per definizione in natura non esistono due organismi esattamente uguali, la comparazione tra forme viventi può avvenire solo in termini di similitudine. Di frequente, l'analisi delle forme biologiche si sviluppa proprio sulla base di queste similitudini o come abbiamo accennato in precedenza, secondo "modelli isomorfici".

E' chiaro che il concetto di similitudine scaturisce solo laddove vi sia una mente attiva in grado di operare un'astrazione o comunque di rielaborare i dati attraverso l'osservazione accurata e diretta degli elementi considerati. L'osservazione, dunque, va concepita in bionica come un momento primario della conoscenza, il solo da subito capace di consentirci di formulare congetture, creare connessioni e analogie, attuare delle sintesi operative. Riprendiamo allora l'esempio precedente, quello delle strutture resistenti agli urti: per analogia possiamo affermare che il carapace di una tartaruga, il guscio di un uovo, le ossa del cranio, hanno (tra le altre) una funzione in comune: quella di proteggere organi vitali. A questo punto, lungi dal proporre un contenitore "a forma d'uovo", si dovrà procedere cercando di capire il funzionamento di questi sistemi attraverso un ulteriore stadio di ricerca.

[02.3 DEFINIZIONE TEMATICA PROGETTUALE MODELLI A CONFRONTO]

I principi funzionali degli elementi naturali esaminati vengono estrapolati dal loro contesto organico per metterne in risalto le proprietà, i meccanismi, le dinamiche costruttive, la descrivibilità formale (cioè secondo modelli geometrico-strutturali). Naturalmente non si tratta nella maniera più assoluta di copiare la biologia: non si tratta di "imitare" la pelle del delfino, il guscio di un uovo o la struttura di una foglia, ma di comprenderne l'organizzazione in senso funzionale.



Tutte le immagini di questa pagina sono relative a due ricerche sulle calotte protettive per motociclisti, condotte in anni diversi da Carlo Bombardelli (CRSN 1986) e da Andrea Martignoni (Design Innovation 2001)

[02.4 APPLICAZIONI]

L'esempio del "contenitore per merci fragili", utilizzato come filo conduttore nelle pagine precedenti, sebbene sia a nostro avviso abbastanza significativo, non va tuttavia assunto come stereotipo, in quanto la rete delle informazioni e delle relazioni che grazie alla metodologia bionica si può intrecciare, non è affatto unilaterale ma anzi - è possibile con essa dare vita a risultati poliedrici interpretabili diversamente a seconda dell'ambito concreto in cui si vuole integrarli. L'uovo, la tartaruga, il cranio, non sono certamente solo degli "involucri protettivi": è compito nostro quello di saperli interpretare dall'angolatura che meglio si adatta alle richieste del tema progettuale iniziale. Così facendo la potenzialità delle informazioni bioniche acquisite non è destinata a decadere nel momento in cui si giunge ad un risultato o progetto finale, ma anzi costituisce un patrimonio di conoscenze che si arricchisce col passare del tempo.



E' chiaro che per arrivare a risultati apprezzabili ognuno dei punti sopra citati deve essere sviscerato con una certa angolatura: impresa ardua se affidata ad una sola persona che dovrebbe possedere al tempo stesso delle conoscenze sia scientifiche che tecnologiche, situazione oggi decisamente insolita tenendo conto delle attuali caratteristiche di specializzazione professionale. Ecco perché in bionica entra fortemente in gioco l'interdisciplinarietà: le ricerche di un biologo, di uno zoologo o di un progettista, condotte separatamente portano a risultati molto settoriali e quindi inevitabilmente a se stanti. Invece, se ogni specialista riesce a trasferire il suo bagaglio di conoscenze in un ambito più allargato, possono prodursi condizioni ottimali per un reale e proficuo confronto, scambio, arricchimento.

Il progetto bionico dunque, è spesso la risposta unitaria sorta dall'incontro e dalla collaborazione di più persone. Lasciatemi prendere congedo con un paio di estratti da discorsi di Carmelo Di Bartolo :

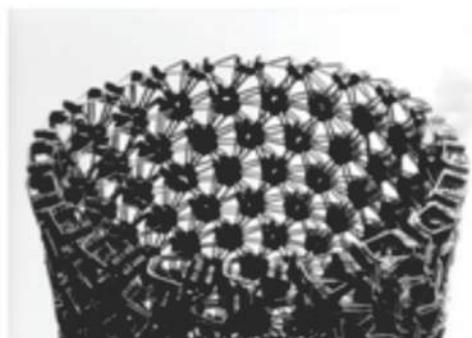
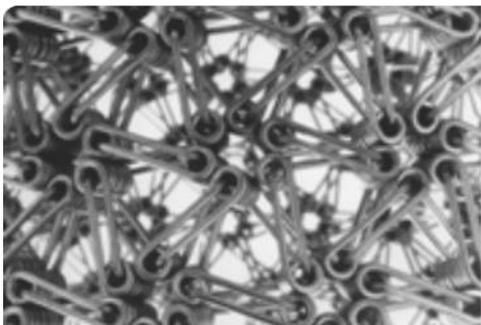


1985 Carmelo Di Bartolo al CONGRESSO INTERNAZIONALE DI DESIGN AD ALICANTE:

"...Osservare, guardare è un'azione spontanea, naturale, a volte involontaria ed è al tempo stesso uno strumento meraviglioso a disposizione dell'essere umano: la forma più immediata per un approccio conoscitivo della realtà. Eppure siamo così abituati a vedere le cose come forme codificate, regolate, come se guardassimo attraverso un filtro, o sempre dalla stessa angolatura.

Se la visione si libera dagli schemi dettati dal gusto o dall'abitudine può essere uno strumento prezioso di apprendimento e nuove informazioni. Vedere, svelare, sono veicoli per la riflessione e la conoscenza. Conoscere è ri-conoscere; non si impara niente di nuovo, di alieno, ma si "vede", si "scopre" ciò che potenzialmente è già in noi.

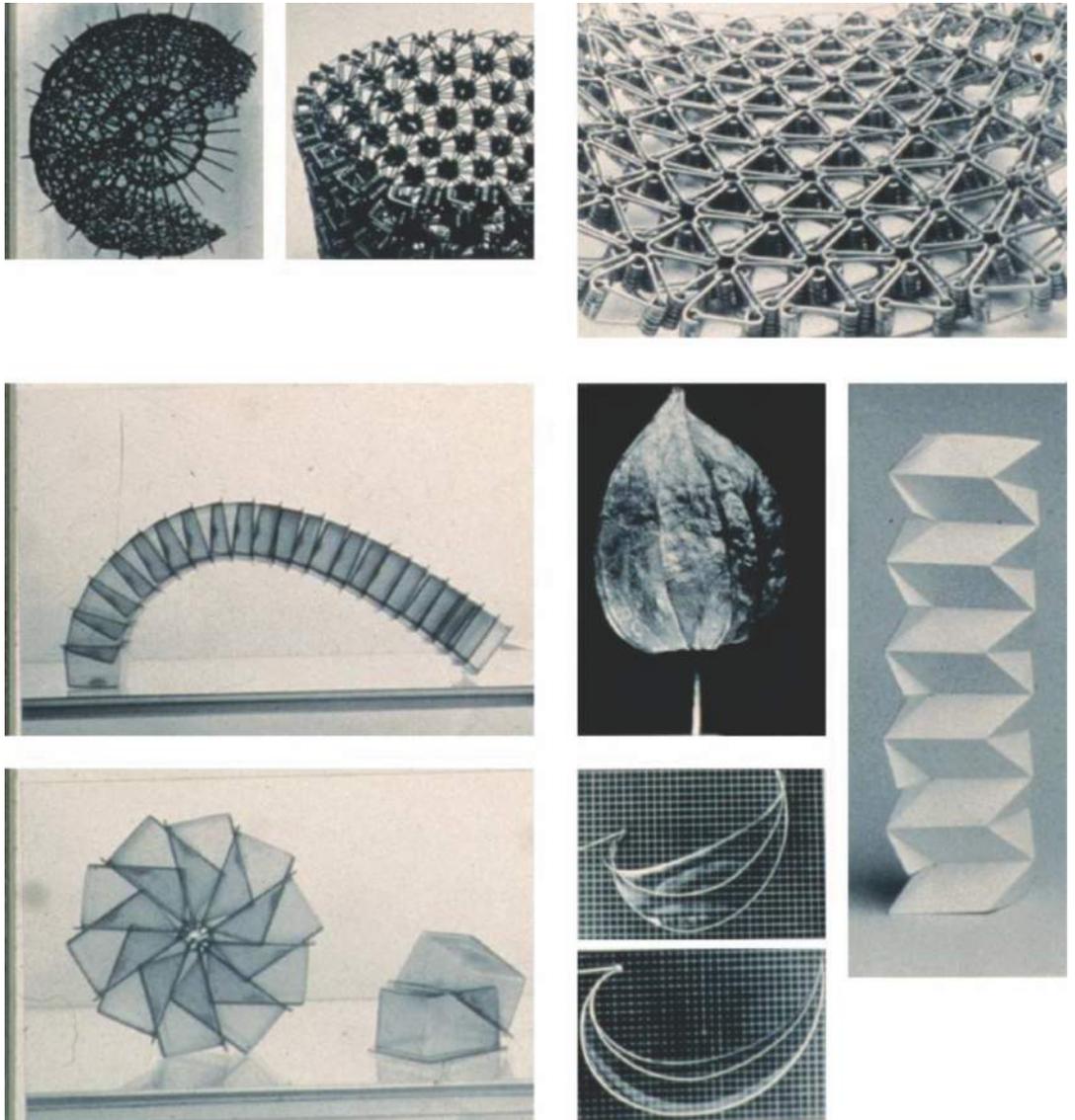
Picasso: "Ciò che non esiste non è patrimonio dell'artista"





[DAL LIBRO: 'STRUTTURE IN NATURA E MODELLI BIONICI' - MILANO 1981]

Il primo periodo di formazione è dedicato ad un processo di destrutturazione. Si faranno molti esercizi apparentemente inutili, quasi dei giochi, ma rappresentano la parte strutturale della formazione. In genere quando si arriva in una scuola di design si pensa che bisogna essere creativi a tutti i costi. Creatività significa riuscire a pensare. Se non si riesce a pensare il solo saper disegnare non serve a niente.



Tutte le fotografie sono di proprietà di Carmelo Di Bartolo. Lo ringrazio per averne consentito la pubblicazione.

Sergio F. Grijalva

Obtuvo una Licenciatura en Diseño Industrial en la Universidad Autónoma de Guadalajara en 1983. Posteriormente, Sergio emigró a Florencia y de ahí a Milán, Italia donde vivió y trabajó durante catorce años. En Milán obtuvo una Maestría en Diseño y Biónica en el Centro Ricerche Istituto Europeo di Design, donde posteriormente llegó a ocupar el cargo de director. Posteriormente, él colaboró con Castelli Design Milano. En 1998 Sergio emigra a Londres Inglaterra, donde obtuvo su Maestría en Administración de Negocios y cursos de especialización en estrategia de negocios y productos en la North London University y la London School of Economics and Political Science. En el año 2000, Sergio emigra a Auckland, Nueva Zelanda, donde fundó DMC Design Management Consulting Ltd.

En el año 2009, Sergio funda Grupo Sinekis S.A. de C.V. en Guadalajara México. La empresa se especializa en el diseño y la comercialización de empaques para alimentos y bebidas, con especial atención a mejorar la hidratación de productos frescos y reducir las cantidades de materiales utilizados. El Sergio Grijalva es poseedor de la patente invención para un cepillo de dientes de bolsillo obtenido en Milán, Italia en 1988, el cuál es parte de la exhibición permanente del Design Museum Londres, Inglaterra. Él además tiene la patente de invención en U.S.A, México, Chile, Canadá y en países miembros de la CE Comunidad Europea del empaque llamado Freshdy, que prolonga la hidratación de fruta y verdura fresca www.freshdy.com

Actualmente Sergio Grijalva trabaja en Grupo Sinekis S.A. de C.V. en Guadalajara México, su trabajo está enfocado a seguir los lineamientos establecidos por la FAO Naciones Unidas y su iniciativa Save Food, para evitar el Desperdicio y Pérdida Global de Alimentos, así como las iniciativas de la UN United Nations Environment y su programa CleanSeas.



Trabajando en ambientes exóticos

Sergio F. Grijalva | sfgrijalva@yahoo.com



“Observa la naturaleza y encontrarás todas las respuestas.”

Albert Einstein

En el año de 1985 inicio en su primera edición el master en diseño y biónica en el apenas fundado CRSN Centro Ricerche Strutture Naturali, hospedado al interno del Istituto Europeo di Design en Piazza Diaz en pleno centro de Milán, Italia. Su fundador Carmelo di Bartolo, así como sus colaboradores en ese entonces; Carlo Bombardelli, Luisa Cristaldi, Luisa Morfini y Giovanna Arlotti, fueron el equipo de personas que dieron vida a esta tan original iniciativa.



Foto 1: Centro Ricerche Strutture Naturali CRIED, Sede en Piazza Diaz, Milan Italia - 1986 De Izquierda a derecha, no identificada, Carlo Bombardelli, Rosa Lamprea, Sergio F. Grijalva, Gabriel Songel, Carmelo Di Bartolo, Giovanna Arlotti, no identificada, Marcela Peraza, no identificado y Maurizio Marian

Cuatro personas fueron los primeros estudiantes en frecuentar dicho master; Gabriel Songel de Valencia España, Marcela Peraza de Bogotá Colombia, Silvia Giampaola de Acquila Italia y Sergio F. Grijalva de México. El grupo tan heterogéneo en experiencias, nacionalidades e idiomas sería una de las características y estilo de trabajar dentro del CRSN.

Vivir trabajar y estudiar en México, Italia, Inglaterra y Nueva Zelanda me ha permitido hacer una correlación de hechos, metodologías y sicología en ambientes de trabajo llamados «creativos». Dichos ambientes de trabajo son en la mayoría de los casos, grupos heterogéneos de personas extranjeras en los que cada individuo representa un universo cultural independiente. Estas personas deben resolver sus diferencias en un lento proceso de culturalización donde las actividades del grupo siguen un objetivo en común que va, desde finalizar un programa de estudio a el desarrollo de proyectos de investigación. Estos procesos representan retos a las personas que participan en estos proyectos. El llamado «Efecto Phoenix», que podría ser explicado como la generación de nueva vida dentro un viejo cuerpo como resultado de estas vivencias. Experiencias que la mayoría de las veces, realizadas en espacios pequeños, extraños al medio ambiente usual de los participantes (clima, alimentos, cultura e idioma). Existen semejanzas con las características de trabajo en condiciones extremas en ambientes exóticos como; expediciones polares, trabajar en buques y plataformas marinas o en prisiones.

¿Que tienen entonces en común laboratorios experimentales de proyectos como el IL Institute for Lightweight Structures en Stuttgart Alemania, el Media Lab MIT en Boston USA y el Centro Ricerche Strutture Naturali llamado posteriormente CRIED Centro Ricerche Istituto Europeo di Design en Milán Italia?



Cinco pueden ser las características principales de estos centros de investigación creativos; en primer lugar, la fundación de estos centros por personajes que abrazan alguna ideología proyectual muy particular e innovativa. Dos, estas organizaciones nacen al interno de alguna universidad privada o pública con financiamiento público o mixto. Tres, la participación de investigadores provenientes de diferentes disciplinas científicas y profesionales, así como nacionalidades e idiomas. Cuatro, el trabajo en equipo por un corto período de tiempo donde además hay que respetar calendarios profesionales o didácticos.



Villa Taranto Lago Maggiore, Italia, Primavera 1986
- Viaje de estudio para recolectar muestras de plantas y semillas. De izquierda a derecha, Sergio F. Grijalva, Carmelo di Bartolo, Silvia Giampaola, Gabriel Songel. Foto: Cortesía de Sergio F. Grijalva

Por último, el caos aparente o cierto, en el cuál se trabaja, donde para polarizar al personaje fundador, participan también contrapesos que dan credibilidad profesional y comercial a los proyectos realizados. El IL Institute for Lightweight Structures fundado por Frei Otto en sus orígenes organizado en un pequeño cuarto en los inicios de los años 50s en Berlín-Zehlendorf Alemania. Fue en este lugar donde Frei Otto formulo sus primeras teorías y desarrollo sus primeros proyectos. De aquí pasaron algunos años para la fundación oficial del IL en la Universidad de Stuttgart (departamento creado especialmente para el). Las actividades se desarrollaban en un edificio a forma de tienda muy particular construido con membranas, cables y tubos. Donde trabajaban investigadores de Alemania, México, Holanda, Islandia, Italia, USA y la Unión Soviética entre otros. La filosofía proyectual desarrollada por Frei Otto son las estructuras ligeras, así como la arquitectura no permanente. Berthold Burkhardt segundo a bordo en el departamento IL, daba contrapeso a las propuestas proyectuales y de investigación desarrolladas en el instituto [1]. En palabras de Reiner Graefe (investigador asociado en el IL), «el IL era frecuentado por personas con apariencia hippie vistiendo ropa excéntrica y trabajando en condiciones muy apretadas de espacio».

Por el otro lado tenemos al Media Lab del Massachusetts Institute of Technology en Boston USA fundado en 1985 por Nicolas Negroponte y Jerome B. Wiesner. El MIT Media Lab trasciende los límites y las disciplinas conocidas al promover activamente una cultura única y multidisciplinaria que envuelve la mezcla y combinación poco convencionales de áreas de investigación aparentemente dispares. Mas de 30 profesores e investigadores principales dirigen el programa de investigación de Lab, trabajando con más de 175 investigadores. Unos 100 miembros del personal apoyan la investigación, las instalaciones y la administración del laboratorio. La matrícula de posgrado totaliza 190, con 98 estudiantes de maestría y 92 de doctorado. Adicionalmente, Más de 55 estudiantes graduados de otros departamentos del MIT realizan investigaciones en el Laboratorio, y más de 200 estudiantes universitarios trabajan aquí cada año a través del Programa de Oportunidades de Investigación de Pregrado (UROP) del MIT. En palabras de Negroponte «El Media Lab del MIT lo creamos como un lugar para inadaptados, para aquellos que no encajaban estrictamente en la sociedad». Jerome B. Wiesner y su profesión y experiencias de ingeniería eléctrica daban contrapeso a las propuestas proyectuales y creativas del Media Lab [2]. Si bien el espacio ocupado por el Media Lab, dista mucho de los espacios de trabajo del IL de Frei Otto y del CRIED de Carmelo di Bartolo, la esencia de aparente o real caos también forma parte de este original grupo creativo[3].

El CRIED Centro Ricerche Istituto Europeo di Design creado en 1984 por Carmelo di Bartolo en Milán Italia, tenía sus fundamentos en la investigación de estructuras naturales, el análisis y su traspaso al mundo del diseño industrial y la industria.



Fotos 3 y 4: CRIED Milán, Italia, 1986 – Estudio del vuelo de la libélula y análisis de la estructura de alas de la libélula realizado con membrana de jabón. Proyecto: Sergio F. Grijalva. Foto: Cortesía de Sergio F. Grijalva.

Internamente funcionaba como un departamento perteneciente al IED Istituto Europeo di Design, inicialmente su sede en el cuarto piso del edificio de Piazza Armando Diaz 6, en Milán. Se trabajaba sea en una maestría en diseño y biónica, así como en proyectos para la industria. Posteriormente ocupó sede dentro el edificio del IED de Vía Sciesa 4 en la misma ciudad. En ambos lugares las sedes eran pequeñas y el número de personas estudiando y trabajando tantas. En el período 1985 a 1995, por lo menos 15 nacionalidades estaban representadas entre estudiantes, proyectistas y profesores.

Una de las características del modelo de investigación de Di Bartolo, era trabajar y sobre todo ingeniárselas con recursos siempre limitados para resolver los problemas y proyectos que se presentaban.



Fotos 5, 6, 7: CRIED Milán, Italia, 1987 – Realización de modelos de prueba para pavimentos sensibles y texturizados como guía para personas invidentes y para uso en la MM Metropolitana Milanese en colaboración con Artigo Pirelli Group S.p.A. Silvia Giampaola y Sergio F. Grijalva. Foto: Cortesía de Sergio F. Grijalva.

El clima de trabajo dentro el CRIED fue siempre muy casual, en ocasiones caótico, frecuentado por personajes de todo tipo. En el CRIED fungieron como contrapeso al pensamiento de Di Bartolo, inicialmente Carlo Bombardelli que con su gran intuición se desarrollaban las metodologías para cuantificar las investigaciones realizadas, sea en un modo cuantitativo que cualitativo. Posteriormente Sergio F. Grijalva tuvo funciones similares dando continuidad a ciertos trabajos sobre comunicación táctil, proyectos de diseño de producto para la industria de la cocina y accesorios, así como propuestas para una nueva versión del master en diseño y un planteamiento para la industria del embalaje. La investigación y recolección de especímenes (hojas, semillas, flores) se hacía directamente en campo en lugares como Villa Taranto, Verbania o en el Parco di Nervi, Génova.

Seccionar, desmenuzar, observar, fotografiar eran todas tareas en parte realizadas para la clase del Arq Aldo Montú. Pruebas y resultados se realizaban y evaluaban en modo intuitivo, utilizando modelos realizados en materiales muy económicos como; papel, cartón, yeso, pompas de jabón. Catalogar y documentar sea los casos de suceso como los de fracaso, era parte primordial de las investigaciones realizadas para dar estructura a las investigaciones y permitir la evolución de las mismas hasta llegar a la hipótesis de varias posibles soluciones finales. De esta fase en particular se ocupaban Carlo Bombardelli y Sergio Grijalva en colaboración con otros profesionales de diferentes áreas científicas como; zoólogos, biólogos y ornitólogos además de la participación de diferentes personalidades [4] participando con incontables conferencias.



Fotos 8 y 9: CRIED Milán, Italia, 1987 – Presentación de la tesis Pavimentos Sensibles en presencia de representantes del Instituto Italiano Ciecchi, MM Metropolitana Milanese y de Artigo Pirelli Group S.P.A – En la foto 8 Sergio F. Grijalva, Silvia Giampaola, Carlo Bombardelli y Carmelo di Bartolo. Foto: Cortesía de Silvia Giampaola.

Haciendo un resumen de las experiencias en estos tres centros de investigación y creatividad se puede concluir lo siguiente. Las personas que trabajan en ambientes creativos pueden experimentar efectos positivos después de un largo período de estadía, entre otros; mayor autodisciplina, mayor adaptabilidad, mayor tolerancia, mayor paciencia, mejor autocomprensión, así como un mayor entendimiento de otros individuos o compañeros de trabajo. Al final de la experiencia cada individuo en el grupo es parte de una nueva cultura homogénea diferente de la original de pertenencia. Todo esto ayuda a la interacción con otras personas en modo más eficiente, así como tener encuentros sociales y relaciones personales más agradables y creativas.

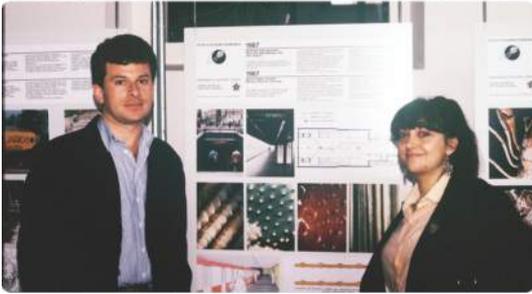


Foto 10: Palazzo delle Stelline, Milano, 1987 – Primera muestra de Design y Biónica organizada por el CRIED. Sergio F. Grijalva y Silvia Giampaola. Foto: Cortesía de S. F. Grijalva.

Los participantes en estas experiencias de trabajo tienden a desarrollar una autonomía y tolerancia hacia personalidades poco ortodoxas e inclusive bizarras. Demasiada autonomía podría no ser tan buena en ciertos casos desarrollando una insensibilidad hacia sus compañeros. Por ejemplo, hablar muy directamente y sin tabús de tópicos o expresar directamente sus sentimientos hacia los demás. Por lo tanto, el desempeño en el trabajo es mas importante en la determinación del estatus seguida de las habilidades sociales. Los lazos culturales son generalmente reforzados por medio del idioma y el desarrollo de un singular lenguaje expresivo único para el grupo que los separa de personas fuera del grupo. El regreso a sus países de origen de estos personajes es vivido con mucha excitación. Estas experiencias en el mal y en el bien tienen siempre un significativo efecto a largo plazo en los individuos. En algunos casos un profundo cambio en la personalidad de los participantes es evidente. El enriquecimiento de una red de contactos profesionales es en la mayoría de los caos evidente donde dichos lazos de trabajo se prolongan aún por años o decenios.



Foto 11: Proyecto Castilla la Mancha, Toledo España 1994, clausura del proyecto realizado por el CRIED. Sergio F. Grijalva. Foto: Cortesía de S. F. Grijalva



Foto 12: Proyecto Castilla la Mancha, Toledo España 1994, Clausura del proyecto realizado por el CRIED. Sergio F. Grijalva y Gillo Dorfles. Foto: Cortesía de Sergio F. Grijalva



[SOBRE EL AUTOR SERGIO F. GRIJALVA]

Desde pequeño Sergio tuvo la inquietud de dibujar y construir objetos a los cuáles llamaba "inventos", entre los objetos que él construyó se encuentran; un telégrafo, un radar, una caja de música, una soldadora eléctrica y otras cosas. Por consiguiente, decidió estudiar diseño industrial. Sergio obtuvo una Licenciatura en Diseño Industrial en la Universidad Autónoma de Guadalajara en 1983. Posteriormente, Sergio emigró a Florencia y de ahí a Milán, Italia donde vivió y trabajó durante catorce años. En Milán obtuvo una Maestría en Diseño y Biónica en el Centro Ricerche Istituto Europeo di Design, donde posteriormente llegó a ocupar el cargo de director. Posteriormente, él colaboró con Castelli Design Milano. Durante esos años, Sergio trabajó en diseño de productos para empresas como Fiat Auto (desarrollo de conceptos de diseño para automóviles), Unilever, Lever, Elida Gibbs (desarrollo de soluciones de empaques), Pirelli Group (sistemas de pavimentación de seguridad para personas hipo-vedentes y ciegas para el MM metro de Milán Italia), y Abet Laminati (soluciones de acabados superficiales para laminados plásticos) entre otros.



Sergio F. Grijalva.
Foto: Cortesía de Sergio F. Grijalva

En 1998 Sergio emigra a Londres Inglaterra, donde obtuvo su Maestría en Administración de Negocios y cursos de especialización en estrategia de negocios y productos en la North London University y la London School of Economics and Political Science. En el año 2000, Sergio emigra a Auckland, Nueva Zelanda, donde fundó DMC Design Management Consulting Ltd. y trabajó en la detección de tendencias emergentes en los sectores de mobiliario, oficina y cocina. Se focalizó en colores, materiales, acabados superficiales, estilos de vida y nuevas tendencias emergentes en diseño. Desde entonces colaboró con varias empresas entre otras; FWP Fletcher Wood Panels en Nueva Zelanda y Swarovsky en Austria.

En el año 2009, Sergio funda Grupo Sinekis S.A. de C.V. en Guadalajara México. La empresa se especializa en el diseño y la comercialización de empaques para alimentos y bebidas, con especial atención a mejorar la hidratación de productos frescos y reducir las cantidades de materiales utilizados.

Sergio ha obtenido diferentes premios por sus trabajos en diseño industrial, entre otros: La nominación para el Compasso D´Oro, Milán, Italia, Interiur 86, Kortijk Bélgica y Ceramics in Urban Design, Faenza Italia. El Sergio Grijalva es poseedor de la patente invención para un cepillo de dientes de bolsillo obtenido en Milán, Italia en 1988, el cuál es parte de la exhibición permanente del Design Museum Londres, Inglaterra. Él además tiene la patente de invención en U.S.A, México, Chile, Canadá y en países miembros de la CE Comunidad Europea del empaque llamado Freshdy, que prolonga la hidratación de fruta y verdura fresca www.freshdy.com.



Foto 13: Freshdy for longer – empaque que prolonga la hidratación de fruta y verdura fresca. Patente invención: Sergio F. Grijalva. Foto: Cortesía de Sergio F. Grijalva



Freshdy, ha sido galardonado con siete premios de diseño de empaque en diferentes países; En México la AMEE Asociación de Empaque y Envase otorgó los premios; Premio Estelar 2016, Premio Estelar Innovación 2016 y Premio Estelar Alimentos 2016. Por parte de la WPO World Packaging Organization obtuvo el WorldStar Packaging Award 2016, el WorldStar Packaging Award Sustentabilidad 2017 y el WorldStar & Save Food Awards 2017, este último otorgado en cooperación con la iniciativa SAVE FOOD por la FAO Naciones Unidas, INTERPACK en Dusseldorf Alemania y con la colaboración de la World Packaging Organization en Chicago, U.S.A.

Obtuvo también el Packaging Award Conveniencia y Funcionalidad 2016, por parte del Instituto Alemán del Empaque, Nuremberg Alemania. Sergio Grijalva, ha participado como profesor invitado en cursos de diseño industrial, biónica y estrategias de diseño y negocios impartidos a nivel licenciatura y maestría en varias universidades, entre otras; el ITESM Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Guadalajara México, la Universidad Panamericana, Guadalajara México y la UNITEC en Auckland New Zealand.

Sergio F. Grijalva recientemente publicó el libro “La Naturaleza del Embalaje: La naturaleza como fuente de innovación para empaques” publicado por la Penguin Random House, Grupo Editorial Barcelona España www.lanaturalezadelembalaje.com.



Foto 14: La naturaleza del embalaje: La naturaleza como fuente de innovación para empaques. Autor Sergio F. Grijalva.
Foto: Cortesía de Sergio F. Grijalva

En el libro, explorar la naturaleza del embalaje significa observar de cerca cómo la vida envuelve, protege, contiene, preserva e, incluso, transporta y comunica sus palpitantes creaciones, con la intención de descubrir de qué manera ha resuelto los problemas y aciertos que enfrenta el diseño industrial de embalajes: ¿qué geometrías permiten aprovechar mejor el espacio y el material? ¿Qué lecciones encierran los huevos de gallina o las conchas de los moluscos a propósito de protección a impactos? ¿Qué nos enseñan las envolturas de productos vegetales como las cebollas o las mazorcas de maíz acerca de la conservación de la hidratación? O bien, ¿qué podemos aprender del hecho de que en la naturaleza no exista el desperdicio, pues todos sus diseños son íntegramente biodegradables y vuelven a nutrir el ciclo del que proceden?

Todas estas y muchas otras cuestiones afines son abordadas y respondidas en este libro, a lo largo de la envolvente inmersión en el mundo de los embalajes naturales que se despliega entre sus páginas: un exuberante recorrido a través de pieles, cáscaras, pétalos, cortezas, conchas, caparzones y muchos otros ejemplos de superficies organizadas, cuyo examen atento depara hallazgos sorprendentes e inspiradores que abren a su vez vías sugerentes e inexploradas para la innovación y el perfeccionamiento de los envases, envolturas y empaques diseñados por el hombre.

Actualmente Sergio Grijalva trabaja en Grupo Sinekis S.A. de C.V. en Guadalajara México, su trabajo está enfocado a seguir los lineamientos establecidos por la FAO Naciones Unidas y su iniciativa Save Food, para evitar el Desperdicio y Pérdida Global de Alimentos, así como las iniciativas de la UN United Nations Environment y su programa CleanSeas. El trabajo de Sergio está enfocado al desarrollo soluciones de empaque que prolongan la vida de alimentos frescos, que ayudan a mantener el control bacteriano y a soluciones innovadoras en empaque estructural y de materiales, así como en estrategias de comunicación para el público en general, sobre cómo conservar en buen estado alimentos frescos y reducir el impacto ambiental de los materiales de embalaje.



[BIBLIOGRAFÍA]

- Aguilar, A. (17 febrero 2019) Nicholas Negroponte: "Siempre he animado a la gente a no ser realista"
Entrevista - El País
- Bell, L. (1990). AIAA 90-3564 Antarctic Analogues of Human Factors Issues During Long-Duration Space Missions. AIAA Space Programs and Technologies Conference, Huntsville, AL, September 25-28. 1990
- Grijalva, Sergio. La naturaleza del embalaje: La naturaleza como fuente de innovación para empaques. Penguin Random House Grupo Editorial, Barcelona España (2018)
ISBN 978-841723439-3
- Natani, K. (1974) A Voice from The Field. American Psychologist, 59-63
- Natani, K. (1980) Future Directions for Selecting Personnel. In T.S. Cheston & D.L. Winter (eds.), Human Factors in Outer Space Production (pp.25-62). Boulder.CO: Westview Press
- Nerdinger Winfer. Frei Otto. Complete Works
Birkhäuser Architecture; 1st ed. 2005. 2nd printing edition (May 27, 2008)
ISBN-10: 3764372311
ISBN-13: 978-3764372316

[REFERENCIAS]

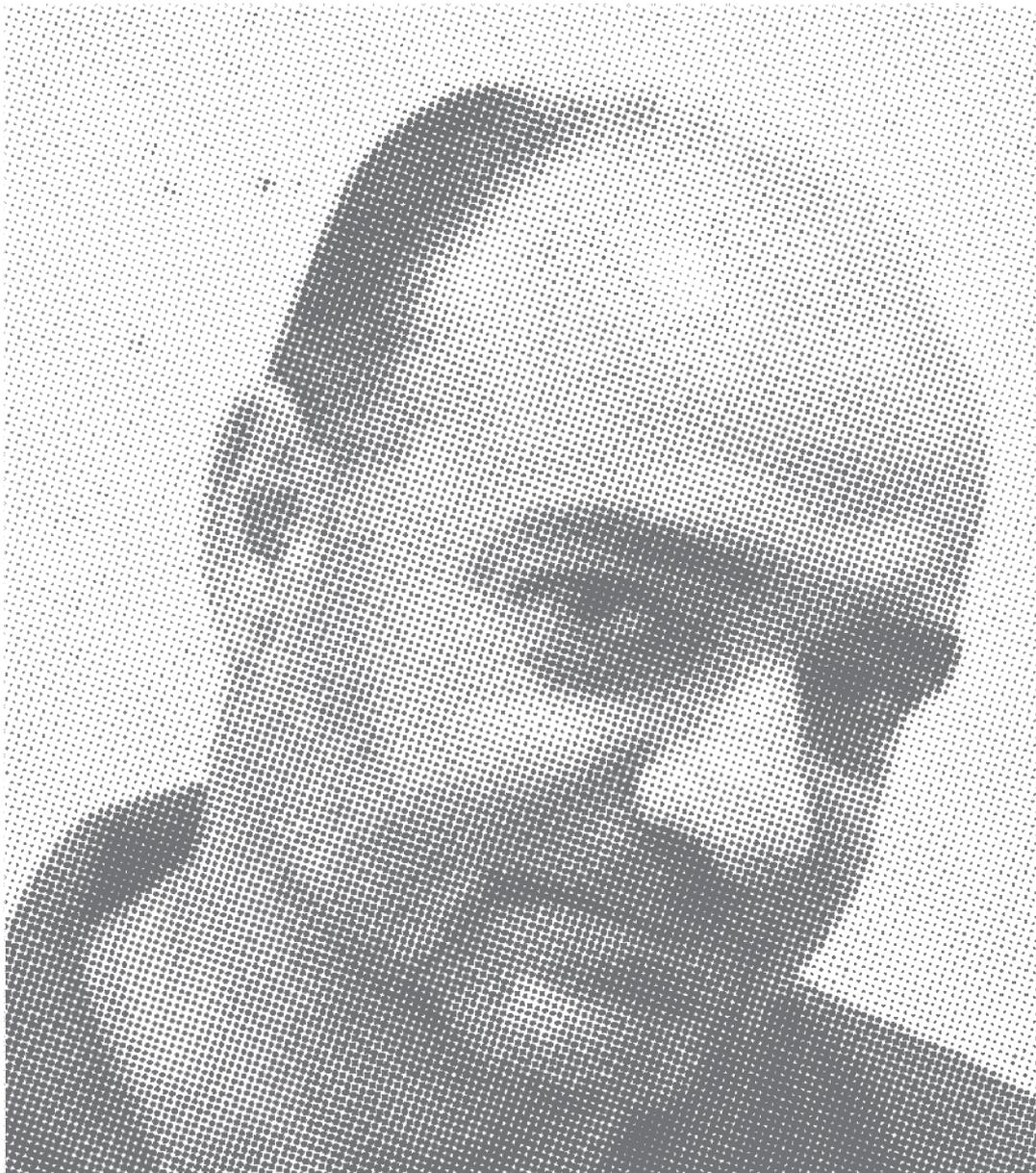
- [1] La administración de proyectos y la implementación de maquinarias utilizadas para avalar las investigaciones realizadas venía en muchos casos delegada a Berthold Burkardt. Experimentar con modelos eran esenciales en el desarrollo de proyectos. Una de las primeras máquinas construidas en el IL Institute for Lightweight Structures, fue la máquina para usar líquidos con alta tensión superficial y poder fotografiar burbujas de jabón.
- [2] Edificio proyecto del arquitecto I.M.Peí
- [3] En la entrevista realizada por el diario El País (17 febrero 2019), Negroponte comenta "que creía que su trabajo entre otras cosas era el de tener a los investigadores aislados en su trabajo para poder así defenderlos de los problemas externos, creando un ambiente muy especial, para grupos sociales distintos". En otras palabras, un lugar en el que se "podía estar loco". Estas personas inadaptadas son a menudo personas de las que más se puede aprender, concluía.
- [4] Entre las personalidades que participaron recuerdo; al Arq Renzo Piano, Arq Ottavio di Blasi, Werner Nachtigall, Gui Bonsiepe, Biruta Kresling, Andreis Van Onck, Danilo Di Rosi, Michele Emmer y tantos otros.

Gabriel Songel

Gabriel Songel es Catedrático de Diseño en la Universitat Politècnica de València, donde ha sido profesor académico en Diseño Industrial desde 1988. Después de asistir al Máster en Diseño Industrial en el Instituto Europeo de Diseño de Milán (1985-1987) obtuvo su doctorado en Metodología de Diseño en la Escuela de Ingeniería de la UPV en 1991.

Fue uno de los miembros fundadores del Grupo de Investigación y Gestión de Diseño de la UPV en 1991, cuando se comenzó a realizar el análisis de Tendencias de Diseño para diferentes instituciones y empresas. Socio fundador de Innoarea Design Consulting S.L., una Empresa de Base Tecnológica Spinoff de la UPV creada en 2008. Ha sido comisario de varias exposiciones nacionales sobre diseño e innovación.

Diseñador de más de 120 productos desde parques infantiles, juguetes, juegos y muebles para niños. Gabriel Songel ha realizado la primera tesis española en Biónica, leída en Abril de 1991 en la Universidad Politècnica de València, cuyo título es "Estudio metodológico de la Biónica aplicada al diseño industrial", dirigida por Eliseo Gómez Senent.



Biónica: hacia la ciencia del diseño

Gabriel Songel | gsongel@upv.es



“Science of design not only is possible but is actually emerging at the present time”

Herbert A. Simon

De Carmelo Di Bartolo, como de la mayoría de las personas con las que he trabajado y aprendido algo, solo puedo decir cosas buenas. Quisiera destacar algunas de sus facetas como Facilitador, Entusiasta, Motivador, Embaucador, Improvisador y un constante Incitador a la curiosidad. Todas ellas le convierten en un docente excepcional, que cualquiera que quiera dedicarse a la educación de cualquier materia, pero especialmente de diseño, debería cultivar todas aquellas facetas mencionadas. Conocí a Carmelo en una conferencia que dió en Alicante en 1985. Eran años de la expansión de la cultura española como el cine (Almodóvar), la música y el diseño. La conferencia de Alicante fue uno de los eventos más importantes en la España de los 80 por cuanto vinieron diseñadores internacionales de primer nivel como Alessandro Mendini o Philippe Starck, en pleno apogeo post-moderno. Aquel contexto era ideal para mi final de carrera de Bellas Artes en el que había pasado los dos últimos años especializándome en Diseño Industrial para optar a las becas de profesionalización que el gobierno de la Comunidad Valenciana había empezado a convocar. En el jurado de la selección para la beca estaba Carmelo y reparó en mis trabajos experimentales sobre la forma y en los proyectos de investigación que realizamos durante la carrera. El portfolio le importaba poco, ya que estaba buscando candidatos con capacidades investigadoras y experimentales para su incipiente Master en Diseño Biónico. Finalmente me seleccionó y aquello fue mi oportunidad para poder estudiar fuera de España.

El inicio del máster fue un descubrimiento de nuevos contextos personales, académicos y profesionales. La estancia en Milán y su entorno industrial fueron especialmente enriquecedores, y no solo por el desarrollo técnico que los productos y las empresas que los hacían demostraban tener. Fue especialmente motivador el pensar que todo aquello estaba por desarrollar en la España de aquella década. De hecho lo que encontré significativamente llamativo fueron las exposiciones de la Triennale, y en concreto la serie de Progetto Domestico. La capacidad discursiva, transversal e interdisciplinar sobre un mismo concepto y los montajes expositivos, es algo que hoy en día, treinta años después, tengo en mente cuando monto exposiciones de diseño e innovación. Siempre me llamó la atención la capacidad de Carmelo para convencer a los gobiernos autónomos de la Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha para financiar sus proyectos educativos, que luego se expandieron a Canarias, y toda América Latina. En 1993 tuve el privilegio de coordinar un número monográfico sobre Naturaleza, Diseño e Innovación en la publicación Temes de Disseny que editaba la Escuela de Diseño Elisava de Barcelona. Fue la ocasión de invitarle a participar y conocer a personajes del diseño como Gillo Dorfles, Werner Nachtigall, Yves Coineau y Biruta Kresling, Ezio Manzini, Jürgen Hennicke y Frei Otto. Aquella buena experiencia nos llevó a la preparación de un proyecto europeo para la catalogación de los proyectos fundamentados en la Naturaleza.



De izquierda a derecha: Jürgen Hennicke, Werner Nachtigall, Carmelo Di Bartolo, Carlos Plasencia y Gabriel Songel, en las reuniones preparativas del proyecto europeo en la UPV.



La última colaboración que me pidió Carmelo fue en la publicación Experimenta sobre biónica. En concreto me centré en mi experiencia en el diseño de juegos de construcción y en el fundamento orgánico en muchos de esos juegos. Se me ocurrió llamarle “el fascinante juego de la Naturaleza”. Aún lo sigo viendo y viviendo así por los innumerables productos que he podido desarrollar con esa premisa. Carmelo ha sido uno de esos facilitadores que me he ido encontrado en mi vida personal y profesional, como posteriormente han sido Ole Poulsen, vicepresidente de Lego, Manuel Lecuona, compañero y catedrático de Diseño en la UPV, Barney Lin, fundador de Gigo Toys en Taiwán, José Antonio Pastor, presidente de AEFJ, Asociación Española de Fabricantes de Juguetes o Peter Handstein, fundador de Hape Toys International. A todos ellos he tenido la ocasión de manifestarles mi agradecimiento. Ahora con este artículo, por si no lo hice en el pasado, quiero manifestarle nuevamente mi agradecimiento a Carmelo Di Bartolo.

[LA NATURALEZA COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN]

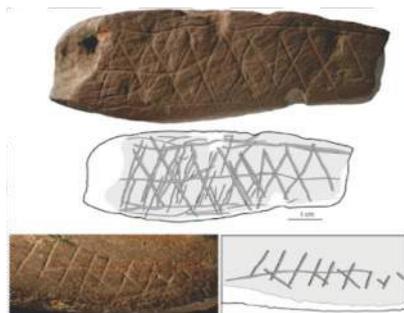
[1. ARTE Y NATURALEZA]

La naturaleza de la innovación, el arte de la innovación. El descubrimiento de la naturaleza como recurso de la innovación vino en mi carrera universitaria en Bellas Artes en Valencia (España). La búsqueda de estructuras abstractas y visualmente potentes me llevó al estudio del origen de la escritura [1], símbolos y signos [2], y a profundizar en el conocimiento de los artistas de vanguardia que habían tratado este campo desde diferentes ópticas desde Paul Klee a Malevich. Fue el estudio de Paul Klee [3] el que entró en la representación de estructuras naturales mínimas, estructuras de crecimiento, dibujos primitivos, dibujos infantiles. Klee fue capaz de dibujar en 1940 la imagen de un guerrero exactamente igual que un guerrero en una pintura primitiva descubierta en África en los 80. Esta capacidad de síntesis de la imagen, de visualizar el pasado y de construir una teoría del arte moderno [4] al mismo tiempo, ha sido algo que aún me sigue inspirando, y especialmente me ha enseñado a seguir observando la Naturaleza desde diferentes ámbitos.

En 2018, en un paseo por la Sierra de la Calderona en Valencia encontré con una gran losa de 4 metros de larga con una triangulación en toda su superficie muy clara. Mientras analizamos la formación natural conocida como diaclasa, en la que se cuartea en dos direcciones una masa pétreo, cabría la posibilidad que fuese una intervención de la mano humana. La siguiente sorpresa fue encontrar construcciones gráficas primitivas con la misma composición. En septiembre de 2018 Henshilwood y Van Niekerk de la Universidad de Witwatersrand en Suráfrica, publicaron en Nature [5], la datación de más de 70.000 años de los dibujos de la Cueva Blosbom. Los dibujos son una triangulación entre tres líneas horizontales, una estructura visual muy parecida a la losa de Olocau. Esta coincidencia nos lleva a la reflexión de la indisoluble integración del ser humano con su entorno en tiempos ancestrales en contraste con la actual desintegración del entorno por el ser humano.



Losa de Olocau. Descubierta por Gabriel Songel. Registro bien natural: Ayuntamiento Olocau Valencia. 24 Enero 2018.



Henshilwood y Van Niekerk. Blombos Cave Rock Art (70,000 BCE) Suráfrica.



[2. ESTRATEGIA CON MÉTODO PARA LA INNOVACIÓN]

Con el desarrollo personal y profesional he llegado a la convicción que la innovación requiere de estrategia y método. Mi primera contribución en este sentido fue la tesis doctoral y el planteamiento metodológico. En segundo lugar, tuve el honor de coordinar un número monográfico de la revista *Temas de Disseny* publicada por la escuela Elisava de Barcelona en 1994 con el título *Naturaleza Diseño e Innovación* [6], en la que participaron autores de prestigio como Gillo Dorfles, Ezio Manzini, Yves Coineau y Biruta Kresling, Werner Nachtigall, Jürgen Henniscke o Carmelo di Bartolo. Mi contribución fue la de explicar el modelo metodológico de diseño basándome en el estudio de estructuras de la Naturaleza que había desarrollado en mi tesis doctoral.

[NATURALEZA, DISEÑO E INNOVACIÓN: PROPUESTA METODOLÓGICA]

Los modelos biológicos y el estudio de la naturaleza. El estudio de la naturaleza ha tenido y sigue teniendo múltiples y diferentes implicaciones en el diseño y la innovación. Como forma de analizar los sistemas y para el establecimiento de modelos biológicos, Bertalanffy, desde la aproximación científica de la teoría general de los sistemas, ya apuntaba a la biónica como factor de innovación.[7] Otros, como Pearce y Stevens, [8] han planteado la naturaleza como estrategia de diseño y otros como estrategia docente [9].

Es en estas líneas donde vamos a profundizar y plantear un modelo metodológico valedero en el campo didáctico, proyectual e investigador. De hecho, podríamos encontrar antecedentes del estudio de la naturaleza y su directa relación con el diseño básico en los cursos iniciales de la Bauhaus y posteriormente en la Escuela de Ulm. Estas experiencias han sido recogidas y puestas en práctica en la Sección de Diseño de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia, de las que han derivado estudios metodológicos desarrollados en el Grupo de Investigación y Gestión del Diseño y su inclusión en las líneas de actuación de la investigación en diseño [10]. 4 Establecimiento de los niveles analógicos En el presente apartado vamos a analizar los diferentes procesos proyectuales o métodos utilizados hasta la actualidad, fijándonos especialmente en cómo ha sido el trasvase de información desde el análisis del sujeto natural a su aplicación práctica o proyectual. Si estudiamos todas las realizaciones que el hombre ha hecho tomando como referencia a la naturaleza, desde el mismo Leonardo hasta las últimas realizaciones del Centro de Investigaciones de Estructuras Naturales de Milán, podríamos agruparlas siguiendo el criterio de cuál ha sido la relación entre la referencia natural y su materialización en el mundo de lo artificial. Esta relación está medida de alguna forma por el grado de analogía, patente o no, entre la naturaleza y el objeto, entre el referente y lo referenciado, estableciendo como consecuencia cuatro niveles analógicos [11]:

1. Inconsciencia
2. Inspiración
3. Transposición
4. Imitación

Antes de entrar a definir cada uno de los niveles convendría tener en cuenta algunas consideraciones. En primer lugar se ha pretendido abarcar todas aquellas obras que de una forma u otra tienen alguna relación con la naturaleza para así contribuir al esclarecimiento o determinación de qué se considera, o podría considerarse, biónica y qué no. Esta consideración se desprende de la afirmación lógica de que no todo lo que haya tomado como referencia a la naturaleza ha de ser necesariamente visto como biónica. Tal sería el ejemplo de cualquier período artístico que haya asumido repertorios formales de la naturaleza. En segundo lugar, los niveles analógicos no se consideran ni como compartimentos estancos que clasifiquen las obras categóricamente, ni como vasos comunicantes en que todo se quede al mismo nivel. Habrá ejemplos en la historia del diseño que por sus condicionamientos particulares podrán enmarcarse entre un nivel y otro. Por último, y reafirmando la consideración anterior, habrá casos en los que, partiendo de una intención clara y preconcebida de una total imitación de un sujeto natural, por las sucesivas evaluaciones del proyecto y posibles inviabilidades de las propuestas, a la vista de los resultados, o en el mismo proceso proyectual, se vaya descendiendo a niveles anteriores. También puede ocurrir en sentido contrario, es decir, que, pretendiendo una simple inspiración, a medida que surjan los subproblemas se encuentren las soluciones en el sujeto natural de referencia, y por lo tanto el resultado pueda ser incluido en niveles posteriores. Con todo esto, el primer nivel, que denominamos de inconsciencia, agruparía a todas aquellas realizaciones que por métodos de diseño convencionales llegan, sin saberlo, a soluciones que se encuentran en la naturaleza. No queremos decir con ello que si se hubiera seguido un método biónico posiblemente se habría llegado antes a la solución, pues muchas de las resoluciones de la naturaleza son, constructivamente, elementales y con un proceso de pensamiento lógico se llegaría a soluciones similares. Éste es, de hecho, el objetivo del diseño básico.

Posiblemente el ejemplo más representativo, y anecdótico a la vez, de éste nivel sea el diseño de las cúpulas geodésicas de Buckminster Fuller de doble retícula espacial, cuyos resultados constructivos le



resultaron «asombrosamente semejantes» a las diatomeas o a las geometrías de los cactus esféricos [12]. De este nivel cabría añadir alguna cosa más, y es que contempla a un gran número de trabajos realizados hasta el presente, pero que no pueden considerarse enteramente dentro de la biónica, aunque los resultados sean muy similares a los aportados por la naturaleza, ya que no ha habido ni una intención previa, ni por lo tanto un método analógico específico para llegar a esas similitudes. Coineau y Kresling [13] incluirían en esta categoría a aquellos sistemas en los que las analogías han sido establecidas a posteriori, suponiendo los modelos naturales un recurso para el perfeccionamiento de las invenciones humanas. Un segundo nivel analógico sería el llamado de inspiración, por estar basado en una concepción parcial de la globalidad del sujeto natural referente que podría llevar al no respeto, o incluso a la contradicción, de los principios básicos que comporta esa globalidad. Es decir, este nivel estaría caracterizado por la toma anecdótica de algunos de los aspectos con que se manifiesta la naturaleza, sin tener en cuenta que éstos son consecuencia de un proceso evolutivo-funcional, y que están condicionados unos a otros, ya que, como sistema biológico, hay una interrelación entre el todo y las partes.

A este nivel pertenecerían todas aquellas obras que gratuitamente se han basado en formas biológicas u orgánicas sin atender a las causas funcionales a que responden esas formas. No obstante, hay que reconocer que, tal y como afirma la psicología de la percepción, es precisamente por ese aspecto formal, sea razonado o no, por lo que puede empezar a reconocerse un objeto como basado en algo natural, y que, en caso de que fuese una forma razonada cercana a lo natural daría lugar a lo que podría llamarse una estética biónica. De esta forma, y tal como considerábamos anteriormente, los movimientos artísticos que exaltaban a la naturaleza como fuente de inspiración para la generación de formas tanto bidimensionales como tridimensionales no pueden considerarse dentro de la biónica. El tercer nivel analógico estaría caracterizado por la trasposición de los principios básicos observados en el sistema natural que se aplican sobre el objeto artificial y que, por lo general, definen el resultado. En este caso, a diferencia del anterior, la toma de aspectos "del referente puede ser parcial, pero en ningún momento entrará en contradicción con la armonía aglutinadora del mismo, o al menos esa trasposición parcial tendrá una justificación funcional. Por este motivo, a partir de este nivel se puede hablar de biónica propiamente dicha dentro de las definiciones ampliamente aceptadas: Es la ciencia de los sistemas, cuyo funcionamiento se basa en el de los sistemas naturales, o que presentan características específicas de sistemas naturales, o que tienen analogías con éstos (Steele, 1960) [14].⁸ La biónica no trata solamente de engineering, sino de encontrar ideas que permitan construir los más variados mecanismos cuyos prototipos vivientes existen desde hace siglos al alcance del hombre. Su proceso básico sería preguntarse cómo funciona, y posteriormente cómo reproducir este principio [15].

Es la utilización de prototipos biológicos en el diseño de sistemas sintéticos creados por el hombre. O sea, se trata de estudiar los principios fundamentales de la naturaleza y llegar a la aplicación de principios y procesos a las necesidades humanas [16]. Es el estudio de sistemas vivientes para aplicar a las tecnologías sus principios técnicos y procedimientos. Es particularmente apta para estimular la capacidad de captar los detalles tridimensionales y los principios formales que los estructuran, así como para incrementar la capacidad de transformación, es decir, cuando se examina y analiza un objeto análogo [17]. Bajo el término de biónica se estudian generalmente dos tipos de trabajos científicos: uno, más relacionado con el diseño, que estudia la naturaleza en su equilibrio entre forma-materiales-funciones, tratando de encontrar soluciones utilizables por el hombre para su medio ambiente; el otro, que investiga principalmente los problemas neurofisiológicos de las formas vivientes con el objeto de reproducirlas artificialmente [18].

La finalidad de la biónica es descubrir los secretos de la naturaleza, sea en las plantas como en los animales, y deducir sus principios constructivos sobre los que basar las creaciones técnicas [19]. A este nivel pertenecerían los trabajos desarrollados por el Centro de Investigaciones de Estructuras Naturales del Istituto Europeo di Design de Milán y parte de las realizaciones del Instituto de Estructuras Ligeras de la Universidad de Stuttgart, ya que éste es el criterio seguido en sus métodos de trabajo según veremos en apartados posteriores. Para Coineau, un ejemplo de trasposición parcial sería el Palacio de Cristal de Paxton, en el que solamente el principio es tomado, y la realización técnica parece no tener nada que ver con su modelo viviente: la hoja circular flotante de la Victoria Amazónica, ya que es claramente muy diferente a las cristalerías rectangulares propuestas por el ingeniero [20]. Por último, la imitación total de la naturaleza sería el cuarto nivel analógico que se propone. Éste supondría la trasposición de todos los aspectos más importantes de un sujeto natural; por ejemplo, la función, estructura y forma, al sujeto artificial. Ejemplos de este nivel tendríamos a lo largo de la historia de la técnica, y más concretamente con las últimas investigaciones sobre el vuelo de los insectos, con vistas a su aplicación en hélices y turbinas, realizadas por Werner Nachtigall, del Instituto de Zoología de Saarbrücken. Sin embargo, Coineau no distingue diferencia entre este nivel y el anterior al afirmar: «En un buen número de casos, se trata de una copia de la naturaleza según un proceso biónico típico: estudio de un sistema natural, interpretación del principio y, después, la trasposición a una realización de tipo industrial»; y pone como ejemplos clásicos la piel artificial del delfín, que pertenecería al cuarto nivel, y las construcciones de Le Ricolais inspiradas en los



radiolarios, que corresponderían al segundo o tercer nivel [21].

Posiblemente este nivel sea el más controvertido por diferentes razones que conviene considerar. Por una parte, la intención de imitar a la naturaleza con el convencimiento primero de que era posible, y segundo de que aportaba soluciones óptimas, ha quedado demostrado por la historia, desde Leonardo hasta la actualidad, que no siempre es factible o exitosa. Esta afirmación puede quedar ilustrada con la historia de la aviación, en la que el hombre ha podido volar cuando se ha olvidado de pretender elevarse por principios mecánicos, tal y como pensaba Leonardo, y ha experimentado a partir del vuelo a planeo. Por otra parte, el conocimiento progresivo de los sistemas neurofisiológicos de los seres vivos y el desarrollo paralelo de la microelectrónica y la tecnología permiten multitud de puntos de encuentro entre unas ciencias y otras, adoptando los nombres de cibernética, robótica o biomecánica; siendo, por lo tanto, los límites entre unos y otros perfectamente permeables.

Quizá por esta razón, este nivel sea el que se preste a una dualidad de reconocimiento; por un lado como el más asimilable con el término de biónica, ya que se da una equivalencia mayor entre el referente natural y lo artificial; y, por otro lado, como puerta abierta a otras áreas del conocimiento científico que pueden llevar a la confusión. Con el establecimiento de los niveles analógicos, tenemos a nuestra disposición una herramienta de medida y de acceso a los modelos metodológicos que comporta la biónica.

[3. La matriz de la creatividad: una hoja de ruta para una trayectoria profesional y de investigación en diseño]

Con esta matriz se pretendía hacer ver todo un panorama de campos en los que se podían aplicar principios de diseño con fundamentos en la Naturaleza [22], de forma que fuera lo más sugerente posible para los diseñadores e investigadores en este campo. Efectivamente, este esquema, con el paso del tiempo, has sido una hoja de ruta que se ha ido formando a medida que han ido surgiendo las oportunidades para aplicar una metodología biónica. 25 años después compruebo que sigue siendo sugerente porque aparecen nuevos proyectos en los que se puede seguir aplicando o generar nuevas ideas.

SECTORES	ARGUMENTOS			
	<i>Construcciones ligeras</i>	<i>Articulaciones</i>	<i>Locomoción</i>	<i>Superficies estructuradas</i>
<i>Mobiliario</i>	Muebles ligeros Estructuras Estanterías	Elementos de cerrajería: Bisagras Manillas Tirantes	Rodamientos	Rigidez de materiales laminados
<i>Juguetes</i>	Juegos constructivos Arquitecturas	Móviles Muñecos	Juguetes mecánicos Robots	Juegos táctiles Puzzles
<i>Sistemas constructivos</i>	Sistemas estructurales: Stands Andamios	Uniones Rótulas Juntas	Ultraligeros Deltas Chasis Carrocerías	Planeles Perfiles Cubiertas
<i>Embalaje</i>	Envases mínimos Mallas Bolsas Composites	Plegados Enganches Broches	Sistemas de transporte de seguridad	Rigidez de materiales pobres: cartón, papel, plásticos
<i>Materiales de construcción</i>	Ladrillos Celosías Forjados Mallas	Uniones Colágenos	Materiales ligeros y de alta resistencia	Tejas Pavimentos Revestimientos
<i>Textil</i>	Fibras ligeras	Enganches Cierres Botones Broches	Tejidos transpirables	Mallas articuladas Composites Caracterización suave, áspero, blando

[4. PROYECTO LEGO ZNAP]

Una de estas oportunidades únicas en la vida, apareció con Lego, multinacional danesa de juegos de construcción. El gran reto permanente de los juegos de estructuras ha sido el conseguir niveles de libertad de construcción como las estructuras de alambre hechas por niños africanos mencionadas anteriormente. Otra de las desventajas de los juegos de estructuras tradicionales es que son construcciones estáticas, es decir, que para variar la forma hay que desmontar lo ya realizado.



De todos estos problemas Lego fue consciente y con esta motivación desarrolló el ZNAP system, lanzado en el Reino Unido y Alemania entre 1998 y 2000. Lego es conocida por los juegos de ladrillos de plástico como juego de construcción, pero no como juego de estructuras. La principal diferencia entre un tipo de juegos y otros es que, mientras que un juego de construcción las piezas pueden ponerse unas encima de otras sin conexión, en los juegos estructurales, es la geometría que configura unión lo que condiciona el volumen final. Esto es, mientras que todos los juegos estructurales son juegos de construcción, no todos estos se pueden considerar estructurales.

Pero ¿cuál es el problema de los juegos de estructuras? Que si el resultado del juego son formas abstractas, los niños se aburren inmediatamente. La geometría del nudo limita la creatividad del niño, ya que, en algunos sistemas, es realmente difícil dar con el ángulo correctamente. Por otra parte, suelen ser sistemas estáticos, imposibles de transformar. Hay que desmontarlos para construir otra cosa diferente. Lego era muy consciente de estos problemas y de los límites inherentes a los juegos tanto estructurales como de construcción, de los cuales hay más de cincuenta tipologías en el mercado. El conocimiento como valor estratégico. Con el planteamiento de la investigación de un nuevo sistema estructural, la propuesta desde el Grupo de Investigación y Gestión del Diseño fue la de seguir el modelo metodológico planteado en la tesis doctoral.

[ETAPA 1. PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES]

Se presentará la necesidad en forma de enunciado lo suficientemente genérico como para ser trasladado a un argumento biónico. Debe demostrarse una necesidad económica y una disponibilidad de satisfacerla.



[K'NEX]



En el caso de Lego, la necesidad era diseñar un sistema estructural que fuese competitivo con los aparecidos contemporáneamente en el mercado como K'nex de Hasbro, y Construx de Mattel. Un sistema que fuese transformable.

[ETAPA 2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA]

Con los datos precedentes y con la información técnica, se identifica el problema y se establece el argumento biónico que en el mundo natural puede presentar soluciones a ese mismo problema. El planteamiento del argumento biónico tendrá un equilibrio entre lo genérico y lo específico, permitiendo centrar el tema a investigar pero sin llegar a dar o sugerir soluciones concretas. El proyecto se identificó con el argumento biónico "articulaciones", por ser el campo conceptual menos tratado en los juegos estructurales, ya que la mayoría son sistemas fijos, como hemos dicho anteriormente, y por lo tanto donde mayor innovación se podía alcanzar.

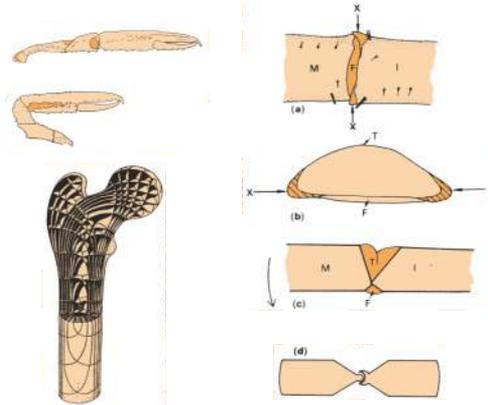
[ETAPA 3. CONCEPTO DEL PROYECTO]

Consiste en la búsqueda de posibles soluciones manifestadas en la Naturaleza. Es una etapa que requiere capacidad de sintetizar el enunciado, capacidad de observación y reconocimiento de ese enunciado en diferentes realidades del mundo natural. En definitiva, capacidad analógica, que puede



suplirse en algunos casos por la disposición de mucha información visual de diferentes ámbitos de la Naturaleza. Se elegirán aquellos sujetos naturales que mejor representen al argumento enunciado. Conduce a más de una concepción del proyecto. Las soluciones que sirvieron como referencia para el estudio fueron los diferentes sistemas de rótulas, las articulaciones en los esqueletos y, especialmente, las articulaciones rígidas de los crustáceos.

[RÓTULAS, ESQUELETOS, CRUSTÁCEOS, ARTICULACIONES RÍGIDAS]



[ETAPA 4. ANÁLISIS SUJETOS NATURALES]

Se analiza cada uno de los sujetos naturales seleccionados en la etapa anterior. El análisis específico constará de:

- Diferenciación de los mecanismos del sujeto natural
- Estudio de las relaciones formales entre ellos
- Comprensión de la naturaleza y organización de los materiales
- Estudio de la estructura funcional

Se preservará la información a través de fotografías, gráficos, esquemas y maquetas que sinteticen las propuestas formales observadas. Todos los principios constructivos de las articulaciones analizadas fueron dibujados teniendo en cuenta el principio constructivo de las piezas de Lego.

[ETAPA 5. PROPUESTAS DE APLICACIÓN]

De los análisis anteriores se irá realizando una exhaustiva relación de posibles aplicaciones, sin descartar aquellas que parezcan disparatadas, utópicas o inalcanzables. Aquellas ideas que aportaban una mayor versatilidad al sistema, y que empezaban a satisfacer el objetivo del proyecto, fueron experimentadas con algunas de las más de dos mil piezas que lego ya tiene en su catálogo.

[ETAPA 6. ESTUDIOS DE MERCADO Y VIABILIDAD ECONÓMICA]

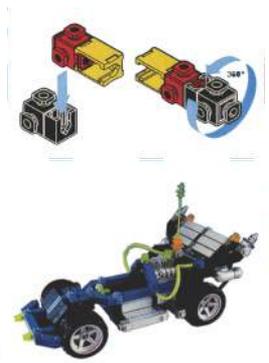
Se procederá al estudio de lo existente en el mercado tanto en lo referente al problema proyectual, como en lo concerniente a las manifestaciones del argumento biónico en productos ya realizados. Se realizará una exhaustiva relación de posibles áreas de intervención bien en cuanto a nuevos productos, o bien en cuanto a mejoras competitivas con lo existente. Tras la comparación entre esta relación y la obtenida en la etapa anterior se podrán detectar las áreas de interés, o incluso, productos concretos a desarrollar. Una doble investigación de mercado se realizó paralelamente. Por un lado se analizaron los sistemas estructurales de los competidores, detectando puntos fuertes y puntos fuertes, y por otro lado se estudiaron los nudos estructurales que existen en el campo de la construcción civil para andamios, stands de ferias, etc. analizaron los sistemas estructurales de los competidores, detectando puntos débiles y

[MECCANO]





[CONSTRUX]



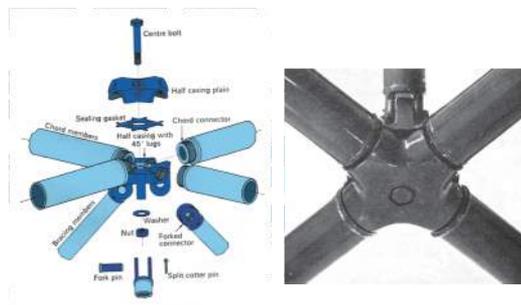
[SISTEMA MERO]



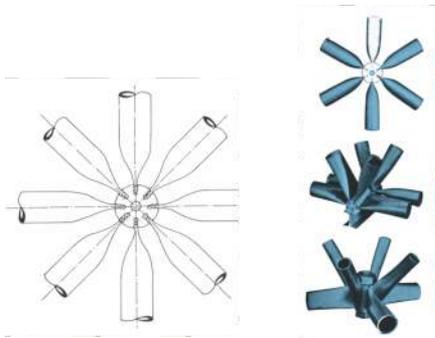
[TRIDI 2000]



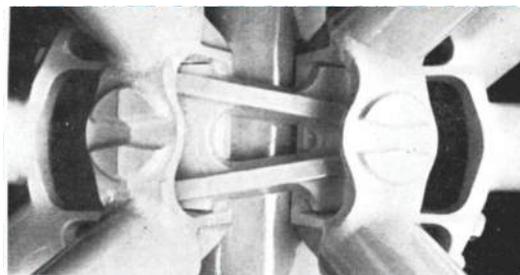
[SISTEMA MAS]



[STEWARTS & LLOIDS]

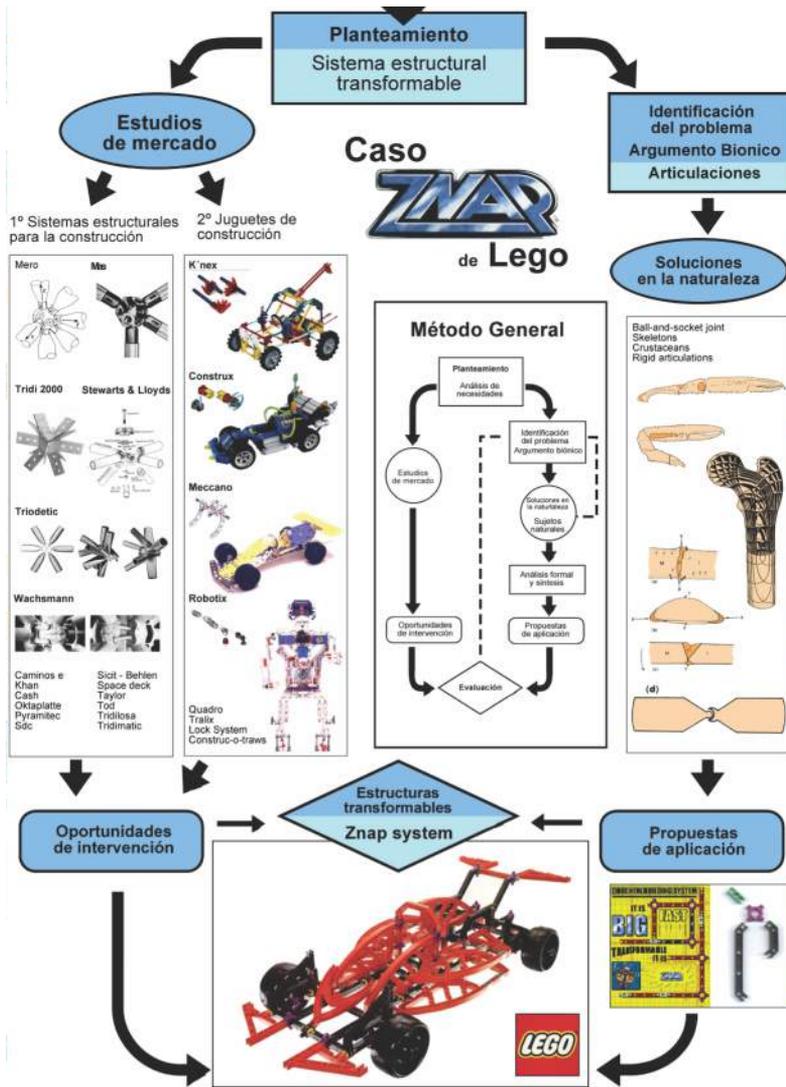


[SISTEMA WACHSMANN]

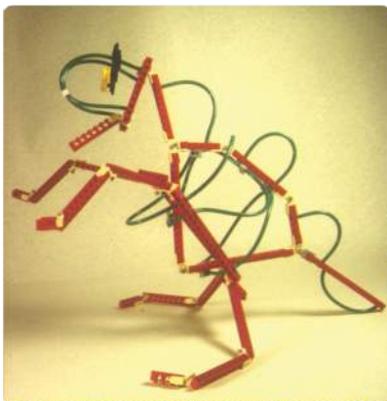


Evidentemente en la investigación del concepto del nuevo sistema, en la que ha participado el autor, se pretendió experimentar las metodologías descritas en el método. Era lógico, por tanto si pretendíamos obtener un sistema flexible y transformable, tener como referente la naturaleza no solo para obtener conceptos constructivos, sino para provocar la fascinación por la geometría y la intuición hacia la experiencia constructiva. Con estas premisas se estudiaron sistemas de articulación de elementos rígidos como las pinzas de los crustáceos o las microrótulas de las púas de los erizos y así se obtuvieron los principios de giro de las piezas y el concepto de construcción o crecimiento del nudo según las necesidades estructurales.

En ambas investigaciones se detectó un hueco en el mercado el concepto innovador de un sistema estructural transformable. Al coincidir este hueco detectado con las propuestas de aplicación provenientes del análisis biónico, se cerraba el proceso de investigación para la obtención de algún concepto innovador. El desarrollo de la idea en el que intervinieron diseñadores industriales propios de la compañía, llevó a definir el sistema Lego ZNAP, que fue lanzado a finales de 1998 en el norte de Europa.



El sistema está compuesto por 20 elementos estructurales incluyendo dos nudos y un codo articulado. La innovación del sistema está en la forma de unir los nudos con las traviesas que permite dos funciones: girar la traviesa sobre el nudo sin desmontarlo, y generar la tercera dimensión atravesando un nudo sobre otro. La primera función da la posibilidad de fijar la traviesa en cuatro posiciones diferentes y la segunda permite añadir una pieza con dos salidas (eje x) con otra de cuatro salidas (ejes y,z). De esta manera el niño puede construir el nudo dependiendo de sus necesidades y sin tener conocimientos previos de geometría. Cuando necesita más conexiones solo tiene que añadir un elemento al nudo y no necesariamente tiene que desmontarlo todo para volverlo a construir. Esta capacidad de giro y de crecimiento convierte al sistema Lego Znap en el primer juego de estructuras transformables donde, a la diversión tradicional de construir, se añade el descubrimiento de la geometría a través de la experiencia transformadora.





[5. ESTÉTICA ORGÁNICA EN PARQUES INFANTILES]

En aquel proyecto se proponía definir y revisar las características de los parques infantiles para llegar a determinar requisitos y propuestas concretas de elementos de juego, consecuentes con el principio de accesibilidad e integración social. Hasta entonces los parques infantiles públicos eran estructuras arquitectónicas construidas con postes y paneles por cuestiones puramente de facilidad de fabricación y montaje. Sin embargo todos los fabricantes recurrían a los mismos sistemas constructivos olvidándose del requerimiento de la inclusividad en el juego para los usuarios con disfunciones motoras. [23]

Fue un proyecto financiado con fondos FEDER y el Ministerio de Industria de España, realizado con AIJU Instituto Tecnológico del juguete e industrias afines y la empresa Parques Infantiles ISABA. A partir de las investigaciones generadas en el proyecto, se exploran nuevos conceptos de diseño de productos desde de las limitaciones de los usuarios con problemas de movilidad. De este modo, los parques pueden ser utilizados por todos los niños y pierden la apariencia ortopédica que utilizan la mayoría de empresas especializadas. Fue determinante la estética orgánica que caracterizó a toda la línea como algo realmente diferenciador de lo existente en el mercado y sugerente para la interacción con niños y niñas con o sin discapacidad. La propuesta de diseño cumple las normativas a nivel europeo y americano y se presenta al público en dos formatos: como línea de diez productos, y como parque tematizado. La primera aplicación fue la construcción de catorce elementos de juego en el parque temático de Terra Natura en Benidorm. La segunda aplicación fue el diseño y desarrollo de la línea de productos compuesta por diez elementos de juego con el nombre de ReCrea producida por ISABA que ha ido saliendo al mercado paulatinamente en este periodo, hasta ser presentado en ferias especializadas en mobiliario urbano y premiado por su valores de integración a niños discapacitados.

El conocimiento generado y la experiencia desarrollada fue reconocida por AENOR al invitarme a participar en el comité de normalización nacional y la representación de España en el comité europeo y difundida a través de la última normativa publicada en 2009. La importancia de la realización de los prototipos reales, es la materialización de la obra del diseñador, que culmina en la presentación de una feria especializada. La implantación del producto en las ciudades es la culminación de la función social del diseño y la innovación que supone la accesibilidad para todo tipo de usuario infantil. La construcción real del proyecto fue desarrollada años más tarde con la instalación del "Children's Temple" en Terra Natura por la empresa ParcNatur. Se trata del diseño y construcción de catorce elementos de juego en el parque temático de Terra Natura en Benidorm aplicando los principios de accesibilidad para todos los niños con o sin discapacidad motora. El resultado fueron estructuras tematizadas con laberintos, paneles de juegos, mallas colgantes, hamacas balancines, rampas y toboganes totalmente accesibles.



El portal Hosteltur, Comunicación para el turismo del futuro, avalada por la Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas, S.A (SEGITTUR) presentaba la apertura del parque con estas características de accesibilidad como de las primeras de Europa. Así lo referenciaba también el diario El Mundo, en la sección "Hacia la igualdad" patrocinada por la ONCE en su edición digital, "Terra Natura tendrá el primer parque adaptado a niños discapacitados de Europa". El portal de información turística en inglés www.benidorm-spotlight.com lo presenta como un parque infantil accesible e innovador.





El desarrollo de la línea de productos fue la segunda aplicación de la investigación, con el diseño y desarrollo de la línea de productos compuesta por diez elementos de juego con el nombre de ReCrea producida por la empresa ISABA que ha ido saliendo al mercado paulatinamente en este periodo, hasta ser presentado en ferias especializadas en mobiliario urbano y premiado por su valores de integración a niños discapacitados. La línea ReCrea fue reseñada en varios medios especializados dada su novedad estética e innovación constructiva. Esta línea de productos ha sido presentada en ferias profesionales como TEM TECMA Feria Internacional del Urbanismo y del Medio Ambiente en Madrid 2006. En 2009 la línea ReCrea fue premiada por la Design for all Foundation, organización internacional de prestigio en el campo del diseño y la arquitectura dedicada a la difusión de valores de integración social y accesibilidad para todos los públicos.

[6. PROYECTO ENDOSCOPIA]

El proyecto es la aplicación práctica de las metodologías del diseño biónico planteadas en la tesis doctoral del año 1991. Es un ejemplo perfecto de la tradición científica de recurrir a diseñadores para la visualización y construcción de nuevos sistemas médicos. El proyecto de investigación recibió la financiación del Instituto de Salud Carlos III y consistió en la realización de un prototipo que permitiera la exploración del aparato digestivo. Se trata de un endoscopio de doble balón que dispone de un sistema de traslación automatizado basado en cavidades hinchables. El dispositivo comprende medios de traslación y medios electrónicos que controlan la actuación de éstos. Entre los medios de control figura una interfaz hombre-máquina. La búsqueda de referentes en la naturaleza que realizan el mismo tipo de desplazamientos como las lombrices, las anémonas marinas, hidras, medusas o miriápodos.

[RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DEL SISTEMA DE LOCOMOCIÓN EN ENDOSCOPIAS]

[ANTECEDENTES]

Con la endoscopia convencional se puede visualizar el esófago, el estómago, el duodeno y con habilidad, los primeros cm. del yeyuno. Con la colonoscopia convencional se puede explorar de forma retrógrada todo el intestino grueso y con destreza los últimos cm del intestino delgado (íleon terminal) en el 85-90% de los casos. Ambas técnicas permiten además de observar las distintas estructuras anatómicas y objetivar la existencia de lesiones, tomar muestras para estudio anatomopatológico y actuar terapéuticamente cuando la situación lo requiere. El resto de tracto gastrointestinal, unos 7 metros de intestino delgado solo puede alcanzarse mediante métodos directos e indirectos, no exentos de limitaciones e incomodidad tanto para el explorador como para el paciente.

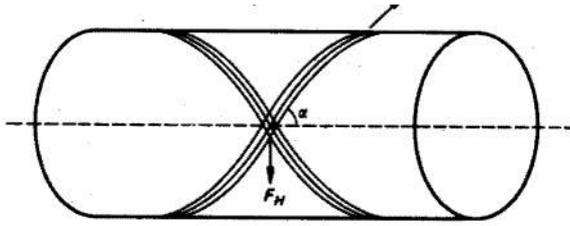
De los últimos avances tecnológicos encontramos sistemas robóticos para medicina intestinal podemos mencionar la más avanzada llamada peristáltica basada en un sistema de doble globo que permite replegar el intestino, los "gusanos viajeros" por control remoto, y las "píldoras navegadoras". La contribución desde el Grupo IGD Investigación y Gestión del Diseño de la UPV, fue la búsqueda y análisis de referentes en la naturaleza. Se trataba de identificar sistemas de locomoción de organismos en la naturaleza que realicen desplazamientos similares a los requeridos por el sistema de endoscopia. Se contrastó la información de los sistemas naturales y artificiales para identificar las propuestas que permitan ser trasladadas al proyecto.

[INTRODUCCIÓN]

Un objetivo de este apartado era interpretar la estructura de aquellas plantas y animales de los que tenemos cierta información mecánica en función de los principios de la ingeniería mecánica. Los sistemas mecánicos de sostén de los organismos multicelulares son complejos en cuanto a que cada uno consta de más de un tipo de elemento estructural, y cada tipo realiza una función diferente. El diseño, tanto del elemento individual como del sistema considerado como un todo, es obviamente más complejo que el diseño de una estructura de ingeniería, donde la misión de cada elemento está definida con mucha precisión.

Según Wainwright [24], varios son los referentes a tener en cuenta:

1. Cilindros con fibras enrolladas como sistemas de membrana reforzados. Es el tipo de sostén neumático o hidrostático, en donde un volumen central de fluido sometido a presión está rodeado de una cubierta cuyo material está bajo tracción. En estos casos, las paredes celulares y corporales de los organismos sometidos a presión se refuerzan de un modo similar por fibras orientadas helicoidalmente. Un cilindro abierto cuya pared contenga fibras inextensibles en disposición helicoidal cruzada, puede presentar distintas formas que varían desde formas muy largas y delgadas con un ángulo de fibra pequeño hasta formas cortas y gruesas con un gran ángulo de fibra.

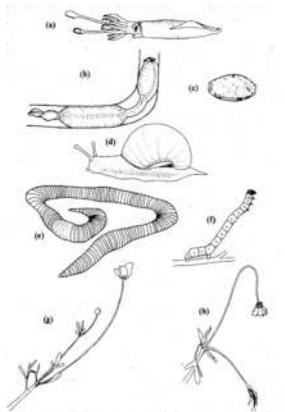


[2. SISTEMAS FLUIDOS DE SOSTÉN EN PLANTAS Y ANIMALES: GUSANOS]

En todos los sistemas de sostén de los organismos hay dos modelos compresivos: el uno basado en material fluido y el otro en material sólido. Los organismos cuya resistencia a la compresión es fluida, son cilíndricos o sub cilíndricos. Lo que tienen en común todos los sistemas fluidos es un volumen de fluido central sometido a presión. La presión es producida por las fuerzas musculares de tracción en los animales y por fuerzas compresivas de turgencia en las plantas. Los gusanos tienden a tener el cuerpo más cilíndrico, la sección redonda y poseen gruesas cutículas formadas de muchas capas que contienen colágeno fibrilar. Las fibras son paralelas entre sí y envuelven helicoidalmente al animal en disposición fibrilar cruzada.

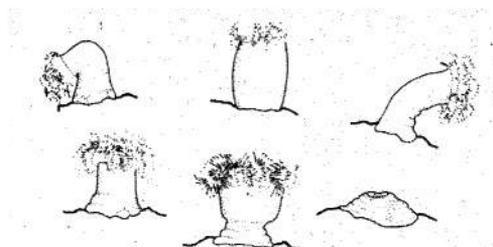
[3. SISTEMAS TURBELARIOS: SEPIAS Y CARACOLES]

Son los organismos que se mueven arrastrándose en un rastro de mucus sobre la superficie ventral, aplastada y ancha, o bien por deslizamientos musculares que dependen del aplastamiento dorso-ventral característico de estos organismos. Poseen una membrana basal a la que están unidas los músculos longitudinales y disponiéndose transversalmente alrededor del cuerpo del organismo.



[4. CILINDROS EXTENSIBLES Y ABIERTOS: ANÉMONAS DE MAR]

Este modelo es, en esencia, un cilindro abierto cuya pared es tan flexible como para colapsar incluso bajo su propio peso. Las cavidades intestinales de las anémonas de mar permiten, mediante movimientos controlados de abrir y cerrar la boca ingiriendo o expulsando agua de mar, una enorme gama de formas y tamaños corporales. Las anémonas pueden abrir su boca, contraer sus músculos y contraerse hasta adquirir la forma de una masa arrugada, o bien puede ingerir agua de mar y dilatarse formándose una columna.



[5. HIDRA]

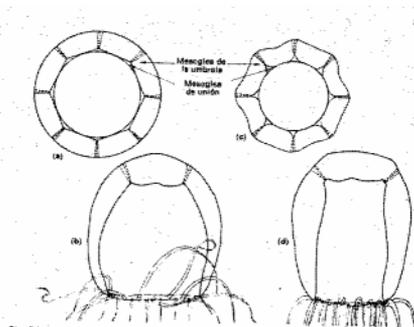
Carecen de estructuras internas pero su masa llamada mesoglea está poblada de fibrillas de colágeno orientadas paralelas en áreas de disposición ortogonal como fibras de refuerzo. Una de las



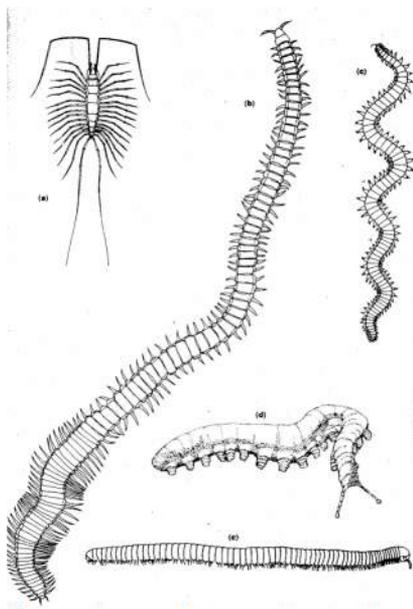
propiedades mecánicas de la mesoglea es que, una vez alargada vuelve instantáneamente a su longitud de reposo cuando se quita la fuerza deformadora. Esta recuperación instantánea de la deformación de largo alcance es una propiedad desconocida a señalar en los materiales cuya composición es preferentemente colágeno, pero indica que la hidra, así como las anémonas, tienen una forma y tamaño de equilibrio que puede mantenerse sin necesidad de trabajo muscular o ciliar.

[6. MEDUSAS]

Las medusas nadan por contracciones pulsátiles de músculos circulares y a veces radiales situados sobre la superficie inferior de la umbrela, a una velocidad aproximada de una pulsación por segundo. La contracción muscular flexiona la umbrela, estirándose la superficie externa y comprimiéndose el volumen del material de la campana. Algunas medusas durante cada impulso motriz el grosor de la mesoglea experimentaba un aumento del 16 al 34 por 100 coincidente con una disminución del 56 por 100 de la superficie interna de la umbrela.



[7. ESTRUCTURAS ARTICULADAS DE MATERIALES SÓLIDOS: MIRIÁPODOS CORREDORES Y MINADORES]



En los miriápodos, los movimientos enérgicos son producidos por músculos cuyas secciones transversales tienen gran superficie. La locomoción a alta velocidad se lleva a cabo por pasos más largos y más rápidos. Un miembro largo que posea músculos fuertes y gruesos será más pesado y difícil de mover con rapidez: los músculos largos y delgados pueden producir pasos más rápidos pero menos potentes. Un músculo largo puede desplazar su inserción con mayor amplitud o mayor ángulo que uno corto, y ésta es otra característica del diseño de las criaturas corredoras de largas patas: cada paso puede ser bastante largo en relación a la longitud del cuerpo. Los artrópodos más conocidos son los ciempiés.

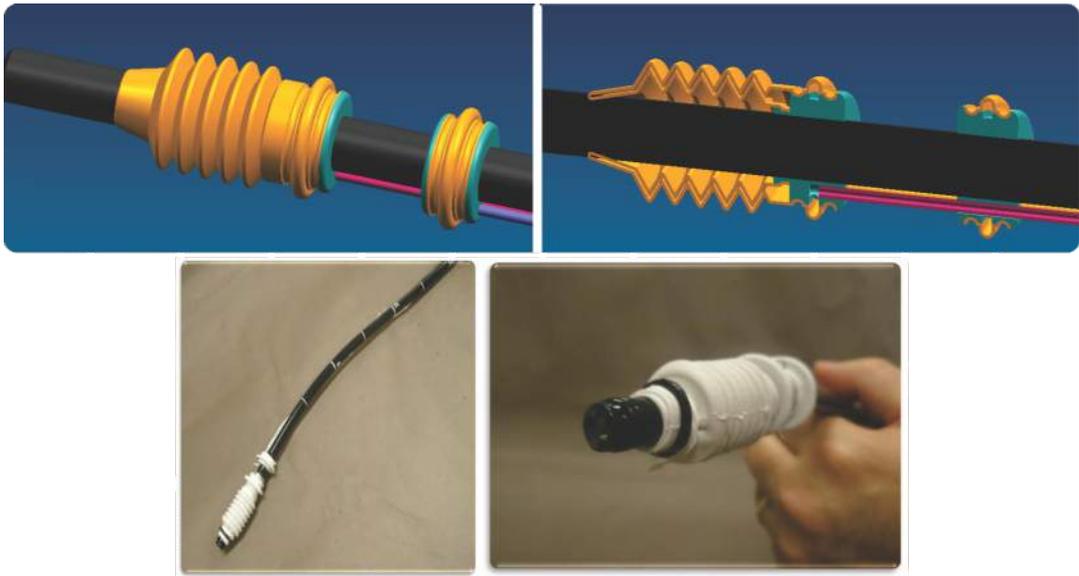
El principio observado que la locomoción rápida y ágil exige más unidades neuro-musculares, requería una complejidad mayor de procesos coordinadores que la locomoción lenta pero potente.

Planteamiento de nuevos modelos de locomoción. Del análisis de la información obtenida en los apartados anteriores obtuvimos una serie de principios de diseño que se van a aplicar en los primeros modelos. La

visualización de los nuevos mecanismos de desplazamiento se realizó primero por ordenador. Posteriormente se valoró el sistema óptimo de acuerdo con los requerimientos del sistema médico y se construyeron los prototipos.

Seguidamente, aplicando principios de diseño industrial, se reprodujeron con materiales artificiales los mecanismos que mejor se adaptaban a las necesidades planteadas por el equipo de los médicos especializados en endoscopias.

El proyecto interdisciplinar contó con la participación conjunta de diseñadores, ingenieros y médicos procedentes de la Universidad Politécnica de Valencia y de la Fundación para la Investigación Hospital la Fe (Valencia).



En noviembre de 2009, el resultado de la investigación fue presentado en el prestigioso congreso internacional especializado en endoscopia GASTRO y publicado en la revista indexada GUT. El trabajo en equipo, en investigación del diseño, es necesario puesto que implica el contraste de ideas que enriquecen el trabajo y aportan diferentes niveles de innovación a las reflexiones, análisis y conclusiones. Especialmente en este trabajo, fue fundamental la interacción entre el equipo médico especializado en endoscopias, los diseñadores encargados de visualizar las ideas y construir los nuevos conceptos y los ingenieros de desarrollar los mecanismos de control. La revisión y constante evaluación de los pasos seguidos por cada uno de los equipos ha sido la garantía de los buenos resultados obtenidos.

El proyecto ha tenido repercusión en el Congreso Internacional GASTRO con la siguiente ponencia: Pons Beltrán, V.; Sanchez Diaz, C.; Santonja Gimeno, A.; Martinez Escapa, V.; Jorda Albiñana, B.; Songel Gonzalez, G.; Sala Felis, T. Results of the in vitro utilization of an automated device of movement (endoworm) adapted to a conventional enteroscopy, GASTRO 2009 UEGW/WCOG, London, 21-25 November.

El abstract de esta ponencia aparece recogido en:

- Gut, Nov 2009, Vol. 58 (Suplemento 2), pág. A45.

- Endoscopy, 2009, Vol. 41 (Suplemento I), pág. A45.

La revista GUT está indexada en la base de datos del JCR (SCI) en la categoría ASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY con un Factor de Impacto en el año 2008 de 9.766, ocupando el lugar 3 de 55 revistas en dicha categoría ordenadas las revistas por factor de impacto.

Además, está indexada en Index Medicus (Medline), ISI Current Contents (Web of Science) y Excerpta Medica (Embase). En 2008 su factor de impacto fue del 9.766 (2008 JCR Science Edition).

Otros datos: Periodicidad: Mensual + Suplementos. Inicio: 1960. ISSN: 1468-3288. Editor: Revista Oficial de la British Society of Gastroenterology.

La revista ENDOSCOPY es la revista oficial de la European Society of Gastrointestinal Endoscopy. Junto con GUT publica los abstract de UEGW en CD-Rom.

Otros datos: Periodicidad: Mensual. Inicio: 1961. ISSN: 0017-5749.

El dispositivo resultado del proyecto está sujeto a la patente internacional: WO/2009/098337: Method and device for automated translational movement of an endoscope through the digestive tract.

La descripción de la patente reconoce que el dispositivo presentado supone un avance respecto a dispositivos similares porque permite un acceso más sencillo y eficaz al intestino delgado ya que el sistema es capaz de adaptarse a un endoscopio convencional y de desplegar el intestino sobre el endoscopio, lo que facilita indirectamente el avance del mismo. En el funcionamiento del dispositivo son claves el diseño industrial y el diseño gráfico de la interfaz que permite la interacción entre médico y dispositivo.



[BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA]

BIEWENER, ANDREW. Animal locomotion. Oxford University Press. 2003

McNEILL, ALEXANDER. Principles of animal locomotion. Princeton University Press. Princeton 2003.

VOGEL, STEVEN. Comparative Biomechanics: Life's Physical World. Princeton University Press. Princeton 2003.

WAINWRIGHT et al. Diseño mecánico en organismos vivos. H. Blume. Madrid 1980.

[7. EL FASCINANTE JUEGO DE LA NATURALEZA] [25]

La tradición en la educación entre el diseño y la naturaleza. Esta parte es una reflexión sobre la relación entre la naturaleza y los juguetes, y constituye la investigación básica, de la cual se derivarán los resultados en la fase de investigación aplicada y de desarrollo. Es también un breve recorrido por las culturas del mundo, por la vida de las personas, por la memoria de las sociedades, por la industria del entretenimiento, por las tradiciones didácticas, y todos esos ámbitos unificados por la observación de la naturaleza. Esta reflexión es resultante de la unión de las dos mayores creaciones que caracterizan al ser humano. Es decir, además de nuestra vida, y de la naturaleza que nos rodea, la interacción con la capacidad que más nos diferencia de los demás seres: el producir objetos para nuestra diversión. Esta recreación enfatiza la coincidencia entre la fascinante Naturaleza y los juguetes que transmiten la misma fascinación por la geometría, el crecimiento, la transformación, haciendo una invitación a la observación más profunda y respetuosa, un llamamiento a la capacidad inteligente de las personas para que descubran el origen de lo artificial en lo natural, o les permita intuir lo artificial a partir de lo natural. Sirva también para revalorizar aquellos juegos con el calificativo de educativos y que son menospreciados por la arrogante influencia mediática de algunos fabricantes que pretenden hacerlos ver como necesariamente aburridos. Afortunadamente los juegos de construcción, aun siendo educativos, están demostrando ser muy activos en cuanto a las capacidades de construcción y transformación de los diferentes sistemas estructurales, y por lo tanto, en la adaptación a los requerimientos de los usuarios, en este caso los niños. Tres aproximaciones podríamos diferenciar en la relación entre la naturaleza y los juguetes. La primera de ellas sería la más ancestral, y posiblemente por ello la más universal en el tiempo y en el espacio: la naturaleza como materia prima del juego. La segunda correspondería a la más superficial, y posiblemente por ello más representativa de la sociedad de consumo actual, que convierte a la Naturaleza en objeto de juego, pero por lo menos impulsa y fomenta la capacidad de observación, aunque pasiva, del medio y los elementos que lo componen.

Posiblemente el mejor producto que represente esta categoría serían los hormigueros transparentes que permiten observar los recorridos de una pequeña comunidad de hormigas o las populares peceras. Sin embargo, recientemente los valores medioambientales se han convertido tanto en un requerimiento social globalizado y en una tendencia de mercado, y en consecuencia ha tenido su repercusión en el mundo educativo: asignaturas de educación medioambiental, políticas de recogida y tratamiento de residuos urbanos, políticas energéticas renovables, etc. La tercera aproximación representaría a los juegos y juguetes que transmiten la fascinación por la capacidad de crecimiento o transformación. Algunos se recrean en este aspecto, como por ejemplo los juegos de estructuras, otros inducen no solo a la observación de la fenomenología resultante, sino también a la indagación de los principios que llevan a tales manifestaciones. Subrayemos su contribución a recuperar la totalidad del valor educativo en cuanto a que ya no solo transmite un conocimiento, sino que genera una motivación y una actitud de constante aprendizaje. Habría una cuarta aproximación observable en cualquiera de las tres anteriores pero más difícil de medir porque entraría en la intimidad de todos y cada uno de nosotros y que correspondería al crecimiento paralelo del juego con la persona. Es decir, sería intentar medir la influencia que han ejercido algunos juegos o formas de jugar en nuestras vidas imprimiendo carácter o condicionando nuestra vida profesional. Dicho de otra forma sería medir el valor de juego por su duración a lo largo de la vida, que diferenciaría a los juguetes que pasan de temporada por su artificialidad, o aquellos que perduran por su universalidad. La naturaleza como materia prima del juego ha sido y sigue siendo una constante entre todos los niños de cualquier cultura y época. Jugar con granos de cereales o legumbres, construirse grandes cabañas con ramas de árboles o pequeños tirachinas con la misma rama, hacerse máscaras con calabazas secas o utilizar cáscaras de cocos como ruedas de arrastres estaría en la memoria colectiva de la infancia de muchas culturas y generaciones.

En cuanto a los juegos que transmiten la fascinación por la Naturaleza, creo necesario iniciar mencionando aquellos de tradición milenaria como los arcos entrelazados de la Orbe. No deja de sorprender estos caleidoscopios tridimensionales por su capacidad de transformación a través de

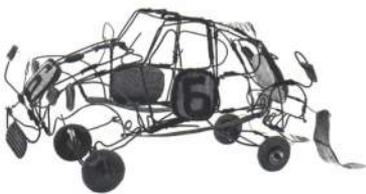


unas semicircunferencias cuyos extremos giran a lo largo de dos circunferencias que siempre se mantienen paralelas.

Las formas que pueden adoptar irían desde la estructura radial plana que recuerdan a cualquier entramado artesanal de fibras naturales, hasta la esfera formada por pequeñas circunferencias. Aun más fascinante me parece el hecho de que en la propia tradición milenaria se incluya la explicación de la transformación del universo y sus componentes hasta convertirse en hombre, mujer y niños, a medida que se van transformando los aros y van apareciendo nuevas formas.



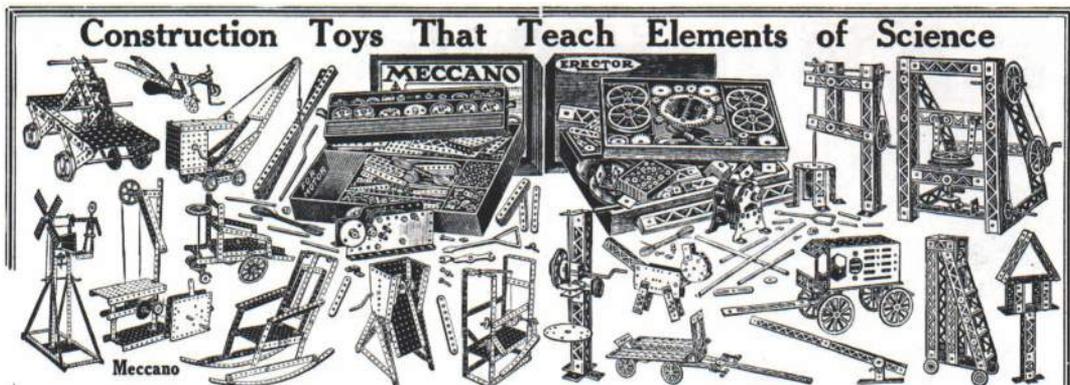
(imagen combinaciones ORB). Colección Gabriel Songel. Museo del Juguete UPV. Podríamos encontrar, por tanto, los antecedentes culturales de los juegos de estructuras en creaciones artesanales como el ORB o las creaciones en alambre y materiales reciclados realizados por niños africanos, que son perfectos ejemplos de libre creatividad y construcción expresiva. El modelado a base de unir alambres genera un sistema estructural único como un dibujo en tres dimensiones.



[African structural toys. Colección Gabriel Songel. Museo del Juguete UPV]

Los juegos de construcción son sin duda el origen de los juegos de estructuras. La principal diferencia reside en que, mientras en un juego de construcción las partes se apilan sobre sí mismas sin conexión, en los sistemas estructurales las uniones condicionan el volumen resultante a causa de la geometría y los ángulos de sus partes. Por lo tanto, todos los juegos de estructuras son, a la vez, de construcción, pero no todos estos se pueden considerar estructurales. Y, evidentemente, no todos los juegos estructurales han tenido éxito en el mercado.

Meccano fue probablemente el primer sistema de construcción con tornillos y tuercas como unión, pero fue el Tinkertoy el primer juego estructural. El sistema Meccano fue inventado por Frank Hornby en 1901 y su primer título para la invención fue "Mechanica hecha fácil". Aunque Hornby no era un ingeniero, su objetivo era enseñar los principios de ingeniería a niños. (1)



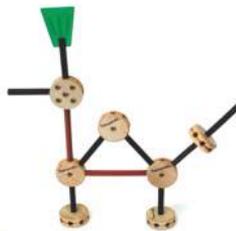
(picture 2. Old meccano. From Catalogue Sears, Roebuck and Co. 1921 in Collective Toys and games of the twenties and thirties from Sears Roebuck and co. Catalogs, Dover Publications New York 1988) (2)



Algo interesante a resaltar en este caso es la importancia de la cultura de la tecnología y su influencia en el día a día, algo apreciable hasta la actualidad. El hecho que las estructuras de hierro eran la tendencia tecnológica aplicada a la construcción de edificios y puentes en el siglo XIX propiciaron la oportunidad de crear un producto commercial vigente hasta hoy en día en el mercado. Y no solo eso, sino que se ha convertido en un fenómeno social con clubes de coleccionistas, revistas especializadas y asociaciones internacionales. Pero fue el Tinkertoy el primer juego de estructuras que todavía se produce por la empresa norteamericana Hasbro. Tinkertoy fue introducida en Europa en 1924, aunque ya apareció en el catálogo de Sears de Chicago del año 1922. El sistema se basa en un disco grueso de Madera con ocho agujeros en la cara redonda y un agujero en la parte plana, donde se pueden conectar barras de madera.



picture 3: Old tinkertoy. From sears...



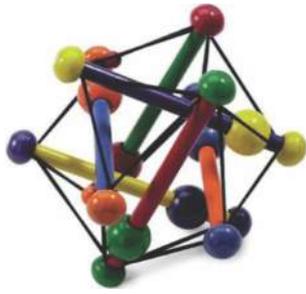
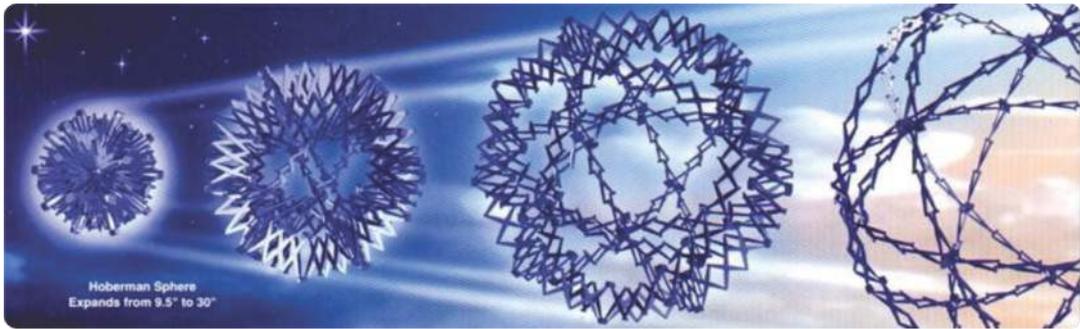
picture 4: tinkertoy. Colección Gabriel Songel. Museo del Juguete UPV



Construct-o-straws fue el primer sistema estructural en la era del plástico introducida en el mercado como un juego educativo por Early Learning Center en el Reino Unido. El principio de economía y optimización de cualquier estructura fue rigurosamente aplicado como un requerimiento de diseño industrial que le hizo aparecer como un producto muy económico desde los años 60. La versión contemporánea de esta capacidad de transformación sería la esfera de Hoberman que se expande hasta 30 veces su volumen en contracción.



Hoberman se ha especializado en estructuras desplegables, habiendo llegado a trabajar para la NASA. Su esfera desplegable está fundamentada en que las aristas son pequeñas tijeras curvadas 10 grados que, desplegadas, forman triángulos y cuadrados intercalados, cuyos encuentros son los puntos de articulación. Actualmente una enorme esfera desplegable de aluminio construida por Hoberman esta en constantemente abriéndose y cerrándose en el atrio del Liberty Science Centre de Nueva Jersey. (imagen esfera desplegable). Colección Gabriel Songel. Museo del Juguete UPV.



Pero Hoberman, en realidad es la última generación de diseñadores de estructuras. Y obviamente no es coincidencia que todos los pioneros del diseño de estructuras hayan sido aficionados a la observación de la geometría en la naturaleza. Los mismos principios de estructuras en tensegridad de Buckminster Fuller han sido aplicados a pequeños juegos de construcción Tensegrity - Stringlix.

(Imagen Tensegrity - Stringlix.) Colección Gabriel Songel. Museo del Juguete UPV



Siguiendo con las estructuras en tensión y retomando otro juego multicultural y ancestral como son las cometas, cabría mencionar las ultraligeras hojas volantes para interior de Zero Wind Kites diseñadas por Marc Ricketts. En realidad la fuerza del viento la da el jugador con ligeros movimientos de brazos o simplemente andando.



Las taselaturas islámicas podríamos decir que han sido redescubiertas gracias a que la geometría fractal se puso de moda hace veinte años. También las descubrió anteriormente el holandés Maurits C. Escher, al cual debemos mencionar por lo menos, por sus investigaciones sobre la modulación en constante mutación que tan interesantes e intrigantes juegos visuales dejó en su obra artística. Uno de los 23 problemas que dejó planteados el matemático Hilbert al inicio del siglo XX, fue recisamente el de determinar de cuantas formas diferentes puede rellenarse por completo un plano con figuras geométricas idénticas. Igualmente habría que recordar que, años después, se demostró que solo había 17 formas posibles y están ejemplificadas todas ellas en la decoración de la Alhambra. Es sabido que Escher fue estimulado por la visita al palacio granadino e influenció a muchas de sus obras. Algunas de sus reflexiones en 1942 se plasmaron en la modulación para los Ornamentos I y II, que no es ni más ni menos, el juego de laberintos llamado Tantrix y conocido por el cubo Rubik de los 90.



Otro buen ejemplo de juegos de taselaturas en la versión bidimensional serían los Fractiles magnéticos que con tres módulos rombos permite generar complicadas mallas, y que en su forma tridimensional constituye el sistema constructivo patentado por Hareh Lalvani. (imagen).

La versión tridimensional la representaría el sistema constructivo Polydron. Los diferentes polígonos tienen un punto de encuentro que les sirve tanto para unirse como para girar, de forma que induce a



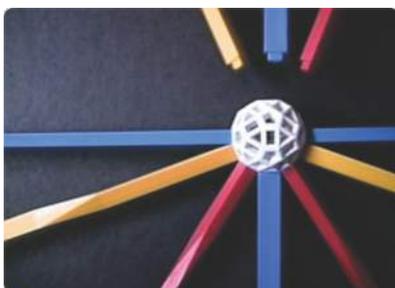
explorar la continuidad por los laterales de cualquier polígono hasta dar con las combinaciones que permitan cerrar toda la estructura. Evolución de Geomag y la geometría intuitiva a través de uniones imantadas.



No podríamos hablar de juegos educativos geométricos y Naturaleza sin mencionar a Friedrich Froebel, conocido especialmente por ser el iniciador de los jardines de infancia o kindergarten a mediados del siglo XIX. En su filosofía de educación para los niños estaba la concepción de que el ser humano era "una parte y un todo". Los niños deberían desarrollarse como plantas en un jardín, siguiendo su propia naturaleza, pero observando la armonía con la totalidad de la naturaleza, de todo el universo. Sus métodos educativos intentaban transmitir al niño un sentido de unidad sistemática que fundamenta al mundo. Para ello inventó una serie de juegos geométricos que son las arquitecturas de letras y formas geométricas puras existentes actualmente en el mercado, así como los juegos de manualidades de modelar, coser, apilar bloques o plegar papel. Aunque María Montessori recoge algunos principios de Froebel pero dirigiéndolos hacia la psicología del comportamiento y generando su propio material didáctico y de experimentación, no es hasta Piaget y el conocimiento de los estadios del desarrollo de los niños, cuando se revaloran los juguetes para la primera infancia. Este campo es propicio para la experimentación formal abstracta y, por lo tanto, especialmente idóneo para la aplicación de conceptos de diseño básico. Así lo entendió Kurt Naef hace 40 años y desde entonces nos ofrece auténticos ejercicios de diseño básico en su catálogo con una especial atención en las formas del crecimiento. (imágenes)



De entre los juegos de construcción, se podrían diferenciar los juegos de estructuras porque son los que mejor transmiten esa fascinación por la geometría y el descubrimiento de las formas de la Naturaleza. Sin embargo dentro de esta subcategoría - los juegos de estructuras - hemos visto una importante evolución en el desarrollo de nuevos sistemas constructivos que se adaptan a los requerimientos de los nuevos usuarios. Y es que, efectivamente, los juegos de estructuras ya no pueden ser solo ladrillos que se acumulan o barritas que se unen con tornillos y tuercas. Tampoco es ya suficiente que el sistema estructural sea tan complejo que aun permitiendo muchas posibilidades combinatorias reproduzca solo formas abstractas.



La enorme preocupación y conciencia de estas limitaciones de los grandes fabricantes de juegos de estructuras, ha sido la de conseguir sistemas flexibles, fácilmente transformables. Se han visto sistemas constructivos de geometrías muy complejas y de amplias posibilidades, pero, precisamente por ello, muy difíciles para jugar el niño que tiene que adivinar la geometría adecuada, buscar el ángulo correcto para poder cerrar la estructura, y eso genera frustración al niño y rechazo no solo hacia el juguete, sino a la forma de jugar. Tales serían los ejemplos de Zometool cuyo nudo estructural es un auténtico microorganismo esférico de 62 caras a las que se pueden conectar traviesas, o el Lock System de 26 caras.

zometool. Col. Gabriel Songel. Museo Del Juguete Upv

De hecho fue un gran avance cuando apareció el sistema K´nex que facilitaba el montaje por la forma de ensamblar las piezas e identificarlas por colores. Pero el problema persistía al no poder, o estar limitado el niño cuando al querer construir por su cuenta tiene que buscar el ángulo adecuado para compactar toda la estructura. Otro avance supuso la aparición del sistema Zoob fundamentado en un



sistema de rótulas que se ensamblan unas con otras que permite realmente la articulación de los componentes pero sin llegar a ser consistentes en cuanto se agranda el volumen de la construcción. (imagen) Sin embargo la imagen del producto si que comunica ese aspecto orgánico que el propio eslogan dice Zoob: cuando la zoología se encuentra con la botánica.



[REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS]

SONGEL, G. et alt. Tendencias en el sector de ocio 2005. Ibi, Instituto Tecnológico del Juguete AIJU. 2005.
SONGEL, G., GARCIA-PROSPER, B. Identificación de tendencias en el sector juguetero. Ibi, Asociación Española de Fabricantes de Juguetes, 2009.
SONGEL, G., GARCIA-PROSPER, B. Spora tendencias para juguetes. Ibi, Asociación Española de Fabricantes de Juguetes, 2011.
SONGEL, G et alt. El Museo del Juguete. Editorial UPV Universidad Politécnica de Valencia. 2004
Grundfeld, Frederic. Juegos de todo el mundo. Edilan. Madrid 1978.
Netz, Reviel y Noel, William. El código de Arquímedes. Temas de hoy. Madrid 2007

[8. PROYECTO PINOS MÁGICOS]

En homenaje al país organizador de esta publicación y su editor, quisiera mencionar el proyecto de juegos de construcción realizado para la empresa Elka de Brasil en 2014. El proyecto inició un año antes cuando fui invitado a la feria de juguetes ABRINQ en São Paulo a dar una conferencia sobre tendencias de diseño de juguetes. La empresa Elka contactó entonces conmigo para realizar colaboraciones en el desarrollo de nuevos productos. La sorpresa fue descubrir el sistema de construcción Pinos Mágicos y la tradición de varias generaciones de niños y niñas brasileños que habían jugado con estas piezas de plástico de aspecto muy orgánico. Creo que es un buen ejemplo de proyecto de diseño sostenible en su concepción mas amplia, ya que se trataba de respetar la cultura autóctona del diseño, con un producto ya conocido y muy asentado en la sociedad brasileña, por lo que el desarrollo de un nuevo sistema debía de tener en cuenta todas estas premisas sociales y culturales. Nuestro trabajo fue diseñar piezas nuevas que permitiesen mayor número de combinaciones y rediseñar las clásicas de manera que todas las piezas nuevas fuesen compatibles con las antiguas. Los Pinos Mágicos se fundamentan en un cilindro que en sus laterales tiene líneas de pinchos y líneas de agujeros. Entrando en la ingeniería de la inyección de plástico vimos que el molde era muy antiguo y que se podía optimizar la inyección. Conseguimos darle una pared más homogénea en toda la pieza y conseguimos ahorrar un 20% la masa del plástico, por lo que suponía un ahorro importante de materia prima. Desarrollamos también una propuesta de nueva marca, nuevos modelos con figuras orgánicas y nuevos packaging que fueron presentados en ABRINQ 2014. Un producto, por tanto, sostenible en el tiempo, en lo cultural, en lo material y en lo social.



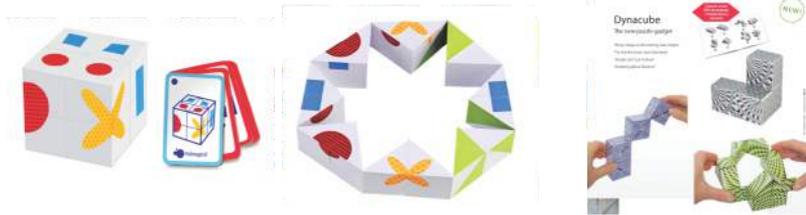
[9. PROYECTO GEOMETRÍA ROTATORIA]

La investigación y experimentación de modelos de geometría rotatoria se manifiesta, entre otras formas, con la articulación de las cadenas de prismas geométricos. Ha sido una constante en la investigación básica de las artes plásticas, el diseño y la arquitectura. Los modelos de geometría rotatoria siempre se habían hecho en papel y con el Dinacube de Imaginarium conseguimos realizar una cadena articulada que plantea composiciones gráficas con las hay que adivinar la combinatoria y rotación de los módulos para conseguir esos patrones.





Dinacube. Gabriel Songel. Imaginarium 2013. Investigación en modelos de geometría rotatoria. Desde 2017 la empresa holandesa Recent Toys ha introducido de nuevo este producto para todo el mundo con nuevas presentaciones y efectos ópticos.



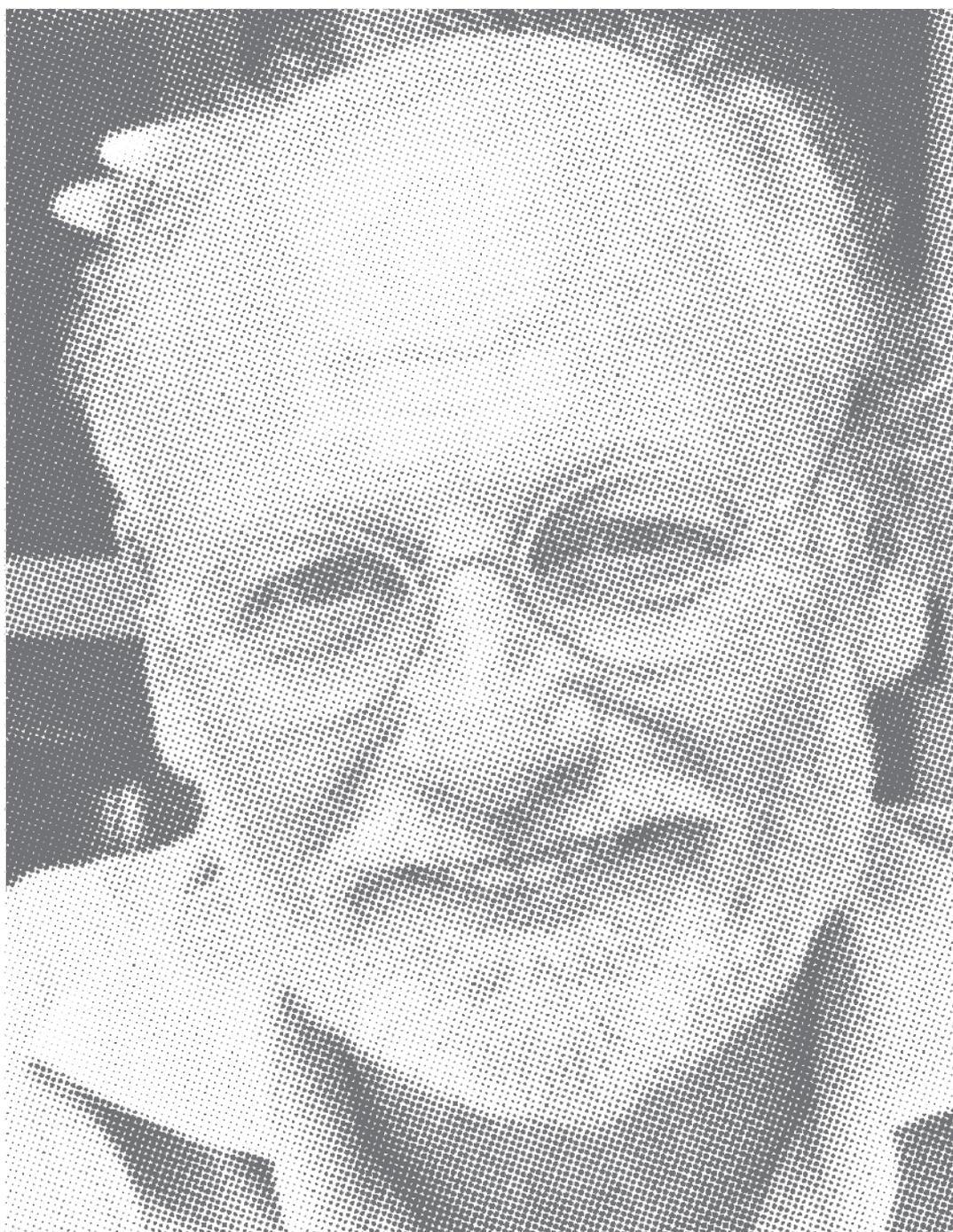
- [1] Ignace Gelb. La historia de la escritura. Alianza editorial. Madrid
- [2] Signos, Símbolos, marcas y señales. Gustavo Gili. Barcelona
- [3] Paul Klee. Teoría de la forma y la representación.
- [4] Paul Klee. Teoría del arte moderno. Cactus, 2007
- [5] Christopher S. Henshilwood et al, An abstract drawing from the 73,000-year-old levels at Blombos Cave, South Africa, Nature (2018). DOI: 10.1038/s41586-018-0514-3
- [6] AA.VV. Temes de Disseny: Naturaleza Diseño e Innovación. Escuela Elisava. Barcelona, 1994.
- [7] Von Bertalanffy, Ludwig, Perspectivas en la teoría general de sistemas, Alianza Universidad, Madrid, 1982, p. 95.
- [8] Pearce, Peter, Structure in Nature is a Strategy for Design, MIT Press, Cambridge, 1978. Stevens, Peter, Patrones y pautas en la naturaleza, Biblioteca Científica Salvat, Barcelona, 1986.
- [9] Di Bartolo, Carmelo, Strutture Naturali e Modelli bionici, Departamento of Industrial Design, Istituto Europeo di Design, Milán, 1981
- [10] Lecuona, M., y Songel, G., Design Research and Design Management, Ponencia en el Fifth International Forum on Design Management, Research and Education, Sloan School of Management, MIT Boston, 1993.
- [11] Songel, Gabriel, Estudio metodológico de la biónica aplicada al diseño industrial, tesis doctoral, ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Valencia, mayo de 1991.
- [12] Otto, Frei, Natürliche Konstruktionen, Deutsche Verlaganstalt, Stuttgart, 1982, p. 8.
- [13] Coineau, Yves, y Kresling, Biruta, Les inventions de la Nature et la bionique, Hachette, París, 1987, p. 7.
- [14] Nachtigall, Werner, La Nature réinventée, Pion, París (Allain Bougrain-Dubourg), 1987, p. 9.
- [15] Gerardin, Luden, La bionique, Hachette, París, 1968. Mironov, Igor, La bionique, Mir, Moscú, 1970, p. 14.
- [16] Papanek, Viktor, Diseñar para el mundo real, Hermann Blume, Madrid, 1977, p. 191
- [17] Bonsiepe, Gui, Teoría y práctica del diseño industrial, Gustavo Gili, Barcelona, 1975, p. 132.
- [18] Di Bartolo, Carmelo, conferencia en Encuentros de Diseño, Impiva, Alicante, julio de 1985.
- [19] Nachtigall, Werner, op. cit., p. 48.
- [20] Coineau, Yves, y Kresling, Biruta, op. cit., p. 7.
- [21] Ibid.
- [22] Temes de disseny, 1994.
- [23] AA.VV. El juego para todos en los parques infantiles" AIJU, Instituto del Juguete y afines. Ibi (Alicante) 2001.
- [24] WAINWRIGHT et al. Diseño mecánico en organismos vivos. H. Blume. Madrid 1980

[10. CONCLUSIONES]

Se ha presentado una serie de reflexiones sobre la implicación de la naturaleza y el diseño y la innovación. Y aunque, en un primer momento se recurría al entorno natural como un recurso más de innovación, hemos ido dándole forma hasta darnos cuenta que la Naturaleza tiene su propia estrategia, de la misma manera que profesionalmente nos hemos tenido que ir adaptando a los diferentes proyectos que hemos desarrollado. Estos han sido de dos tipos: unos de iniciativa propia, desarrollados hasta niveles conceptuales que luego han sido implementados por las empresas que los han comercializados, y otros por demanda de los interesados que nos lleva a seguir tiempos y requerimientos propios de mercado. Sin embargo unos y otros han conllevado desarrollar un conocimiento y una experiencia que nos ha llevado a otras oportunidades. Este discurrir de la experiencia profesional, imposible de planificar por las vicisitudes de la propia vida, si que nos han ido abriendo puertas a otros niveles impensables de que sucedieran años antes. Creo que esta la verdadera estrategia de la Naturaleza: el trasvase del conocimiento, como la savia que surge de las raíces (lo que somos) hasta el último sarmiento (el último proyecto) en cada ciclo de nuestra vida. Acumulación de conocimiento, transformación en energía y capacidad de adaptación son virtudes de la Naturaleza que tienen su analogía en la vida profesional. La acumulación de conocimiento, por si no tiene mayor interés, ya que solo ocupa mucho espacio. Lo estimulante y permanentemente enriquecedor es la constante conversión del conocimiento en nuevas ideas cuya implementación generará nuevas experiencias y nuevo conocimiento. La capacidad de adaptación es mera ley de subsistencia ya que no podemos dirigir nuestra vida como nos gustaría, sino en función de las oportunidades que nos busquemos o que nos ofrezcan. Afortunadamente, así lo vivo y lo creo, la visión retrospectiva de nuestra vida, nos permite ver que hasta los errores que hayamos podido cometer, han tenido un sentido positivo para nuestro crecimiento como personas y como profesionales. Si además nos dedicamos a la docencia, creo que la mejor forma de transmitir conocimiento y experiencia, es transmitiendo la emotividad y el convencimiento, la pasión y el saber-hacer acumulado. Descendiendo al nivel del que quiere aprender y encendiendo su motor de curiosidad, desarrollando la transmisión de la motivación, llevándolos a la concreción de las ideas, sopesando su impacto en la sociedad y en medio ambiente, llegaremos a formar personas capaces de cambiar el mundo. Esa es la estrategia de la innovación en la Naturaleza.

Ado Francisco Eduardo Sesti de Azevedo

Ado Azevedo é arquiteto e urbanista, mestre em design e biônica pelo IED de Milão e doutor em engenharia de produção na Coppe UFRJ. Foi professor e diretor do Centro de Pesquisas do Instituto Europeo di Design em Milão, professor de Design da PUC Rio e na Faculdade Estácio de Sá. Sócio do escritório Índio da Costa e na sua empresa **AdoAzevedoArquiteturaDesign**, desde 2006, desenvolve projetos no campo do design, arquitetura e mobilidade urbana. Criou produtos industriais e de mobiliário e, a arquitetura de fábricas, residências, centros culturais e estações para sistema de transporte sob trilhos. Tem projetos premiados no Brasil e no exterior e participou das Bienais de Design de São Paulo, Curitiba das exposições Brasil Faz Design em Milão, International Contemporary Furniture em Nova Iorque e Design Brasileiro em Bruxelas na Bélgica. Desde 2017 atua na coordenação de planejamento da Secretaria Municipal de Transporte da cidade do Rio de Janeiro.



Caminhos projetivos

Eduardo Sesti | azevedo.ado@gmail.com



“Não se projeta nunca para alguém, mas sempre contra alguém ou alguma coisa... projeta-se contra a resignação ao imprevisível, ao acaso, à desordem, aos golpes cegos dos acontecimentos, ao destino.”

Giulio Carlo Argan

Quando decidi estudar design em meados dos anos 80, após montar um escritório com jovens colegas arquitetos projetando mundos "im"possíveis, me interessava trabalhar em outras dimensões complementares da projeção. Vivendo numa época contraditória que oscilava entre excitantes possibilidades de reconstrução da democracia e sucessivas crises econômicas era imperativo encontrar novas referências e campos de atuação que permitissem o exercício de uma projeção aberta e experimental. Percebia que alguns objetos de uso cotidiano, produzidos industrialmente e consumidos podiam ser projetados para provocar mudanças comportamentais transformadoras. O protagonismo dos objetos de função utilitária, conteúdo tecnológico, superfícies sofisticadas e sedutoras era uma presença intrigante. A atividade de projetar produtos, filha da arquitetura, ganhava condição privilegiada e sua atuação multidisciplinar por natureza era estimulante. Naquele período crescia o valor da cultura material, ao contrário do que vivemos hoje.

Era então o momento de ampliar minhas possibilidades expressivas buscando outras escalas para a criatividade praticada na arquitetura. Entusiasta até certo ponto, fiz as primeiras incursões no campo do design em uma especialização na PUC na área, chamada então de desenho industrial. Em contradição com as minhas expectativas, o ambiente industrial brasileiro naquele tempo se caracterizava pela proteção e reserva de mercado que favorecia uma indústria acomodada e pouco inventiva. Decidi procurar novos espaços e buscar outras dimensões. Investigar a Biônica era um caminho para fazer meu mestrado na Itália. Se chamava "Design industriale ad indirizzo Bionico". Foi quando tive a honra, a sorte e o prazer de ter como professor e esta contribuição neste livro \artigo. Num dia de outono com intensa neblina, num edifício clássico em reestruturação aconteciam múltiplas atividades em grandes salas inacabadas e abertas para um "cortile". Na chegada ao lugar de aula, um articulado boneco de madeira trazia a escala humana aos vários modelos e maquetes pendurados nas paredes. Estruturas nervuradas, ossos e sementes, davam uma leve atmosfera gótica ao ambiente.



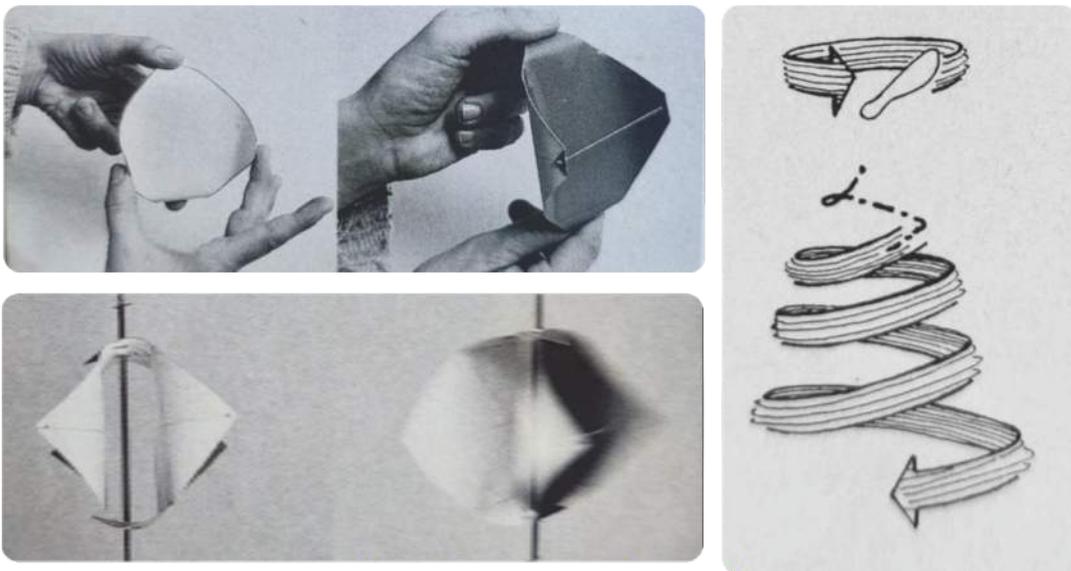
Fotos: publicação institucional CRSN, 1989



Amostras de materiais inusitados formavam superfícies para serem tocadas. Acariciadas. A generosa sala tinha um frescor perfumado por grandes arbustos plantados em enormes vasos de cerâmica. O ambiente era um convite a explorar mundos diferentes e exercitar a invenção. As primeiras aulas de Carmelo foram sobre a aventura do projeto e chamou-me atenção a sua sensibilidade e entendimento estrutural e de escala na natureza das coisas. Ele discorria sobre a impossibilidade dos dinossauros continuarem existindo e encontrava analogias com diferentes projetos que faliram por esse ponto de vista. Abordava o fenômeno do crescimento na natureza, que aparentemente pode seguir a magia das séries matemáticas de Fibonacci no seu esplendor espiral. Por outro lado, provocava descrevendo estruturas que se rompem simplesmente pela sua rigidez. Mensagens que amplificavam a complexidade de projetar onde nada é seguro tudo é instável em transformação. Me sentia animado e seguro. As palavras Biônica e Biomimética quando pronunciadas excitam o imaginário coletivo. São sinônimos, embora alguns autores a diferenciem. Ambos surgem na segunda metade do século XX num contexto de desenvolvimento tecnológico militar, na indústria aeroespacial e têxtil, na busca de soluções a serem aplicadas através da investigação dos sistemas naturais. Pode ser que o emprego de uma ou de outra nomenclatura seja uma questão de enquadramento da pesquisa. A Biônica seria uma tentativa de aplicar sugestões específicas estruturais e mecânicas que se apresentam nos sistemas biológicos e a biomimética teria foco na compreensão dos sistemas naturais para imita-los no mundo artificial. Porém ambas tratam de buscar novas formas de solucionar problemas.

Nestas últimas décadas, surge e soma-se a ideia de Bio-design seguindo o mesmo objetivo. No entanto, hoje não mais se busca apenas estudar a natureza mas sim aplica-la. Agora seria uma outra dimensão, embrionária ainda, em que soluções de projeto empregam ou incorporam os próprios organismos vivos na criação do artificial. O Laboratório de estudos das estruturas naturais CRSN (Centro Ricerca Strutture Naturali) que Carmelo Di Bartolo fundou desenvolvia novas formas de olhar os organismos vivos onde se estimulava perguntas. As análises de estrutura não seguiam a linearidade rigorosa da pesquisa científica que se poderia imaginar. Seu rigor era na experimentação e interpretação e na prática projetual. O modelo estimulava pensar em contextos diferentes e decifrar o problema posto no exercício criativo ou num projeto específico com novas chaves de interpretação para o real. Embora o estudo das formas naturais do ponto de vista biológico sirva para entender e reconhecer as espécies, suas relações e o seu processo evolutivo, no nosso caso, as análises comparativas morfológicas tinham propósitos metaprojetuais.

Os primeiros exercícios eram de "basic- design" orquestrados pelo mestre e seus assistentes de modo lúdico e envolvente. Explicados pelos biólogos, sistemas naturais se chocavam com os limites do real. Esse descompasso rítmico, era criativo. Nos diálogos encontrávamos lentes que permitiam ver outras cores. Muitos eram os exercícios para transcender nossos condicionamentos e poder enxergar para além dos lugares comuns. Ali aprendi que o bom projeto sempre carrega na intenção alguma busca de transcender padrões estabelecidos para seguir em frente. Argan dizia que "nunca se projeta para mas sempre contra alguém ou alguma coisa". (1*) O projeto deve ir contra o óbvio e ao que é imposto, contra a exploração e resignação, poeticamente contra a lei da gravidade. E assim íamos construindo nossas máquinas voadoras.



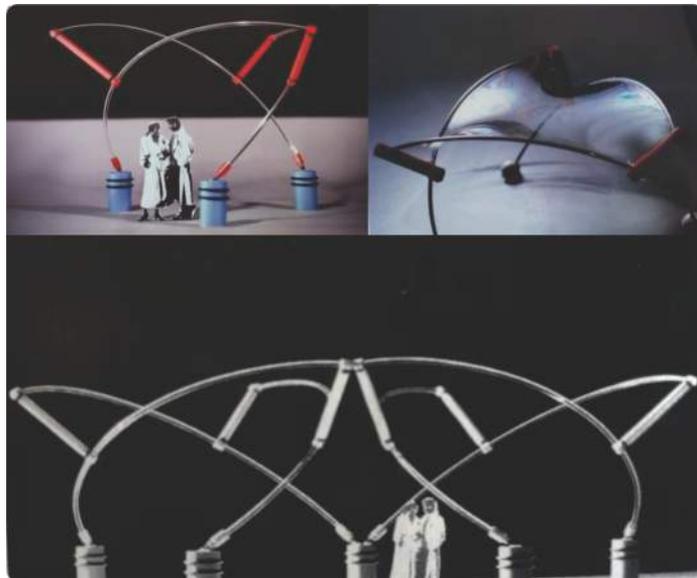
O estudo das sementes voadoras sistematicamente e imersões no tema produziam diversos insights de projeto e pesquisas aplicada a estruturas aerodinâmicas. Foto: Arquivo pessoal e publicação institucional CRSN 1995



[A CAPITAL MUNDIAL DO DESIGN]

O final dos anos 80 até meados dos anos 90 foi um tempo de profundas mudanças na organização da cultura. No horizonte surgiam novos dispositivos imagéticos e os programas como ferramentas de projeção. As questões ambientais começam a ser colocadas em pauta. A sustentabilidade trouxe novos desafios para a cultura do projeto que estava (e ainda está !) distante de responder à altura. O aprendizado cotidiano naquele ambiente dialogava com a intensa criação em Milão que se cristalizava como capital mundial do Design. Era um período que ali estavam os grandes escritórios internacionais de design de produto e o campo da moda se reconfigurava para além do luxo. Havia uma atmosfera de contaminação interessante. A forte presença de asiáticos sobretudo coreanos que estudavam design em Milão dava um tom novo e uma caráter ainda mais cosmopolita na cena milanesa e no nosso cotidiano.

Design com endereço biônico não tratava de uma metodologia segura de projeto. Um caminho rígido de metodológico não agradava a Di Bartolo nosso mestre - e nem a mim. Há muitos e suficientes métodos de projeto disponíveis e esse não era a função da Biônica. A sua visão era voltada a descoberta. Ensinava estimulando descolar-se das amarras iniciais do projeto e a criar novos vínculos através da análise da natureza buscando desenvolver em seus alunos habilidades novas para pavimentar o terreno próprio de cada um para realizar corretamente uma prática projetual inovadora.

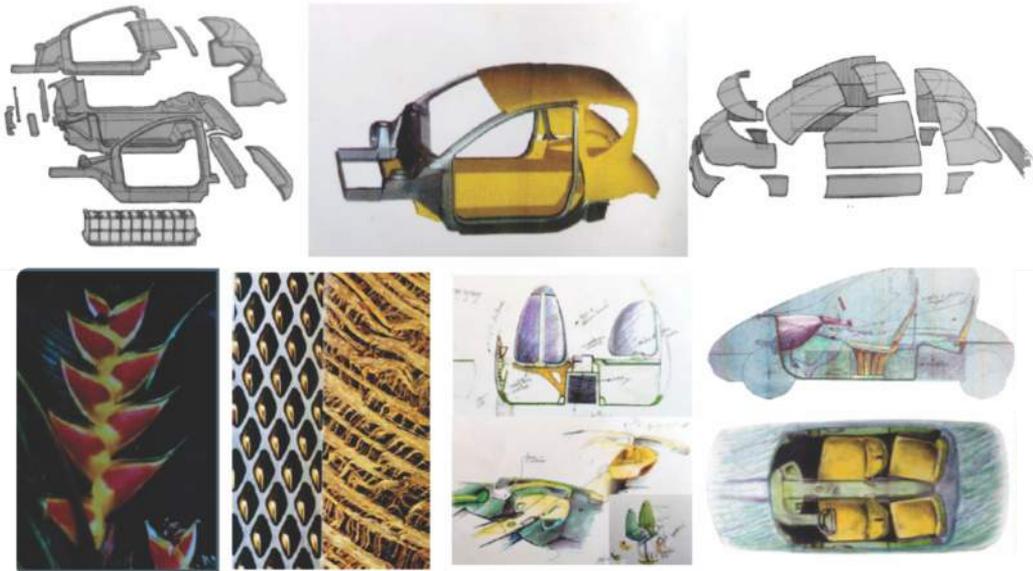


As experiências com bolhas de sabão são estudos práticos para compreender a tensão superficial e fotografadas mostram as zonas de instabilidade da estrutura. Projeto realizado com o designer português Paulo D'Uva - fotos de arquivo pessoal e da publicação institucional CRIED 1992

Neste sentido, penso hoje que Carmelo estava antecipando na sua prática de ensino a abordagem que Amartya Sen chama de "capability", onde trata de um conjunto de habilidades que adquirimos na vida e na experiência como constituintes da própria condição humana e portanto das nossas liberdades. Para ele a totalidade das nossas "capabilities" constitui-se em estratégia de desenvolvimento para as instituições políticas e para a sociedade. (*2)

Sem essa pretensão e com muita alegria, segundo Di Bartolo, a habilidade para ler e usar informações heterogêneas e múltiplas de diferentes campos é saber interagir. A opção é "viver o trabalho do projetista como uma gestão coordenada e harmoniosa de diferentes códigos de interpretação do real.... Uma atitude sistêmica e de cultura transversal".(*3)

O Centro de Pesquisa se consolidava atuando em pesquisa aplicada, e desenvolvendo projetos estratégicos para grandes empresas italianas e estrangeiras. Ao final do mestrado, após dois anos, iniciei a trabalhar como professor e coordenar alguns projetos no Centro que passou a chamar-se CRIED (Centro Ricerca Istituto Europeo di Design). Após algum tempo, recebi o convite para dirigir o Centro onde realizamos diversos projetos. Entre eles o Carro elétrico ZIC da Fiat foi o mais importante realizado em três anos de colaboração com o Centro de Pesquisa da Fiat. Foi um pioneiro carro urbano projetado de forma sustentável para ser totalmente reciclável. Era um concept-car que incorporava uma série de pesquisas avançadas em sistemas mecânicos e na aplicação de novos materiais. Concebemos novos procedimentos projetuais utilizando pela primeira vez ferramentas e recursos imagéticos digitais. A inovadora tecnologia 3d de prototipagem estava sendo implantada no centro Stile Fiat.



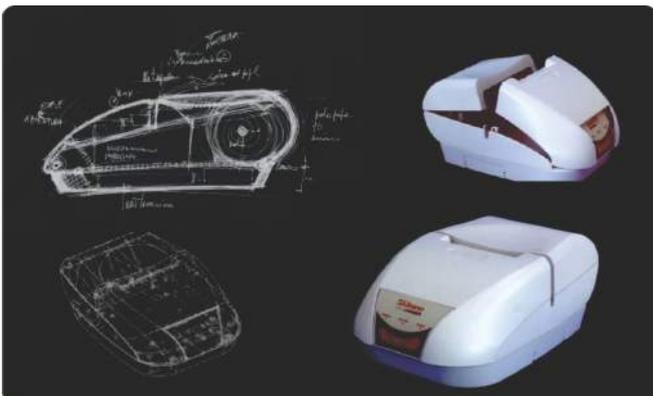
Imagens de referências conceituais e de pesquisa aplicada ao design de materiais. Primeiros estudos de concepção de projeto partindo do interior :Fotos de arquivo pessoal e da publicação institucional CRIED 1992

O projeto inverteu o procedimento convencional do car- design que privilegia a forma externa do veículo e suas características aerodinâmicas. A projeção se iniciou pelo interior do veículo, que deveria expressar semanticamente novas condições de uso e novos modelos de comportamento comprometidos com a sustentabilidade, aliando a dimensão artesanal a um projeto *high tech*.

O projeto foi concebido com a ideia de ramificação: a partir de um eixo central foram encaixados os bancos e alocadas as baterias e sobre ele foram reorganizadas todas as principais funções e comandos gerando novos padrões de interatividade com o usuário. Conceitualmente, foi desenhado como um sistema vivo passível de adaptar-se com peças facilmente intercambiáveis e materiais organizados para se degradarem naturalmente ou de fácil reciclagem. O projeto também alargou o campo do design de produto para incluir além da pioneira ideia de ciclo de vida, redesenho de estratégias de marca e de produção. O conceito da Zic deu origem ao modelo "Multipla" fabricado pela Fiat na Europa na década seguinte redefinindo o uso do carro urbano como sendo multifuncional e com renovada habitabilidade interna que se adaptava facilmente a diferentes situações de uso conforme a necessidade do cliente.



As fases do projeto Zic dos modelos em escala real, da prototipagem rápida e a produção de uma pequena série testada (onde que tive o prazer de dar uma volta) e que participou dos principais Salões de Automóvel na Europa 4
Fotos : arquivo pessoal e CRIED 1992



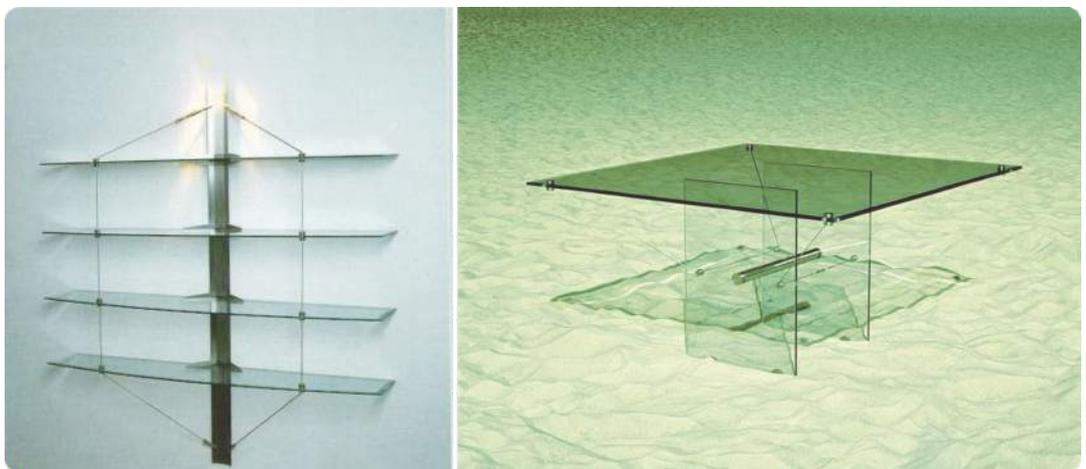
Processo inicial de concepção em desenhos livres e desenvolvimento em cad-cam até produto final da impressora fiscal . Fotos: arquivo pessoal , foto do produto Luis Cláudio 1996



[TRAJETÓRIA APRENDIZ]

Pouco tempo depois dessa experiência, de volta ao Brasil realizei um projeto que trago como um eco em outra escala do que foi desenvolvemos na Zic. Em parceria com a Victum, empresa de engenharia de produto pioneira no uso e difusão das tecnologias 3d de fabricação e prototipagem rápida, projetamos a impressora fiscal Urano. Era um objeto técnico em peças complexas de plástico injetadas, mas pensei com a mesma inversão projetual do projeto Zic. Partindo do interior, fizemos um novo layout modificando componentes eletrônicos para reduzir as dimensões do objeto e o número de peças e a forma nasceu da integração dos elementos articulados para agilizar a sua operação. O resultado teve um grande sucesso sendo vendido a diferentes marcas ao longo de muitos anos e acredito que até hoje está sendo produzido pois, para a minha surpresa, a vejo em muitos lugares. Além desse, entre os muitos trabalhos realizados de lá pra cá, escolhi trazer aqui alguns projetos por terem no seu processo criativo relações mais diretas com o aprendizado que daqueles anos. A distância relativa do tempo me fez ver agora o quanto minha forma de pensar o projeto está vinculada àquela experiência de modo abrangente na minha trajetória.

Desde a universidade, o tema da tenso estrutura sempre foi do meu interesse e tive o prazer de realizar muitos projetos de estruturas para coberturas e na Itália fazíamos muitas experiências nessa área. Porém trago aqui uma aplicação diferente do conceito de tenso estrutura no campo do design de produto: uma mesa de vidro que chamei de Crystalzen por ser um objeto atemporal transparente e leve que traduz a noção do essencial. Diferente porque não foi desenhada a priori, mas resultou de um estudo em escala reduzida de um jogo de tensões entre planos. É um sistema construtivo em que os planos de vidro que compõe a mesa mantêm-se em equilíbrio por estarem tensionados através de cabos e peças em aço concebidas com o mínimo de emprego de material. Posteriormente, com este sistema estrutural desenvolvi a estante utilizando as mesmas peças desenhadas para a fabricação em série. O produto era desmontável e ocupava um mínimo espaço possibilitando modelos diferenciados de distribuição e consumo com redução dos impactos do transporte. Era possível exportar as pequenas peças e cabos em inox e, com um manual de corte e montagem, produzir localmente o vidro. Durante alguns anos me envolvi com esta produção e comercialização sendo uma nova prática e um novo aprendizado. O projeto de 1996 teve muito êxito e estreitou a minha parceria com um dos mais importantes escritórios de arquitetura brasileira Claudio Bernardes e Jacobsen, onde também desenvolveríamos outros produtos de design e de arquitetura com o tema de estruturas e coberturas tensionadas.

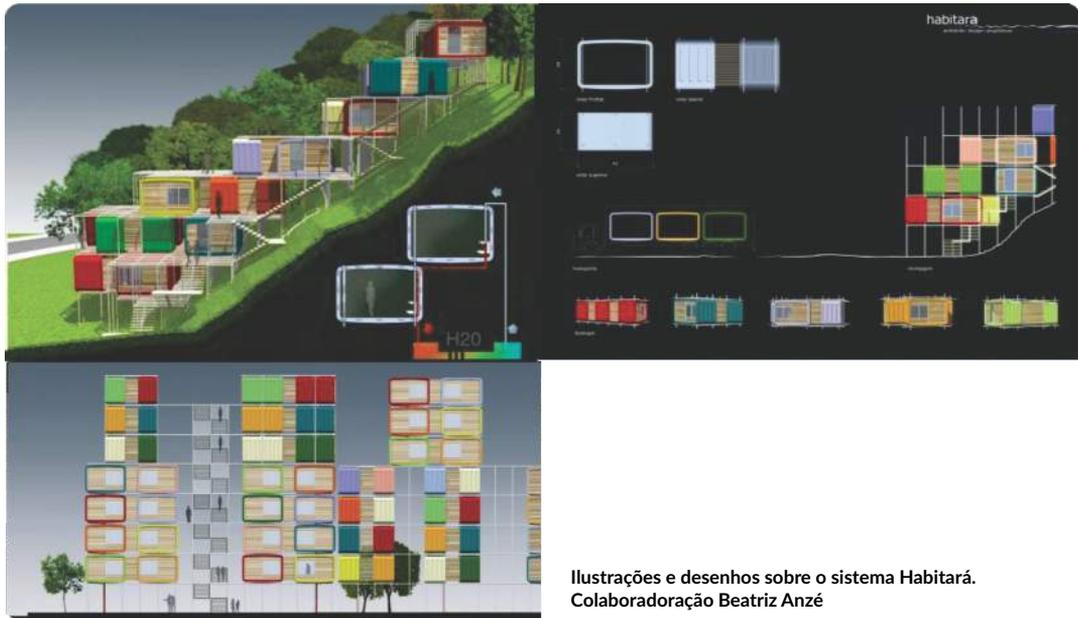


Tensores e terminais em aço inox elementos simples e de fácil montagem . Os móveis funcionam sob tensão e como cordas de um instrumento, devem ser afinadas pelo som equilibrando a vibração de modo simétrico. Fotografia :Marssares Estudio

Mais ou menos na mesma época, ao final do século passado (!), fiz uma provocação voltada a sustentabilidade cuja referência era construir a semelhança dos organismos vivos criando um ecossistema localizado cujo elemento central era a água. O projeto de arquitetura pré-fabricada para habitação multifamiliar se chamava Habitará, um sistema construtivo flexível e adaptável às diferentes tipologias de terreno. É composto de um esqueleto estrutural metálico e de painéis de plástico rotomoldado por onde a água circula mantendo a temperatura interior das habitações tendencialmente estável, sendo um modo passivo de conforto ambiental e ao mesmo tempo de aproveitamento das águas pluviais, prevê também um tratamento in loco das águas cinza reaproveitáveis. A implantação em nível acima do solo permite manter a vegetação e redução da impermeabilização do solo urbano. Os módulos produzidos em várias cores oferecem múltiplas possibilidades compositivas de acordo com a malha estrutural projetada definindo diferentes tipologias de habitação e espaços de convívio. As dimensões do módulo base (4,2m X 2,25 X h 2,9m) foram projetadas em função do transporte fácil e da montagem rápida dos conjuntos com o



objetivo de reduzir o tempo de construção. A ideia é uma arquitetura agregável e simbiótica, um possível ecossistema artificial na direção do equilíbrio energético.



Ilustrações e desenhos sobre o sistema Habitara.
Colaboração Beatriz Anzé

Num fim de semana, enquanto brincava com meus filhos na época com 9 e 10 anos me veio a imagem de Carmelo e as nossas aulas. Propus um jogo de recorte em papel com peças torcidas e encaixadas. Foram muitas ideias e nos divertimos longamente. Ao fim, tinha uma série de formas construídas que deu origem a cadeira que chamei de "Dois Irmãos". São peças fabricada em compensado flexível recortado e dobrado estruturalmente como uma folha de papel . Assento e encosto são peças iguais que se estruturam pela forma fixadas por quatro parafusos. Diferentemente das cadeiras de compensado curvo, seu processo de fabricação é a frio evitando o desperdício de energia.



Aproveitamento para o recorte da compensado curvo
Foto: Maville

No campo da arquitetura em maior escala, em 2012 projetei o edifício administrativo da SBOil uma fábrica para produzir óleos naturais a base de microalgas que se alimentam de açúcar . Segundo A SBOil, uma associação entre a empresa americana Solazime e o grupo Bunge, este foi o primeiro empreendimento no uso da biotecnologia em escala industrial de modo sustentável. Localizada no interior de São Paulo e distante dos grandes centros urbanos o projeto exigia uma arquitetura pré-fabricada e o edifício principal deveria comunicar a inovação do empreendimento.

Decidi usar desde o início uma analogia com a molécula de carbono e por extensão fui revisitar o estudos sobre as colmeias e outras referências na natureza. Desenvolvi um sistema construtivo metálico modular de fácil e rápida montagem em que a assemblagens das peças resolvia-se com um



prisma contínuo a partir da geometria hexagonal. A parte as abelhas serem alvo de amplo objeto de estudos fascinantes bem conhecidos, percorremos algumas vezes esse tema nas experiências com Carmelo e essas impressões ficaram adormecidas sem que nunca ter usado na pratica projetual. me fiz valer do tema como referência objetiva numa reflexão criativa que transferiu a ideia para a nova situação orientou a solução integral para todo o edifício, mantendo coerência e leveza. O resultado expressivo atingiu o pleno reconhecimento do meu cliente. Fiquei feliz.



Montagem do sistema, estudos, detalhes construtivos , obra concluída 2014. Fotos: ETM

Bem antes do projeto da fábrica, em 2004, voltei a Itália para participar da exposição Brasil Faz Design em Milão com a Cadeira Tamanduá durante o Salão do Móvel e com outros projetos do escritório Índio da Costa do qual fui sócio entre 1999 e 2005. Na ocasião, não encontrei o meu mestre Carmelo, mas encontrei o Ricardo Zarino, saudoso parceiro do CRIED que na época estava partindo ao Brasil com o desafio de abrir uma nova sede do Istituto Europeo di Design em São Paulo. Ali surgiu o que futuramente nos uniria numa nova aventura.



A cadeira tamanduá é um projeto em que teve diferentes momentos com alterações de forma para adaptar-se à diferentes processos de fabricação. Seu conceito é de uma cadeira minimalista que se dobra e permanece em equilíbrio mudando de forma e transformando num outro objeto. Foto: Wagner Zigelmayer estudio

Ao ser convidado para a inauguração da sede do IED em São Paulo, pelo prof. Amilton Arruda e Riccardo Zarino, um tempo depois, não contive a provocação de instigar o Ricardo e o grupo responsável pela governança do instituto à época,- que incluía a liderança empreendedora de Stefano Paschina- a abrir uma sede no Rio. Algo me dizia que o lugar certo no Brasil seria o Rio. A provocação deu certo. O Rio de Janeiro vivia um momento raro de ascensão com um Brasil que crescia aos auspícios de uma social democracia embalada pelo desenvolvimento econômico. A prefeitura da cidade, buscava parceria com organismos nacionais e internacionais para revitalizar o tão rico e abandonado patrimônio cultural carioca e, por meio da gestora e articuladora cultural, Liliansa Magalhães - hoje minha companheira-, foi realizado o encontro dos diretores do IED SP, Riccardo Zarino e Amilton Arruda, com a Prefeitura, junto ao então secretário de cultura da cidade, Ricardo Macieira. Naquele momento foi oferecido o prédio do antigo o Cassino da Urca e TV Tupi, na época em ruínas e abandonado há quase 25 anos. Em pouco tempo, o lugar, sua história e as características do prédio se encaixavam perfeitamente a uma prática que fundador do grupo, Francesco Morelli, costumava adotar na implantação de suas sedes. Revitalizar prédios históricos e instalar a escola era uma atitude comum do IED e fui convidado a apresentar estudos preliminares de arquitetura para o presidente. Logo depois, tive a honra de receber a incumbência de projetar a nova sede no Rio.



Apesar de não estar com o Carmelo nessa nova empreitada, sua presença instigante estava comigo naquela que foi uma das mais incríveis aventuras criativas que tive o privilégio de vivenciar. Projetar a revitalização de um dos espaços mais emblemáticos da minha cidade querida, o antigo Cassino da Urca, um edifício esplêndido em ruínas aos pés do Pão de Açúcar, foi um presente. A cadeira tamanduá é um projeto em que teve diferentes momentos com alterações de forma para adaptar-se à diferentes processos de fabricação. Seu conceito é de uma cadeira minimalista que se dobra e permanece em equilíbrio mudando de forma e transformando num outro objeto.

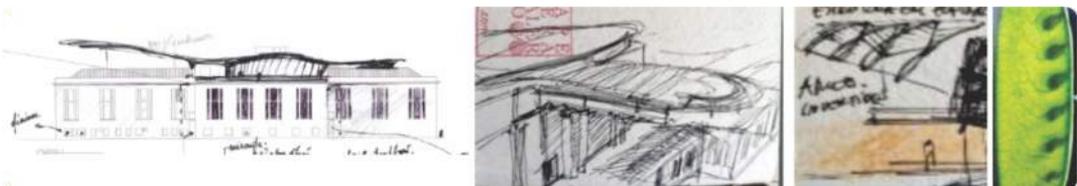
O prédio, em estilo eclético tem uma parte edificada sobre a praia ligando-se por uma passarela a outra parte na rua junto ao morro da Urca e foi construído originariamente para abrigar um hotel balneário no início dos anos 20. Era uma época de profunda reconfiguração urbana em que nascia também o próprio bairro da Urca. Uma grande obra de engenharia que aterrou as encostas dos morros de entrada da baía de Guanabara. Na década seguinte o prédio foi reconfigurado para ser o Cassino da Urca em estilo art-deco que funcionou de 1933 a 1946 sendo uma das mais emblemáticas casas espetáculos de referência nacional e internacional, berço da cultura do entretenimento carioca e brasileira. Posteriormente, entre os anos 1950 e 1980, o prédio foi novamente reconfigurado para ser a sede da pioneira TV Tupi, onde nasceu e se consolidou a televisão brasileira, impulsionando a projeção, não só da música popular brasileira, mas de um modo de fazer cultura e comunicação que sintetizam o jeito brasileiro de criar, fazer e viver.

O desafio do projeto era resinficar o lugar. Era preciso resgatar o caráter identitário de um edifício histórico em ruínas, considerando novos usos as especificidades locais e seu impacto no território. A interferência na arquitetura criou novos espaços para atender tanto as demandas do IED como para abrir novas possibilidades junto a comunidade com serviços públicos e de uso coletivo. As famosas formas sinuosas da geografia carioca, hoje patrimônio paisagístico mundial reconhecido pela Unesco; os morros, a pequena baía de praia e o próprio terreno na curva da rua estavam presentes desde o início nas características arquitetônicas do edifício. Adotei premissas de projeto seguindo as orientações de restauro e revitalização de edifícios históricos, especificamente a partir dos princípios de intervenção mínima e reversibilidade fundamento básico da teoria de restauro estabelecida por Cesare Brandi. A intervenção em um patrimônio histórico tombado pelo município exigiu um rígido processo para aprovação de projeto.



A história do edifício : a direita hotel balneário anos 20, no meio anos 40 Cassino da Urca e na esquerda direita foto de 2005 do prédio abandonado com as aberturas fechadas . Fotos Arquivo Histórico Nacional, Instituto Moreira Salles e de 2005 Yan Gambeln

Busquei um diálogo entre o passado e o futuro para revelar a memória e reavivar o espírito presente do tempo. A edificação original da praia foi restaurada com a reabertura das grandes janelas e a recuperação de elementos escondidos nas sucessivas transformações, a exemplo da arcada neoclássica do antigo hotel. Junto as arcadas uma escada central foi desenhada para distribuir todo o novo fluxo de acesso com materiais como o aço cortain e madeira. Foi também construído um mezanino intermediário em estrutura metálica para absorver as novas funções do novo edifício.



A intervenção contemporânea do projeto ficou expressa na nova cobertura. Ela que pousa levemente sobre o edifício existente criando um contraste entre formas e materiais; as linhas sinuosas da nova estrutura metálica se contrapõe às linhas retas do edifício existente em estilo art-deco recuperado. Ligado às minhas referências intrínsecas da biônica, a cobertura foi concebida como uma concha composta de arcos interligados em forma de espiral. Os arcos se conectam num perfil de contorno acompanha a forma da cobertura que levita sustentada por braços metálicos vinculados aos novos pilares criando varandas para a circulação das pessoas e distribuição dos fluxos entre as diferentes áreas.

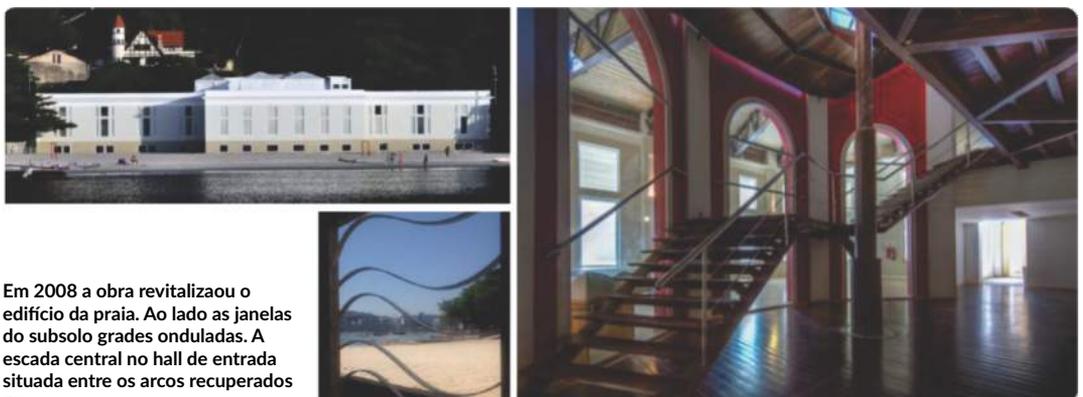


A estrutura é recoberta por tecido Kevlar e forma um colchão de ar ventilado com a função de reduzir a temperatura ambiente e se estende nos dois lados do prédio para formar um único acesso novo ao lado do antigo teatro situado atrás junto ao morro. A cobertura é translúcida e iluminada internamente irradiando luz em todo o complexo dando uma nova unidade ao edifício.



Maquete do projeto realizada por Thomas Whitney. Colaboradores do projeto, Maurício Duarte, Mônica, Rodrigo

Um dos pontos relevantes é um mirante suspenso no limite da nova cobertura que retoma a forma perdida da varanda circular do antigo hotel balneário. Sob a cobertura e o mirante criam-se os espaços flexíveis e transparentes que permitem realizar diferentes atividades voltadas ao convívio entre as pessoas. Assim, o novo espaço torna-se fluido, onde tudo se conecta a ideia de uma rede de significados criados para solucionar os problemas entre o que foi e o que se queria do lugar. Com a obra do edifício sobre a praia concluída em 2008, uma grande polêmica dividiu moradores quanto aos possíveis impactos gerados no bairro sendo a questão posteriormente judicializada em um longo processo. A sede foi finalmente inaugurada em 2014.



Em 2008 a obra revitalizou o edifício da praia. Ao lado as janelas do subsolo grades onduladas. A escada central no hall de entrada situada entre os arcos recuperados

No ano passado fui chamado para continuidade do projeto, momento em que reencontrei Emanuelle Soldini - um dos grandes personagens daquela época em que lá estive estudando e trabalhando entre os anos 88 a 95, agora novo dirigente geral do grupo IED. Para completar a obra, novas demandas e novos limitantes exigem adaptação ao projeto original e passei a colaborar na projeção da parte de trás do edifício com um grupo de novos profissionais. Fiz uma nova proposta para cobertura mantendo o mirante e adaptando a estrutura para atender ao requisito de uso de energia solar. Busquei mostrar com esses exemplos um modo de atuar na cultura de projeto que tenho praticado nesses muitos anos de estrada onde o pensamento criativo aplicado em diferentes escalas se retroalimenta continuamente. A Biônica, Biomimética ou Bio Design de uma forma ou de outra



tangibilizam diferentes visões de mundo. Essa é uma questão atual já que vivemos num mundo ainda fortemente caracterizado por processos lógico-científico dualista que divide homem e natureza. Se estamos diante dos grandes desafios socio-ambientais que nossa sociedade custou a enfrentar, há muito o que fazer e necessitamos urgente de P-r-o-j-e-t-o.

Di Bartolo usava frequentemente a metáfora das formas em crescimento e ramificação na natureza para expressar o que chamava de Projeto Feliz , aquele em que todas soluções são adequadas ao problema. Ele passava a certeza de que uma das chaves da projeção é saber colocar-se de forma livre diante de um problema de projeto. No livro *Ética para Náufragos*, o filósofo espanhol Jose Marina propõe a ética como um projeto a ser continuamente afirmado para equilibrar desejos e responsabilidades com o objetivo de ser digno e feliz em uma perspectiva de valor tanto para o indivíduo quanto universal para a humanidade. Pra mim, projetar é um exercício contínuo, permanente e vital para encontrar sentidos.

[BIBLIOGRAFIA]

ARGAN, Giulio Carlo. *Projeto e Destino* Tradução Marcos Bagno, ed Ática, São Paulo (2001)

MARINA, Jose Antônio. *Ética para Náufragos*, ed. Guarda chuva, Rio de Janeiro. (2012)

SEN, Amartya. *Commodities and Capabilities* . Amsterdam: Elsevier, Rio de Janeiro. (1985)

DI BARTOLO, Carmelo org, com Aldo Coloneti, e outros. *Ripensare il Design*. E. Tecniche Nuove, Milano (1997)



Miguel Ángel Mila

Artista, Diseñador y Escritor, vive y trabaja entre Madrid y Cuenca. Comienza su actividad artística en Ciudad Real a mediados de los años '70. Fundador del TEAV-Taller Experimental de Artes Visuales (1977-1981). Fundador y Director de Proyectos de las empresas ITD-Estudio (1983-1991) y El Gremio, Diseño (1993-1997). Profesor de Diseño en el Instituto Europeo di Design de Madrid y Director de Proyectos de Design Innovation Institute de Milán 1995- 2001). Director General del Centro de Diseño de Castilla-La Mancha. (2002- 2011). Actualmente es Investigador en Creatividad y Diseño y Profesor Homologado de la EOI. Ha realizado numerosas exposiciones y recibido varios premios de Diseño, Artes Plásticas, Ilustración y Fotografía. Ha desarrollado proyectos de investigación y publicaciones sobre temas de Arte y Diseño y ha sido invitado como conferenciante en diversas universidades, escuelas e instituciones culturales españolas y europeas.

Profesor de "Metodología del Diseño", "Estrategias Creativas" y "Diseño de Interfaz". IED-Istituto Europeo di Design, Madrid. 1995-2001. Coordinador de Actividades del "Proyecto CCDI-Centro Canario de Diseño Integrado". IED/CRIED- ITC-Gobierno de Canarias. Las Palmas de G.C.-S.C. de Tenerife. 1998-2001. Director del Curso "Introducción al Diseño Industrial". CCDI-Centro Canario de Diseño Integrado-ITC- Instituto Tecnológico de Canarias, Las Palmas de G.C.-S.C. de Tenerife. 2000. Miembro del equipo consultor del "Plan Estratégico de Promoción del Diseño en Galicia". Xunta de Galicia-CIS, Tecnología e Deseño - Design Innovation Institute, Ferrol, A Coruña. 2001. Director de Proyectos de Design Innovation Institute, Milán, Italia. 2001-2002. Director General de la "Fundación Centro de Diseño de Castilla-La Mancha". Cuenca. 2002-2011. Director del Curso "Diseño e Innovación". DDI-Sociedad Estatal para el Desarrollo del Diseño y la Innovación - FURJC-Fundación Universidad Rey Juan Carlos,



En la espiral del mundo: Re-pensando el proyecto con Carmelo Di Bartolo

Miguel Ángel Mila | miguelangelmila@hotmail.com



“La genialidad del hombre hace varias invenciones, abarcando con varios instrumentos el único e incluso fin, pero nunca descubrirá una invención más bella, más económica o más directa que la de la naturaleza, pues en ella nada falta y nada es superfluo.”

Leonardo Da Vinci

[IL PROFESSORE]

Encuentro a Carmelo en la parada del 9. Intento discutir sobre el concepto de “naturaleza artificial”, derivado de la lectura de Gillo Dorfles, del concepto de “seconda natura”, de Leonardo da Vinci. Intento discutir, quizás dialogar, con escaso éxito... Carmelo tiene el pensamiento en otras cosas. Parece decirme, como su compatriota Arquímedes: “Non turbare círculos meos”. Abstraído, dibujando inconscientemente la espiral de la concha del Nautilus, “il professore” traza en su cuaderno el esquema del proyecto que le ocupa. Piensa a través del dibujo, del mapa mental, del esquema sinóptico.... La prisa, las urgencias y el estrés al que nos somete una ciudad como Milán nos hacen menudear las reflexiones en esos pocos tiempos muertos, en la parada del tranvía, en la espera del comienzo de una clase o de una conferencia... bajo la lluvia o entre la niebla. Lo había conocido en Toledo en 1992, en la selección de los becarios que habríamos de ir al Istituto Europeo di Design para un curso de diseño, al que nos enviaba nuestro gobierno, para formar una nueva generación de diseñadores. En total 90, entre gráficos, industriales, de moda, marketing, ingeniería, etc. Ese año, para nosotros, significaba salir de la provincia, “quitarnos el polvo de la dehesa” como se dice en Castilla, conocer otro país, otra ciudad, otro idioma...



Con Carmelo di Bartolo en el IED, Milán, 1992.



Participantes en el «Proyecto Diseño CLM», Milán, 1992.



Con Amilton Arruda y Carlo Bombardelli, IED, Milán, 1992.



Con Carmelo y Salvador García, Tomelloso, 2009.



Por mi parte, además, tenía la intención de aprovechar aquel curso para ver de cerca las obras y los manuscritos de Leonardo. En esto me ayudó Carmelo... Así conocí a personalidades como Carlo Pedretti, Augusto Marinoni, Pietro Marani, Pinin Brambilla... y tuve el privilegio de ver la restauración del “Cenacolo”, desde el andamio de Santa Maria delle Grazie, o el original del “Codice Atlantico”, en la Biblioteca Ambrosiana. Pude investigar en la Biblioteca d'Arte del Castello de Milán y publicar mi primer artículo sobre Leonardo en la prestigiosa “Raccolta Vinciana”. Se unieron de esta forma mis dos grandes motivaciones de entonces: el diseño y Leonardo. También en esto, como en tantas otras cosas, Carmelo fue un catalizador. Sobre todo ejerciendo un magisterio laxo y benevolente, como a distancia, sin presiones y sin agobios pedagógicos. Imagino que lo mismo hizo con el resto de mis compañeros y colegas, con Amilton Arruda, Eduardo Barroso, Carlo Bombardelli, Pedro Lozano o Frabricio Vanden Broeck, personas que desarrollaban su propia personalidad y comenzaban sus proyectos personales y profesionales, a la luz del ejemplo y el magisterio de Carmelo.



La biblioteca de Carmelo, Milán, 2001.



Equipo de proyectos en Design Innovation, Milán, 1992.

Ajeno al “Star-System” del diseño milanés, Carmelo, había creado su propio microcosmos en el “CRSN, Centro Ricerche Strutture Naturali”, el centro de investigación sobre Biónica y diseño que había creado en el sótano del Istituto Europeo. Aún habiéndolo sido todo en el IED, donde llegó a ser Director General, cuando el propio Istituto deshizo su departamento, tuvo el coraje de marcharse y fundar su propia empresa: Design Innovation. Mitad empresa, mitad laboratorio y, en todo, como una pequeña gran familia, en ella, una nueva generación de diseñadores, de teóricos y de emprendedores, volvió a “re-pensar” el diseño junto al “Professore”. Hoy, cuando Carmelo está ya retirado de la primera línea de batalla, sirvan estas palabras como personal reconocimiento a su persona y homenaje a su legado.



Design Innovation, un ecosistema para la cultura del proyecto.





Proyecto «Diseño en Canarias»... Lavoro, relax, lavoro, relax... ancora lavoro.

[RITOS DE PASO]

— “Dimi, Mila, tu che sei metodólogo...”. Comienzo típico, provocativo, de una conversación con Carmelo. Lanzaba el anzuelo, agitaba el señuelo... Era entonces, en el '92, cuando yo me cuestionaba mis convicciones sobre la metodología del diseño, cuando indagaba el origen de mis ideas en los escritos de Leonardo, cuando dudaba del sentido y la vigencia del proyecto moderno... me incitaba a re-pensar, a re-considerar... como Maldonado, como Aicher, como Munari, como Dorflès.. Aquel año prodigioso, el año de los Juegos Olímpicos de Barcelona, de la Exposición Universal de Sevilla, de la exposición “Columbus '92” de Génova, bajo el impacto de la crisis, de la guerra en los Balcanes, del fracaso del paradigma tecno-científico y de la emergencia del cambio global y ecológico, el año de la Conferencia Social y Ambiental de Río de Janeiro, que estaba poniendo en jaque los fundamentos mismos de la noción de “progreso”... era el momento de re-pensar, de re-considerar... volver a cuestionarse las más arraigadas convicciones... re-pensar: “parola d'ordine” de aquellos primeros '90s.

Hasta hoy, Carmelo, ha sido un referente en cada una de mis experiencias intelectuales y profesionales. En el '94 tuvo la deferencia de venir a España para presentar la primera exposición de mi estudio de diseño en Ciudad Real. En 1995 me invitó a participar en los “Primeros Encuentros Internacionales de Diseño” que organizó en Toledo y también contó conmigo, como profesor, en la nueva escuela que el IED inauguró en Madrid. En el '98 me llamó para colaborar, como coordinador de programas, en el “Proyecto Canarias”, donde se ensayó, al igual que se había hecho en Castilla-La Mancha, su particular metodología del “Diseño Avanzado”. Durante tres años, entre Las Palmas de Gran Canaria, Tenerife, Madrid y Milán, se implementó un programa de incorporación del diseño, como factor estratégico en la formación, en la industria y como catalizador de un cambio socio-económico y cultural en las Islas. Después, a partir de 2001, se replicó la misma metodología en proyectos similares en Austria, Malta, Panamá o Galicia.

En el comienzo del nuevo siglo, cuando Carmelo puso en marcha Design Innovation, en Milán y en Canarias, me ofreció nuevamente la oportunidad de colaborar en sus proyectos, hasta agosto de 2002, cuando el gobierno regional me encargó la dirección del Centro de Diseño de Castilla-La Mancha. En 2007 tuve la oportunidad de participar en los congresos “Design & Complexity”, organizados por Carmelo en la Triennale de Milán, en el Dimad de Madrid y en la Universidad de Montreal. Entre 2004 y 2009 participamos juntos en los seminarios internacionales “Biónica y Sostenibilidad”, organizados en Cuenca por los arquitectos María Rosa Cervera y Javier Pioz, los autores del proyecto “Torre Biónica-Ciudad Vertical”. Gracias a la experiencia junto a Carmelo a lo largo de una década, pude poner en acto las ideas aprendidas en mi propia tierra. El desarrollo y las vicisitudes de ese proyecto, hasta su conclusión en 2012, han significado para mí una experiencia enriquecedora y una maduración de las intuiciones y las inquietudes de mi juventud. De todo aquello me queda un destilado teórico y práctico de amplio respiro... el legado intelectual de un gran maestro.



Seminario internacional «Arquitectura y Biónica» en Cuenca...Tanti amici in tutto il mondo.



[“...NADA MÁS PRÁCTICO QUE UNA BUENA TEORÍA”]

Frente a la proliferación de tantos ejemplos de “buenas prácticas”, biónicas o biomiméticas, se echan de menos tantos ejemplos de “buenas teorías”, como dice la frase de Kurt Lewin. Se intenta diseñar lo nuevo pero con teoría “vieja”. El diseño debe ser “re-pensado” a la luz de una nueva teoría proyectual. El diseño debe ser considerado como “otra cosa” que no es ni ciencia, ni arte, ni tecnología. Debe ser fundamentado en un paradigma distinto. La actividad de proyectar, de diseñar, tiene un carácter “teleonómico”, de construcción del ecosistema artificial futuro del ser humano y debe basarse en un paradigma nuevo y ajeno a la contaminación metodológica con las ciencias o las artes. El modelo de racionalidad que subyace al paradigma tecnocrático se ha impuesto acriticamente desde el mundo de los “expertos” a la clase política y empresarial, a los medios de comunicación y a la sociedad en general, en virtud de sus pretendidos resultados y como expresión ideológica de una “élite” que es quien controla verdaderamente las prioridades, en cuanto a la fijación de los fines y a la elección de los medios, para el desarrollo de la sociedad. Este modelo de racionalidad instrumental ha sido criticado ya desde hace años, por Habermas, Horkheimer o Luhmann, pero sigue siendo el predominante en la discusión sobre la innovación.

Sin embargo los resultados del tecno-cientifismo, aplicados al campo del desarrollo socio-económico, son más que discretos y sus impactos negativos más que evidentes, sobre todo los derivados de las actividades militares y también su responsabilidad en la crisis medio-ambiental. Es posible que en un momento de desarrollismo extensivo este modelo proporcionara algunas ventajas, pero hoy día esto es cuestionable. La tecnología, por sí misma, no ofrece ventajas competitivas duraderas pues, en una sociedad abierta, está al alcance instantáneamente de todos los competidores. La tecnología se compra en el mercado, vía licencias y regalías. Es la llamada “transferencia tecnológica” mediante la cual se adquiere, pretendidamente, el “know-how” incorporado en las máquinas y en otros sistemas tecnológicos y a cambio se pierde la independencia. A pesar de los esfuerzos para fundamentar una Teoría Económica de la Innovación, léase Freeman, Schumpeter, Porter o Drucker, los resultados de las recetas tecnocráticas no han proporcionado mejoras sustanciales, es más, la nueva situación de competitividad internacional producto de la globalización y la crisis de la industria manufacturera, impone una revisión de los procedimientos que ya han fracasado. Se impone una crítica al modelo elitista de los tecnócratas y una búsqueda de soluciones democráticas a través de los modelos que proponen los movimientos de CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) que incorporen otras dimensiones de la innovación que el modelo tecnológico olvida. Dimensiones políticas y sociales en la fijación de objetivos y en el control social de la tecnología y, fundamentalmente, una corrección de los procesos económico-industriales, bajo criterios medio-ambientales y de desarrollo sostenible ausentes en el paradigma dominante.



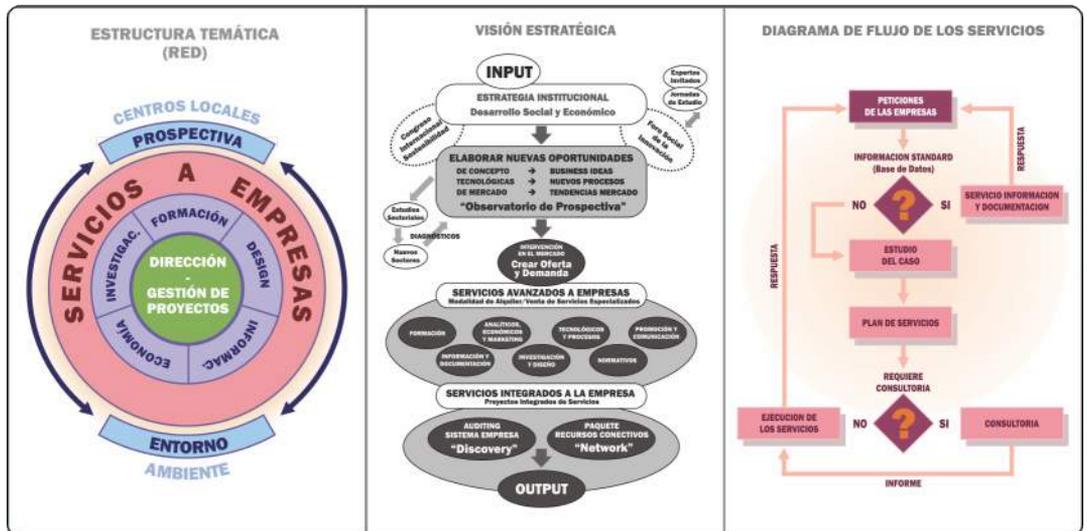
Esquemas metodológicos sobre Formación Avanzada y Diseño Integrado.

El diseño es una actividad humana y social que tiene por objeto concebir, proyectar y expresar una “segunda realidad”, la realidad artificial que necesitan los seres humanos para sobrevivir, vivir y proyectarse en el futuro. Como dice el filósofo José Antonio Marina: “lo más característico de los seres humanos es hacer proyectos”. La actividad proyectual unifica el pensamiento y la acción con objeto de construir realidades basadas en objetivos futuros. El diseño considerado bajo el paradigma proyectual es una actividad “teleonómica”, una actividad que realiza una “segunda naturaleza”. Por “diseño” entendemos el proceso de proyectar un producto (o un servicio) desde la idea innovativa hasta la forma final producible. Diseñar, por tanto, es un sistema, una actividad multidisciplinar compleja que afecta a todos los aspectos del producto, antes, durante y después de su producción. Diseñar significa proyectar todo el “Ciclo de Vida” del producto (LCA-Life Cycle Assessment).

Por otro lado, el concepto de “desarrollo sostenible”, según la ONU, se concibe como “el desarrollo económico que satisfaga las exigencias actuales sin comprometer para las generaciones futuras la posibilidad de satisfacer sus propias exigencias”. Orientarse hacia el desarrollo sostenible significa reconciliar el desarrollo económico con la salvaguardia de los equilibrios del ecosistema,



reconduciendo progresivamente todas las actividades económicas a modelos en los cuales la interacción con el medio ambiente sea tal que garantice la viabilidad de dichas actividades también en el futuro. La sostenibilidad es el núcleo principal de la orientación estratégica transversal a todas las actividades del diseño y el desarrollo de productos y servicios. Entendemos que el diseño sólo será posible si es sostenible. El “Eco-Diseño”, por tanto, no es una especialidad más del diseño, sino una orientación “holística” que debe ser transversal a cualquier tipo de diseño. Se observan ya unos tímidos intentos de aplicar criterios de sostenibilidad en el diseño de algunos productos. Gracias a la presión de las leyes y de los consumidores, hoy día, muchas empresas empiezan a tomar conciencia de que su éxito futuro pasa ineludiblemente por estos requisitos.



Esquemas metodológicos sobre Servicios Estratégicos a Empresas.

Es necesario un cambio de modelo, o de paradigma, para una nueva consideración de la innovación y el diseño como herramientas estratégicas, enfocadas a un desarrollo socio-económico democrático y sostenible, que incluya operativamente otras dimensiones necesarias a la complejidad del momento actual. Es necesario un rearme de la sociedad civil y un liderazgo político que retome la dirección estratégica en las cuestiones que atañen al desarrollo socio-económico, más allá de los dictámenes exclusivos de una “élite” de expertos. Para ello es necesario también cambiar el modelo unidireccional de la innovación por un nuevo modelo de carácter estratégico y multi-dimensional, que abarque

<p>mejorforma</p> <p>➔ </p> <p>CONCEPTO Y METODOLOGÍA DE DISEÑO PROCESO DE DISEÑO INNOVATIVO-1</p> <ol style="list-style-type: none"> Análisis de la Información Disponible <ul style="list-style-type: none"> Empresas y productos innovativos existentes Construcción de matriz de atributos Benchmarking, Ingeniería inversa Prospección de mercados y tendencias <ul style="list-style-type: none"> Target-Group, localización, nichos, precios Tipologías de producto, Mapas de tendencias Pilego de Condiciones (ECO-BRIEFING) <ul style="list-style-type: none"> Características de la empresa y el proceso Ciclo de Vida del producto / proceso Análisis de impacto medio-ambiental Tipologías de producto / Eco-prestaciones Límites financieros / Normativas legales Diseño de conceptos <ul style="list-style-type: none"> Análisis DAFO de producto Generación de Ideas / Brainstorming Selección de alternativas, Perfil producto <p>ELEMENTOS DE ECO-DISEÑO Y DESARROLLO SOSTENIBLE</p>	<p>mejorforma</p> <p>➔ </p> <p>FUNDAMENTOS DE ECO-DISEÑO-1</p> <ul style="list-style-type: none"> Ninguna fase del ciclo de vida del producto ha de ser destructivo, ni para la Naturaleza ni para el ser humano. Uso de materias primas renovables o reciclables: Materias primas no dañinas ni escasas. Uso de recursos locales: Materias primas, herramientas y personas, para minimizar el transporte. Producción reversible: El producto, una vez desechado, puede volver al mismo ciclo productivo original. Facilidad de limpieza, mantenimiento y reparación por el propio usuario. Modularidad: Subdivisión del producto en piezas de precio asequible, de materiales uniformes si es posible, para facilitar el desmontaje y su reproceso. <p>ELEMENTOS DE ECO-DISEÑO Y DESARROLLO SOSTENIBLE</p>
--	---

Metodología para el «Design Innovation Process».

<p>mejorforma</p> <p>➔ </p> <p>FUNDAMENTOS DE ECO-DISEÑO-2</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de la más baja tecnología posible, cuando se pueda elegir. Robustez: Productos duraderos, de largo ciclo de vida. Documentación: Los productos deben ir perfectamente documentados para permitir su fácil limpieza, mantenimiento y reparación. Facilidad de transporte: Productos desmontables hasta tamaños manejables por una o dos personas. Amabilidad: El producto debe ser agradable, fácil de usar. Personalización: No se debe diseñar con la mente enfocada a un tipo medio de personas, sino a una diversidad de seres, todos con los mismos derechos. <p>ELEMENTOS DE ECO-DISEÑO Y DESARROLLO SOSTENIBLE</p>	<p>mejorforma</p> <p>➔ </p> <p>CONCEPTO Y METODOLOGÍA DE DISEÑO PROCESO DE DISEÑO INNOVATIVO-2</p> <ol style="list-style-type: none"> Desarrollo de propuestas formales <ul style="list-style-type: none"> Alternativas de materiales, procesos, ergonomía Alternativas formales, bocetos, modelos, CAD, Prototipos formales / Prototipos funcionales Ensayos y tests de prototipos Ingeniería de producto y producción <ul style="list-style-type: none"> Planos y detalles constructivos Plan de producción Pro-serie Ensayo y verificación <ul style="list-style-type: none"> Verificación de impactos Tests de producto Tests de mercado Comunicación y comercialización <ul style="list-style-type: none"> Marketing de Imagen de Producto y Marca Comunicación, Publicidad y Comercialización <p>ELEMENTOS DE ECO-DISEÑO Y DESARROLLO SOSTENIBLE</p>
--	---

Fundamentos teóricos para el Diseño Sostenible.



también los aspectos “no tecnológicos” de la innovación, en especial la sostenibilidad y la eco-compatibilidad en los procesos de producción y en el diseño de productos y servicios. Las definiciones más actuales del concepto de diseño (ICSID) plantean un nuevo paradigma de lo proyectual más adecuado al contexto económico post-industrial y a la creciente sensibilidad medioambiental. El diseño hoy en día se define como una actividad de “estrategia proyectual”, que supera la definición reduccionista del diseño industrial, que iba ligada al modo de producción seriado, masivo e indiferenciado típico del siglo XX.

Esta nueva actividad estratégica afecta a todas las fases de desarrollo y ciclo de vida de los productos y los servicios: desde el momento de su creación, pasando por su producción, comunicación, venta y consumo, hasta la recuperación y reciclaje de los desechos que origina. El diseño, bajo esta nueva visión, se define como la actividad humana responsable de proyectar la realidad artificial. El diseño es la estrategia, el diseño, el plan y el proyecto para la creación del futuro. En lo que toca al diseño hay que considerar que el “ciclo de vida” de un producto incluye desde su creación hasta su muerte. El fabricante debe hacerse responsable del producto, también, una vez haya finalizado su vida útil. El ciclo de vida del producto debe cerrarse dentro de una “economía circular”. Aún teniendo en cuenta que no existe una frontera definida entre un “producto sostenible” y otro que no lo es, si cabe señalar las características que marcan la vía hacia un diseño sostenible:

- 1- Ninguna fase del ciclo de producción o de vida del producto ha de ser destructivo, ni para la naturaleza ni para el ser humano.
- 2- Uso de materias primas renovables o reciclables, no dañinas ni escasas.
- 3- Uso de recursos locales: materias primas, herramientas y personas, para minimizar el transporte.
- 4- Producción reversible: el producto, una vez desechado, puede volver al mismo ciclo productivo original (economía circular).
- 5- Facilidad de limpieza, mantenimiento y reparación por el propio usuario.
- 6- Modularidad: subdivisión del producto en piezas de precio asequible, de materiales uniformes si es posible, para facilitar el desmontaje y su reproceso. Uso del mínimo número de módulos diferentes. Uso de piezas estándar del mercado.
- 7- Uso de la más baja tecnología posible, cuando se pueda elegir.
- 8- Robustez: productos duraderos, de largo ciclo de vida.
- 9- Documentación: los productos deben ir perfectamente documentados para permitir su fácil limpieza, mantenimiento y reparación.
- 10- Facilidad de transporte: productos desmontables hasta tamaños manejables por una o dos personas.
- 11- Amabilidad: el producto debe ser agradable, fácil de usar.
- 12- Personalización: No se debe diseñar con la mente enfocada a un tipo medio de personas, sino a una diversidad de seres, todos con los mismos derechos.



Proyectos Experimentales e Implementación de estrategias locales.

Estos cambios que se proponen para el diseño conforman una manera distinta de proyectar, más humana y natural, que se convierte en una exigencia crítica ante los delicados equilibrios, entre una sociedad que tiene el legítimo derecho a su desarrollo y un medio ambiente único, que debe ser considerado el patrimonio más preciado para nuestro futuro. Por otra parte, esta concepción del eco-diseño, tiene que tener su correlato en el orden espacial y geo-político ante la dimensión global y los impactos locales del nuevo orden socio-económico internacional, planteando un nuevo paradigma teórico, para las actividades de Proyecto, que tenga en cuenta los límites impuestos por el ecosistema que engloba al subsistema humano, de forma que se puedan orientar las actividades de diseño y producción hacia una práctica eco-compatible, hacia una discusión democrática y hacia una participación y control social de las decisiones de planificación tecno-económicas, con un fin que apunte al desarrollo sostenible.

Maria Daniela Candia Carnevali

M. Daniela Candia Carnevali si è laureata con lode in Scienze Biologiche nel 1973. Ha svolto da allora attività didattica e di ricerca presso la Facoltà di Scienze (ora Facoltà di Scienze e Tecnologie) dell'Università degli Studi di Milano. Dal 2000 è Professore Ordinario del Settore BIO/05 - Zoologia ed è attualmente docente di Biologia e sistematica animale (Laurea Triennale in Scienze Biologiche) e di Biomeccanica (Laurea Magistrale in Biodiversità ed Evoluzione Biologica) presso la stessa università. È anche membro del Collegio docenti della Scuola di Dottorato in Scienze Ambientali e supervisore di tesi di Dottorato e di Master in Italia e all'estero. E' stata per diversi anni docente ed organizzatore dell'Experimental Developmental Biology Course in Marine Invertebrates, Station Biologique de Roscoff. Ha rivestito numerose cariche accademiche presso l'Università di Milano, fra cui quelle di Prorettore vicario (2012-2018), di Direttore del Dipartimento di Biologia, di Presidente del Collegio Didattico in Scienze Biologiche, di Coordinatore della Laurea Magistrale in Biodiversità ed Evoluzione Biologica. E' stata inoltre Presidente del Collegio dei Biologi delle Università Italiane (CBUI). E' responsabile scientifico del gruppo di ricerca sulla Biologia degli invertebrati marini del Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali. Ha al suo attivo più di 200 pubblicazioni su riviste internazionali e nazionali. In termini di attività scientifica è stata: Presidente del Consiglio Scientifico del Centro di Ricerca Interdipartimentale ADAMSS (Advanced and Applied Mathematical and Statistical Sciences) dell'Università di Milano; Invited speaker e chairman a numerosi congressi e simposi internazionali e nazionali; Organizzatore del 5th European Conference on Echinoderms,

Milano 1998 ed Editor del relativo volume "Echinoderm Research 1998" (Balkema, Rotterdam); Organizzatore del II Meeting Europeo COMPRENDO, Gargnano 2003; Editor e coautore del volume: "The biology of echinoderm regeneration" (Micr.Res.Tech. 55, 2001); coautore, insieme a Carmelo Di Bartolo e ad altri, del volume "Ripensare il Design" (Tecniche Nuove, 1997); membro del Comitato scientifico di congressi nazionali ed internazionali; revisore di articoli scientifici per numerose riviste internazionali. E' risultata vincitrice del premio nazionale Henry Ford Conservation Awards 1999 con il progetto: "Environmental stress, endocrine disrupters and regenerative phenomena in marine invertebrates". E' stata responsabile di programmi di ricerca finanziati dalla Comunità Europea e dal MIUR, nonché dall'Ateneo di Milano e dal CNR, e di progetti di scambio internazionali. L'attività scientifica di M. Daniela Candia Carnevali si è focalizzata prevalentemente sullo studio a) della biologia funzionale degli Invertebrati (Artropodi, Echinodermi, Poriferi), e b) della biologia rigenerativa e riproduttiva (Echinodermi), affrontati con approccio integrato morfologico, fisiologico e biomeccanico biochimico, molecolare. Le ricerche più recenti relative a questi stessi ambiti e processi si sono rivolte anche agli effetti dell'impatto ambientale sugli organismi e sui promettenti risvolti applicativi dell'approccio di tipo biomimetico. E' attualmente impegnata in numerose collaborazioni con gruppi internazionali e nazionali fra cui spicca la proficua collaborazione trentennale con Iain C. Wilkie (Glasgow University, Scotland, UK).



I “Brevetti” della Natura: Design, Tecnologia ed Ecosostenibilità

Maria Daniela Candia Carnevali | daniela.candia@unimi.it



“L'ingegno umano mai troverà invenzione più bella, né più facile né più breve della natura, perché nelle sue invenzioni nulla manca e nulla è superfluo.”

Leonardo da Vinci

[INTRODUZIONE]

Quando, nella seconda metà degli anni '80 ho incontrato per la prima volta Carmelo di Bartolo, non avevo un'idea chiara di cosa fosse esattamente la bionica, e men che meno la biomimetica (terminologia che oggi si preferisce utilizzare, pur non trattandosi di sinonimi). Da sempre, come mio interesse di ricerca, studiavo le strutture animali da un punto di vista morfo-funzionale e biomeccanico, ma non mi era mai sfiorata l'idea di possibili ricerche applicative in cui il modello animale potesse diventare ispirazione per la realizzazioni di progetti di tecnologia e design (Fig. A). L'incontro “fatidico” fra le due prospettive complementari, della biologia e del design industriale, è avvenuto grazie all'intermediazione del comune amico e collega Marco Ferraguti, che, conoscendo bene gli specifici interessi sia miei che di Carmelo, aveva ritenuto quanto mai opportuno metterci in reciproco contatto, creando le circostanze favorevoli all'incontro. E' stata una specie di “colpo di fulmine”: sono infatti bastati pochi minuti di conversazione perché entrassi in perfetta sintonia con Carmelo (in quel momento a capo del Centro Ricerche Strutture Naturali dell'Istituto Europeo di Design - Fig. B) e, per quanto riguarda l'approccio bionico, perché mi rendessi conto che si trattava di un modo di studiare la natura insito nell'approccio forma-funzione che da sempre utilizzavo nelle mie ricerche!

A questo primo incontro ne sono seguiti molti altri, in cui sono state poste le premesse per una proficua collaborazione, sia sul fronte didattico che su quello della ricerca, che ha comportato la mia convinta e attiva partecipazione come docente a corsi di Master e a moduli di esercitazioni o lab-meeting con gli studenti di bionica del C.R.S.N., nonché a sedute di discussione relative al lavoro di ricerca per possibili tesi da co-tutorare. Devo dire che da questi intensi momenti di *brain-storming* comuni sono scaturite idee, progetti e prospettive e, per quanto mi riguarda, soprattutto consapevolezza di possedere un bagaglio di conoscenze e strumenti di grandissimo potenziale per ricerche nuove e concrete di tipo applicativo.

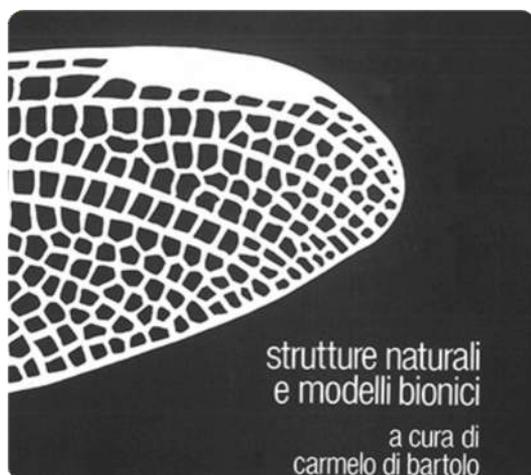


Figura A. Immagine dalla mostra-rassegna 50 anni di IED, 2017



Figura B. Dettaglio dalla copertina di: Design Come, n.3, IED 1984



E' stato in occasione di alcune mie lezioni agli studenti di Master che ho fatto la conoscenza di Amilton Arruda e che è nato il suo interesse per il modello dell'apparato boccale del riccio di mare (lanterna di Aristotele) che, in quel momento storico, rappresentava il "cavallo di battaglia" delle mie specifiche ricerche di carattere morfo-funzionale e biomeccanico (Fig. C). Questo spiccato quanto lusinghiero interesse in effetti si è sviluppato in forma di uno *stage* di alcuni mesi che Amilton ha effettuato presso il mio laboratorio, al Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Milano, e che è sfociato nella realizzazione in materiale sintetico di un macro-modello di ricostruzione dello scheletro della lanterna scomponibile in tutti i suoi pezzi e di grande effetto ed efficacia sotto il profilo didattico (Fig. D).

In seguito alla donazione da parte dell'Autore, il modello originale è poi diventato patrimonio storico del mio laboratorio e viene tutt'oggi utilizzato per le esercitazioni pratiche agli studenti di biologia. Sulla scia della positiva esperienza fatta e dell'amicizia e della stima reciproche alimentate nel tempo, la collaborazione con Carmelo è proseguita con entusiasmo reciproco anche con altri progetti: un concreto e "visibile" risultato di successo è stata la realizzazione del volume *Ripensare il Design* (Tecniche Nuove, 1997 - Fig.E) di cui ho avuto l'onore di essere coautore e in cui ho potuto riportare la mia esperienza e prospettiva di biologo animale allo studio di forma e funzione, con ampi specifici riferimenti ai miei studi sulla lanterna di Aristotele (Fig. C).

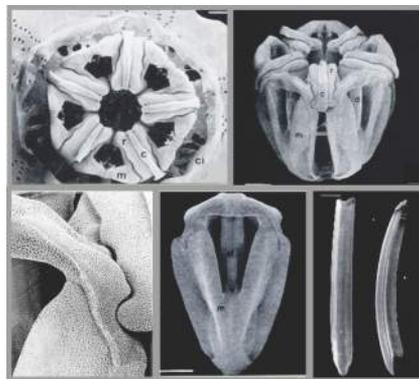


Figura C. Struttura scheletrica della lanterna di Aristotele del riccio di mare. Micrografie al SEM. Dall'alto: visione aborale; visione laterale; dettaglio di un'articolazione; mascella isolata; dente isolato di fronte e di lato. (c: compasso; r: rotula; m: mascella; d: dente; ci: cintura).

Ma la storia della lanterna di Aristotele, capolavoro di design naturale e oggetto di studio da oltre 2000 anni!, non finisce certo qui e continua ad intrecciarsi ancora con la bionica, anzi con la biomimetica e con studi interdisciplinari in cui Carmelo ed io siamo direttamente o indirettamente coinvolti: in particolare, in tempi recenti, il modello scheletrico, oltre che da svariati altri autori che ne hanno rianalizzato le caratteristiche geometrico-matematiche, è stato ripreso per ulteriori studi mecano-strutturali da Valentina Perricone (vedi capitolo in questo volume) per la sua tesi di Dottorato, che costituisce dunque un ulteriore anello alla catena di fortunate occasioni e coincidenze in cui Carmelo di Bartolo ed io abbiamo avuto l'opportunità di incontrarci, e ri-incontrarci a distanza di anni, e interagire sinergicamente.

E' stato dunque con grande piacere che, cogliendo l'invito a partecipare a questo volume, dedico questo mio contributo all'amico Carmelo, come omaggio alla sua mente eclettica, al suo spirito innovativo e alla sua passione per la natura. Il testo qui proposto, che non ha la pretesa di essere un testo scientifico a contenuto originale, ma mantiene un'impostazione di tipo didattico e divulgativo, offre una visione d'insieme delle meraviglie del regno animale e, in particolare, di modelli animali già sfruttati per applicazioni di successo o proponibili in futuro per studi integrati di biomimetica.



Figura D. Pezzi del modello di lanterna di Amilton Arruda



Figura E. Copertina del volume *Ripensare il Design*



[I "BREVETTI" DELLA NATURA: DESIGN, TECNOLOGIA ED ECOSOSTENIBILITÀ]

[L'APPROCCIO BIOMIMETICO]

Da sempre la natura, con le sue sorprendenti e infinite invenzioni, ha offerto all'uomo infiniti stimoli per ricerche di base o applicate. L'approccio del *learning from nature* è un modo di studiare la natura che ha una tradizione molto antica, e che è stato recentemente riscoperto e rilanciato grazie alle sue ricadute applicative in vari campi della tecnologia (Bar-Cohen, 2005). Si tratta di un metodo che, studiando gli organismi nei loro svariati adattamenti morfo-funzionali, si sposa da sempre idealmente con l'approccio dell'ingegnere e del designer: e, difatti, ci sono diversi e importanti storici esempi di proficui connubi interdisciplinari fra questi diversi punti di vista e relativi approcci.

La natura, animata o inanimata, può essere un'inesauribile fonte di ispirazione per l'innovazione: in particolare gli organismi viventi costituiscono un universo ancora largamente inesplorato di modelli straordinari e ben collaudati, che presentano a tutti i livelli, dal microscopico al macroscopico, soluzioni avanzate da prendere come spunto per possibili applicazioni tecnologiche d'avanguardia (Bhushan, 2012). Se, dunque, il metodo è vecchio come il mondo, la *biomimetica* è stata però solo recentemente riconosciuta come una moderna disciplina scientifica a sé stante che studia i modelli della natura per imitarne e applicarne le soluzioni nei più svariati campi.

Nel 1997 Janine Benyus ha portato alla ribalta il tema della biomimetica, nonché il termine (in inglese *biomimetics* o *biomimicry*), in occasione della pubblicazione del suo bestseller *Biomimicry. Innovation Inspired by Nature*. Nel libro viene sottolineato come la natura, con la sua estrema creatività, abbia trovato brillanti soluzioni, in termini di forme, prestazioni funzionali, processi e sostenibilità, a molti dei problemi con cui l'uomo è attualmente alle prese, e definisce la biomimetica come la cosciente imitazione del genio della natura. Viene affermato che la biomimetica è lo studio consapevole dei processi biologici e biomeccanici della natura, come fonte di ispirazione per il miglioramento delle attività e tecnologie umane; è la natura vista come *modello, misura e guida* per la progettazione di artefatti tecnici; è la natura intesa come una riserva di conoscenze, informazioni, e ispirazioni, e non come un serbatoio di risorse da cui attingere: "è un nuovo modo di vedere e valutare la natura basato non su cosa ne possiamo estrarre ma su cosa possiamo imparare da essa". Viene inoltre spiegato come ci siano almeno tre diversi tipi di approccio biomimetico: il primo consiste nell'imitare forme e strutture, il secondo nell'imitare processi, il terzo nell'imitare sistemi complessi, in particolare a livello ecosistemico: "se la teoria del caos ha trasformato la nostra visione dell'universo, la biomimetica sta trasformando la nostra vita sulla Terra. La biomimetica è innovazione ispirata dalla natura che, in termini di R&D, si avvantaggia di 3,8 miliardi di anni di evoluzione a partire dai primi batteri" (Benyus, 1997).

L'approccio biomimetico è per sua natura interdisciplinare: richiede l'indispensabile contributo di varie competenze scientifiche ben integrate fra loro e dei relativi metodi. Gli innumerevoli modelli di sistemi e meccanismi naturali devono essere studiati a 360°, in modo il più possibile integrato, mettendo il più possibile in campo le competenze dei fisici e degli ingegneri, che dispongono delle conoscenze di tipo tecnico-scientifico, con quelle dei biologi che, possiedono le basilari conoscenze della realtà organismica, ma in genere non ne comprendono gli aspetti squisitamente tecnici e non ne intuiscono i possibili vantaggi applicativi. Le competenze biologico-naturalistiche sono comunque primarie e irrinunciabili: la curiosità, l'osservazione attenta dei fenomeni e un puntuale e preciso metodo descrittivo-interpretativo sono infatti requisiti essenziali per questo approccio e sono caratteristiche che fanno parte del bagaglio di competenze del biologo. I biologi sono abituati a osservare, a cogliere e a descrivere gli aspetti della realtà che possono essere importanti per l'interpretazione dei fenomeni, cercando di capire come sono fatte le diverse strutture (qualunque sia il livello, macroscopico o microscopico in cui viene fatta l'osservazione), quali sono i loro ruoli e le funzioni che svolgono nel contesto dell'organismo, cioè della macchina biologica (Vogel, 1988).

[BIODIVERSITÀ E BIOMIMETICA]

Il complesso degli organismi viventi si presenta come un'immensa congerie di diversità e varietà di forme che offrono innumerevoli spunti agli studi biomimetici. Il termine *biodiversità*, che è oggi molto utilizzato anche dai media, definisce la grande diversità degli organismi viventi - che vanno dai batteri agli organismi pluricellulari complessi, come gli animali e le piante - e rappresenta il prezioso patrimonio "vivente" della natura.

In termini di numerosità di specie, e quindi di "ricchezza", gli animali rappresentano la stragrande maggioranza dei viventi: fra questi i cosiddetti *invertebrati* rappresentano più del 90% (Barnes et al., 1990); i *vertebrati* (tra cui anche l'uomo) sono, invece, percentualmente una parte assai meno rilevante del regno animale. La cosa importante, quando si studiano gli organismi, è cercare di capire questa diversità di forme, ricostruirle e darne una chiave interpretativa il più possibile completa e corretta che tenga conto di criteri funzionali, ecologici e storico-genealogici, cioè evolutivi. La diversità dei viventi si esprime non soltanto a livello di intero organismo, ma a tutti i livelli di



organizzazione dell'organismo stesso (Candia Carnevali, 1997): dal livello molecolare a quello di strutture subcellulari, di cellule, di tessuti, di organi, di apparati. A tutti questi livelli di organizzazione, differenti ma concatenati e integrati secondo una scala gerarchica progressiva, la biodiversità si manifesta in tutti i suoi molteplici aspetti: per motivi pratici, però, non è solitamente possibile studiarla contemporaneamente a tutti questi diversi livelli in quanto sono necessarie competenze molto diverse e, ovviamente, anche metodi di studio e strumentazioni appropriate.

Gli aspetti in cui si esprime la biodiversità sono molteplici e apparentemente infiniti: comprendono, in particolare, strutture e funzioni sempre correlate ad altrettanti *adattamenti* (Burnett, 1964). In generale, più la funzione è specializzata, più risulta adattata alla sua funzione: pertanto gli adattamenti più spinti sono quelli che possono presentare delle soluzioni innovative di alta "tecnologia" che si propongono come vere e proprie "invenzioni" della natura e si prestano ad essere validamente "copiate" e sfruttate in svariati ambiti applicativi, primo fra i quali quello oggi assai fertile della robotica (Bar-Cohen, 2005). A seguito del progresso delle conoscenze sui sistemi naturali, l'imitazione biomimetica dei modelli naturali trova attualmente grandi potenzialità applicative anche a livello micro- e nano-strutturale, e ha fatto passi da gigante grazie alla possibilità di usufruire di software molto potenti e di realizzare tecnologie sempre più sofisticate e complesse (per esempio con l'impegno di stampanti 3-D, ecc.).

I campi di studio della biomimetica sono davvero numerosi e cercano risposte a fenomeni e a problemi con cui abbiamo a che fare tutti i giorni. Esistono molti esempi conosciuti che sono frutto di queste applicazioni biomimetiche. Uno dei modelli storici più noti è il *velcro* (Coineau & Kresling, 1989), un dispositivo assai semplice e utilizzato ampiamente per applicazioni diversissime, per l'appunto ispirato da un organismo vegetale, la bardana: vale la pena sottolineare che, come accade in tutti i casi di modelli biomimetici anche avanzati, al di là del successo del velcro e dei suoi molteplici utilizzi pratici, risulta ben chiaro che la struttura naturale resta comunque molto più efficiente, resistente ed elastica rispetto a quella artificiale.

[DIVERSITÀ E UNITARIETÀ]

Si è già detto che, fra le infinite specie di organismi viventi, gli animali sono la maggioranza, arrivando grossomodo ad essere intorno al paio di milioni di specie descritte: un panorama di diversità assai complesso e difficile da mettere insieme in un quadro interpretativo unitario. In realtà la variabilità così appariscente non è caotica e bizzarra, ma "ordinata": ci sono infatti dei temi unificatori fondamentali, come il fatto di a) avere strutture e funzioni di base che accomunano tutti gli organismi animali, e b) avere modalità di trasferimento dell'informazione ereditaria alla discendenza secondo una relazione parentale storica (Gould, 2002). Ciò mette in relazione tutti gli organismi, non solo gli animali, secondo una genealogia comune da cui si evince che non ci sono elementi di discontinuità, perchè in realtà tutto è correlato da una parentela. Questa genealogia comune si esprime negli alberi filogenetici, che sottolineano la parentela evolutiva, e illustrano, utilizzando metodi diversi, l'affinità tra i diversi gruppi, mostrandone i dettagli a seconda della scala. Il motivo unificatore di questa parentela è rappresentato dal *programma*, intrinseco all'organismo e codificato nel DNA, che viene trasmesso di generazione in generazione; una proprietà della vita simile al programma di un computer che contiene tutte le informazioni riconducibili a tutte le strutture e le funzioni di un organismo. Al di là delle differenze nelle parti più specifiche del programma, tutti gli organismi condividono il fatto di possedere il DNA, che è una caratteristica dominante della vita. Questo programma non solo dirige la realizzazione del progetto, sia in termini di strutture che di funzioni; ma è anche il responsabile della modificazione storica che è alla base della variabilità e della diversità dei viventi, e cioè è il responsabile del processo evolutivo. Se questi sono i principi dell'unitarietà degli animali, la loro diversità si esprime in una vistosa varietà di differenti forme, caratterizzate da diversi stili di vita e habitat, e da differenti specializzazioni strutturali e funzionali ad ogni livello di organizzazione.

La biodiversità è stata realizzata, nel corso di milioni e milioni di anni, dall'evoluzione che l'ha testata e collaudata attraverso il processo di selezione naturale: in termini di risultato, questa si manifesta con un continuo processo di adattamento delle successive generazioni al proprio ambiente e al proprio stile di vita. Questo concetto è il contenuto centrale del pensiero darwiniano. In un passo significativo dell'*Origine delle Specie* (abbozzo del 1842) Darwin dice: "*in un modo così semplice, attraverso questo processo di selezione graduale di piccoli cambiamenti si sono evolute infinite forme di stupenda bellezza*". Nel processo evolutivo gioca dunque un ruolo fondamentale l'ambiente, attraverso la selezione naturale: l'ambiente, le cui caratteristiche cambiano nel tempo in modo imprevedibile, seleziona, cioè sceglie, le varianti di volta in volta più adeguate. Modificazioni minime e trasmissibili delle caratteristiche ereditarie portano all'affermarsi di organismi sempre diversi grazie alla selezione naturale, a patto che questi risultino adatti alle specifiche condizioni ambientali in cui si trovano a vivere. Il processo di trasformazione, e cioè il processo evolutivo, è sempre in atto e, appunto, porta alla modificazione graduale della discendenza, premiando gli individui più "adatti" con un maggior successo riproduttivo (Gould, 2002; Mayr, 1976).



[LA BIODIVERSITÀ ANIMALE]

Lo studio degli animali e delle loro specializzazioni risale all'antichità ed offre sempre nuovi stimoli di ricerca. Non si può non convenire con Richard Dawkins quando, nel suo best seller *The Selfish Gene*, afferma: "gli organismi animali sono le macchine più complicate e piu' perfettamente disegnate dell'intero universo conosciuto....quindi, con questa premessa, è difficile capire come si possa voler studiare qualche altra cosa". Gli animali hanno due aspetti fondamentali che li contraddistinguono dagli altri viventi: da una parte sono eterotrofi, cioè dipendenti dal punto di vista della nutrizione. Questo aspetto potrebbe farli sembrare svantaggiati e non autonomi rispetto agli organismi vegetali: ma è proprio perché, dipendono da altri organismi per le loro esigenze nutritive, e cioè devono mangiare!, che sviluppano la seconda e formidabile caratteristica distintiva, e cioè si muovono attivamente. Il movimento, che va visto pertanto come una caratteristica animale fondamentale, si presta a infinite varianti, che rappresentano altrettante manifestazioni della biodiversità.

Negli animali possiamo studiare la biodiversità a tutti i livelli e in ciascuno di questi livelli trovare degli spunti per fare studi appropriati. A qualunque livello venga fatta l'analisi, il tema unificatore deve rimanere comunque l'organismo, che rappresenta la chiave di lettura per estrapolare delle corrette interpretazioni di tipo morfo-funzionale, adattativo ed evolutivo. Un approccio integrato appropriato guarda all'animale dal punto di vista della sua morfologia costruzionale, cioè nella sua complessa architettura e nelle sue analogie di funzionamento con una macchina. In questo senso un animale viene inteso come un sistema chiuso, nella sua coerenza di tipo chimico-fisico, nella sua stabilità strutturale, e nella sua dinamicità che possiamo anche chiamare auto-mobilità.

[ADATTAMENTO E BIOMIMETICA]

Fondamentalmente, guardando un organismo, abbiamo la tendenza a cercare una rispondenza fra le sue necessità funzionali e i suoi aspetti anatomici. Abbiamo sottolineato che da una parte ci sono aspetti di unitarietà fra gli organismi, dovuti al fatto di avere una serie di aspetti comuni; dall'altra parte ci sono le diversità, che riguardano gli aspetti di differenziazione fra gli organismi, dipendenti dalle differenze di stili vita, di habitat e di specializzazioni, che richiedono requisiti strutturali e funzionali diversi. In altre parole abbiamo adattamenti diversi in animali che vivono ed operano in ambienti diversi e che sono specializzati per attività diverse. Premesso che negli organismi non sempre tutto è perfettamente adatto e adeguato, in quanto è frutto di cambiamenti che avvengono nel tempo e che spesso riguardano operazioni di *bricolage* (Jacob, 1978), o coptazione di vecchie strutture per nuovi ruoli (Gould and Vrba, 2008), è attraverso lo studio di strutture e funzioni specializzate, particolarmente adeguate a certe funzioni e condizioni, che risultano chiari i vantaggi diretti o indiretti (*fitness*) per l'organismo che li possiede e che ne esprimono al massimo le potenzialità adattative.

Quello dell'adattamento è il principio-base su cui si basa l'approccio biomimetico. Questo approccio, come si è detto, può essere interessante di per sé per studiare la biodiversità, e cioè la varietà della vita in tutte le sue forme e i suoi fenomeni, ma può essere interessante anche da un punto di vista prettamente tecnico, allo scopo di acquisire gli spunti e gli elementi essenziali per la realizzazione pratica di strumenti o tecnologie. Negli animali, un classico esempio è quello del volo, una funzione estremamente complessa e specializzata, che implica la presenza di requisiti irrinunciabili e fondamentali nelle strutture che lo realizzano, con aspetti applicativi importantissimi. Vedremo, per esempio, che non è casuale che negli oggetti volanti realizzati dall'uomo si siano largamente copiate le soluzioni strategiche adottate dagli animali adattati al volo.

[MODELLI BIOMIMETICI ANIMALI]

Abbiamo già accennato alla presenza in molti organismi di adattamenti così spinti e innovativi da proporsi come vere e proprie "invenzioni" della natura. Questo a maggior ragione si applica agli animali, che hanno tutti i requisiti di una macchina dotata di adeguati strumenti e tecnologie. E' evidente, che data la nostra condivisione della condizione di "animalità", copiare la natura ed imitare le strutture animali, sia negli aspetti fondamentali che in quelli più specifici e dettagliati relativi a funzioni iper-specializzate, può essere per l'uomo più che utile e vantaggioso in vari campi. Le applicazioni biomimetiche che si riferiscono a modelli animali sono dunque numerosissime e si trovano a vario stadio di sviluppo: interessano tanto tecnologie già commerciabili quanto lo sviluppo di prototipi. In ogni caso, in ogni tipo di applicazione pratica, è sempre bene tener presente quanto accennato per il velcro, e cioè che si tratta della realizzazione di modelli artificiali che, per forza di cose, pur riproducendo gli aspetti essenziali dei modelli naturali, prevedono sempre notevoli semplificazioni e omissioni rispetto alla complessità dei sistemi naturali. Viene presentata qui di seguito una brevissima rassegna di esempi in cui i modelli animali sono già stati proficuamente utilizzati per applicazioni biomimetiche in diversi ambiti e a diversi livelli, dal macro- al nanostrutturale, o sono ancora largamente da esplorare. Ciò servirà a sottolineare le potenziali applicazioni dell'approccio *learning from nature*, e ad incoraggiare a ri-esplorare aspetti tradizionali



della biologia animale dal punto di vista di prospettive sempre nuove.

Gli scheletri dei radiolari: avveniristiche architetture vetrose

Un primo esempio, che fa riferimento al livello microscopico, è rappresentato da alcuni organismi unicellulari, classificati tradizionalmente come Protozoi e dunque compresi nel Regno Animale, che sono stati oggetto di studio fin dai tempi antichi. Si tratta dei radiolari, organismi marini unicellulari (dimensioni: da 50 μm a pochi mm), in cui è di particolare interesse lo scheletro siliceo, vetroso, che assume delle forme geometriche di perfezione strutturale e bellezza incredibili. Questi microscheletri (Fig. 1 a, b) che, essendo collocati all'interno della cellula stessa che li produce, sono dei veri e propri endoscheletri, sono costituiti da una combinazione di elementi (spine radiali, puntelli, sfere) costruiti sul principio architettonico di vere e proprie cupole geodetiche, sovrapposte e incastrate una dentro l'altra a formare una complicata struttura tridimensionale che funge da impalcatura di sostegno. È stato detto: "Questo superarchitetto non si accontenta di una sola cupola geodetica; possiede tre cupole silicee concentriche ricamate a merletto". Le cupole geodetiche dei radiolari costituiscono strutture leggerissime e resistenti, le cui proprietà sono state oggetto di studi dettagliati non solo da parte di numerosi biologi e naturalisti del secolo scorso (Haeckel, 1904; D'Arcy Thompson, 1917), ma anche di moderni architetti e ingegneri (Isozaki & Oshima, 2009) che ne hanno riprodotto le caratteristiche, sia dal punto di vista dei materiali che dei moduli costruttivi, in modelli artificiali ampiamente utilizzati all'interno di architetture avveniristiche (Fig. 1 c) o perfino nella progettazione di moduli spaziali impiegati dalla NASA.

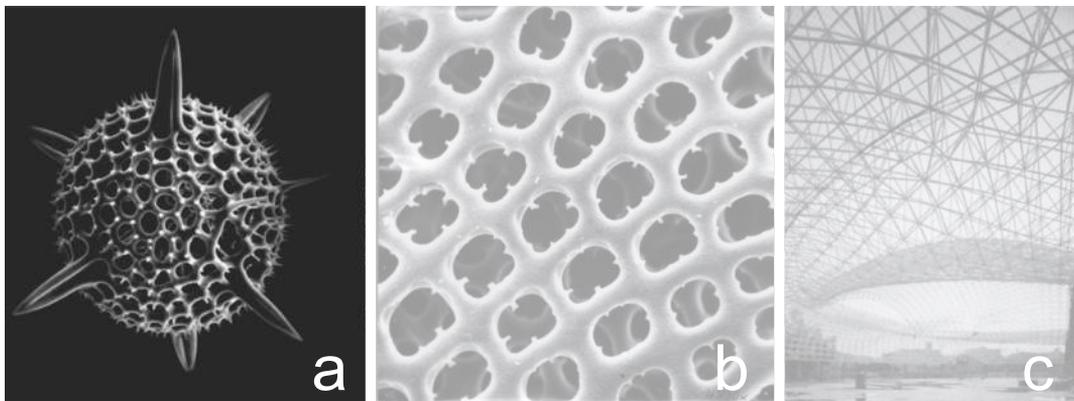


Figura 1. a) Scheletro di radiolare al SEM (Microscopio Elettronico a Scansione). b) Dettaglio della microstruttura scheletrica di un radiolare al SEM. c) Arata Isozaki: Pabellón polideportivo de Palafolls, 1990. Un'architettura ispirata ai radiolari

La pelle dello squalo: un capolavoro di idrodinamica.

Passando ad esempi più conosciuti di animali veri e propri, cioè di Metazoi, non possiamo non citare lo squalo, dove troviamo, dal livello macro- al microscopico, infiniti aspetti da studiare che si prestano all'applicazione dell'approccio biomimetico (Fig.2). Lo squalo è davvero una macchina acquatica perfetta, in cui tutte le strutture sono strettamente adattate allo stile di vita di veloce nuotatore e di feroce predatore. Nel movimento in acqua, in generale, gli organismi incontrano gli stessi problemi di qualunque altro oggetto che si muove, e che sono principalmente rappresentati dall'attrito e dalla resistenza del fluido. Per minimizzare questi problemi il più possibile, nella macchina-squalo vengono realizzate soluzioni tecniche che ottimizzano la condizione di nuoto: da una parte viene assunta una struttura corporea a siluro (Fig. 2 a), che è la migliore per ridurre la resistenza del fluido, dall'altra viene impiegato un rivestimento corporeo sofisticato, costituito da una pelle scabra, tutta ricoperta all'esterno da scaglie, a forma di minuscoli dentelli (di composizione del tutto simile ai denti umani), fra loro sovrapposti, i cui rilievi superficiali, mirabilmente combinati insieme, formano delle opportune micro-scanalature superficiali dove l'acqua viene opportunamente incanalata, minimizzando così le turbolenze (Fig. 2 cb, c).

Grazie alla loro forma, struttura e disposizione, i dentelli riducono la resistenza dell'acqua, consentendone un fluire più rapido ed efficiente, e quindi consentendo una migliore prestazione di a nuoto. I dentelli, inoltre, non sono tutti uguali ma cambiano a seconda della zona del corpo e della specie: gli squali più veloci hanno dentelli più piccoli e leggeri. Attraverso l'impiego di modelli matematici e simulazioni, alcuni ricercatori della Florida University hanno di recente dimostrato che il pattern di sviluppo e distribuzione delle scaglie è conforme al modello teorico proposto da Alan Turing nei suoi studi sulle geometrie della natura (Cooper et al, 2018 Turing, 1952) Utilizzando stampanti 3D, alcuni ricercatori di Harvard (Wen et al., 2014) hanno inoltre recentemente costruito in laboratorio un modello di "pelle di squalo" artificiale del tutto simile a quella naturale (Fig.2 d). I primi test confermano che la pelle artificiale aumenta la velocità nel nuoto del 6,6%, riducendo del 5.9% l'energia necessaria.

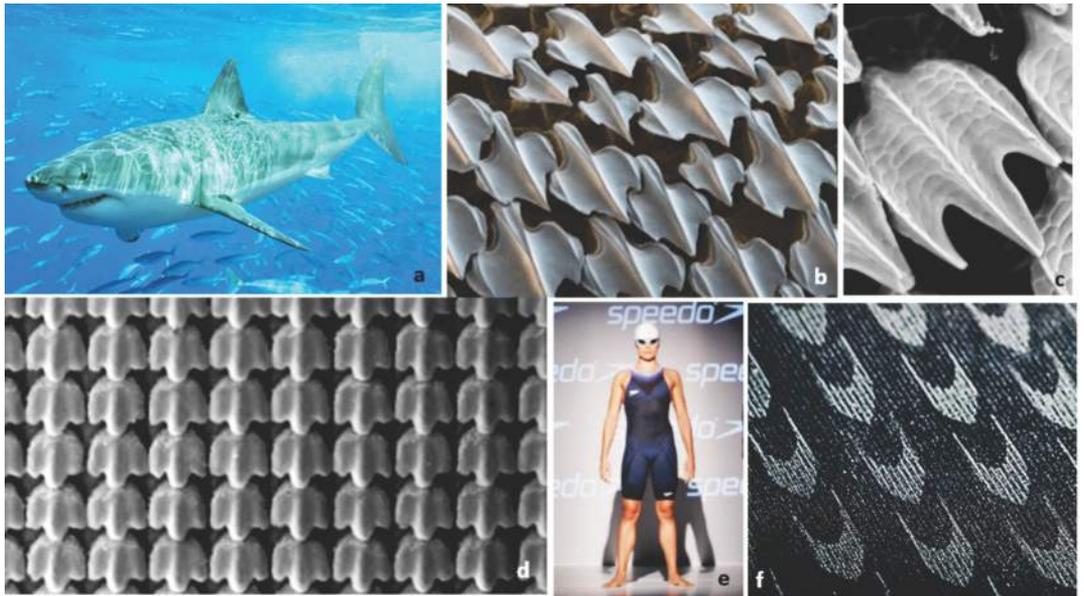


Figura 2. a) Uno squalo fotografato nel suo ambiente. b, c) Dentelli cutanei osservati al SEM (Microscopio Elettronico a Scansione) a progressivo ingrandimento. d) Prototipo di pelle di squalo artificiale realizzata dall'Università di Harvard con stampante 3D. e) Modello di tuta Fastskin Speedo ispirata alla pelle dello squalo. f) Dettaglio ingrandito della struttura superficiale della tuta presentata in (e).

Ispirandosi a questi principi, note aziende hanno realizzato modelli commerciali di tute da nuoto sperimentate da alcuni prestigiosi nuotatori (Fig.2 e, f) e ora vietate in gara: in realtà i presunti vantaggi forniti da queste tute sono stati smentiti dai ricercatori di Harvard proprio sulla base dell'assenza della fondamentale micro-dentellatura tipica del modello naturale. Ma nonostante tutti i recenti progressi tecnologici, siamo ancora molto lontani dalla replica perfetta della pelle naturale di squalo e delle sue prestazioni in acqua, per non parlare delle sue capacità di fungere anche efficacemente da anti-fouling.

Le zampe del gecko: la perfetta adesione.

Un altro esempio molto noto è rappresentato dalla struttura delle zampe del gecko, che è capace di arrampicarsi e di rimanere perfettamente adeso a superfici liscissime (Fig. 3). Nel caso del gecko, tutto il segreto di questa straordinaria capacità adesiva si basa sulla sofisticata "tecnologia" con cui sono strutturate le superfici delle zampe (Fig.3 b). Malgrado le apparenze, le zampe del gecko sono asciutte

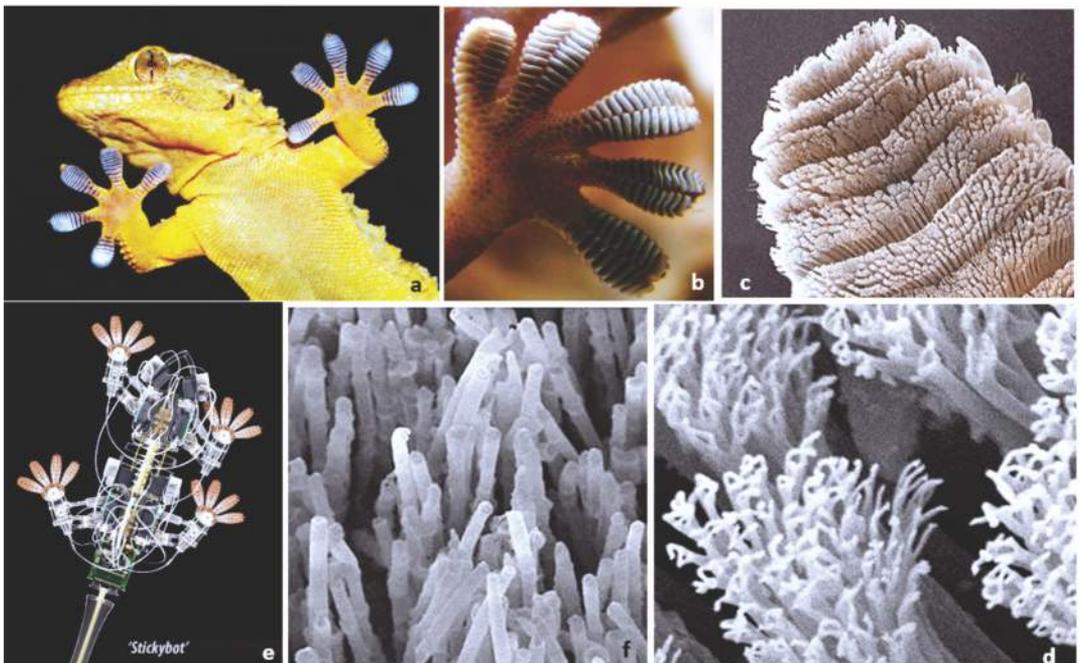


Figura 3. a) Un gecko che aderisce ad una parete di vetro con le sue zampe adesive. b) Una visione ingrandita della superficie ventrale adesiva di una zampa. c) Ingrandimento di (b) mostrante le micropieghe della superficie adesiva di un dito. d) Particolare della superficie adesiva al SEM (Microscopio Elettronico a Scansione) mostrante i tipici fascetti di microsetole a spatola inclinata. e) Il prototipo di Stickybot messo a punto dall'Università di Stanford e ispirato al gecko. f) Dettaglio al SEM della superficie adesiva degli arti artificiali dello Stickybot, la cui microstruttura imita il modello naturale.



e lisce: la loro superficie inferiore (ventrale) presenta delle micropieghe, formate a loro volta da bande di microsetole (2 miliardi di microsetole per cm²), spesse circa 200 nm ciascuna e terminanti con una struttura a spatola inclinata (Fig. 3 c, d).

Queste nanostrutture interagiscono con la superficie del substrato, generando a livello molecolare forze di adesione (forze di van der Waals), che benché deboli a livello di singola interazione, e che benché deboli a livello di singola interazione, moltiplicate per miliardi di volte generano l'effetto finale: il geco può così camminare a testa in giù su qualsiasi superficie e alla velocità di un metro al secondo, e può resistere ad una forza di trazione parallela di circa 20,1 newton (circa 2 kg: più di 40 volte il suo peso). Per staccare la zampa da una superficie al geco basta modificare l'angolazione delle microscopiche setole a spatola che ricoprono le dita, come hanno scoperto alcuni ricercatori dell'Oregon State University grazie all'elaborazione di un modello matematico. In via di principio, dunque, se fosse possibile riprodurre la struttura delle "setole" del geco sulla suola di una scarpa, un uomo potrebbe mostrare le performances di *spiderman* e potrebbe agevolmente arrampicarsi sui vetri o camminare su un soffitto a testa in giù.

Alcuni ricercatori dell'Università di Stanford (Parness et al., 2009; Santos et al., 2008; Soto et al., 2010) hanno creato un robot (*Stickybot*) ispirato al geco (Fig. 3 e, f): il prototipo messo a punto dagli scienziati, benché in grado di camminare su superfici verticali lisce (plastica, vetro, maiolica) e recentemente perfezionato (Zou et al., 2013), è ancora molto lontano dall'efficienza del modello biologico. In futuro, *Stickybot*, superando i suoi limiti, potrebbe essere impiegato in operazioni di soccorso. Ricerche di questo tipo vengono fatte anche su molti altri animali. Un modello analogo, sia strutturalmente che funzionalmente, altrettanto specializzato se non addirittura più versatile, lo troviamo in comuni specie di coleotteri dotati di straordinarie capacità di aderire a foglie molto scivolose (Gernay et al., 2016; Knight, 2009).

Esistono poi dispositivi per migliorare e ottimizzare il movimento o l'adesione in meduse, chiochiette, pesci, uccelli, ecc...e ognuno di questi modelli nasconde innumerevoli aspetti tecnici super-sofisticati che varrebbe la pena esplorare nei dettagli.

La ragnatela: il più raffinato e resistente manufatto di seta

E' noto a tutti che gli animali producono anche sostanze e materiali che vengono impiegati a scopo diverso e che nel tempo sono stati spesso utilmente riutilizzati dall'uomo. La tela dei ragni sia per la sua geometria che per il materiale di cui è costituita (Fig 4). La ragnatela, che viene prodotta e secreta da differenti tipi di ghiandole specifiche (ghiandole della seta) e poi filata da apposite strutture (filiere) in forma di un filo sottile (Fig.4 a), è costituita da un materiale eccezionalmente resistente e duttile, la seta, rappresenta addirittura un esempio di raffinato "manufatto" animale. Si tratta di un materiale di alta qualità, biodegradabile e biocompatibile, che si presta di per sé ad essere studiato e utilizzato per molteplici applicazioni tecnologiche.

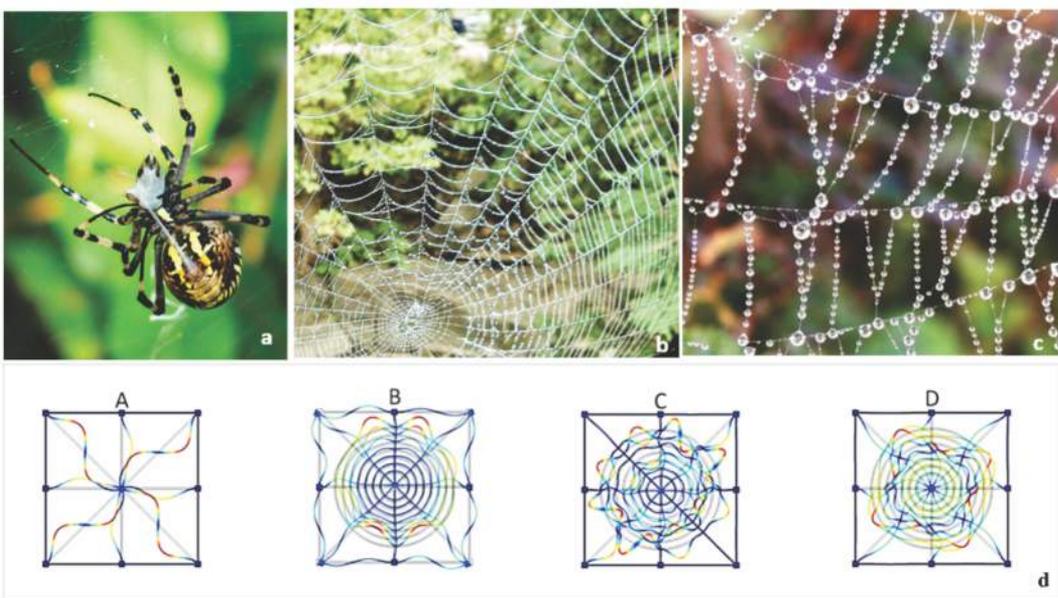


Figura 4. a) Un ragno intento a filare la seta e a tessere la sua ragnatela. b) Particolare di una ragnatela a spirale e della sua geometria. I robusti fili radiali sono le componenti portanti della ragnatela e sono costituiti da seta dragline. c) Dettaglio dei fili di seta a sferule vischiose (componenti circolari) di una ragnatela. d) Differenti modelli (vibration mode shapes) per nuovi metamateriali ispirati alle ragnatele da utilizzare per l'isolamento da vibrazioni fononiche.



Inoltre questo materiale così duttile e leggero può essere tessuto nei modi più svariati, secondo precisi modelli geometrici di tessitura (Fig.4 b) che seguono schemi diversi e hanno scopi e performances ben diversi (cattura delle prede, conservazione delle prede, trasporto nell'aria, rituali nuziali, protezione delle uova). Ci sono tipi diversi di ragnatele: a spirale, a groviglio, a imbuto, tubulari, a foglio, a filamento semplice e i ragni vengono classificati in base alla tipologia che producono. Oltre ai diversi tipi di ragnatela, i ragni possono secernere tipi differenti di seta (fino a 7 !) che presentano diverse proprietà meccaniche (viscoelastiche): in particolare, una seta a filo vischioso (caratterizzata da una sequenza di sferule appiccicose – Fig. 4 c) che viene utilizzata per gli elementi ad andamento circolare della ragnatela, flessibili e non sottoposti a grandi sforzi, ma dedicati alla cattura delle prede; e una a filo molto robusto (*dragline*), che è invece usata per costruire le componenti portanti (radiali e di contorno) della ragnatela (Fig.4 b). La seta *dragline* di una ragnatela ha proprietà meccaniche eccezionali (resistenza alla trazione, flessibilità, elasticità): è costituita da filamenti strutturati come cavi, composti da migliaia di nanofibrille proteiche, disposte in parallelo, e inoltre consiste di proteine diverse (spidroine: Ma Sp1, Ma Sp2) o, in un caso studiato recentemente, addirittura 4 proteine. Sono proprio la struttura e la composizione così peculiari a determinare l'eccezionale resistenza del materiale (Kosky et al., 2013) che, relativamente al suo spessore, supera di più di quattro volte la resistenza dell'acciaio e di almeno tre volte quella del Kevlar.

Viste le straordinarie proprietà della seta di ragno, le sue potenziali applicazioni sono molteplici (Cheng & Lee, 2016; Zhao & Buehler, 2013). Esse spaziano dal campo tessile a quello dei biomateriali, estendendosi anche alla medicina ed alla microelettronica. Un'applicazione notevole è stata progettata dai fisici della Florida State University, che hanno inventato un sistema a ragnatela, che utilizza fili di seta e nanotubi di carbonio, per migliorare la conducibilità elettrica e controllare i parametri dei dispositivi elettronici (Steven et al., 2013). Un'altra recente applicazione è stata ideata da un team internazionale di ricercatori (Miniati et al., 2016), che hanno progettato, su ispirazione del pattern delle ragnatele, un innovativo metamateriale (cioè un materiale fatto da strutture ripetitive periodiche) per il controllo e l'isolamento di un ampio range di vibrazioni fononiche (Fig.4 d). Infine, gruppi di ricercatori di varie università (Seul University, Stanford University) hanno messo a punto sistemi di biosensori ispirati alle ragnatele costituiti da una fitta trama di polimeri plastici sensibili a stress di diverso tipo (meccanici, termici e altri) (Lanzara et al., 2010; Kang et al., 2014). Il tessuto ultra-sensibile di queste ragnatele artificiali, grazie alle sue proprietà sensoriali integrate, è in grado di «ricepire» ogni minima perturbazione dell'ambiente circostante e può essere utilizzato perfino per applicazioni nel campo dell'ingegneria aeronautica e aerospaziale, consentendo non solo di monitorare temperatura, umidità e pressione esterna, ma anche di individuare la presenza di microfratture o di danni strutturali nascosti, molto prima che si manifestino a livello macroscopico e si trasformino in danni irreversibili.

Il volo degli insetti: l'arte di volare con i vortici

Il volo è il tipo di locomozione più specializzato e più straordinario, ma anche più difficile da realizzare e proprio per questo utilizzato solo da pochissimi organismi animali. Nel volo l'animale si muove nel fluido, l'aria, senza alcun punto di appoggio sul substrato, e spostandosi nell'aria sfrutta in definitiva principi analoghi a quelli utilizzati da un animale che nuota e si sposta nell'acqua: il problema è che deve fare i conti con la minor densità dell'aria rispetto all'acqua e quindi con il problema di mantenersi sospeso in un mezzo che non sostiene. Un corpo per sostenersi nell'aria deve reagire alla forza di gravità, cioè per prima cosa deve trovare un modo per rimanere sospeso in aria, cioè sviluppare portanza. Per attuare un volo attivo deve poi muovere il fluido intorno in modo da ricevere da questo una spinta propulsiva nella direzione prescelta. Nei viventi la conquista del volo ha richiesto l'invenzione di superfici portanti: le ali, studiate ampiamente dall'uomo da tutti i punti di vista (si veda il *Codice degli Uccelli* di Leonardo Da Vinci).

Applicando i principi di azione-reazione e quello della conservazione dell'energia meccanica si crea un oggetto volante: il flusso d'aria complessivo relativo al corpo (sulle ali) genera la sua sospensione; l'aria spostata con la spinta motrice permette la traslazione del corpo. Questa doppia azione (portanza e spinta) è difficilissima da realizzare, e infatti solo tre gruppi di animali sono in grado di effettuare un volo attivo: gli insetti, gli uccelli e i pipistrelli. Nel volo attivo tutto il lavoro di portanza e di spinta viene effettuato dalle ali, che sono strutture dinamiche non solo responsabili della capacità di rimanere sospesi, ma anche della capacità di muoversi a diverse velocità e con diverse modalità, e di compiere le manovre (decollo e atterraggio) anche in condizioni proibitive. Nella maggior parte delle macchine volanti ideate dall'uomo, invece, le ali sono strutture statiche e servono solo a generare portanza; solo l'elicottero viene sorretto e spostato dalle sue ali-eliche, e dunque è funzionalmente comparabile ad un animale volante.

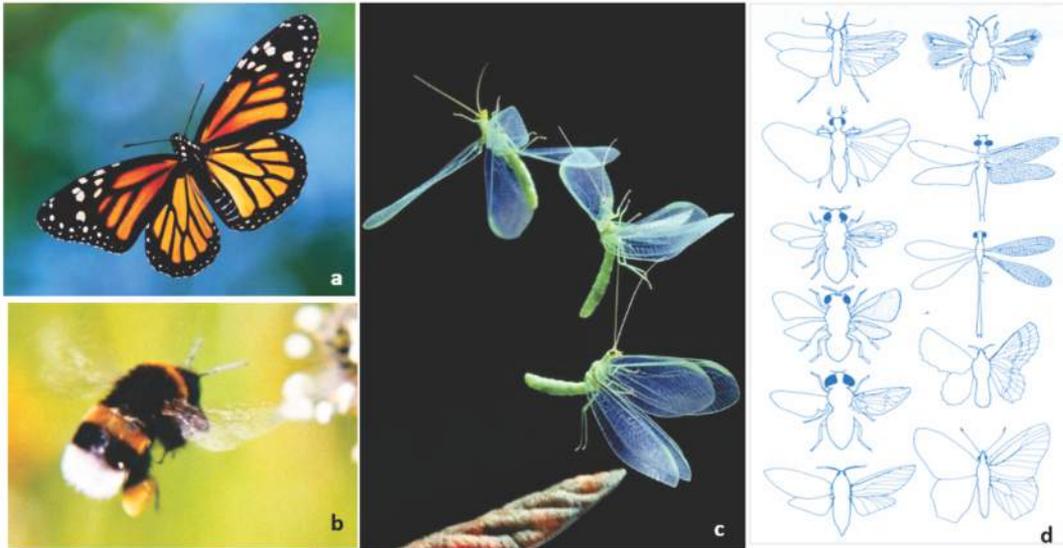


Figura 5. a, b) Una farfalla (a) e un bombo (b) in volo. c) Sequenza del decollo di *Chrysopa carnea*. Il movimento delle quattro ali è sfasato e molto complesso. d) Principali tipologie di ali nei diversi gruppi di insetti

Fra gli animali volatori, gli insetti rappresentano senz'altro le macchine volanti più sofisticate e complesse (Figura 5 a, b, c): sono infatti in grado di utilizzare le più svariate strategie di volo (a vela, battente, librato), assai ben perfezionate a seconda delle specie e delle circostanze (Barnes et al., 1990). La maggior parte degli insetti adulti presenta 2 paia di ali articolate ai lati del torace: si tratta di strutture locomotorie che derivano da pliche della cuticola (esoscheletro) e non da arti modificati. Per acquisire le ali, gli insetti non hanno "sacrificato" un paio di arti anteriori (come hanno fatto uccelli e pipistrelli) con relativo svantaggio della deambulazione sul substrato, ma hanno utilizzato, o riutilizzato, altre strutture: quindi la capacità del volo si aggiunge e non si sostituisce alla capacità di deambulare.

Di regola gli insetti hanno due paia di ali, ma ci sono molti casi in cui, di fatto, per il volo ne viene utilizzato solo un paio. Le ali presentano una grande varietà di modelli che variano per forma, dimensioni, battito e tipo di utilizzo (Fig.5 d). Tuttavia, fermo restando che in ciascun modello di ala si possono trovare ottimi spunti per studi biomeccanici avanzati, il modello eccezionale da copiare non è tanto l'ala, in termini di struttura, ma il sofisticato meccanismo in cui viene mossa. La dinamica del volo degli insetti presenta degli aspetti estremamente complessi e quasi paradossali, che a tutt'oggi rappresentano un vero rompicapo per gli scienziati che cercano di interpretarli alla luce delle tradizionali regole dell'aerodinamica (Dudley, 2002). Il fatto è che le condizioni di volo degli insetti sono completamente diverse da quelle degli uccelli. Un primo punto è la mancanza di adattamento di forma del corpo negli insetti, che contrasta con il perfetto adattamento delle forme degli uccelli al mezzo fluido. Le forme d'una mosca, d'un calabrone, di un'ape sono ben lungi dal poter essere chiamate "forme di buona penetrazione". La bassa velocità di volo e, in genere, il piccolo peso degli insetti, specie in relazione alla superficie relativa delle ali, danno ragione della trascurabile importanza che per essi avrebbe una ottimizzazione aerodinamica delle forme, che, invece, si dimostra un requisito essenziale nei più veloci e più grandi volatori, per ridurre la resistenza al moto. Negli insetti, a causa delle piccole dimensioni del corpo, l'attrito con l'aria ha un'importanza minore rispetto ad animali più grandi: pertanto solo poche specie, che hanno dimensioni relativamente grandi (farfalle notturne e tafani) mostrano una tendenza verso forme aerodinamiche.

Il secondo punto è che la mole del corpo e la forma e le dimensioni delle ali di molti insetti non sembrano teoricamente compatibili con la possibilità di realizzare un volo efficace, che invece si verifica mirabilmente anche nei casi più proibitivi, chiamando in causa audaci strategie attraverso l'attiva produzione e rilascio di vortici di aria in movimento, a tutt'oggi sconosciute all'ingegneria aeronautica tradizionale. Il volo degli insetti è la conseguenza di flussi d'aria non stazionari generati dai movimenti delle ali (Fig. 6 a, b). L'insetto in volo è spinto in avanti dalla forza di reazione risultante da vortici che vanno verso il basso (Fig.6 c, d). In questo modo la *portanza*, ossia la forza che li tiene in volo, non è generata in modo continuo, come avviene per le ali degli aerei, ma a scatti. In effetti, gli insetti usano le loro ali in modo più simile a quello degli elicotteri che a quello degli aeroplani per spostarsi orizzontalmente, ma anche verticalmente o in diagonale e per restare sospesi nell'aria. Specifiche strategie di battuta-spinta delle ali e di abile sfruttamento dei vortici sono anche usate efficacemente per le manovre di decollo (Figura 6 e). Durante le manovre le ali vengono per lo più mosse in modo sfasato.

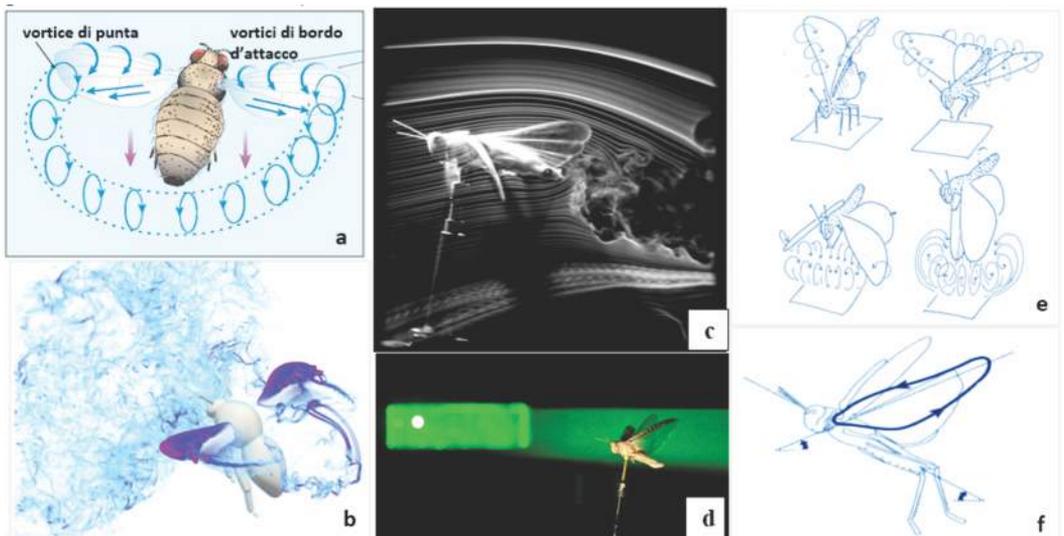


Figura 6. a) Schema-base della generazione dei vortici nel normale volo battente di un insetto di medie dimensioni. b) Simulazione computerizzata della complessa turbolenza dei flussi d'aria nel normale volo battente. c) Visualizzazione della turbolenza dei flussi durante il volo di una locusta (classico esperimento con flussi laminari di fumo in una galleria del vento). d) Visualizzazione dei flussi d'aria e del movimento delle ali in locusta con nuova tecnica laser (confronta con (c)). e) Generazione dei vortici durante il decollo in *Chrysopa carnea* (dall'sinistra a destra). f) Schema dell'orbita percorsa dell'ala durante il normale volo battente della locusta. Sono indicate l'inclinazione del corpo e l'angolo di battuta dell'ala.

Gli insetti hanno ottimizzato in modo stupefacente lo sfruttamento dei vortici. Questo spiega il mistero del volo del bombo, un insetto che dal punto di vista della fisica è troppo pesante per poter volare (Fig.5 b): il suo volo obbedisce alle leggi della "aerodinamica instabile", creando condizioni che consentono di volare sfruttando particolari turbolenze d'aria (Dickinson & Muijres, 2016; Dudley, 2002; Lehmann, 2004).

Fermo restando lo sfruttamento dei vortici, nel volo battente di tipo più comune l'ala si muove con un movimento complesso, ruotando intorno al proprio asse e generando sollevamento e spinta sia nel colpo verso l'alto che nel colpo verso il basso (Fig.6 f). In sostanza: la punta dell'ala traccia un percorso circa ellittico; il profilo dell'ala disegna un tracciato diverso a seconda della velocità di battuta; vengono prodotti vortici a ciambella che spingono in avanti il corpo.

Sulla produzione del tutto peculiare di vortici *ad hoc* è basato anche l'intrigante tipo di volo di insetti piccolissimi, la cui strategia prevede il cosiddetto "clap and fling" (Miller & Peskin, 2009): qui il volo è preceduto da una caratteristica battuta delle ali (0,5 mm), che vengono battute fra loro dorsalmente, poi aperte e divaricate lateralmente e infine mosse verso il basso (Fig.7 a, b, c), provocando circolazione d'aria intorno alle ali con generazione di vortici che conferiscono sollevamento e spinta.

Infine, sempre sui vortici, è basata il volo "librato", tipico della sirfide o della sfinge, del tutto simile a quello dei colibrì, che viene utilizzato dall'insetto al momento del decollo e quando resta sospeso a mezz'aria. In questo caso la posizione del corpo mantiene una precisa inclinazione e le ali compiono un movimento rotatorio a "8" paragonabile a quello delle pale dell'elicottero. La frequenza di battuta (70 bat/sec) è tale da produrre un vero e proprio ronzio (Vance et al, 2014; Wang, 2004).

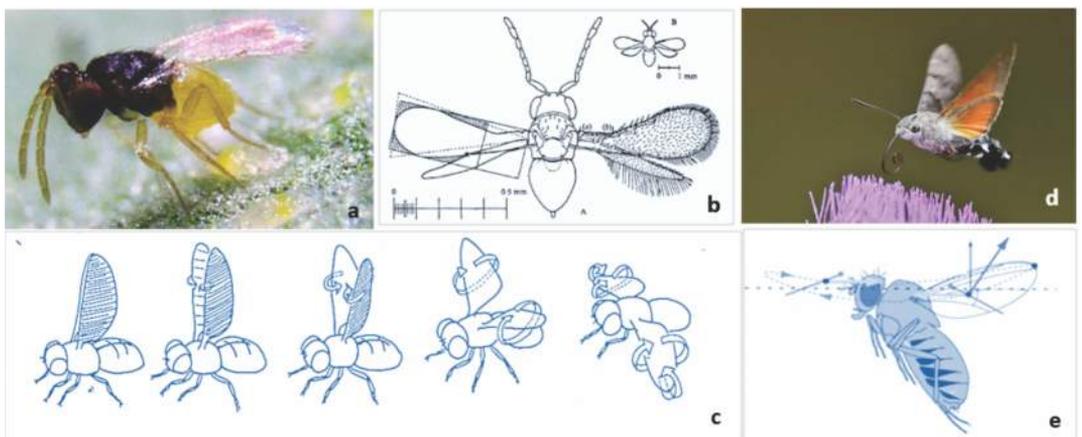


Figura 7. a, b) Un esempio di piccolissimo insetto (*Encarsia formosa*) con ali ridotte (0,6 mm), che utilizza la strategia di volo "clap and fling". c) Ricostruzione delle fasi del volo "clap and fling" (da sinistra a destra). d) Insetto imenottero che utilizza la strategia di volo librato (hovering flight). e) Movimento e orbita delle ali nell'hovering flight". Sono indicate la postura inclinata del corpo e la direzione delle forze che agiscono sulle ali



Da decenni i ricercatori si cimentano nella sfida di ricostruire e spiegare i complessi meccanismi del volo degli insetti. Team di studiosi di diversi centri di ricerca (University of New South Wales-Australia, German Aerospace Center –DLR, Oxford University, Beijing Institute of Technology) hanno usato la cinematografia ad alta velocità e speciali micro-gallerie del vento per filmare i cambiamenti di forma e di orientamento dell'ala di comuni insetti (locuste, falene, ecc.) durante il volo e produrre un modello computerizzato per opportune simulazioni (Fig. 6). Grazie a questo tipo di studi i ricercatori hanno potuto costruire modelli del movimento delle ali (Elzinga & Dickinson, 2014) sviluppando specifici software che riproducano non solo il battito ma anche i cambiamenti aerodinamici legati alla struttura della superficie delle ali e alla loro deformazione (Bomphrey et al, 2010; Young et al, 2009; Zhao et al, 2014). Ricerche analoghe hanno anche permesso di ideare e costruire primi pionieristici modelli robotizzati. In laboratori specializzati in cui vengono utilizzati modelli robotizzati e simulazioni computerizzate, i ricercatori hanno potuto ricostruire la formazione e il movimento dei vortici rispetto alle ali (Engels et al., 2019), spiegando perché gli insetti sappiano sviluppare una portanza tre volte superiore a quella che risulterebbe dai calcoli dell'aerodinamica convenzionale e non entrino in stallo (Fig. 6 b).

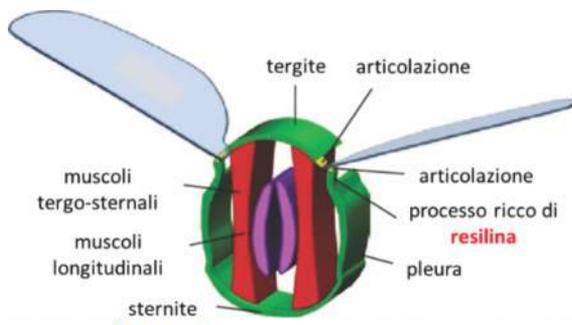


Figura 8. Schema del torace di un insetto: sono indicati i muscoli del volo indiretti e le componenti dell'esoscheletro coinvolte nel volo.

Gli insetti presentano una gamma di adattamenti strutturali, funzionali e neuromuscolari molto più ampia e differenziata di quella mostrata dagli altri volatori, cioè uccelli e pipistrelli. I muscoli adibiti al volo (che sono collocati nel torace) presentano un modello di muscolo striato molto sofisticato, che raggiunge il massimo dell'efficienza in termini di battito alare nei cosiddetti muscoli indiretti o asincroni (oltre 1000 battiti al secondo) (Deora et al., 2017). La velocissima contrazione di questi muscoli si basa infatti su due espedienti: 1) il tipo di controllo neuromuscolare, del tutto unico, per cui a ciascun impulso nervoso

corrisponde una serie di contrazioni automatiche; 2) l'eccezionale risposta elasticizzata da parte di due componenti del sistema muscolo-scheletrico: e cioè l'esoscheletro che, in aggiunta alle normali componenti, è caratterizzato, nel torace, dalla presenza di una proteina elastica, la resilina capace di accumulare energia di deformazione e restituirla quasi integralmente (resilienza del 97%) in tempo rapidissimo (1/1000 sec); e le fibre muscolari stesse, che presentano una componente filamentosa aggiuntiva dell'apparato contrattile rispetto a quella acto-miosinica. Una ricerca sui bombi, usando riprese con videocamere ultraveloci e analisi a raggi X, ha dimostrato che nei muscoli del volo l'attivazione della contrazione avviene grazie a un meccanismo peculiare, denominato attivazione da "stretch", in cui ciascun muscolo viene attivato dall'allungamento dovuto alla contrazione del suo antagonista (Iwamoto et al, 2010).



Figura 9. a, b) Il dittero *Epistrophe eligans* in riposo (a) e in volo (b). Il riquadro in (a) evidenzia un bilanciere. c) Ali e bilancieri (riquadro) di una tipula (dittero) visti dall'alto. d) Dettaglio della struttura del bilanciere evidenziato in (c). e, f) Aree sensoriali dei bilancieri in *Chrysomya nigripes* (evidenziate in colore) osservate a progressivo ingrandimento al SEM (Microscopio Elettronico a Scansione). Co: organo cordotonale.

Adattamenti specifici riguardano anche le caratteristiche aerodinamiche e gli "strumenti di volo". Mosche e zanzare appartengono al gruppo dei ditteri, che sono fra i migliori volatori e utilizzano il solo paio di ali anteriori per il volo (Fig.9 a, b). Il paio di ali posteriori sono modificate e ridotte ad appendici clavate dette bilancieri (Fig.9 a, c, d, Fig.10 a), che funzionano efficacemente come strumenti sofisticati per la navigazione, e cioè come organi equilibratori del volo (giroscopi a diapason) e come sofisticati sensori per la rilevazione dei flussi d'aria: infatti alla loro base sono inseriti specifici



meccanocettori come organi cordotonali e sensilli campaniformi (Fig.9 e, f). I bilancieri, che variano molto per forma e dimensioni fra una specie e l'altra, oscillano durante il volo in modo sincrono rispetto alle ali e sono organi essenziali per il volo, senza i quali l'insetto non riesce a volare (Yarger & Fox, 2016). Ma non solo: infatti oscillano indipendentemente dalle ali anche durante la locomozione sul substrato.



Figura 10. a) Una mosca in volo. Evidenti le due ali e i due bilancieri. b) Prototipo di RoboBee, un robot-mosca biomimetico (progetto dell'Università di Harvard).

Modernissimi prototipi di insetti micromeccanici volanti, ispirati ai modelli di ditteri, sono stati messi a punto da gruppi di ricercatori in diverse prestigiose università (Fig.10). Un primo prototipo è il *RoboBee* progettato da un team di ricercatori dell'Università di Harvard, un robot-mosca piccolissimo e infinitamente leggero, e come altri basato sull'assemblaggio di nano-componenti (Ma et al., 2013): ha un'ampiezza alare di 3 cm, è in grado di riprodurre, sia pure al rallentatore (120 battiti/sec) il battito d'ali dei modelli naturali (mosche e zanzare), ma non è dotato di autonomia di volo in termini energetici, perché va alimentato dall'esterno. I robot di nuova generazione, come il *RoboFly* progettato dall'Università di Washington o il modello avanzato di *RoboBee*, recentemente realizzato dallo stesso team di Harvard, sono senza fili e possono volare in autonomia, in quanto dotati di micro-pannelli fotovoltaici alimentati da laser o ad energia solare (Jafferis et al., 2019; James et al., 2018). Una mosca-robotica di questo tipo potrebbe essere in futuro largamente impiegata per il monitoraggio ambientale, o il supporto in operazioni di ricerca e salvataggio, o ancora per l'assistenza nell'impollinazione delle colture.

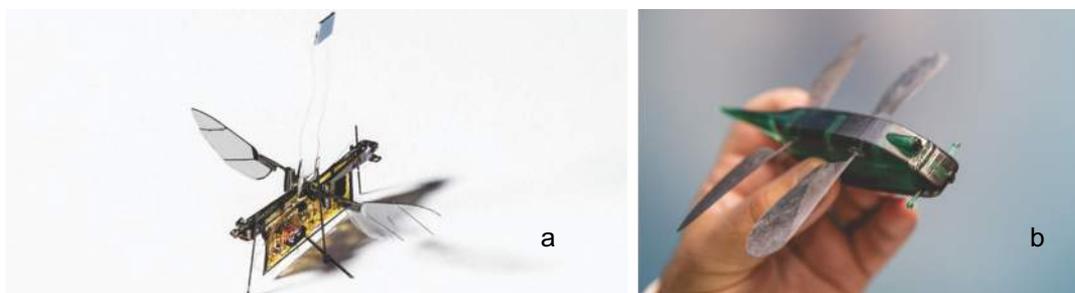


Figura 11. a) Una libellula in volo. b) Prototipo di Skeeter, un piccolo drone a 4 ali e a volo battente ispirato alla libellula (progetto dell'Università di Oxford).

Altre applicazioni, con modelli a 4 ali ispirati alle libellule, prevedono l'impiego di insetti-droni persino in ambito militare: all'Università di Oxford è stato recentemente attivato uno spin-off dedicato allo sviluppo di *Skeeter*, un piccolo drone a volo battente, il cui peso (30g) e costi sono minimizzati e il cui volo dura più a lungo dei droni lanciati a mano, che è stato specificamente progettato per la sorveglianza nascosta e per impieghi militari a basso impatto.

[PROSPETTIVE DELLA BIOMIMETICA]

In conclusione: i tempi molto lunghi di ricerca, la difficoltà di trovare applicazioni realmente pratiche per sistemi di questo tipo e soprattutto l'enorme complessità di quello che la natura ha assemblato nel corso di milioni di anni di evoluzione, sono la spiegazione al fatto che la *biomimetica* non si sia ancora sviluppata al meglio delle sue potenzialità.

L'industria del futuro dovrà promuovere al massimo l'approccio biomimetico puntando all'introduzione di nuovi materiali, economici, riciclabili, a basso impatto ambientale e in grado di rispondere a bisogni energetici e produttivi crescenti, al ritmo della crescita della popolazione del nostro pianeta. Occorre dedicarsi a larga scala a studi integrati di biomimetica che, oltre a comportare l'interdisciplinarietà, vanno affrontati con impegno, perseveranza e umiltà nei confronti della natura, *mater magistra*. Alcuni meccanismi naturali, nella loro apparente semplicità ed estrema eleganza, sono in realtà enormemente complessi: il carattere multi-livello di gran parte dell'ingegneria naturale ne



rende particolarmente difficile la riproducibilità in un modello artificiale e dunque occorrerà accettare la sfida con consapevolezza dei limiti odierni per puntare a risultati anche solo parziali, correndo il rischio di momentanei insuccessi. Nel corso degli ultimi millenni l'uomo ha saccheggiato la natura in modo sconsiderato per estrarne risorse (Kolbert, 2014). Per la sopravvivenza stessa del pianeta è ora urgente cambiare pagina: le attuali conoscenze scientifiche e tecnologiche permettono di stabilire un nuovo rapporto fra naturale e artificiale con l'obiettivo di sviluppare una società veramente sostenibile che funzioni come un ecosistema tra ecosistemi, e cioè ne rispetti i principi fondamentali fondati su: cicli chiusi ed economia circolare (eliminando o minimizzando i rifiuti); interdipendenza, interconnessione, cooperazione; conversione dell'energia; valorizzazione della diversità.

La biomimetica, se perseguita con metodo e determinazione, permetterà sempre di più di ottenere un elevato livello di efficienza, sostenibilità e integrazione con l'ambiente, perché le tecnologie bioispirate nascono dall'ecosistema stesso (Hayez et.al., 2019).

"Più il mondo dell'uomo funzionerà in modo simile a quello naturale, più a lungo resisteremo in questa grande casa, che è anche nostra, ma non solo nostra". Janine Banyus

[BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE]

- Bar-Cohen Y (2005) Biomimetics: Biologically Inspired Technologies. Taylor & Francis Group.
- Barnes RSK, Calow P, Olive P (1990) Invertebrati. Una nuova sintesi. Zanichelli, Bologna.
- Benyus JM (1997) Biomimicry. Innovation inspired by nature. Harper Collins Publishers, New York.
- Bomphrey RJ, Taylor GK, Thomas A (2010) Smoke visualization of free-flying bumblebees indicates independent leading-edge vortices on each wing pair. *Experiments in Fluids*, 46:249-259.
- Burnett AL (1964) Animal adaptation. Rinehart and Winstone, Inc. Holt, Rinehart and Winstone, Inc. Ediz. Italiana: L'adattamento negli animali. Zanichelli, Bologna. 1967.
- Bhushan B (2012) Biomimetics. Bioinspired Hierarchical-Structured Surfaces for Green Science and Technology. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Cheng J, Lee SH (2016) Development of New Smart Materials and Spinning Systems Inspired by Natural Silks and Their Applications. *Front. Mater.* <https://doi.org/10.3389/fmats.2015.00074>
- Candia Carnevali MD (1997) Forma e Funzione. In: Ripensare il Design, Tecniche Nuove.
- Coineau Y, Kresling B (1989) Le invenzioni della natura e la bionica. Edizioni Paoline
- Cooper RL, Thiery AP, AG, Fletcher AJ, Delbarre DJ, Rash LJ, Fraser GJ (2018) An ancient Turing-like patterning mechanism regulates skin denticle development in sharks. *Science Advances*, 4.
- Deora T, Gundiah N, Sane SP (2017) Mechanics of the thorax in flies. *J Exp Biol*, 220: 1382-1395.
- Dickinson MH, Muijres F. (2016). The aerodynamics and control of free flight maneuvers in *Drosophila*. *Proc. R. Soc. Lond. B* 371:20150388.
- Dawkins R (1976) *The Selfish Gene*. 40th Anniversary edition 2017, Oxford Landmark Science.
- Darwin C (1859) *On the Origin of Species*. Murray, London. Ediz. Italiana: *L'Origine delle Specie*. Boringhieri, Torino, 1969.
- Dudley R (2002) *The Biomechanics of insect flight: Form, Function, Evolution*. Princeton University Press.
- Engels T, Kolomenskiy D, Schneider K, Farge M, Lehmann FO, Sesterhenn J (2019) Impact of turbulence on flying insects in tethered and free flight: High-resolution numerical experiments. *Phys. Rev. Fluids*, 4: 013103.
- Elzinga M, Dickinson MH (2014) Wing kinematics and the stabilization of longitudinal forward flight in flies. *Bioinspiration and Biomimetics* 9, 025001.
- Gernay S, Federle W, Lambert P, Gilet T (2016) Elasto-capillarity in insect fibrillar adhesion. *J. R. Soc. Interface*, 13: 20160371.
- Gould SJ (2002) *The structure of the evolutionary theory*. Harvard University Press.
- Gould SJ, Vrba E.S (2008) *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*. Bollati Boringhieri.
- Haeckel E (1904). *Kunstformen der Natur*. Verlag der Bibliographischen Instituts, Leipzig-Vienna.
- Hayez S, Desh M, Gibbs M (2019) Findings of Case-Study Analysis: System-Level Biomimicry in Built-Environment Design. *Biomimetics*, 4: 73.
- Isozaki A, Oshima KT (2009) *Arata Isozaki*. Phaidon Press.
- Iwamoto H, Inoue K, Yagi N (2010)



Fast X-ray recordings reveal dynamic action of contractile and regulatory proteins in stretch-activated insect flight muscle. *Biophysical journal*, 99:184-192.

Jacob F (1978). *Evoluzione e bricolage*. Einaudi, Torino.

Jafferis NT, Helbling EF, Karpelson M, Wood R (2019) Untethered flight of an insect-sized flapping-wing microscale aerial vehicle. *Nature*, 570: 491-495.

James J, Iyer V, Chukewad Y, Gollakota S, Fuller SB (2018) Liftoff of a 190 mg Laser-Powered Aerial Vehicle: The Lightest Wireless Robot to Fly . *Robotics and Automation (ICRA) IEEE International Conference 2018*.

Kang D, Pikhitsal PV, Choi YW, Lee C, Shin SS, Linfeng P, Park B, Suh KY, Kim T, Choil M (2014) Ultrasensitive mechanical crack-based sensor inspired by the spider sensory system. *Nature*, 516: 222-226.

Knight K (200 JL9) How climbing leaf beetles hang on. *J. Exp. Biol.* 212: i doi: 10.1242/jeb.033464

Kolbert E (2014) *The sixth extinction. An unnatural history*. Bloomsbury Publishing.

Koski KJ, Akhenblit P, McKiernan K, Yarger JL (2013) Non-invasive determination of the complete elastic moduli of spider silks. *Nature Materials*, 12: 262-267.

Lanzara G, Salowitz N, Guo Z, Chang FK (2010) A Spider-Web-Like Highly Expandable Sensor Network for Multifunctional Materials. *Adv.Mater*, 22, 4643-4648.

Lehmann FO (2004) The mechaisms of lift enhancement in insect flight. *Naturwissenschaften*, 91:101-22.

Ma KY, Chirarattananon P, Fuller SB, Wood, RJ (2013) Controlled Flight of a Biologically Inspired, Insect-Scale Robot. *Science*. 340: 603-607.

Mayr E (1976) *Evolution and the Diversity of Life*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge. Ediz. Italiana: *Evoluzione e varietà dei viventi*. Einaudi, Torno, 1983.

Miller L, Peskin CS (2009) Flexible clap and fling in tiny insect flight. *J Exp Biol*, 212: 3076-3090.

Miniaci M, Krushynska AO, Movchan A, Pugno NM (2016) Spider web-inspired acoustic metamaterials. *Appl. Phys. Lett.* 109. doi:10.1063/1.4961307

Parness A, Soto D, Esparza1 N, Gravish N, Wilkinson M, Autumn K, Cutkosky M (2009) A microfabricated wedge-shaped adhesive array displaying gecko-like dynamic adhesion, directionality and long lifetime. *R. Soc. Interface*, 6: 1223 -1232.

Pievani T (2006). *La teoria dell'evoluzione*. Il Mulino, Bologna.

Santos D, Heyneman B, Sangbae K, Esparza N, Cutkosky M (2008) Gecko-inspired climbing behaviors on vertical and overhanging surfaces. *Robotics and Automation (ICRA) IEEE International Conference, 2008:1125 - 1131*.

Soto D, Hill G, Parness A, Esparza N, Cutkosky M, Kenny T (2010) Effect of fibril shape on adhesive properties. *Appl. Phys. Lett.* 97. doi:10.1063/1.3464553

Steven E, Saleh W, Lebedev V, Acquah SFA, Laukhins V, Alamo RG, Brooks JS (2013) Carbon nanotubes on a spider silk scaffold. *Nat. Commun.* 4, 2435. doi:10.1038/ncomms3435

Thompson DW (1917) *On growth and Form*. Cambridge University Press. Ediz.Italiana: *Crescita e forma*. Boringhieri, Torino, 1969.

Turing AM (1952) *The Chemical Basis of Morphogenesis*. *Phil. Trans. R. Society London*, 237: 37-72.

Vance JT, Altshuler DL, Dickson W, Dickinson MH, Roberts SP (2014) Hovering flight in the honey bee *Apis mellifera*: Kinematic mechanisms for varying aerodynamic forces. *Physiol. Biochem. Zool.*, 87: 870-881

Vogel S (1988). *Life's Devices: The Physical World of Animals and Plants*. Princeton University Press. ISBN 978-0-691-02418-9.

Wang ZJ (2004) The role of drag in insect hovering. *J Exp Biol*, 207: 4147-4155.

Wen L, Weaver JC, Lauder GV (2014) Biomimetic shark skin: design, fabrication and hydrodynamic function. *J. Exp. Biol.* 217: 1656-1666.

Yarger A, Fox JL (2016) Impact of turbulence on flying insects in tethered and free flight: High-resolution numerical experiments. *Integrat Comp Biol*, 56: doi: 10.1093/icb/icw086.

oung J, Walker SM, Bomphrey RJ, Taylor GK, Thomas AL (2009) Details of insect wing design and deformation enhance aerodynamic function and flight efficiency. *Science*, 18: 1549-1552.

Zhao Q, Buehler MJ (2013) Webs measure up. *Nature Materials* 12: 185-187.

Zhao HY, Zhang PF, Ma Y, Ning JG (2014) The Design of a Low-speed Wind Tunnel for Studying the Flow Field of Insects' Flight. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering* 9302. doi: 10.1117/12.2080734.

Fabricio Vanden Broeck

Nacido en 1955, en la Ciudad de México. Diseñador de formación con Maestría en Diseño y Biónica de la ECAL (École Cantonale d'Art de Lausanne), Suiza, es profesor de Diseño Básico y Biónica aplicada al Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana de la Ciudad de México, desde 1984. Ha publicado varios ensayos sobre el tema de la Biónica y los patrones en la Naturaleza. En 2018, lanzó el libro “El diseño de la Naturaleza o la naturaleza del Diseño” publicado en México, libro que resume 30 años de trabajo y reflexión en torno al tema. En paralelo a su trabajo académico, ha desarrollado una carrera de ilustrador, pintor y editor. Sus ilustraciones han sido publicadas en el New York Times, La Vanguardia (Barcelona), Libération (París), El Mundo del siglo XXI (Madrid), la revista El Malpensante (Bogotá) y en la revistas Letras Libres y Nexos (Ciudad de México).

Su trayectoria como ilustrador le ha merecido diversos reconocimientos como el premio Utopía convocado por Fundalectura en Colombia, la Lista de Honor de Ibbby (selección bienal de los mejores libros para niños publicados en el mundo). En 2010, fue nominado por México para el Premio Hans-Christian Andersen en la categoría de ilustración. Es también fundador y editor de la casa editorial El Dragón Rojo, institución comprometida con temas contemporáneos y de relevancia social y reconocida por ser una de las primeras en publicar libros en lenguas originarias de México.



La naturaleza como maestra

Fabrizio Vanden Broeck | vandenbro@yahoo.com.mx



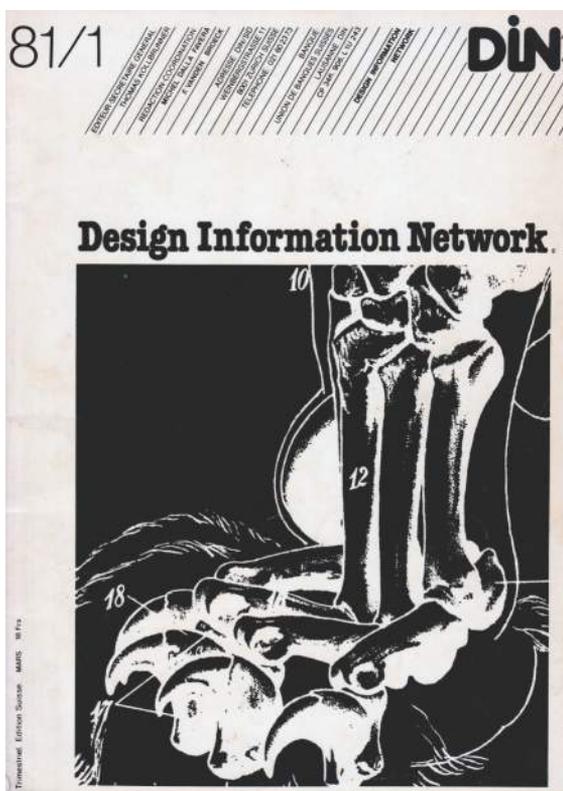
“En la naturaleza el equilibrio es dinámico, constituido por múltiples mi- croequilibrios sustentados por ciclos, y estos, a su vez, determinados por los flujos de materia y energía. Ciclos y subciclos interactúan generando ritmos. Abramos pues el libro de la naturaleza, antes de que sea demasiado tarde.”

Fabrizio V. Broeck

Conocí a Carmelo di Bartolo por ahí de 1981.

Me encontraba desarrollando una tesis de Maestría sobre Biónica y Diseño desde finales de 1979 en lo que hoy en día es l'ECAL (École d'Art de Lausanne), en Lausana, Suiza, una de las mejores escuelas de diseño de Europa.

En 1980, con un grupo de colegas estudiantes de l'ECAL iniciamos un proyecto de revista de diseño: DIN, Design Information Network, cuyo propósito era generar una red de comunicación e información entre diseñadores, instituciones vinculadas con la práctica e instituciones académicas, en torno al Diseño Industrial.



Como me hallaba en plena investigación de mi tema de tesis, en una de mis primeras contribuciones en DIN, publiqué un primer artículo general sobre la Biónica, tema que todavía no permeaba en las instituciones de enseñanza ligadas al Diseño o a su práctica. Ese artículo cayó en manos de di Bartolo quién inmediatamente me contactó e iniciamos una correspondencia. Un año más tarde, fui a visitarlo a Milán donde trabajaba como docente, en el IED (Istituto Europeo di Design).



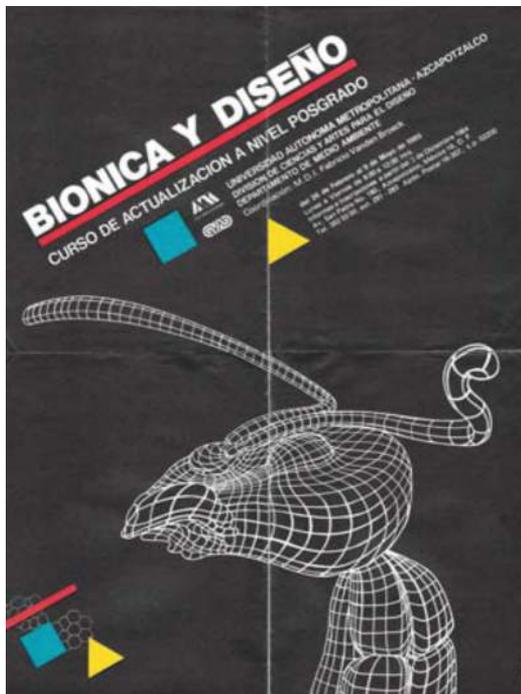
Fue una grata experiencia y lo que más me llamó la atención fue el particular enfoque de Carmelo que abordaba el curso de *Basic Design* desde la perspectiva biónica, es decir a partir de una serie de ejercicios y pretextos experimentales tendientes a desarrollar una visión de diseñador en el educando. Más que aplicar algún principio funcional o constructivo de la Naturaleza a un problema específico de diseño, la idea de di Bartolo era la implementación, dentro de la curricula de Diseño, de un propedéutico basado en la experimentación y la reflexión en torno a las formas naturales.

A partir de ahí, Carmelo y yo empezamos a corresponder y nos volvimos amigos. Me invitó a dar una plática en el IED sobre mi trabajo de tesis y, por mi parte, yo lo propuse para del jurado en la presentación de mi tesis en la ECAL.

Posteriormente, cuando terminé mi maestría, la dirección de la ECAL me ofreció integrarme a la planta de maestros con el encargo de desarrollar un curso de Biónica para diseñadores, cosa que acepté y asumí durante un semestre. Jacques Monnier-Raball, director de la ECAL insistió para que me quedara de planta en la escuela pero mi tiempo en Europa había concluido y para mí era importante regresar a México. Le propuse entonces que Carmelo retomara mi curso, se lo comenté a Carmelo quién aceptó y asumió el cargo durante un tiempo.

De vuelta en México, en 1983, acepté un puesto de docente en la UAM (Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco) en donde sigo siendo profesor-investigador. Curiosamente la asignatura de Biónica aplicada al Diseño existía ya en la UAM - a sugerencia, me imagino, de Gui Bonsiepe, quien había participado en el diseño de la curricula de la carrera de Diseño Industrial en dicha institución- aunque su implementación dejaba mucho que desear.

Una de mis primeras iniciativas al integrarme a la UAM, fue la de organizar un curso de actualización a nivel posgrado sobre Biónica y Diseño, en 1985. Fue una experiencia multidisciplinaria interesante que agrupó a docentes de diferentes disciplinas: matemáticos, físicos, arquitectos, filósofos, diseñadores, en un primer intento por generar un clima de intercambio fructífero, y se me presentó, por parte de la Universidad, la oportunidad de invitar a un docente extranjero en el marco del curso. Desde luego pensé en Carmelo, lo invité y acudió.



Fue una experiencia interesante y una convivencia amistosa que, creo, él recuerda con afecto. Se alojó en mi departamento y tuvimos la oportunidad de salir de la ciudad y visitar algunos lugares aledaños. El curso en sí generó muchas expectativas e interés, siendo uno de los primeros en su género en el marco de una universidad, sino es que el primero. A partir de ahí, muchos alumnos profundizaron su interés por el tema, pero sobre todo se logró redefinir una carta temática y un programa más sólidos para la implementación de la materia en la licenciatura de Diseño Industrial de la UAM.

Más adelante, en 1986, y a invitación de Gui Bonsiepe, armé un curso de actualización sobre Biónica en el marco del Laboratorio Brasileiro de Diseño Industrial en Florianopolis, Santa Catarina, Brasil, un



espacio privilegiado de enseñanza, experimentación y reflexión en torno al Diseño. Fue una experiencia fundacional, exitosísima y gran parte de su éxito residió en que estábamos todos *in situ*, confinados al espacio del Laboratorio y sus alrededores, en un entorno idílico y propicio a la reflexión, con una dinámica prácticamente de 24/24 horas, sin ninguna otra actividad que pudiera divertir la atención del tema que nos reunía a todos.

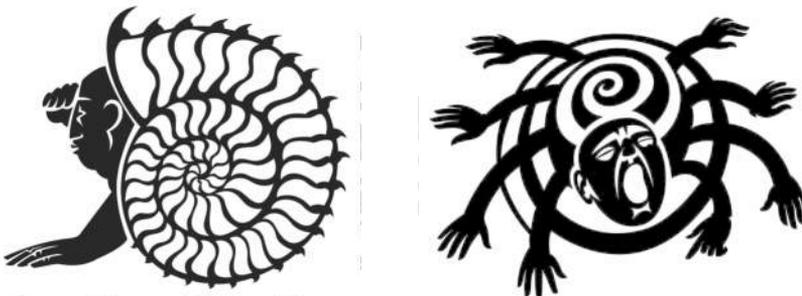
Otro factor de éxito fue el hecho de que la mayoría de los participantes habían dejado atrás la escuela, eran docentes y algunos con cierta experiencia de la práctica del diseño; es decir, habían todos tenido la oportunidad de reflexionar sobre la profesión desde una cierta experiencia y madurez. En ese primer curso se lograron resultados muy interesantes.

Al año siguiente se replicó la experiencia. Volví a Florianópolis para la segunda edición del curso. A partir de estas dos experiencias, algunos de los participantes manifestaron su interés por cursar un posgrado sobre Biónica en el extranjero. No había mucho de dónde escoger ya que no existía en ningún lado un posgrado con esas características por lo que les recomendé el IED, no tanto por la institución en sí sino por la presencia de Carmelo en esta. Y algunos tomaron la recomendación.

La vida siguió su curso, y a finales de los años ochenta, por razones personales, volví a Milán. Ahí Carmelo me invitó a dar un par de pláticas sobre mi experiencia docente en México. Después, pasaron muchos años sin que nos volviéramos a ver. Por ahí me enteraba que, en esos años Carmelo había desarrollado, al margen del IED, un centro de desarrollo de proyectos con una filosofía de Biónica y con un enfoque de colaboración con la Industria.

Por mi cuenta, en ese periodo, además de la docencia centrada en un curso básico de Biónica y de mi participación en el área de Diseño Básico, me enfoqué en los aspectos teóricos de la Biónica que son, para mí, los más interesantes, en particular la relación entre forma, función y símbolo y las implicaciones filosóficas del cambio de escala, uno de los temas más atractivos de la relación entre forma y función.

Por otro lado, impulsado por una pasión por la imagen y el símbolo, desarrollé en paralelo una carrera de ilustrador. Pudiera a priori pensarse que esto nada tiene que ver con la Biónica, sin embargo mi aprendizaje en el campo de la Biónica me dejó un interés marcado por los patrones y formas básicas de la Naturaleza, interés que se refleja en mi obra gráfica.



La búsqueda de imágenes sintéticas y contundentes es perfectamente convergente, desde mi punto de vista, con el minimalismo matérico y la expresividad de la forma natural ligada a la función.

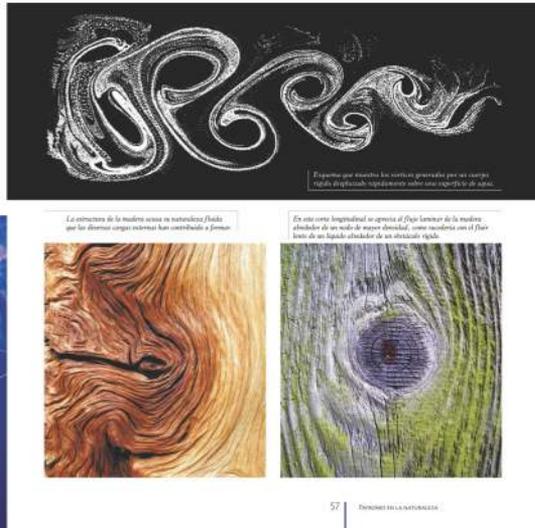
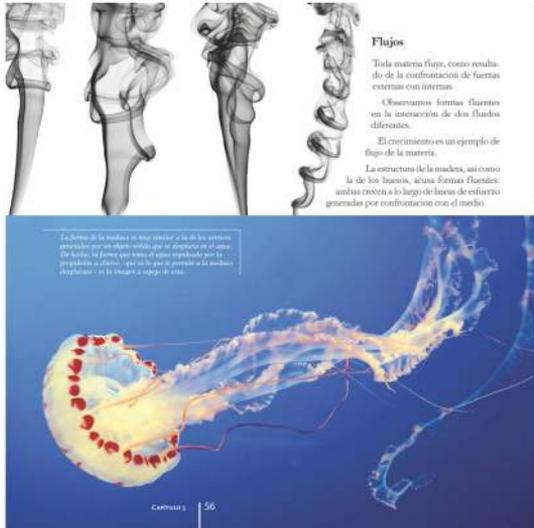
Volví a ver a Carmelo en 2017. Venía a México a dar un taller en alguna institución de enseñanza superior y me contactó. Vino a casa a cenar y volvimos a retomar contacto. Justo estaba yo trabajando en la reedición corregida y aumentada de mi libro del 2000, *El diseño de la Naturaleza o la naturaleza del diseño* y le propuse integrar a la nueva publicación algunos de los proyectos que él había dirigido o propiciado en torno al tema de la Biónica. Carmelo me mandó material que ciertamente enriqueció mi nueva publicación. Dicha publicación vio la luz a finales del 2018.





Creo que, los dos, a través de la docencia o de una práctica profesional en el campo creativo, hemos tomado algunas enseñanzas de la Naturaleza. Me gustaría enumerar algunas de estas, con las que, estoy seguro, Carmelo coincidiría:

- Los “objetos” de la Naturaleza no son entes aislados y autónomos sino parte de sistemas complejos que se entrelazan y articulan con otros sistemas para formar lo que llamamos Ecosistemas. Estos, a su vez, se entretajan y constituyen en conjunto el Sistema Tierra del que somos parte integral. Entender esto nos ayudaría a integrar mejor nuestras propuestas proyectuales a los diversos sistemas de flujo de los que, a querer o no, son tributarias, como los flujos energéticos, los de deconstrucción y reciclaje, etc...



- La economía de energía, concepto de actualidad, se manifiesta también en la cantidad y calidad de los materiales que componen los objetos, los materiales siendo una forma de energía. De ahí que una de las enseñanzas más relevantes de la Naturaleza para los diseñadores sea el hecho que esta soluciona sus problemas con la menor cantidad de material y de energía, de la manera más económica posible.

Geometría plegable en la naturaleza

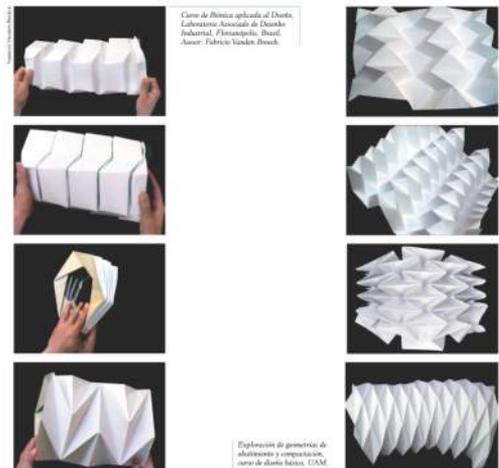
Ciertos peces tienen una boca formada por membranas rígidas, que una determinada geometría de plegado permite protruir y agudizar, según sus necesidades. Para los peces, desprovistos de estructuras previas, la boca (al igual que para los serpientes) funciona como una herramienta versátil que, en algunos casos, se protruye y retrae, se agudiza y se achica considerablemente.

A partir de este principio, se exploraron diversas geometrías que permitan el desplegar o el abastamiento parcial o total de una superficie.



Estas geometrías tienen un gran potencial de aplicación a problemas que impliquen variabilidad de volumen o forma:

- Empaques;
- Hábitat transicional (tiendas de campaña con capacidad variable);
- Sistemas compactables (cuando no están en uso).



- A diferencia de los objetos hechos por el hombre, el “objeto” natural es una unidad continua. Nosotros discernimos componentes o partes ahí donde en realidad existe una unidad con diferenciaciones localizadas. De hecho, René Thom considera que todo organismo natural está constituido por una sola membrana continua que sufre involuciones, rigidizaciones y todo tipo de transformaciones que hacen creer en órganos y sistemas separados.

He ahí una de las dificultades inherentes a la extrapolación de soluciones de la Naturaleza a productos hechos por el hombre, esencialmente hechos de componentes de origen diverso.



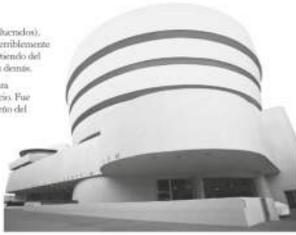
Espiral

La espiral es económica (pocos segmentos involucrados), ocupa el espacio de manera uniforme, pero es terriblemente inefectiva ya que para llegar al último punto, partiendo del centro, es necesario pasar primero por todos los demás.

El modelo espiral es un modelo adecuado para recuperar sistemáticamente un terreno o un espacio. Fue el modelo utilizado por F. L. Wright para el diseño del Museo Guggenheim en Nueva York.

En también un modelo útil para compactar un recorrido lineal largo en el menor espacio posible, las escaleras en espiral (en realidad de forma helicoidal, variante vertical de la espiral) ocupan un espacio mucho menor que las escaleras convencionales, con la ventaja adicional de que el trayecto se realiza con un paso constante lo cual optimiza la energía utilizada.

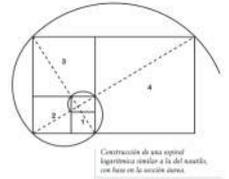
Los cuernos espirales de ciertos caballos y borregos compactan el material aléctor del punto de origen, estando así los momentos de flexión que se concentran en la cabeza si el crecimiento fuera menos compacto.



F. L. Wright usó por un modelo espiral debido a que se dispone de mucho espacio horizontal. La espiral permite un recorrido continuo y largo que puede ser compactado en un volumen reducido.



La curva logarítmica de nautilus provee una espiral logarítmica.



Contracción de una espiral logarítmica (verdad) a la del cuadrado, con fase en la espiral misma.

El crecimiento en espiral de la cumbre de una montaña permite mantener una estructura pesada compacta y resistente.



Materiales de jardín, cordeles, nudos, entre otros elementos flexibles, compactan un largo recorrido en un espacio reducido, gracias al acortado en espiral.



Inflexiones repetidas en la parte del concha. Estas flexiones considerablemente el acortado del arco helicoidal y permiten así la máxima obtención de la flexibilidad presente en el animal.

- La Naturaleza nos enseña que la diversidad es una estrategia de supervivencia. La reducción de la diversidad, inducida por la búsqueda de productividad y rentabilidad, tanto en la Naturaleza como en la Cultura, fragilizan tanto especies como sociedades, razón por la cual, como diseñadores, estamos obligados a proyectar priorizando la preservación de la biodiversidad y la diversidad cultural. Diversidad es riqueza.



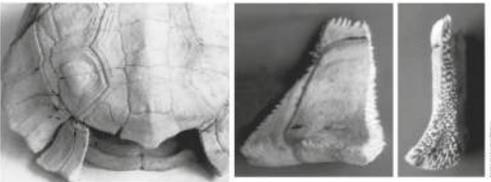
Estructura del caparazón de tortuga

En su mayor parte, el caparazón de tortuga está constituido por dos capas de materiales distintos: las placas óseas y las placas córneas o escamas; estas últimas forman la capa exterior. Y trabajando en tensión contribuyen a mantener en cohesión al conjunto de placas óseas, resistentes a compresión.

Caparazón de Tortuga americana del que se derivaron algunas placas córneas, debido a la caída se preserva las placas óseas.

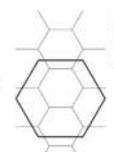
Escamas y placas córneas de caparazón de tortuga. Formada principalmente de queratina. Las escamas indicadas en líneas azules contribuyen a mantener en cohesión las placas óseas.

Distribución y tipología de ensamblaje de las placas óseas de un caparazón.



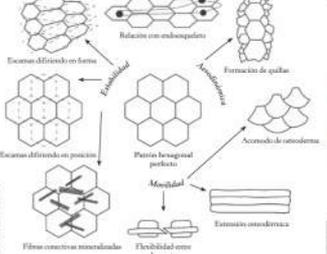
La geometría que rige el acortado de las placas óseas no tiene, aparentemente, relación geométrica con la de las placas córneas, sin embargo, ambas geometrías están desfasadas a manera de evitar la suboptimización de ventajas, lo cual optimiza las características estructurales del conjunto.

Escamas cónicas y placas óseas subóptimas.



F. Witzelpl relaciona la interacción geométrica entre placas óseas y córneas con la tensión específica.

Variaciones en el patrón



Interpretación geométrica de la superposición de las dos redes. Nota que se evita la suboptimización de ventajas.

Una superposición de las dos redes superpuestas:
 • En azul la red de placas córneas.
 • En rojo la red de placas óseas.
 Las redes de las dos redes nunca se superponen.

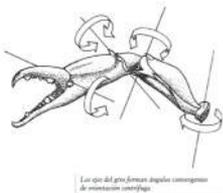
- Y para finalizar, podemos concluir con Carmelo que el concepto clave para el diseño en el siglo XXI tendrá que ser la búsqueda de armonía. Armonía con el medio ambiente, con el usuario, con los medios de producción, con el medio cultural, económico y social, armonía incluyente dentro de la más amplia diversidad.

Brazo mecánico basado en el brazo de cangrejo

Al observar un brazo de cangrejo se puede apreciar la gran movilidad que tiene, suspendiendo el hecho de que, a pesar de estar conformado únicamente por piezas y articulaciones rígidas, el conjunto resulta sumamente elástico.

Las piezas del brazo son rígidas porque el cangrejo tiene un esqueleto externo, y las articulaciones son limitadas a un solo movimiento, un movimiento en un plano único que solo permite el desplazamiento angular. Usar elementos rígidos conectados por bisagras en forma convencional llevaría a un mecanismo que solo podría alcanzar los puntos colocados en una trayectoria espiral situada en un plano único.

El brazo de cangrejo no presenta la limitación anterior, y puede alcanzar casi cualquier punto en un espacio de acción esférico, con un diámetro equivalente, en proporción, al brazo del hombre, sin recurrir al complejo mecanismo de articulaciones que este presenta.



Los que del giro forman ángulos conjugados de movimiento conjugado.

El resultado descrito se logra por la angulación de las bisagras; el eje de giro de la articulación en un extremo de cualquier sección está desfasado angularmente con respecto al otro extremo, con los dos resultados siguientes:

1. El movimiento de una sección sobre un plano, pero al coexistir con el movimiento de las secciones anteriores logra alcanzar varios planos consecutivos, lográndose cubrir un espacio tridimensional.
2. Cuando se sujeta un elemento alargado convencional a flexión en cualquier punto, el elemento tiene que ser soportado por el elemento terminal; al sostener un hombre un peso con la mano, el brazo resiste con todo el esfuerzo; pero cuando las bisagras están desfasadas, entonces el elemento rígido absorbe la flexión, relevando a los tendones (músculos, tendones, etc.) de gran parte de la solificación mecánica y permitiendo entonces reducir el volumen y la importancia de estos.

Esta observación es particularmente relevante para microestructuras como pulpa metálica o grana, en donde los segmentos se articulan según ejes de giro limitados y paralelos, de forma que los momentos de flexión se acumulan; y debido a la enorme masa del sistema, se requiere entonces de mecanismos compensadores importantes (tensores, pistones hidráulicos, o ambos) para soportar el cambio.

Proyecto: Antonio Fossati
 Autor: Fabricio Vanden Broeck





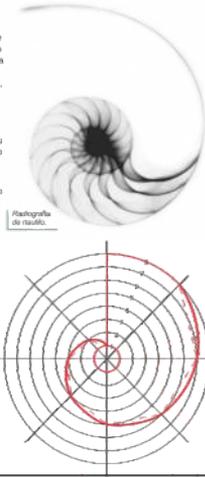
Tecnología y modelos naturales

Hay días en los que mucho de lo que se hace en el mundo, desde el diseño de edificios hasta el desarrollo de tecnologías, se inspira en la naturaleza. Sin embargo, el desarrollo tecnológico está generalmente orientado desde una óptica lineal, que se centra en el problema de los recursos, al problema de las fuentes de energía de origen fósil, sin considerar que la función principal de la energía es la de proporcionar un medio para la vida, en sus diversas formas, y no simplemente un medio para la producción de energía. En este sentido, el desarrollo tecnológico debe estar orientado a la sostenibilidad, es decir, a la capacidad de mantener el sistema de producción de energía y recursos en un estado estable a lo largo del tiempo.

Es importante destacar que la mayoría de los "objetos" de la naturaleza responden a sus funciones en el contexto que los define, de una manera económica, y con una coherencia funcional, estructural y formal inimitable en su organización tanto morfológica como fisiológica. Como se puede observar, como Juan Mayol, quien frente a la incapacidad del hombre para administrar el crecimiento urbano, cuestiona:

La naturaleza juega un modelo de expansión, modelos funcionales y eficaces cuando se resuelve de una selección natural. ¿A falta de una mejor opción, ¿por qué no inspirarse en estos, de manera sistemática e inteligente?

Combinación de espiral logarítmica.



Fotografía de nautilus.



Estructura de un vegetal que combina crecimiento helicoidal y crecimiento compacto.

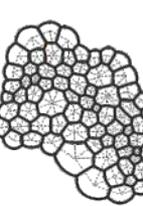


Estructura de la ciudad japonesa Anomali en Fushimi, Kyoto. Anomali es una ciudad de gran tamaño, de carácter antiguo, en constante evolución, que combina crecimiento helicoidal y crecimiento compacto.



2 J. Mayol, "Urban on Net 2002" (Prensa Multimedial de la Pirena, París, 2002).

Tensión superficial, agregación celular



La tensión superficial está asociada con la capacidad de las moléculas de un líquido que, organizándose en las superficies de contacto externas, produce formas específicas.

En ciertos casos de la interacción de un líquido con otra superficie, enambiana células (biológicas), el fenómeno es una reacción conformacional controlada asociada a un patrón, la agregación celular, en la que, sin perder su cohesión, el fluido más denso juega el papel de cortinado.

Propiedades físicas de una agregación superficial de moléculas de agua. Una agregación celular controlada por tensión superficial, en cuyo interior de las que se agregan las células.

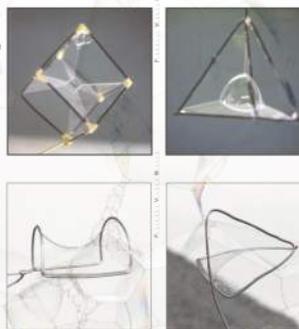


Las células de la interfase entre dos medios acuáticos, al estar en contacto con una superficie, se agregan en un patrón, la agregación celular, en la que, sin perder su cohesión, el fluido más denso juega el papel de cortinado.

Tanto en el plano como en el espacio, la agregación celular genera geometrias de acomodo. Así se trate de átomos en los cristales o de células en las formas orgánicas, la disposición relativa de estos elementos define una estructura.

El agua alcanza su punto de ebullición cuando las moléculas de agua se agregan en un patrón, la agregación celular, en la que, sin perder su cohesión, el fluido más denso juega el papel de cortinado.

Las células de la interfase entre dos medios acuáticos, al estar en contacto con una superficie, se agregan en un patrón, la agregación celular, en la que, sin perder su cohesión, el fluido más denso juega el papel de cortinado.



Craquelamiento



Aparecen en escombros (por ejemplo, de un edificio) cuando se desmenuza una estructura primaria, luego se desmenuza a la vez las estructuras secundarias y muchas más veces (por ejemplo, desde el momento en que se desmenuza el concreto hasta el momento en que se desmenuza el acero).



La estructura del árbol se organiza por el crecimiento sucesivo del tronco y la ramificación de las ramas, al momento de ser expuestas.

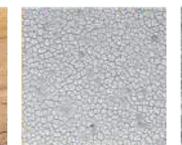
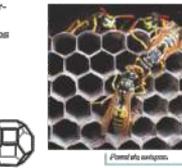
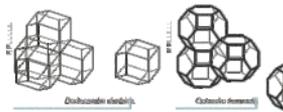
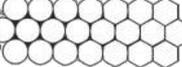
La estructura de un espacio ambiente organizado en un patrón de crecimiento.

Aplastamiento compacto

Se caracterizan por la hincapié de economía de espacio, promovida por la acción de fuerzas externas sobre varios elementos juntos. Los elementos tienden a acomodarse entre sí en un modo compacto posible, minimizando los intersticios, lo que incluye un acomodo cuadrado.

Entre el fibras, el aplastamiento compacto de una serie de fibras elásticas, que son comprimidas hasta eliminar los intersticios, forma una red hexagonal, caracterizada por un patrón regular.

En el espacio, los volúmenes comprimidos definen diferentes tipos de polígonos, según el grado de compresión y de acomodo.



El crecimiento de volúmenes comprimidos en un espacio genera un patrón hexagonal de volúmenes comprimidos, en el que los volúmenes se acomodan en un modo compacto posible, minimizando los intersticios, lo que incluye un acomodo cuadrado.



Espiral y desarrollo

La espiral es el patrón del crecimiento que llevará la forma, lateral en la semilla, a su expresión final.

En algunos vegetales, como ciertas cactáceas, el tallo y el girasol, el crecimiento empieza con una unidad estérica, generando, por división, una multiplicidad de unidades que, en conjunto, dan por resultado un incremento volumétrico de la forma. Las nuevas unidades se van acomodando en torno a las primeras con base en el patrón de la espiral.

En los vegetales, el proceso de desarrollo es generado por la yeción progresiva de los flujos vitales (recordemos que las plantas son seres más holísticos) con ciertas plantas, como la mimosa sensitiva, el proceso de desarrollo es reversible, con fases de protección cuando se le solicita físicamente, las hojas se contraen como personas o se enrollan en espiral, según el caso. La ausencia de luz solar activa este mecanismo y muchas plantas se enrollan de noche. El término "desenvolver" se deriva del término "desenvolver" e implica la potencialización de algo que se encuentra enrollado.

Cada pequeña unidad tiende a parecerse al conjunto, de modo que lleva en sí la imagen del todo. En este caso, microcosmos y macrocosmos están relacionados por medio de la espiral, como hace notar C. D. Barlow.

En la mayoría de las flores, las formas contenidas en los botones raspan su envoltura y comienzan un proceso de "desenvolver", a manera de espantaviejas. Existen múltiples variantes de este principio.

Flor en proceso de "desenvolver".

Centro de girasol.

Hoja.

La naturaleza utiliza de manera extensiva la estructuración lateralizada en brasa a pasta. Este principio analítico lo usa lateralizado y tiene la ventaja, cosa importante la aplicación en brasa a pasta, de ser más equitativa y menos discriminatoria. La estructura de la cascara se estructura con base en este principio por su combinación con la forma global del fruto que tiene el relieve. Para ello utiliza este principio de una escala mayor y combinándolo con las costuras, genera la cubierta del pabellón lateral de la Expo '87 de Montreal.

La cubierta de la estructura lateralizada en brasa a pasta.

El espantavieja del arado. Este espantavieja es lateralizado en brasa a pasta.

Algunos de los edificios de la Expo '87 de Montreal.

El espantavieja del arado.

Algunos de los edificios de la Expo '87 de Montreal.

Placas estructuradas

Estas se caracterizan por la combinación de tres sistemas y un sistema de nervaduras que juega un papel estructural. Desde un sistema de nervaduras, no se trata ya de una superficie estructural, puesto que involucra dos sistemas diferentes superpuestos y el sistema adquiere una importancia particular.

Las hojas de árbol ofrecen un buen ejemplo de este principio: en la estructuración de la superficie participa una red generada de nervaduras.

La arquitectura ofrece varios ejemplos de este sistema de reforzamiento de superficies muy originales. Pier Luigi Nervi, y algunos italianos, recurrieron ampliamente a esta solución, como lo muestra la fotografía diseñada por él a la entrada del edificio de la UNESCO. Nervi se inspiró en las diagonales de empuje de los sistemas de estructuras de bóvedas y en la posición de dichas nervaduras.

Las bóvedas de los edificios góticos también muestran un nuevo concepto de lateralización combinado con costuras.

Rigido (Nervi) Pabellón de la Expo '87 de Montreal.

Edificio en la catedral de Bolonia, Italia.

Esta, entre otros aspectos, es una característica, resultado de la racionalización, todo organismo vivo se organiza en una célula, una unidad que crece por divisiones sucesivas.

En consecuencia, en un organismo, varias generaciones son analizadas por una sola célula y sus características de nuestra que se forma en el punto de la división de la célula, las características sucesivas, tanto dentro de la célula como fuera de ella, con divisiones y luego divisiones, generan una mejor reproducción de los esfuerzos, evitando los flujos de información a las estructuras verticales en la parte inferior del árbol. De hecho, los ramificadores obedecen a la regla del paralogismo de fuerzas. Por otro lado, la división de las células celulares que la forma del árbol es, desde este punto de vista, lateral, está en raíces como en árboles.

La segunda diferencia entre objeto natural y objeto artificial reside en que, contrariamente al primero, que al poseer puede partir de cero, la naturaleza construye innovando estructuras preexistentes para producir nuevos sistemas y, en consecuencia, según Sierpinski, a veces forma un camino largo para solucionar sus problemas. Desde este punto de vista, los objetos naturales no son nunca completamente terminados, son etapas de un proceso continuo de adaptación a un medio en perpetuo cambio y hacen consigo varias modificaciones de etapas sucesivas.

El desarrollo del árbol de la Biología y la evolución de las plantas superiores.

Proyecto de Marco Poggi y Guido Janni, ganador de Premio Anas y Luis Tardes, Dirección Provincial de Formosa, Brasil.

Es interesante señalar que, contrariamente a lo que se piensa, el hombre no proyecta pensando de cero, tan cuando podría, y sus precedentes, así como en la realidad, siguen una evolución que se hace poco a poco los desgarros de la tradición y los atavismos.

Konrad Lorenz usa los insectos para explicar, en el caso de la invención y el desarrollo del lenguaje, un lenguaje a la tradición para sobreponer la claridad de la tradición animal y cómo, a veces se observan funciones, lo mismo que pensar más de cien mil y unas ideas de evolución antes de obtener un producto concreto, que hubiera sido cuarenta que servir con su medio funcional que con se ilustra mejor. Este estado de cosas también permanece, como la muestra la evolución del lenguaje desde idiomas de lengua por medio de rayo láser permite prescindir de toda intervención de radiación y coexistencia con toda libertad de nuevas propuestas formales, sin necesidad de mantener las características básicas de su predecesor, el fonológico, y sin embargo sigue respetando ese modo clásico.

Algunos ejemplos de desarrollo del árbol. Los sistemas estructurales celulares sobre estos casos independientes de reproducción.

Algunos ejemplos de desarrollo del árbol. Los sistemas estructurales celulares sobre estos casos independientes de reproducción.

Algunos ejemplos de desarrollo del árbol. Los sistemas estructurales celulares sobre estos casos independientes de reproducción.

Tomás Dorta

Tomás Dorta, arquitecto y diseñador profesional, obtuvo su diploma de arquitecto en la Universidad Central de Venezuela, Caracas en 1991, y en 1993 comenzó estudios de postgrado en la Université de Montréal. Obtuvo su maestría en el 1994 y el Ph.D. (2001) estudiando el impacto de la Realidad Virtual (RV) en el proceso de diseño. Sus intereses de investigación portan sobre los mecanismos cognitivos del proceso de diseño y de co-diseño así como el diseño de interacción en el desarrollo, entre otros, de dispositivos de diseño en RV. Su investigación ha sido financiada por los grandes organismos de financiamiento de la investigación gubernamentales, tanto a nivel de la provincia del Quebec (FRQSC) que canadienses (CRSH y FCI). Su trabajo ha sido presentado en diversas conferencias científicas internacionales y publicado en las actas de estos congresos, incluyendo ACADIA, CAADRIA, eCAADe, EuroPIA, SIGraDi, CAADFutures, ICDC, IHM y SIGGRAPH así que en revistas científicas como Design Studies, International Journal of Design Sciences and Technology, International Journal of Architectural Computing and CoDesign. Como pedagogo, comenzó su carrera como profesor por contrato en la Escuela de Diseño de la Université de Montréal en 1997. Fue allí profesor asistente en 2003 y titular en 2017.

Fue también profesor contratado en la Universidad Concordia (2002-2004) y lo es en Polytechnique Montreal desde el 2014. El enseña a nivel del postgrado y en el pregrado imparte talleres de diseño y cursos teóricos sobre el diseño de interacción, el co-diseño y la biónica. En 2008 fundó el Laboratorio de Investigación en Diseño, Hybridlab, del cual es director (hybridlab.umontreal.ca). Es el diseñador principal del sistema innovador de RV social de co-diseño: Hybrid Virtual Environment 3D, Hyve-3D™ (hyve3d.com).



La enseñanza de la biónica en diseño industrial y de interacción: el Taller aumentado de Co-Diseño y Biónica



Tomás Dorta | tomas.dorta@umontreal.ca

“Imagination is more important than knowledge”

Albert Einstein

Hace 18 años, bajando la escalera de mi Facultad en la Universidad de Montreal, un señor me pidió en inglés americano una dirección, y como escuchó que tenía un acento, me respondió en español, esta vez con una pronunciación venezolana. Se trataba del diseñador Franco Lodato (Bersen 2004), un experto en biónica proveniente de mi país de origen, residiendo en los EEUU, siendo profesor asociado a nuestra Escuela de Diseño. Hablando con el, me comentó que hizo una pasantía en Italia y se especializó en diseño industrial y en biónica, bajo la enseñanza de nuestro gran Carmelo Di Bartolo. Ese verano del año 2001 fue la primera vez que escuchaba algo acerca de ese gran diseñador y profesor italiano.

Franco estaba visitando nuestro director de la escuela del momento, Albert Leclerc, diseñador quebequense pero más que todo italiano, por todos los años que trabajó en Milán (en Olivetti, una compañía que pudo ser de gran innovación como Apple en computación, mi pasión). Ese otoño como profesor por contrato (chargé de cours) di por primera vez mi taller de diseño del tercer año del programa de diseño industrial relacionado, también inicialmente, a la biónica en colaboración por supuesto con Franco que trabajaba en esa época para Motorola (USA). Actualmente, esa es mi cátedra de diseño que trata de métodos avanzados de diseño (razonamiento analógico, co-diseño y realidad virtual) y que fue el escenario donde, un año más tarde, tuve el honor y la suerte de conocer a quien es ahora mi gran amigo y mentor, Carmelo.

[PRIMER ENCUENTRO: DISEÑO DE INTERACCIÓN Y BIÓNICA]

Habiendo ya terminado mi doctorado sobre el impacto de la realidad virtual (RV) en el proceso de diseño (Dorta 2001), mi interés sobre el diseño de interfaces hombre-maquina y la interacción, sobre todo a nivel cognitivo, fue central en las dos primeras ediciones del taller con Franco y la compañía Motorola. ¿Pero como hacer biónica en este contexto? En realidad, mi enfoque fue de inspirarse de la naturaleza, no a nivel formal ni estructural en este tipo de proyectos, sino a través del principio expuesto por la naturaleza (comportamiento, estrategias, etc.). Recuerdo esa primera edición en el 2001 (Bio-Communication for Latin America) que incluso nos dejó atrapado en Montreal a Franco cuando vino alrededor del 11 de septiembre para hacer el kick-off del proyecto, las torres eran atacadas y el espacio aéreo en norte américa cerrado. Colaborando con las oficinas de Motorola en Montreal, los estudiantes fueron invitados a presentar allí sus innovaciones (Figura 1), ya que para mi, la biónica se convertía en una excelente estrategia, como un súper trampolín, disparador de ideas (Cano & Llavaneras 1999), como metodología en la etapa de ideación o diseño conceptual al principio del proceso.

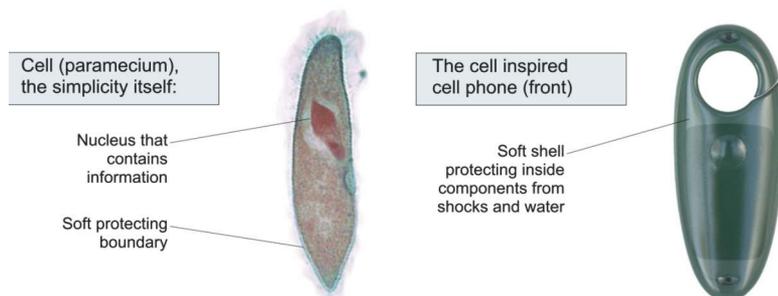


Figura 1: Hubert Pelletier© (ahora un arquitecto famoso en Montreal), con su proyecto inspirado de la simplicidad de los organismos unicelulares.



En la segunda edición, con Motorola en 2002, Albert invitó a Carmelo siendo también profesor asociado de la escuela, a dar una charla sobre la biónica y participar por una semana con mis estudiantes en el taller. Me recuerdo su cara cuando vio el ¡tipo de biónica que hacíamos! tratando el proyecto: *Enhance Bio-communication paradigms: Pervasive computing and connectivity in daily lifeactivities.*

Luego de buscarlo al aeropuerto y encontrar una persona tan agradable y fluida en español (muy bien para mi), lo llevé a un edificio donde la escuela alquilaba apartamentos para invitados así cerca de a la Facultad. Un lunes en la mañana de un mes de octubre en 2002, lo paso buscando al apartamento y lo llevo al taller (lunes y miércoles, todo el día). Fue allí donde aprendí los aspectos más importantes de la biónica. "Amigo Tomás", me decía, "no se trata de mimetismo, "no se trata de tener la pretensión de copiar la naturaleza. Se trata de inspirarse de ella, de entenderla tan bien que nos permita innovar transponiendo nuevas ideas en el mundo artificial". Ese día me explicó la diferencia fundamental del termino biónica y bio-mimetismo, y del respeto que había que tenerle a la complejidad y la eficiencia que encontramos en la naturaleza ("superficie mínima, volumen máximo", una de las frases típicas de Carmelo en sus charlas con los estudiantes). Fue un primer contacto que marcó, en gran parte mi persona, así como mi carrera académica (enseñanza e investigación), que como diseñador. Siendo arquitecto profesional también, mi referencia de biónica común con el era por supuesto los trabajos del alemán Frei Otto. Recuerdo como estudiante de arquitectura, robarle las medias pantis a mi madre para hacer maquetas de techos en tensión inspirados del estadio olímpico de Múnich. Pero para este proyecto, esa visión de biónica "estructural" tenía que reinventarse, para intervenir en elementos más fundamentales a la innovación en diseño de interacción, más allá de la forma del dispositivo. Una vez en el taller, Carmelo percibió nuestras inspiraciones biónicas para tratar ese proyecto, como muy interesantes. Los principios funcionales existentes en la naturaleza fueron interpretados para disparar ideas, como en el proyecto de Alexandra Deschamps-Sonsino (ahora especialista reconocida mundialmente en interacción - designswarm.com) (Deschamps-Sosino, 2018). En su proyecto SDK 92, Alexandra se inspiró del trabajo de los glóbulos rojos en el organismo para permitir la comunicación discreta entre el maestro y los padres en el contexto de la escuela primaria (Figura 2).

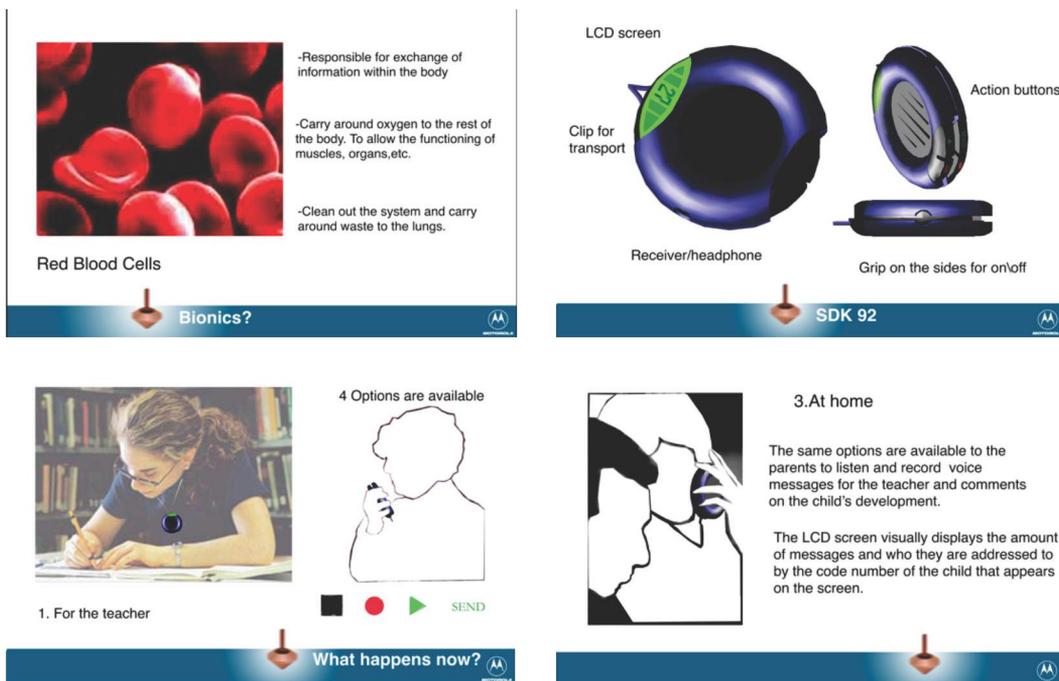


Figura 2. Proyecto SDK 92, A. Deschamps-Sonsino©, taller de diseño del tercer año, 2002.

[LA BIÓNICA TRADICIONAL]

Montreal: Por dos años consecutivos (2003 -2004), Carmelo participó con nosotros una semana cada otoño, en talleres donde la biónica se utilizaba de una manera más evidente, tratando proyectos realizados con la compañía GazMétro (ahora Energir) de Montreal. Un proyecto sobre la calefacción de invernaderos domésticos a gas (Figura 3) y otro revisitando la noción de la chimenea de gas en el hogar. Estos proyectos hacían el uso de la biónica como estrategia de ideación mucho más clara, a nivel de materiales y principios fisiológicos entre otros, pero la innovación del contexto de tecnologías de comunicación permanecía siempre como ejemplar, ya que la inspiración provenía de una fuente de inspiración mucho más lejana.



Figura 3: Marc-André Landreville©, proyecto inspirado de la hipotermia y la diferenciación de la temperatura en el cuerpo.

[DE REGRESO A UNA INNOVACIÓN DE RUPTURA CON LA BIÓNICA]

De nuevo con Motorola (2005), esta vez en colaboración con la diseñadora Moni Wolf (actualmente diseñadora principal en Microsoft), los estudiantes debían abordar el problema “complejo” de: “diseñar dispositivos de comunicación específicos al género”. Me recuerdo inclusive proyectos inspirados de la psicología analítica (Stevens 2003) y de las diferencias en el desarrollo entre los géneros, y la manera de tratar la información, la empatía, los arquetipos, etc. La investigación contextual de los estudiantes exponía, entre otras cosas, el comportamiento, los gestos y las diferencias de cómo cada género convivía con la tecnología: por ejemplo, el sexo femenino veía los dispositivos de comunicación de una manera más pragmática, como herramientas (una llave que debe abrir la puerta cuando se usa), mientras el masculino veía el móvil más como un “juguete”, el cual está lleno de opciones. Entre otros elementos, la naturaleza como fuente de inspiración era representada en parte por la cognición humana en sí misma a través del mensaje y los gestos (Figura 4).



Figura 4: Ignacio Calvo© (especialista en interacción (Calvo et al. 2014) actualmente Diseñador UX), con su dispositivo de comunicación específico al género (Cellfan), 2005.

Luego de que Franco Lodato hubiese comenzado en la compañía Herman Miller Inc. (2006) en los EEUU y durante la presentación final de los proyectos de los estudiantes, entre otras personas la responsable de innovación de esta sociedad fue invitada, Fabienne Münch. Fabienne, además de colaborar en este taller de biónica a través de Herman Miller, junto a Cameron Campbell y Carmelo en dos oportunidades (2006-2007) sobre espacios de trabajo inteligentes, también fue años más tarde la directora de nuestra Escuela de Diseño (2013-2017). Carmelo siguió la colaboración con nosotros en otra serie de talleres diseño en relación de nuevo al diseño de interacción (2008-2009), esta vez con la compañía sueca Ericsson. Esta compañía tiene en Montreal el sitio de R&D mas grande fuera de Suecia. Junto con el ingeniero Jean-Marc Dagenais, con mi estudiante de doctorado, especialista en UX Annemarie Lesage (Lesage 2015) como profesor por contrato, se realizaron proyectos tratando temas sobre el Intercomunicador dentro de la empresa y el App Store (dentro de una institución determinada).

De nuevo entramos en un terreno aparentemente lejano a la biónica pero que, al contrario, fue portador de gran innovación. De hecho, desde este momento, el ejercicio de hacer analogías con la naturaleza y su contribución dentro del proceso de ideación fue tan desarrollado que cada estudiante debía proponer 10 conceptos con su respectivos referentes sobre principios de la naturaleza (Figura 5). Estos talleres de biónica con Carmelo y la temática de diseño de interacción, permitió a muchos de nuestros estudiantes tocar el tema de la interacción y la experiencia por primera vez en el programa de diseño industrial y permitirles hacer carrera de una manera importante a varios: Synthia Savard Saucier, directora UX de la compañía Shopify, o Samuel Vermette, co-fundador & CEO de la compañía Transit.

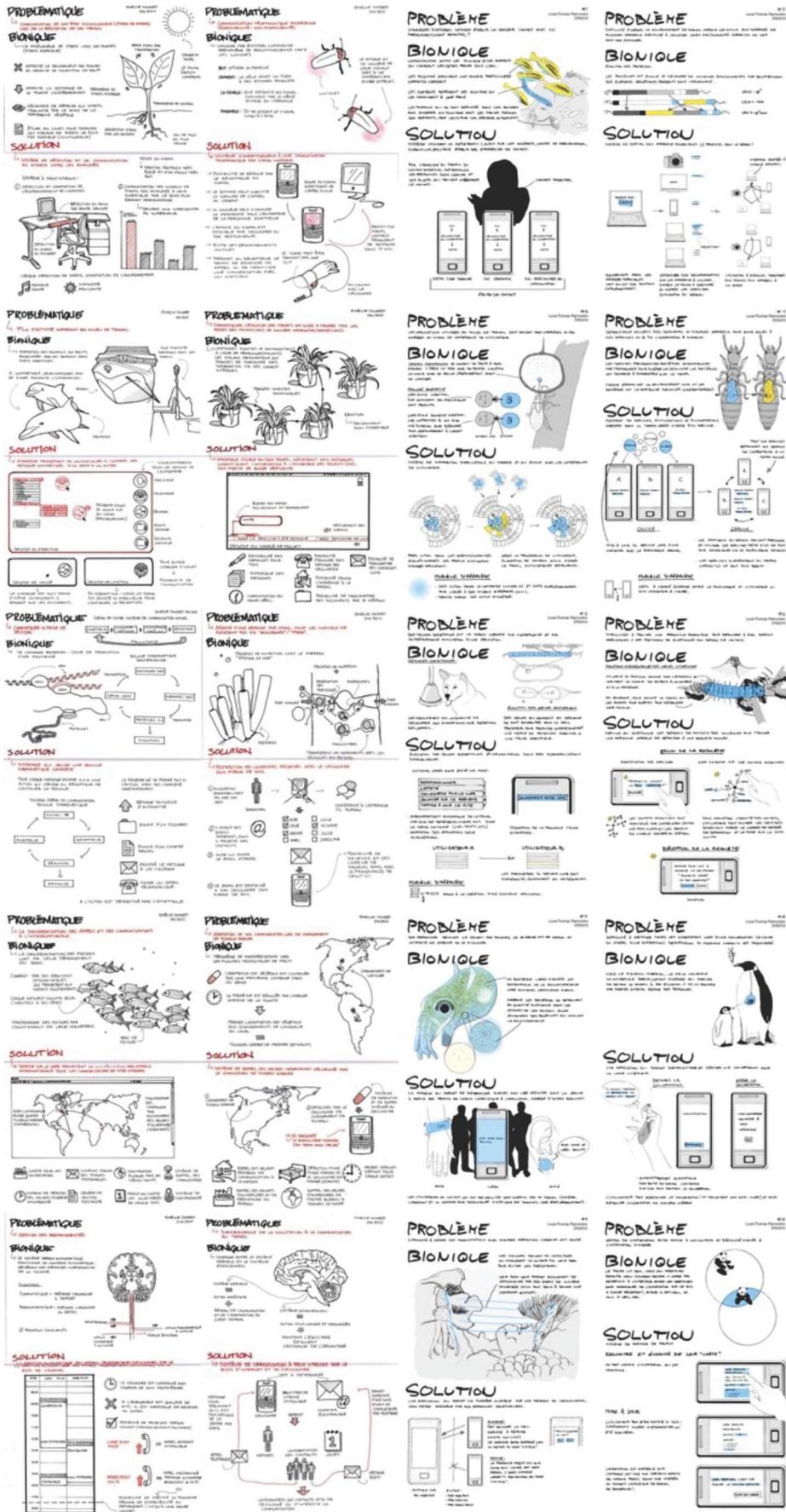


Figura 5. Diez conceptos con sus inspiraciones biónicas de Émélie Simard© en 2008 (ahora jefe de producción de la compañía Pixi Studio en Montreal) y de Louis-Thomas Plamondon© en 2009 (ahora Diseñador CX de National Bank of Canada). De estos diez conceptos se escogían los tres mejores para presentar al cliente Ericsson y de 3 se desarrollaba uno como proyecto final.



[BIÓNICA, DISEÑO Y COMPLEJIDAD]

Aprovechando su visita anual cada otoño, Carmelo participó igualmente en seminarios de nuestra maestría de investigación en Diseño y complejidad. Le interesó muchísimo esta aventura académica y de investigación fundada por Alain Findeli (2001) que propone la visión de la complejidad en el centro de todo proyecto de diseño debido a que los problemas de diseño son complejos en esencia, por ser en sí mal definidos (ill defined) o tratar problemas complejos (wicked problems) (Rittel & Webber 1973), ya que incluyen al ser humano. Organizamos entonces en el invierno 2007 una serie de conferencias internacionales sobre el Diseño y complejidad: una primera edición en Italia en La Triennale de Milán en marzo (Figura 6), una segunda edición España en Madrid, junto con el diseñador gráfico Manuel Estrada, presidente de DIMAD (Asociación Diseñadores de Madrid) (Figura 7), y un último evento en Canadá en noviembre 2007 en la Universidad de Montreal con la participación de Alain (Figura 8).



Figura 6. Carmelo acompañado a su izquierda de Carlos Hinrichsen (presidente del Icsid 2007-2009, ahora WDO), Manuel Estrada y Miguel Ángel Mila (España), y mi persona a su derecha.



Figura 7. Información del evento realizado en Madrid bajo la organización de Manuel Estrada.



Figura 8. Carmelo dando su ponencia en Montreal (izquierda), haciendo referencia al primer evento en Milán, asistido por mi persona en la traducción del español al francés. Alain Findeli en su ponencia sobre el diseño y la complejidad (derecha).

[UNA COLABORACIÓN CONTINUA: EL TALLER DE CO-DISEÑO AUMENTADO]

Las visitas de Carmelo para colaborar con los estudiantes, una semana cada semestre de otoño, era bastante limitada, sobre todo para poder bien transmitir toda su conocimiento y su saber-hacer en un taller de diseño de un trimestre (15 semanas). Teniendo la intención de ayudar la enseñanza del diseño en el taller, desde el 2006 estuve trabajando en un sistema de RV que permitiera dibujar a



escala real y en tiempo real sin lentes. En el 2007 propuse el sistema Hybrid Ideation Space (HIS) (Dorta 2007), que permitía el esquizo y el maqueteo inmersivo y en tiempo real, y en el 2010 el sistema permitía también el trabajo a distancia, sentando las bases del primer taller de diseño aumentado (Dorta et al. 2011). En julio de 2011, uno de nuestros sistemas fue desplazado desde (Basel) Suiza a Milán para ser instalado en la oficina de diseño de Carmelo: Design Innovation. El HIS, más dos estudiantes y yo, fuimos fácil y seguramente conducidos por Carmelo (¡4 personas y el sistema!) desde la estación de trenes Milano Centrale a su oficina en su poderoso Fiat Cinquecento (Figura 9).



Figura 9. Carmelo orgulloso de su Cinquecento junto con Edgar Pérez, estudiante de doctorado.

Carmelo siempre mantuvo un lazo muy importante con mis estudiantes y miembros del Hybridlab siempre transmitiendo consejos y tratándolos de una excelente manera (a la vez profesional y cariñosa). El sistema fue instalado y operativo en dos días (Figuras 10 y 11).

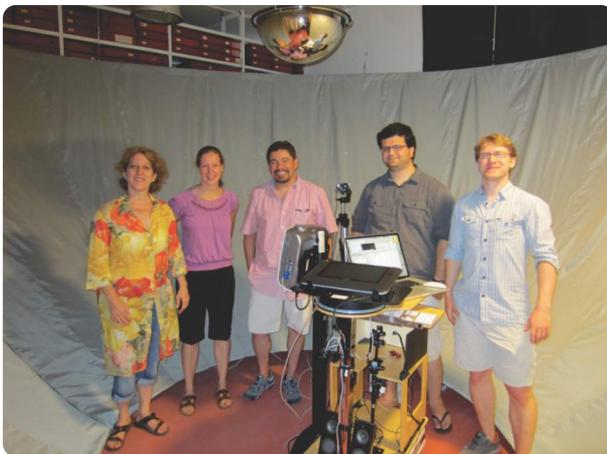


Figura 10. El equipo del Hybridlab World-Tour 2011: (de izquierda a derecha dentro del HIS) Annemarie Lesage, estudiante de doctorado; Stefanie Schaaf, anterior pasante en el Hybridlab del Burg Giebischenstein en Halle, Alemania; Edgar Pérez, estudiante de doctorado; Ignacio Calvo, estudiante de maestría y Michael Hoffmann (Alemania), programador del HIS y de su predecesor el Hyve-3D (hyve3d.com).

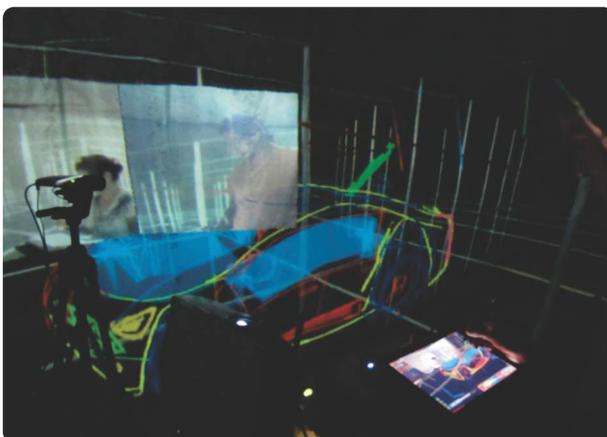


Figura 11. HIS operacional en Design Innovation con dibujos inmersivos de un vehículo, estando conectado a dos sistemas en el Hybridlab (Montreal) operados por Isabelle Deslauriers y Alberto Restrepo, pasantes.

El otoño desde ese mismo año, realizamos otro taller de biónica, esta vez con una visión aumentada ya que teníamos la percepción del proyecto a escala real y podíamos también interactuar con otros



diseñadores de Design Innovation e inclusive un nuevo cliente europeo: Indesit. De esta manera y durante varias sesiones de ideación conectados (en las mañanas) con Milán, los estudiantes trabajaban con Carmelo y con el diseñador Duccio Mauri (actualmente director de la oficina), y se efectuaban presentaciones y correcciones de los proyectos de los estudiantes (Figuras 12 y 13). Por supuesto, el sistema permitía discutir sobre el razonamiento biónico a través de imágenes y bocetos (Figura 14). Además, estando en la semana en Montreal para la conferencia y contacto con los estudiantes, Carmelo realizaba las correcciones de los proyectos asistido también de Duccio, que en ese momento pilotaba el proyecto con el cliente (Figura 15).



Figura 12. Carmelo y Duccio en Design Innovation (Milán) en el HIS "tele-portados" en tiempo real durante la corrección de un proyecto (dibujado de manera inmersiva) por una estudiante en Montreal.



Figura 13. Estudiante en el HIS (Montreal) presentando el proyecto a Carmelo y a Duccio (en Milán). El sistema se presenta con la puerta abierta, compartiendo la sesión de crítica al resto de los estudiantes del taller.



Figura 14. La estudiante Sophie Poulin Martin (actualmente diseñadora de interacción para Intelrad Medical Systems) explicándole a Carmelo (mostrado en la ventana de la camera IP a Milán).



Figura 15. Carmelo en Montreal junto al grupo de estudiantes colaborando con Duccio desde Milán (recuadro de camera IP en la foto de la derecha) a través del HIS (estudiante Sonia Ayite).



[LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO A TRAVÉS DEL CO-DISEÑO]

El taller de diseño ha sido con el tiempo invadido por la tecnología digital para poder aparentemente facilitar las tareas dentro del proceso de aprendizaje del diseño. Sin embargo, introducir dispositivos personales móviles trae como consecuencia que todo el ecosistema de representación necesario para hacer y aprender a hacer diseño se esconda entonces dentro de la máquina (laptop). Los talleres de diseño como en nuestra escuela vienen de la tradición de la Bauhaus de Gropius, es decir que el contacto de los sentidos con la representación y los materiales es necesario para poder exteriorizar



las ideas, ¿pero de una manera individual con un ordenador personal?

Introducir el HIS en el taller de diseño y aumentarlo con la inmersión a escala real, agilizó también el proceso. Ya que las ideas estando representadas de esa manera y fáciles de interactuar con bocetos, permitieron a otros colaboradores del taller de participar de una manera apropiada, abriendo el terreno para colaborar de una manera multidisciplinaria. Este trabajo colaborativo, siendo efectuado de manera simultánea, introduce el co-diseño entre el alumno, el profesor y los colaboradores. De esta manera la representación soporta una transferencia activa de todo el saber hacer, saber tácito, reflexión en acción (Schön 1983), y saber contextual del colaborador, estando presente (en inmersión) delante del problema, e ir más allá del profesor experto que efectúa una crítica o aporta solo una opinión al proyecto. Así se tiene un profesor o un colaborador que diseña delante del alumno y el alumno aprende diseñando con el (Dorta, Lesage & Di Bartolo 2012).

De esta manera la jerarquía se aplana y la relación experto-novicio se convierte en, maestro-aprendiz (Figura 16). Aquí el alumno deja de aprender el diseño por ensayo y error, asimilando la ideación solo, sin estar expuesto a la manera de como se piensa el proyecto (por los profesores o colaboradores de experiencia), sino expuesto, como un aprendiz cirujano a su “patrón” en la sala de operaciones, viendo la toma de decisiones. Aquí el dispositivo representacional de co-diseño soporta una banda más ancha de comunicación entre los profesores – colaboradores y el estudiante. De esta manera el saber es movilizado por todas las partes integrantes del proceso, inclusive otros estudiantes del taller. Las herramientas representacionales no se convierten en especializadas sino en genéricas, como es el caso de algunos programas informáticos que son dominados solo por el profesor o por el estudiante.

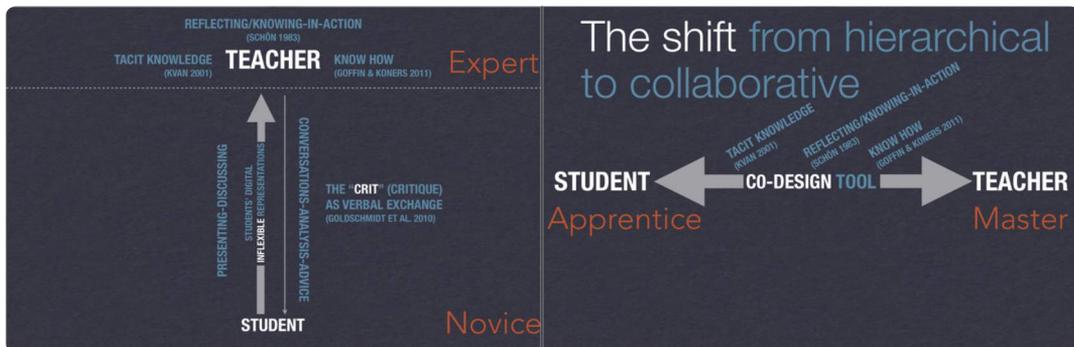


Figura 16. Cambio de la postura vertical de experto-novicio a horizontal de maestro-aprendiz (de la Bauhaus de Gropius) (Dorta, Lesage & Di Bartolo 2012).

Esto es aún más importante tomando en cuenta como se efectúa el razonamiento analógico de la biónica. De como se identifica y se sintetiza un problema en el mundo artificial. Como dice Carmelo: buscando palabras claves en el espacio problema, que nos permitirían encontrar fenómenos en la naturaleza que resuelvan algo similar, y de allí como al final se regresa al mundo artificial o espacio solución (Dorst & Cross 2001) con una analogía portadora de innovación. Este vaivén debe ser dominado en un contexto de biónica para hacer buenas analogías y tener una manera eficaz de hacer ideación utilizando esta metodología. Esta investigación sobre la enseñanza del taller de diseño se realizó con la edición del taller en 2011, y de allí escribimos un primer artículo juntos: Collaboration and design education through the interconnected HIS: Immature vs. Mature CI Loops observed through Ethnography by Telepresence presentado en una conferencia sobre la investigación y la enseñanza con herramientas CAD, en Praga. (Dorta, Lesage & Di Bartolo 2012).

En la edición 2012, se implementó el taller aumentado de co-diseño y biónica con toda su capacidad interconectando también un tercer sistema HIS instalado en Metz, en la Universidad de Lorraine (Francia) con la colaboración del profesor ergónomo Christian Bastien, y un grupo de estudiantes de la Escuela de arquitectura de Nancy (a 45min. de Metz) bajo la supervisión del profesor arquitecto Damien Hanser. Esta vez el proyecto se realizó en colaboración con la compañía Chrysler Group LLC, (Auburn Hills, EEUU) y trataba del tema: Lightweight structures offsetting impacts in automobiles context. Así, el diseñador Robert Moser y el ingeniero David Caranci vinieron dos veces durante el taller para participar con los estudiantes. Carmelo y Duccio desde Milán participaban también y los estudiantes y Christian desde Metz se conectaban con sus HIS respectivos. Para la entrega final, Carmelo también invitó a Enrico Pisino, director de innovación para la época de Chrysler Group. Para ello un horario matutino (para poder colaborar con Europa) y detallado nos permitió realizar sesiones de co-ideación y de presentación del proyecto en equipo, de dos estudiantes co-diseñando a la vez (Figura 17).



DIN3010 - Fall2012

Milan - Nancy 14h30 - 17h30		#Week. M/W	Montreal activities 8h30 - 11h30
		1. 1-3 oct	Launch, making research teams, start research
		2. 8-10 oct	Researching in teams
		3. 15-17 oct	Carmelo's first visit: Intro to Bionics
		4. 22-24 oct	Wrapping up research & project brief (24): greetings to Haifa students in HIS
(22) first day of school (24): greetings to Montreal students + HIS training			
(29) assists to presentation in HIS (optional) (31) Start of 10 concepts		5. 29- 31 oct	(29) Presentation of research (31) Start of 10 concepts
Nancy MTL	HIS Metz - 1st remote co-design sessions	6. 5-7 nov	HIS AMÉ- 1st remote co-design sessions
HIS Metz - 2nd remote co-design sessions		7. 12-14 nov	HIS AMÉ- 2nd remote co-design sessions
Nancy MTL Milan	HIS Metz - Remote co-design w Duccio	8. 19-21 nov	HIS AMÉ- Remote co-design w Duccio
Nancy MTL	(26) Prep. (28) Presenting 10 concepts	9. 26-28 nov	(26) Prep. (28) Presenting 10 concepts
Nancy MTL Milan	(3) Prep. (5) Presenting 3 concepts to Carmelo & client	10. 3-5 déc	(3) Prep. (5) Presenting 3 concepts to Carmelo & client
Nancy MTL	HIS Metz - Co-design on final	11. 10-12 déc	HIS AMÉ- Co-design on final
Nancy MTL Milan	HIS Metz - Co-design on final w Duccio	12. 17-19 déc	HIS AMÉ- Co-design on final w Duccio
		-XMAS Break-	
Nancy MTL	Wrap up of final	13. 7-9 jan	Wrap up of final
Nancy MTL Milan	Final presentation	14. 14 Jan	Final presentation to Carmelo & client

Figura 17. Plan del taller al otoño 2012 organizando las sesiones de trabajo con los equipos.

Durante este taller se ejecutaron todos los objetivos del taller aumentado: trabajo en co-diseño, sesiones de trabajo locales y a distancia, equipos multidisciplinares (ergonomía, ingeniería, arquitectura, diseño, etc.) y el todo durante varias etapas del taller: co-ideación (Figura 18-19), presentaciones intermedias (Figura 20), desarrollo y presentaciones (Figura 21), inclusive con videos inmersivos (Figura 22).



Figura 18. 10 conceptos de biónica por estudiante (una hoja vertical por concepto) en verde 3 conceptos seleccionados.

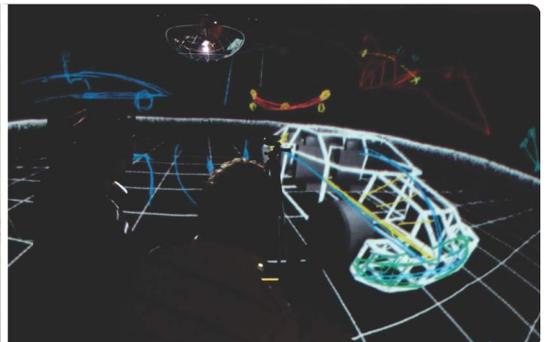


Figura 19. Co-diseño inmersivo con modelos digitales y bocetos inmersivos

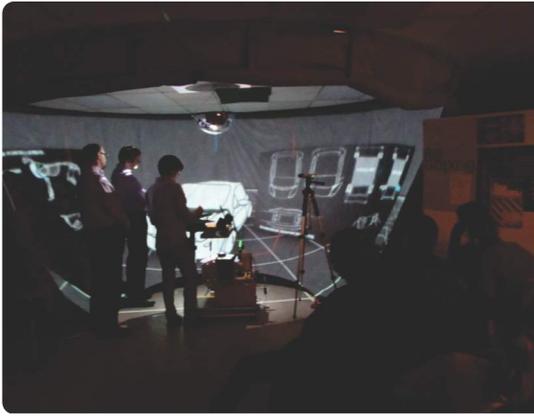


Figura 20. Presentaciones intermediarias inmersivas, colectivas y con invitados expertos.



Figura 21a. Presentaciones inmersivas junto con Carmelo y el equipo de expertos.



Figura 21b. Presentaciones inmersivas junto con Carmelo y el equipo de expertos.



Figura 22. Presentación del video inmersivo en el HIS del estudiante Aleix Tejada (en intercambio del Elisava, Barcelona).

[EL SALTO CONCEPTUAL ANALÓGICO]

Junto con la becaria postdoctoral del Hybridlab, Anne Marie Herbert, se hicieron observaciones sobre el proceso de razonamiento analógico subyacente al enfoque específico de la biónica (Herbert, Dorta & Di Bartolo 2014). El razonamiento analógico es una metodología de ideación que permite disparar ideas a partir una fuente analógica distinta al del espacio problema (Bonnardel 2000). Allí existe una llamado sweet spot que se encuentra donde las fuentes son lejanas (far) dentro del dominio del problema (intra) y cercanas (near) en otro dominio (inter) (Figura 23).

En biónica, la fuente ya es de otro dominio (inter) (la naturaleza) que la del problema. Dentro del análisis que se realizó, la innovación de ruptura o salto conceptual analógico se logra a través de un trabajo en profundidad del principio de la naturaleza utilizado como fuente de inspiración. Más se comprende este principio en profundidad, aparentemente más largo es el salto, y la solución se presenta como innovadora (Figura 24).

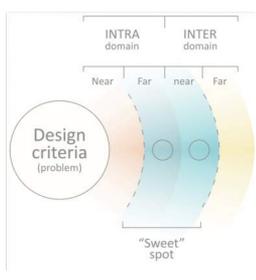


Figura 23. El sweet spot en razonamiento analógico respecto a la fuente de inspiración analógica (Herbert, Dorta & Di Bartolo 2014).

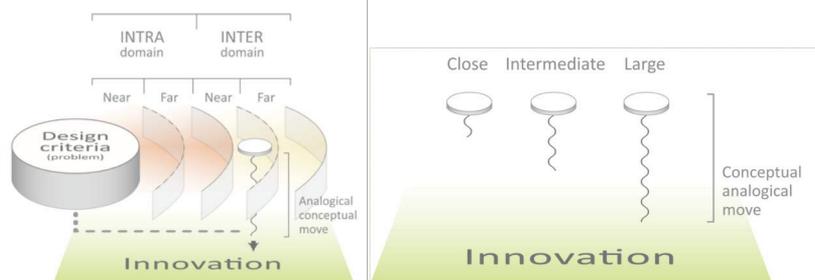


Figura 24. El salto conceptual analógico (Herbert, Dorta & Di Bartolo 2014).



[Y LA CONTRIBUCIÓN CONTINÚA]

No solo durante su participación en los talleres de diseño, Carmelo transmitió su saber a muchísimos estudiantes y colaboradores (Figura 25). También durante sus muchísimas conferencias Carmelo influenció a muchas generaciones de diseñadores y arquitectos de nuestra Facultad (Figura 26). De echo, el continúa haciéndolo está vez en la escuela primaria donde el llamado Design Thinking es transmitido como otra competencia a los niños, como saber matemática o ciencia. Aquí les dejo con unas fotos (Figura 27) de Carmelo en su escuela en Milán donde continúa enseñando el diseño a los niños, que como pasó conmigo, espero los influya tanto para innovar y poder diseñar, y poder tener así un mundo mejor. ¡Gracias Carmelo!



Figura 25. Taller de diseño en colaboración con la Escuela Politécnica de Montreal, Domus Academy (Milán) y Chrysler Group (2014).

Carmelo Di Bartolo
 Professeur associé à l'École de design industriel de l'Université de Montréal
 et directeur de Design Innovation, Milan

**Design change:
 Advanced
 Process Evolution**

Mercredi 11 novembre, 2009
 17h00

Amphithéâtre Hydro-Québec, local F20
 Faculté de l'aménagement
 Université de Montréal
 2940, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
 Montréal (Québec)

hybridlab Université de Montréal

**THE FUTURE OF DESIGN:
 Design Experiences in a Primary School**

Carmelo Di Bartolo
 Professeur associé à l'École de design industriel de l'Université de
 Montréal et directeur de Design Innovation, Milan, Italie.

Mercredi 9 avril 2014, 18h00
 Amphithéâtre Hydro-Québec, local 1120
 Faculté de l'aménagement
 Université de Montréal
 2940, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
 Montréal (Québec)

hybridlab Université de Montréal

Carmelo di Bartolo
 Professeur associé à l'École de design industriel de l'Université de Montréal
 et Directeur de Design Innovation, Milan, Las Palmas

**From BASIC
 to ADVANCED:
 Design Process Evolution**

Mercredi 9 février, 2011
 17h00

Amphithéâtre Hydro-Québec, Local 1120
 Faculté de l'aménagement
 Université de Montréal
 2940, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
 Montréal (Québec)

hybridlab Université de Montréal

The design process is realized in the management and control of many variables that are at the root of the complexity of the world production. The Advanced Design methodology will be explored through concrete examples derived from the project experiences of Design Innovation with Fiat and Indesit. Advanced Design Methodology is the tool that allows to consider not only the aesthetic and formal aspects, but also the economical, perceptive, and evolutionary parameters that contributing to the definition of development strategies' of products, services and the reference systems to whom they belong. It is a privileged point of view that gives a 360° vision on all the possible variables that affect the market evolution.



Conférence Carmelo Di Bartolo

Professeur, École de design industriel, Université de Montréal
 Chercheur

Il réside et travaille à Milan et Las Palmas (Grande Canari / Espagne), tout en étant professeur associé à l'École de design industriel, Faculté de l'aménagement, de l'Université de Montréal. Il a créé le design industriel à l'Institut européen de design à Milan (IED) où il en sera le directeur (1982-1986). Il a également été professeur à l'Institut européen de design à Madrid, à la Polytechnique de Milan, au IED Centre de design de Bilbao. À titre de professeur, il a travaillé en étroite collaboration avec des architectes tels Costo Sagguto, Adalberto Fuli, Ego, Giulio Caspi et Terence Pivano. Il a été professeur invité par différentes universités et centres de recherche dans au moins de cinquante pays dans plusieurs continents (Europe, États-Unis, Canada, Amérique Latine, Australie et Asie).

Il a fait de la recherche et a mis en oeuvre de nouveaux projets pour les compagnies suivantes: Fiat Auto, Ditta Prati de Nemours, Galileo, Pirelli, Taita Curamos et SMI. Il a mis de l'avant des technologies biomimétiques basées sur la recherche appliquée et visant des produits au design novateur. (Espagne, l'Autriche, la Colombie, le Brésil, le Chili et l'Argentine, voici quelques pays où il a dirigé des plans stratégiques de design intégré au développement économique des entreprises et des gouvernements. Il est le cofondateur de Design Innovation Milan, Italie (1998) et de Las Palmas (Grande Canari) qu'il dirige depuis 2001. Design innovation est un laboratoire où l'on mène plusieurs recherches sur des produits novateurs, des matériaux et des procédés nouveaux.

Monsieur Di Bartolo est l'auteur des livres "Structures naturelles e modelli biometrici" (1982) et "Bigenese di Design" chez Treccani de Nuova, ainsi que de plusieurs articles pour des revues spécialisées et de vulgarisation. En ce moment, il est consultant, entre autres, pour Pargan, Las Palmas (recherche de points), Groupe YEM, SIDAC (metal), le DGOO (Université catholique de Chilo), le Centre expérimental électro-biologique (Italie) et le BIPONDI (plan national de design (Argentine)).

Vitesse multiple, néo-bionique et design stratégique

Conférence le 20 avril 2005 à 18 heures

Pavillon de la Faculté de l'aménagement, Université de Montréal.

Amphithéâtre Hydro-Québec, local 1120

2840, chemin de la Côte Sainte-Catherine, Montréal

(métro Université-de-Montréal)

Entrée libre



Figura 26. Varios de los afiches (varios años) de las conferencias realizadas por Carmelo en la Facultad de l'aménagement de Universidad de Montreal.



Figura 27. Carmelo contento y orgulloso, en su escuela primaria de diseño, su sueño.



[REFERENCIAS]

- Bersen J. (Ed.) *Bionics in Actions: The Design Work of Franco Lodato*, StoryWorks Aps, Denmark 2004.
- Bonnardel N. Towards understanding and supporting creativity in design: Analogies in a constrained cognitive environment. *Knowledge-Based Systems*, 2000, 13, 505–513.
- Calvo I, Dorta T, Robert J-M. An empirical study on the user's context in mobile videoconferencing devices. *Journal d'Interaction Personne-Système, JIPS*, 2014, 3(2), 1–24.
- Cano E, Llavaneras G. Un disparador de ideas, In 1ra. Conferencia sobre aplicación de computadoras en Arquitectura, Llavaneras, G.; Negrón, E. (Eds.). Caracas, Diciembre 1999, pp. 139-142.
- Deschamos-Sosino A. (Ed.) *Smarter Homes: How Technology Will Change Your Home Life*. Apress 2018.
- Dorst K, Cross N. Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design Studies*, 2001, 22(5), 425–437.
- Dorta T. L'influence de la réalité virtuelle non-immersive comme outil de visualisation sur le processus de design. Tesis de doctorado. Université de Montréal, 2001.
- Dorta T. Implementing and Assessing the Hybrid Ideation Space: a Cognitive Artifact for Conceptual Design. *International Journal of Design Sciences and Technology*, 2007, 14(2), 119–133.
- Dorta T, Kalay Y, Lesage A, Pérez E. First steps of the Augmented Design Studio: The interconnected Hybrid Ideation Space and the CI Loop. In: C M Herr, N Gu, S Roudavsky, M A Schnabel, (Eds.) *Proceedings of Circuit Bending, Breaking and Mending: 16th CAADRIA 2011*, Newcastle, Australie, CAADRIA, 2011, pp. 271-280.
- Dorta T, Lesage A, Di Bartolo C. Collaboration and design education through the interconnected HIS: Immature vs. Mature CI Loops observed through Ethnography by Telepresence. In: Achten H, Pavlicek J, Hulin J, Matejdan D (Eds.). *Proceedings of Physical Digitality, Volume 2, eCAADe*, 2012, Praga, 2012, pp. 97-105.
- Findeli A. Rethinking Design Education for the 21st Century: Theoretical, Methodological, and Ethical Discussion, *Design Issues*, 1995, 11(1), 43–65.
- Hebert A, Dorta T, Di Bartolo C. *The Conceptual Analogical Move: analogical reasoning process and innovation in the context of bionics*. Montréal, Canada, 2014 (reporte de investigación, 23 páginas)
- Lesage, A. *The autotelic experience: A design approach to user experience (UX)*, Tesis de doctorado, Université de Montréal, 2015.
- Rittel H, Webber M. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 1973, 4(2), 155–169.
- Schön D. (Ed.) *The reflective practitioner: How professionals think in action* (Vol. 5126). Basic books 1983.
- Stevens A. (Ed.) *Archetype Revisited: An Updated Natural History of the Self*, Inner City Books, Toronto, 2003.

Massimo Lumini

Nato nel 1957. Mi sono formato a Milano frequentando alla fine degli anni '70 la Facoltà di Architettura. Dal 1980 vivo e lavoro in Sardegna, migrando stagionalmente tra il piccolo paese rurale di San Sperate, il Paese Museo dell'artista Pinuccio Sciola, e l'isola di San Pietro, meglio conosciuta come Carloforte. Dal 1987 alla fine del 1991 ho collaborato con il Prof. Carmelo di Bartolo in IED - Istituto Europeo di Design - nella sede di Cagliari in qualità di docente di Metodologia del progetto nel dipartimento di Design per l'Artigianato e come responsabile di progetti didattici speciali e azioni di Ricerca e Sviluppo nell'ambito del Product Design Innovativo e del Design sostenibile che avevano come partner Istituzioni ed Enti e pubblici e privati del territorio sardo.



“Design Come” l’esperienza IED del dipartimento di Design per l’Artigianato a Cagliari

Massimo Lumini | m.lumini57@gmail.com



“Hanno detto: “Tutti vogliono tornare alla Natura, ma nessuno vuole andarci a piedi...”

A.J. Wollendky

[BIO]

Mi sono formato a Milano frequentando alla fine degli anni '70 la Facoltà di Architettura. Dal 1980 vivo e lavoro in Sardegna migrando stagionalmente tra il piccolo paese rurale di San Sperate, il *Paese Museo* dell'artista Pinuccio Sciola creatore delle “*Pietre Sonore*” e l'isola di San Pietro, meglio conosciuta come Carloforte. Dal 1987 alla fine del 1991 ho collaborato con il Prof. Carmelo Di Bartolo in IED - *Istituto Europeo di Design* nella sede di Cagliari, in qualità di docente di *Metodologia del progetto* nel dipartimento di *Design per l'Artigianato* e come responsabile di progetti didattici speciali e azioni di Ricerca e Sviluppo nell'ambito del *Product Design Innovativo* e del *Design sostenibile* che avevano come partner Istituzioni ed Enti e pubblici e privati del territorio sardo.

Durante questo stimolante periodo della mia professione, ritornando periodicamente a Milano nella sede IED di via Scesa, sono entrato in contatto con originali ed innovative visioni progettuali di docenti e ricercatori del CRSN/CRIED - Centro Ricerche Strutture Naturali, tutte esperienze fondamentali nella costruzione della mia formazione culturale e metodologica *bionics oriented*. Dal 1999 al 2009 ho collaborato in Sardegna con UNICA - Università degli Studi di Cagliari nell'ambito delle attività didattiche e di ricerca della SSIS - *Scuola di Specializzazione per gli Insegnanti della Scuola Superiore*, in qualità di Supervisore di Tirocinio, come docente a contratto di *Morfologia e Teoria della Figurazione*, rivestendo per diversi anni l'incarico di coordinamento didattico del dipartimento di *Arte e Disegno*.

Grazie a questa opportunità di insegnamento universitario, per la prima volta in Sardegna, decine di futuri docenti di discipline artistiche e progettuali sono entrati a contatto con gli innovativi temi e proposte di ricerca che bionica, biomimetica e morfologia naturale introducono nella teoria e prassi della didattica del design e della progettazione in generale. Questa esperienza è raccontata in una pubblicazione del 2009 edita dalla casa editrice universitaria CUEC di Cagliari. (ISBN 978-88-8467-542-2)

Dal 1987 rivesto un incarico a tempo indeterminato come docente MIUR di Disegno e *Storia dell'Arte*. Nel 1996 ho fondato il BIONIKONLab - Laboratorio di Bionica, Biomimetica e *Morfologia Naturale*, che ha sede presso l'Istituzione Scolastica IIS “G.Asproni” ad Iglesias. (www.bionikasproni.org)

Nel 2013 l'interesse per i processi di innovazione tecnologica legata alla fabbricazione digitale mi ha portato a frequentare il prolifico ambiente *maker* sardo e, grazie ad una serie di finanziamenti pubblici, ho fondato il FABNAT14, primo *FabLab didattico* del Sud-Sardegna.

Dal 2016 in collaborazione con ricercatori e professionisti del mondo digitale e della ricerca in ambito IoT, sviluppo un'intensa attività formazione di base riguardante la divulgazione della Biomimetica, del Design Sostenibile e dell'Innovazione Digitale per studenti di ogni età e per professionisti delle Professioni Tecniche (Ingegneri e Architetti). Nel 2016 il mio progetto “*BIOMIMETICA: a lezione dalla Natura*” è stato finanziato dal MIUR- Ministero dell'Università e della Ricerca - collocandosi al 4° posto a livello nazionale su più di 700 scuole candidate.

Attraverso questo progetto ho potuto avviare un'intensa attività di formazione nel territorio sardo, organizzando seminari per docenti, conferenze e workshop progettuali per diffondere, attraverso una rete che ha unito decine di Istituzioni Scolastiche ed Enti di Ricerca e Formazione Professionali



denominata BIOM_NaturLab 1.0, le principali istanze e metodologie della Bionica e della Biomimetica in chiave di design ecosostenibile.

In collaborazione con la *Scuola di Formazione OIC - Ordine Ingegneri di Cagliari*, ho realizzato, per la prima volta a livello nazionale, un format in ambito Biomimetico indirizzato all'aggiornamento professionale certificato post-laurea per le Professioni Tecniche.

(<http://webcorsi.alboweb-ing.net/Public/Scheda.aspx?corso=652&fbclid=IwAR06-EA1xBVg5wkATibn4o86wdhWnxNirlwJdS4ohmiC6UftU2z89zDHRYY>)

Nel 2018 ho partecipato al progetto editoriale di UNICA, "*Following Forms, Following Function. Practices and Disciplines in dialogue.*" edito dalla casa editrice inglese Cambridge Scholars Publishing, pubblicando il saggio: "*About Biomorphic Exuberance and Digital Rococo in Design and Parametric Contemporary Architecture*".

<https://www.cambridgescholars.com/following-forms-following-functions>

Attualmente la mia attività di sviluppo e ricerca è focalizzata su progetti di base nell'ambito della "*Robotica Soffice*" abbinata all'*interactive design* (ambiente Arduino) grazie alle possibilità offerte dalle tecnologie di prototipazione rapida e stampa 3D disponibili nel FABNAT14 del BIONIKONLab e dal 2018 su progetti di disseminazione tecno-scientifica a livello di promozione sociale tramite l'Associazione ACADEMIA TERRA APS-ETS, nella quale rivesto il ruolo di Presidente.
(<https://www.facebook.com/academiaterra17/>)

[BIONIKONLab: Una bottega didattica tra NATURA - ARTE - TECNOLOGIA]

[Parte prima: "Design Come"]

Biologia, Architettura e Design sono gli interessi che fin da ragazzo hanno guidato le mie curiosità. Infatti verso la fine degli anni '70, terminato il Liceo Scientifico, presso la facoltà di Architettura di Milano iniziai a frequentare corsi piuttosto *esoterici* di Bio-Architettura e Morfologia naturale tenuti dai Proff. Gianni Scudo e Maria Bottero.

Questi docenti, in grande anticipo rispetto al diffuso e partecipato dibattito che oggi è in corso a livello globale, introducevano nelle loro lezioni e seminari innovative e poco frequentate tematiche energetiche, ambientali, ecologiche e morfologiche, mixando attraverso prospettive inusuali: architettura, design, economia, biologia e soprattutto divulgando il pionieristico lavoro di architetti come Frei Otto o Buckminster Fuller e le loro stimolanti scoperte sulle analogie strutturali tra processi tecnologici artificiali e design naturale. Attraverso questa formazione universitaria mi sono avvicinato a progetti pionieristici come *Biologie und Bauen* fondato nel 1961 a Stoccarda da F.Otto con il biologo e antropologo Johann-Gerhard Helmcke, movimento che ebbe come obiettivo principale non tanto quello "*di trasferire sistemi o forme della natura nella tecnica o nell'architettura, quanto piuttosto la conoscenza e la descrizione dei fenomeni fisici sia nella natura vivente nonchè nella tecnica umana*", portando all'elaborazione del concetto di *struttura leggera (Leichtbau)*.

Di lì a pochi anni, nei primi anni '80, mentre ancora frequentavo la facoltà, la mia vita milanese prese una direzione inaspettata e, ormai alle soglie della laurea, mi trasferii a vivere nella piccola isola di S.Pietro sita nel Sud-Sardegna e meglio conosciuta come Carloforte. Ed è proprio in Sardegna, una straordinaria terra, che per gli strani fili del destino mi riannodai strettamente e nuovamente a Milano, avendo la fortuna di incontrare Carmelo, il Prof. Di Bartolo, che è stato il mio unico e vero *mentore bionico*.

Infatti Carmelo, che presso la sede IED di Milano stava già da tempo sperimentando le sue originali e pionieristiche ipotesi di didattica e di ricerca e sviluppo nel suo CRSN, nei primi anni '80 "*era sceso*" in Sardegna e nella sede IED di Cagliari aveva fondato, per poi coordinarlo scientificamente, un coraggioso *ibrido didattico*.

Si trattava di un dipartimento sperimentale di *Design per l'Artigianato*, tutto imperniato a far girare l'insegnamento e la prassi dell'*industrial design* di derivazione milanese ed europea, attorno ad ipotesi di sperimentazione in chiave bionica e morfologico-naturale, attualizzandoli in un contesto culturale, ambientale e naturalistico straordinario come quello sardo. In quegli anni ormai lontani, la sfida più ardua per un innovatore che ambiva ad intervenire ed agire in Sardegna utilizzando *design approach* e processi sistemici, era sicuramente rappresentata dalle difficoltà di doversi confrontare con un contesto territoriale profondamente segnato da forti criticità. Molte le contraddizioni, tanti gli equivoci e le incomprensioni, soprattutto culturali e mentali, che caratterizzavano l'allora sistema politico, produttivo e di consumo che gravitava attorno al cosiddetto *artigianato tradizionale* e all'industria manifatturiera locale.



Nella suggestiva ed elegante sede in stile liberty di Villa Satta, immersa nella magia di un prezioso micro-parco urbano, mentre mi occupavo di insegnare tecniche di rilievo dei monumenti nel dipartimento di Architettura, inciampai casualmente in alcune delle affascinanti lezioni del Prof. Di Bartolo.

Inizialmente fui incuriosito dalle inusuali fotografie e disegni naturalistici che erano proiettati da diapositive o lucidi: foglie di palma, ingrandimenti di aggregati cellulari, dettagli di sezioni di tessuti organici. Tutti riferimenti ad ambiti biologici che mi risultavano alieni in quel contesto e che il docente utilizzava per raccontare agli studenti idee e ispirazioni per lo sviluppo di originali concept di *design sistemico* e bionico.

Poi, accucciato in fonda all'aula, ascoltando con attenzione le parole, fui profondamente sedotto da quella sua originale ed accattivante dimensione comunicativa, culturale e metodologica che lo contraddistingue da sempre: gentile, narrativa e affabulante, con un che di sorniona attitudine felina, quasi ipnotica nel suo incedere lento ma efficace e sempre assolutamente e sottilmente, ironica e *bionicamente leggera*.

Avevo intuito che in quelle luminose e raffinate aule, immerse e abitate dal verde del curatissimo giardino padronale della sede IED, si stava procedendo ad un affascinante esperimento *in vitro*, nel vero senso botanico del termine.

Carmelo, che a Milano e nel mondo stava già da anni procedendo a fare *scuola bionica* ed ad innestare sul consolidato e solido tronco della prassi del design tradizionale le sue riflessioni e soluzioni bioispirate, a Cagliari stava tentando un grande scommessa socioculturale.

Le sue incursioni nel non facile ambiente economico sardo avevano l'obiettivo di rivitalizzare la dura, ostica e dormiente radice della cultura e della tradizione produttiva artigianale. Con la sapienza di un abile agricoltore e con mille attenzioni alla suscettibilità ambientale (la sua Sicilia docet...) si attrezzava ad ibridare il ceppo antico della cultura locale inserendo germogli di possibilità, modelli di un pensare nuovo, obliquo, originale.

Ma soprattutto mi sembrava che in Di Bartolo fosse sempre presente e urgente la preoccupazione di evitare il più possibile i rischi connessi a sterili dispute e polemiche verbali, direi intellettualismi, per andare al cuore della questione della sua dimensione design, che era soprattutto interessata a sviluppare e sperimentare un nuovo fare, che fosse efficace in se, condivisibile senza troppi giri di parole, convincente per sua stessa natura ma nel contempo dotato di un *quid* di visionaria futuribilità. Una prassi progettuale capace di armonizzare, attraverso continui trasferimenti e adattamenti analogici tra il *design naturale* e il *design umano*, tutte le notevoli risorse ambientali e naturali della terra sarda, esistenti o prevedibili, con le esigenze di svecchiamento del comparto produttivo attraverso una possibile *via sarda artigianale* al progetto sostenibile.

Dai suoi continui viaggi in svariati angoli del pianeta portava a scuola idee e suggestioni nuove, ma anche semi e talee di piante che, inserite e coltivate nel microclima sardo, avrebbero potuto fare la differenza.

Ricordo che un giorno mi portò dei campioni di *Luffa cilindrica* una cucurbitacea dalle caratteristiche morfologiche e materiche molto interessanti.

Mi spiegò, con la sua solita pacatezza rassicurante, che il clima sardo era ideale per la sua coltivazione proponendomi, aiutandosi con i suoi immane schizzi, diagrammi di flusso e mappe logiche, di riflettere attorno ad un layout di ricerca per lo sviluppo di processo di *design sistemico* che avrebbe potuto innescare una intera filiera progettuale, produttiva, culturale, tutta generata e fatta circolare attorno all'utilizzo di questo semplice cetriolone.

In quegli ostici anni '80 in Sardegna la cosa ovviamente non riuscì. Troppa faziosità tra le parti, insanabili disallineamenti semantici e di linguaggio, troppe chiacchiere inutili, barocchismi intellettuali e in definitiva pochi fatti. Purtroppo, come quasi tutte le straordinarie idee che furono avanzate allora, a monte di tanta creatività e potenzialità a valle i riscontri finali e l'operatività scarseggiavano penosamente. Infatti la scuola IED, con il suo straordinario dipartimento di *Design per l'Artigianato* chiusero i battenti agli inizi degli anni '90, lasciandomi orfano di un grande sogno di cambiamento. Oggi, diciamo a partire dal 2000 circa, molte cose sono profondamente cambiate in Sardegna e, proprio a proposito della *Luffa*, la sua coltivazione è ormai una realtà economica consolidata che interessa un preciso comparto produttivo territoriale.

E soprattutto sono nati e si sono affermati interessanti progetti sistemici *chemiurgici*, legati al riciclo di scarti di lavorazione vegetali ed animali (lana ad esempio) con un *gap* temporale però di almeno vent'anni rispetto alle molte altre intuizioni che, insieme a Carmelo e a un piccolo manipolo di



coraggiosi studenti, avevamo delineato nei nostri progetti sperimentali in quei ormai lontani anni pionieristici.

<https://stilenaturale.com/spugne-naturali-dallasia-alla-sardegna/>

http://ricerca.gelocal.it/lanuovasardegna/archivio/lanuovasardegna/2005/12/01/SL6PO_SL603.html

<http://www.edilana.com/>

Cagliari ha di nuovo una sua sede IED e, soprattutto, la mentalità si è modificata radicalmente grazie al cambio generazionale, con tanti giovani che si sono progressivamente sostituiti alla vecchia centuria dirigenziale e politica del passato, e che hanno avuto la possibilità di viaggiare, assimilare, metabolizzare e trasferire nuovi modelli di pensiero e di azione. Comunque, ritornando agli anni '80, l'incontro con Prof. Di Bartolo mi aveva soprattutto ispirato l'ipotesi di poter accedere ad una chiave di pensiero divergente, trasversale, capace di spaziare tra biologia, scienza e tecnologia, economia, sociologia e arte, rimettendo in gioco tanti interessi che erano rimasti latenti nella mia professione di architetto e docente di Arte.

Attraverso i suoi preziosi insegnamenti stavo mettendo le basi per costruire una mia personale *via alla bionica*, per immaginare processi e metodi di formazione e di didattica per educare i giovani sardi ad un futuro più sostenibile in armonia con la Natura e il territorio senza per questo dover rinunciare all'innovazione e allo sviluppo tecnologico. Carmelo orchestrava i suoi argomenti attraverso un sapiente ed accattivante linguaggio che ti aspetteresti appartenere ad un autentico scienziato, ad un appassionato ed attento osservatore naturalista di stampo e fascino quasi ottocentesco, sempre alle prese con disegni e schizzi sul suo taccuino di esplorazione.

Con naturalezza e pacatezza riusciva a dialogare con le logiche razionali e industriali appartenenti ai complessi ambiti del design, del progetto e dell'architettura strutturale per poi coniugarli con i severi codici della tecnologia e dell'economia e sconfinare infine in visioni futuribili di ibridazione biotecnologica. Alla fine di ogni sua lezione, *brief* o semplice chiacchierata informale, alla mia attenzione una foglia, un seme, un dettaglio di fibra naturale, così come le *texture* di un cavolfiore o di un curioso frutto tropicale, la logaritmica curva del guscio di una conchiglia o la tana di una talpa, si trasformavano.

Da *semplici* forme organiche, spesso prima di allora mal osservate e mal comprese nella loro intima essenza progettuale naturale, esse assumevano una nuova dimensione percettiva, stimolando idee per un possibile e potenziale modello di ottimizzazione per un preciso *problem-solving* tecnologico e funzionale, capace di inaugurare una nuova alleanza tra Uomo e Natura.

Stavo apprendendo i lineamenti di una nuova sensibilità e a cominciare a guardare le cose della Natura dal punto di vista delle cose stesse; un modello di pensiero che nessun studio biologico e naturalistico precedente era stato in grado di offrirmi. Dialogando con lui ho sempre avuto la netta impressione che tutto fosse possibile, bastava solo cambiare punto di vista al problema, *naturalizzando* il più possibile l'intero processo di soluzione. Sentivo che un cerchio esistenziale si andava chiudendo e che la lunga curvatura della mia parabola esperienziale iniziava ad arrotolarsi su se stessa in una sorta di spirale che stava ritrovando il suo naturale *centro di gravità permanente*.

Grazie a queste ispirazioni iniziai a riconsiderare con molta attenzione tutte le mie conoscenze scientifiche e naturalistiche, guardando all'intero sistema-natura come a un immenso, creativo ed affascinante laboratorio di Ricerca e Sviluppo in atto da miliardi di anni. Ogni piccolo dettaglio organico riusciva piano piano a raccontarmi nuove storie fatte di incredibili sforzi ed astuzie progettuali che i viventi mettono in pratica per ottimizzare processi, materiali, forme ed energia trasformandoli in atti materiali di evidente bellezza e necessaria efficienza.

Una inattesa prospettiva si era così aperta alla mia curiosità bio-architettonica e tutto questo straordinario abbecedario vivente di meravigliosamente umili creature naturali si andava trasformando in una straordinaria sorgente di ispirazione creativa, in quelle che oggi amo definire le "**Le Fabbriche Invisibili**".

Il metodo progettuale che veniva divulgato a Cagliari poteva innescarsi dall'analisi bionica di una o più forme naturali e, attraverso processi di geometrizzazione e di adattamenti analogici, andare ad ispirare un preciso processo di progettazione o, viceversa, si partiva da un preciso problema di design per scendere verso la "base naturale" alla ricerca di quelle forme o attitudini dei viventi che potevano ispirare una sorta di modello capace di contribuire alla ricerca di una soluzione tendente ad ottimizzare i complessi processi tecnologici, economici e d'uso che animano il design umano. Processi *bottom-up* e *top-down* come vengo oggi definiti nella metodologia biomimetica più avanzata. Fare *bionica* con Carmelo quindi non significava limitarsi ad ispirarsi alla Natura per trovare soluzioni



formali *copiando* la morfologia di una o più forme naturali. Piuttosto occorre sforzarsi di mettere in atto strategie di analisi più sottili, per poter penetrare il *mistero progettuale* che ogni organismo cela al suo interno.

Occorre superare il visibile, passare attraverso gerarchie e livelli di geometrizzazione, di modellazione per allontanarsi il più possibile dall'imitazione pedissequa del suo involucro esterno per procedere all'enucleazione di un *core*, di un nocciolo duro della questione formale e funzionale che agiva in esso.

Questi processi di distillazione morfologica funzionale e tecnologica aiutavano il designer a rendersi consapevole dello specifico punto di vista interno del vivente o dell'agente nel caso di un processo non-organico, in relazione ai vincoli e alle risorse che caratterizzano l'ambito dei contesti ecosistemici in cui quell'organismo o quel fenomeno agisce solo e in relazione con il tutto.

La domanda più corretta che più spesso ci dovevamo porre era del tipo:

"Considerando le caratteristiche peculiari del nostro campione di studio, come si sarebbe comportato, come avrebbe agito e come avrebbe risolto tutte le variabili di design se fosse stato alle prese con un problema simile al nostro, nel nostro preciso contesto, con le risorse e i materiali a sua disposizione..."

Pur interessato a stimolare originali ed innovative idee creative trasferibili agli ambiti del product design, la filosofia progettuale che Di Bartolo proponeva nel dipartimento di Design per l'Artigianato non si limitava a stimolare negli studenti un limitato processo di metodologia progettuale orientata al prodotto. L'obiettivo che ci ponevamo non era quasi mai quello di creare un nuovo gadget modaiole che occhieggiasse ai bisogni di pseudo naturalità per una emergente cultura di consumo radical ambientalista.

Gli esempi naturali che Carmelo proponeva come spunto per generare un possibile processo creativo, portavano al graduale sviluppo di nuovi *scenari sistemici*. Si era sempre molto preoccupati di progettare soluzioni di design attraverso una visione globalizzante, che valutasse la creazione di innovativi ed alternativi processi produttivi circolari, di consumo e di comunicazione e che soprattutto si ponessero in chiave di sostenibilità ambientale e culturale.

Erano continui appunti per la fondazione di un pensiero sistemico, macroscopico, ecologico nel senso più calzante del termine. Affascinato dalla sua pionieristica e disinvolta lateralizzazione del *problem-setting* e del *problem-solving* progettuale che avveniva attraverso una originale visione interdisciplinare del design in chiave di *sostenibilità totale*, ho cercato di conoscerlo pensando a come poter collaborare con lui nelle attività di ricerca e sviluppo del suo sperimentale dipartimento di *craft design*. Ho così svolto, a partire dal 1987 e per diversi anni, il ruolo di docente di *Metodologia Progettuale*, insegnando agli studenti del secondo e terzo anno e successivamente ho coordinato in qualità di assistente le tesi dei primi diplomati formati nel Dipartimento di Design per l'Artigianato.

Lavorando sul tema delle relazioni tra tradizione e innovazione, avevamo sviluppato il progetto "*I materiali e le idee*", un *concept* che cercava di contaminare con nuove ispirazioni progettuali i materiali tipici dell'artigianato sardo come l'orbace, il sughero o la ceramica.

Queste idee furono presentate nel foglio informativo "*Design come*" che era stato concepito come un primo manifesto per comunicare le intenzioni e i risultati del Dipartimento. Con Carmelo poi, volendo interessarci a possibili sfruttamenti delle fibre naturali e avendo orientato alcune tesi di ricerca sulle piante palustri delle lagune salmastre delle zone umide della Sardegna, avevamo scoperto alcune intriganti similitudini tra il modo di creare *packaging* con fibre naturali nella cultura giapponese (*Tsutsumu*) ed elementi presenti nella tradizione sarda.

Nell'oristanese si tratta di un piatto a base di muggine che viene lessato ed avvolto in un'erba palustre chiamata "*zibba*" o "*salicornia*", dopo di che viene asciugato e salato con un procedimento antico e tradizionale che permette alla pietanza di conservarsi per alcuni giorni. Pare che si tratti di un piatto di origine fenicia e la stessa etimologia della parola "*Merca*" significa appunto "*cibo salato*".

Se Carmelo praticava una sorta di zen comunicativo, pacato ed energeticamente centripeto io, al contrario, mi dissipavo centrifugamente, esprimendo le tante idee che si accavallavano nella mente attraverso un linguaggio loquace e un po' frenetico.

Ero sempre un pò destabilizzato dal *wow effect* delle continue scoperte della bionica e della morfologia strutturale e quindi sempre un po' travolto dalla mia *onnivora instabilità culturale* che mi portava e mi porta ancora oggi ad invadere continuamente campi e settori tanto diversi tra loro. A questo proposito ricordo che in una riunione con un gruppo di "*designer specialisti in...*" ad un certo punto Carmelo mi presentò come "*Massimo Lumini, architetto, docente e specialista della non*



specializzazione!". Ho sempre amato quella sua definizione perché coglieva nel segno, mettendo chiaramente a nudo, in una sorta di *koan*, un mio pregio-difetto. Infatti è così che, a distanza di più di trent'anni da quel momento, mi sento ancora oggi: una persona incapace di sentirsi "esperto di..." e che vede nella iper specializzazione tanto richiesta dal mondo professionale contemporaneo un grosso limite alla coltivazione del proprio *esprit de finesse* e che ha preferito scegliere di avventurarsi, disperdersi e ritrovarsi navigando in territori vasti, apparentemente lontani e scollegati tra loro, alla ricerca di quei significati analogici e trasversali spesso occultati sotto il peso dell'arroganza e miopia dello *specialismo ad oltranza*.

Ed è proprio con questo spirito che dal 1999 al 2009 ho affrontato i dieci anni di lavoro di ricerca didattica presso la SSIS di Cagliari dove, a contatto con centinaia di futuri docenti dell'Istruzione Pubblica, ho potuto sviluppare e sperimentare un metodo di pensiero laterale che ho finito con il definire "*crossover didattico*", in analogia con un particolare genere musicale nato a partire dalla fine degli anni '80.

"Pensare l'ordine che verrà a partire dalla designazione del rumore fondamentale dovrebbe essere il lavoro dei ricercatori di oggi. Dei soli ricercatori che valgono: gli indisciplinati." Confortato e ispirato da questa affermazione di Jacques Attali, economista, saggista e banchiere francese che recentemente (marzo 2019) ha pubblicato il libro "*L'essenziale*.", il "*crossover didattico*" è simile ad una sorta di metodo di gestione del *rumore di fondo epistemologico che sottende la complessità delle informazioni contemporanee; una tecnologia di pensiero che campiona sample trasversali, catturati da più ambiti disciplinari non necessariamente collegati tra loro, partendo quasi sempre dal filo analogico che collega tra loro immagini differenti e li ricomponne attribuendogli nuove "sonorità", "timbri" e significati concettuali e progettuali*.

Questa storia l'ho raccontata in un saggio dal titolo "*Hic sunt dracones: il crossover didattico nelle discipline artistiche*." edita all'interno di una pubblicazione della CUEC di Cagliari del 2009 (ISBN 978-88-8467-542-2).

Facendo la spola tra Milano, la Sardegna, le Canarie e il Mondo, In IED, Carmelo insieme ai suoi fidati docenti-designer, come uno stormo di uccelli migratori, cercavano con tenacia di trasferire, contaminandoli tra loro, i sofisticati processi metodologici sperimentati nel suo CRSN di Milano, autentica e pionieristica fucina di innovazione progettuale in chiave bionica e morfologica, con le opportunità ambientali ed energetiche del territorio sardo, incubandoli nel corpo della sonnolente e granitica mentalità della tradizione artigianale e produttiva isolana. Fu, per una manciata di intensi anni, un continuo travaso di esperienze e scenari in cui la Sardegna avrebbe potuto assolvere alla funzione di "terreno di coltura" per innovativi scenari economici e produttivi sistemici. Collaborando con Carmelo, mi sono formato apprendendo tecniche e strategie di pensiero finalizzate alla manipolazione di *concept* progettuali che stimolavano continue sperimentazioni e visioni di possibili processi economici "circolari".

In una stimolante "ecologia della mente", si riciclava tutto, senza sprecare rifiuti, spaziando e contaminando tra loro in maniera disinibita e "leggera" informazioni e soluzioni che potevano provenire da direzioni disparate.

Il fatto non era diventare una sorta di "tuttologi", operazione di perse impossibile e fallimentare data la complessità esponenziale delle conoscenze che si accumulano nei depositi epistemologici contemporanei. Carmelo ci insegnava prima di tutto a non sentirsi inibiti di fronte all'*expertise* altrui e poi, per prelevare le informazioni necessarie al nostro scopo, ad imparare a porre agli esperti "*le domande giuste*".

Perché gli esperti, a volte, non vedono soluzioni potenziali che sono proprio lì, davanti al loro naso, da sempre, perché, presi come sono dalla cecità della loro ansia di specializzazione, non sono capaci di vederle trasferite ed applicate ad altri ambiti problematici. Questo vagabondaggio portava a casa sempre nuove idee per costruire nuove soluzioni culturali, economiche, che avevano sempre a cuore sostenibilità energetica e vocazione ecologica del territorio, in tempi nei quali il dibattito sulle risorse e sulle problematiche dell'ambiente erano ancora considerate una sorta di fastidiosa "*cugurra*" (in sardo fastidio, sfortuna, maledizione) e che solo ora, a trent'anni di differenza, cominciano ad essere tematiche comprese a livello amministrativo e sociale e sviluppate dai processi dell'economia locale.

La sua cordiale e rassicurante figura comunicava un intrigante mix che da una parte allungava radici "terrestri" nella sua amata Sicilia, della quale sembrava sempre portare un po' di terra, semi e sole nelle tasche delle sue impeccabili giacche milanesi, mentre dall'altra si lanciava verso la conquista del mondo dell'*industrial design* sempre *pensando in grande*, a scala mondiale, emulando ed ispirandosi alle stesse strategie di che piante ed animali utilizzano in natura per la colonizzazione di nuovi territori.

Affascinante poi la sua passione per ogni forma "notevole" vegetale che lo portava a riempire ogni



spazio e laboratorio della sede IED di palme, zenzie e piante tropicali, autentici laboratori di *biodesign*.

L'esperienza del "Dipartimento di Design per l'Artigianato" si conclude a Cagliari nei primi anni '90 e i miei contatti con Carmelo e il suo lavoro di ricerca si affievolirono notevolmente senza però mai interrompersi completamente. Siamo sempre rimasti connessi in qualche modo, raccontandoci ed aggiornando da un'anno all'altro i database delle nostre vite e, quando è stato possibile, sono riuscito ad incontrarlo condividendo preziosi momenti di amicizia e lavoro.

Sono molto onorato di essere stato invitato dall'amico comune Amilton Arruda a contribuire con il mio intervento a questo progetto e di far parte di questa *bio-community* in giro per il mondo.



Fig. 1-2 Copertina e prefazione a cura di Carmelo Di Bartolo di "Design Come" foglio illustrativo del Dipartimento di Design per l'Artigianato Cagliari. 1988

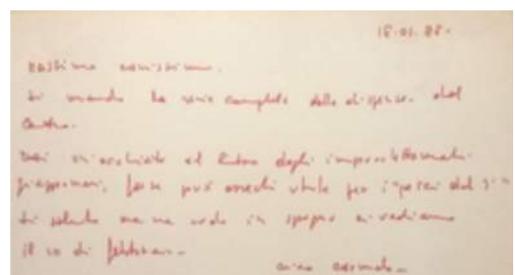
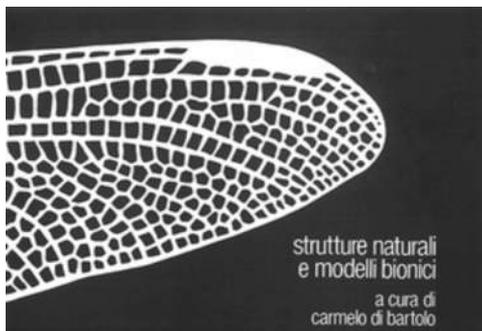


Fig. 3-4 "Strutture naturali e modelli bionici" uno dei testi fondamentali della mia formazione bionica (con una nota personale del Prof. Di Bartolo!!).



Fig. 5 Villa Satta, la storica sede dello IED a Cagliari.



Fig. 6 Metodologia progettuale - 1987



Fig. 7 - 8 Master Bionica e Design. Poster del CRSN Centro Ricerche Strutture Naturali. IED Milano 1986



Fig. 9 - 11 Brochure del CRIED. Centro Ricerche Istituto Europeo Design con schede tematiche di ricerche bioniche. Milano 1993

[Parte seconda: BIOMIMETICA: a lezione dalla Natura]

Nel 1996, terminata da qualche anno l'esperienza in IED, dopo un tempo passato ad affinare le mie conoscenze e la mia metodologia di ricerca in chiave bionica, ho avuto la possibilità di creare il laboratorio BIONIKON, una innovativa *bottega didattica* tra Natura- Arte e Tecnologia, che si configura come un particolarissimo ambiente di apprendimento di circa 120 mq. il cui layout è stato ispirato da tutte le esperienze di spazi didattici che ho potuto frequentare durante la mia collaborazione con il Prof. Di Bartolo, tra le sedi IED di Milano e Cagliari, passando anche per la sua prima sede di *Design Innovation* a Porta Genova fino al recente progetto Ludum-School ICS sempre a Milano e per il quale ho svolto una breve consulenza presso la sede di Cagliari.

Nel 2013, questo progetto prenderà il nome di BIONIKONLab, in quanto ho iniziato ad inserire nei suoi spazi tutta una serie di tecnologie laboratoriali provenienti dall'ambito dell'innovazione della prototipazione e manifattura digitale.

Ispirandomi alla cultura *maker*, che in Sardegna ha trovato un terreno molto fertile di sviluppo, avendo ottenuto una serie di risorse finanziarie, ho potuto fondare il FAB-NAT14, primo *FabLab didattico* del Sud-Sardegna.

Oggi in due grandi spazi dedicati, abbiamo a disposizione un fornito parco tecnologico che conta diverse stampanti 3D, stampanti stereolitografiche, scanner 3D, laser-cut, frese CNC e molte altre tecnologie utili ai processi di ricerca morfologica e di modellazione.
Il suo sito istituzionale, che a breve sarà completamente ridisegnato - www.bionikasproni.org - ne



racconta la storia, mettendo a disposizione molti materiali didattici e di ricerca che documentano nel tempo il nostro modo di fare scuola e ricerca.

Nel tempo tante cose sono cambiate nel settore bionico e biomimetico. Temi di lavoro e ricerca *bio-oriented* che vent'anni fa risultavano patrimonio di pochissimi designer e ricercatori sparsi nel mondo, oggi sono diffusi e condivisi da milioni di utenti. Infatti l'emergenza planetaria delle problematiche dell'inquinamento e della sostenibilità ambientale è percepita ed ormai diffusa a livello globale e le nuove economie si interrogano sui necessari ed urgenti processi di profonda riconversione tecnologica e produttiva per il futuro.

Ecco quindi che oggi *essere biomimetici* è molto cool e, grazie alla facilità di accesso e scambi di risultati e risorse come alla viralità delle condivisioni di contenuti attraverso le risorse del web, in pochissimi anni si è assistito ad una incredibile accelerazione esponenziale di pubblicazioni di ricerche e studi specialistici in tutto il mondo.

Infatti la Bionica, la Biomimetica e la Morfologia Naturale, uscendo dagli angusti confini di ricerche di nicchia in cui hanno gravitato per decenni, stanno diventando discipline inserite nei curricula scolastici di moltissime nazioni, e vengono utilizzate per offrire nuovi modelli di pensiero e di comportamento *eco-friendly* per milioni di giovani cittadini del pianeta, i futuri *bioneers*.

Personalmente nel mio lavoro di formazione e divulgazione ho trovato importanti stimoli e suggerimenti nelle metodologie e nelle risorse dei *protocolli Biomimicry 3.8* e *Asknature.org* creati dalla biologa americana Janine Benyus che probabilmente rappresentano uno dei modelli più completi di metodologia *opensource* di ricerca e formazione in ambito Biomimetico e nel quale ho ritrovato moltissimo delle ipotesi e teorie che fin dagli anni '70 il Prof. Carmelo Di Bartolo sviluppava nella sua opera di ricerca, formazione ed attività professionale.

Mai come oggi la progettazione *bio-oriented* sta conoscendo un momento di grande sviluppo attraverso moltissime ed interessantissime proposte che provengono da ogni angolo del mondo: da singoli designer come da Università e Centri di ricerca e i cui contenuti e risultati sono oramai facilmente fruibili attraverso il web. In più di 25 anni di lavoro mi sono sempre impegnato a cercare di inserire nel mondo della scuola, sperimentandole e adattandole al contesto formativo di base, tutte quelle conoscenze, metodologie, strategie e modelli di pensiero appresi negli anni di permanenza in IED. In tutto questo tempo sicuramente l'esperienza più significativa e completa in merito è stata quella che mi è stata offerta dal Miur MIUR - Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, che nel 2016 ha finanziato il mio progetto "*BIOMIMETICA: a lezione dalla natura*". Per lo sviluppo di questa iniziativa di divulgazione scientifica ho costituito una rete tra diverse Istituzioni scolastiche denominata *BIOM_NaturLab1.0* che comprendevano Istituti Comprensivi e Scuole medie Superiori di Secondo Grado del Centro-Sud-Sardegna, Enti e Centri di Alta Formazione come la Scuola di Formazione dell'Ordine degli Ingegneri di Cagliari o l'IMC International Marine Center di Torre Grande a Oristano.

Nel 2017 in 8 mesi di attività, dal mese di Novembre al mese di Giugno, ho svolto più di 300 ore di formazione fra seminari con docenti, workshop e conferenze, ho incontrato più di 270 fra docenti di ogni ordine e grado e professionisti (Ingegneri ed Architetti) e lavorato a contatto con di più di 400 studenti nei vari ordini e gradi, a partire dalla scuola primaria. E' stata un'esperienza coinvolgente ed estremamente interessante che ha permesso di far conoscere ad un pubblico ed un territorio molto vasto il mio pensiero e la mia attività didattica che, tutto sommato, sonnecchiava nella tranquillità quotidiana del mio BIONIKONLab ad Iglesias. Da questo progetto sono nate una mostra itinerante ed una pubblicazione.

(<https://issuu.com/massimolumini/docs/issuu>).

Oggi, in Sardegna, attraverso il mio lavoro di formazione e di divulgazione di base, la Biomimetica è fortemente indicizzata in rete ed è presente nelle offerte divulgative del Festival della Scienza tra Cagliari, Oristano, Iglesias e il Sarcidano.

<https://www.castedduonline.it/festival-scienza-approda-iglesias/>

<https://pius.com/festival-scienza-cagliari-2017/>

In particolare ho avuto la possibilità di collaborare successivamente con molti docenti della scuola Primaria, potendo lavorare con centinaia di piccoli *bionieri*. I delicati ed urgenti temi della sostenibilità tecnologica, scientifica, economica ed ambientale che affliggono i nostri tempi, sono stati presentati ai piccoli, filtrati dalla visione possibilista e concreta della biomimetica. Nei miei laboratori ho presentato a maestre e piccoli studenti inedite suggestioni e scenari di possibilità che, soprattutto nei bambini, hanno lasciato una profonda impressione nelle loro tenere percezioni e sensibilità.



Problem-solving e *design approach* sono stati le due *keyword* che hanno continuamente ispirato le nostre attività creative. Nei miei ricordi più intensi di questa esperienza ci sono sicuramente i momenti emozionanti in cui ho presentato ai bambini il lavoro dell'architetto Arturo Vittori e delle sue *Warka Water Tower*.

<https://www.warkawater.org/team/>

In territori aridi come quelli dell'Etiopia, questo fantastico e pluripremiato progetto biomimetico permette di recuperare acqua pulita e potabile estraendola dalle nebbie e condense atmosferiche attraverso una tecnologia a impatto zero. Poiché questo design è stato ispirato dal comportamento di un particolare insetto del deserto della Namibia (*Stenocara gracilipes*) e al suo esoscheletro di chitina modificata, ho potuto creare nei piccoli studenti il *wow effect*, così caro a Carmelo.

Partire dall'osservazione di un piccolo e apparentemente insignificante insetto ha stimolato in loro l'empatia per la vita e la biofilia, emozioni e sentimenti fondamentali nel mio lavoro. I bambini sono per loro naturale istinto profondamente incuriositi ed attratti dalla Natura e dalle sue manifestazioni viventi, soprattutto se l'adulto è capace di guidare la loro attenzione in un ambiente di apprendimento *en plein air*, stando il più possibile all'aperto, a contatto diretto con l'ambiente naturale. La scuola purtroppo spesso limita ed atrofizza questa innata propensione alla *biofilia*, riducendo la comprensione dei fenomeni naturali ad uno studio mnemonico e passivo.

Nei miei laboratori biomimetici per bambini, ogni attività di osservazione, riflessione e rielaborazione è strutturata per cogliere continuamente il loro interesse, raccontando con immagini e filmati molto evocativi i processi biomimetici che generano queste fantastiche idee e i disegni e i modelli rielaborati dai bambini sono stati una delle cose più belle ed interessanti di tutto il progetto. In questi ultimi mesi del 2019, in BIONIKONLab, lavorando insieme a vari esperti di FabLab e startupper del nostro territorio, attraverso le attività di ricerca di diversi laboratori tecnologici ci stiamo addestrando all'utilizzo delle tecnologie di prototipazione 3D e all'interactive design, dove processori ed attuatori permettono all' IOT di diventare una accessibile realtà.

In particolare, da un laboratorio di biomimetica e robotica dedicata alla locomozione animale, è nata una cellula di sviluppo molto stimolante, scaturita da una ricerca sul movimento delle meduse. Grazie a tutorial e device online abbiamo iniziato a progettare e stampare materiali in PLA per realizzare stampi per prototipi in resine siliconiche che ci hanno permesso di approcciare lo stimolante universo di ricerca della “soft robotic”. Credo che nel prossimo futuro del BIONIKONLab questo settore di ricerca troverà uno spazio privilegiato in quanto le possibilità di *design approach* che esso offre sono estremamente intriganti.

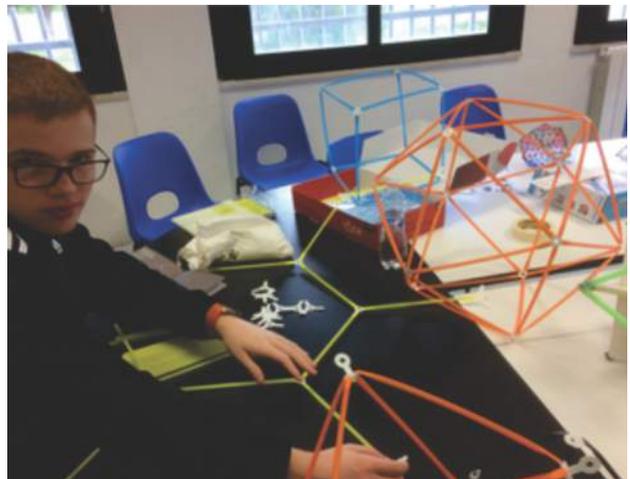
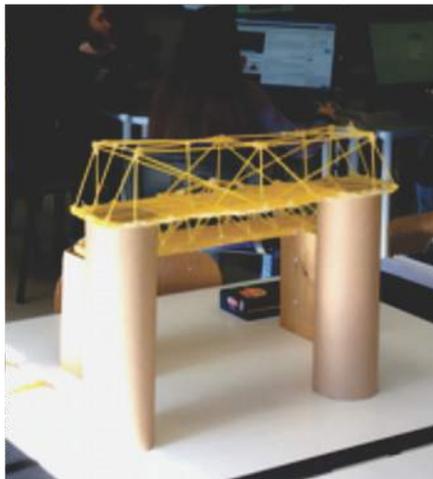
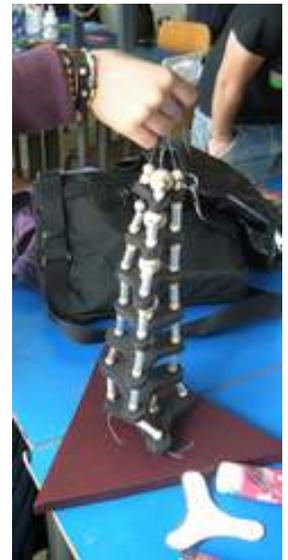
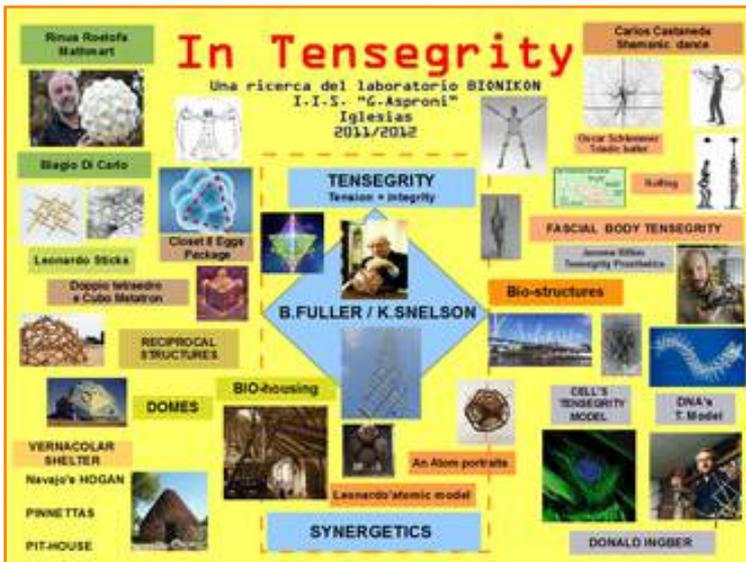


Fig.17 - 22. Analisi di cefalopodi. Scaffold i in PLA in stampa 3D utilizzati con particolari lattici siliconici bicomponenti per creare prototipi di attuatori “soffici” abbinati a Processori ARDUINO. Primi passi per la creazione di un “dipartimento” di “soft-robotics”.



Figg.17 - 22. Analisi di cefalopodi. Scaffold i in PLA in stampa 3D utilizzati con particolari lattici silicnici bicomponenti per creare prototipi di attuatori "soffici" abbinati a Processori ARDUINO. Primi passi per la creazione di un "dipartimento" di "soft-robotics".



Figg .23 -28."In Tensegrity". Una ricerca trasversale per sperimentare un modello strutturale innovativo tra architettura, design e biologia. BIONIKONLab 2011-2012

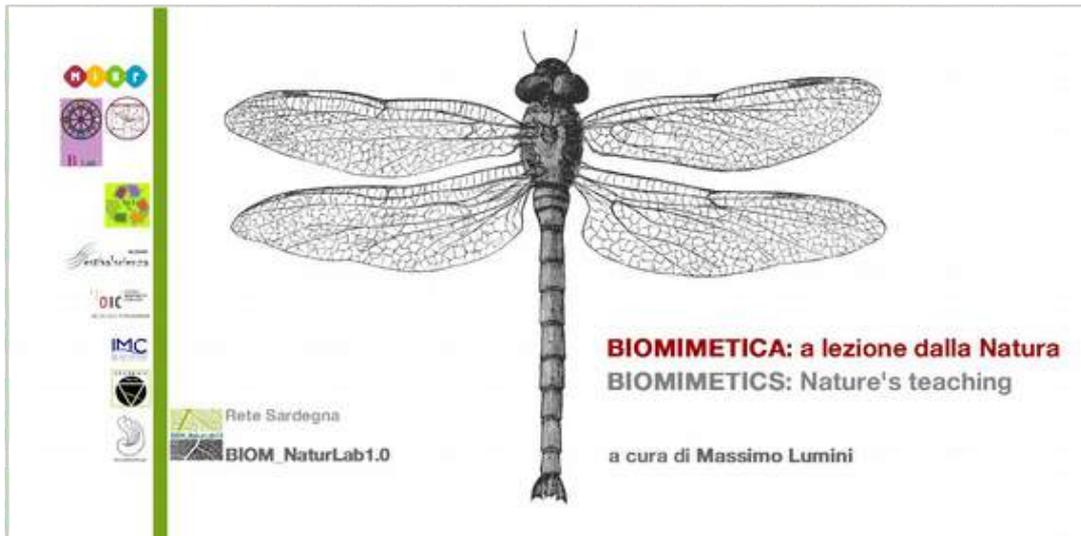


Fig. 29 -36. "Biomimetica: a lezione dalla natura." Progetto di divulgazione scientifica finanziato dal MIUR. Sardegna, 2016-2018.

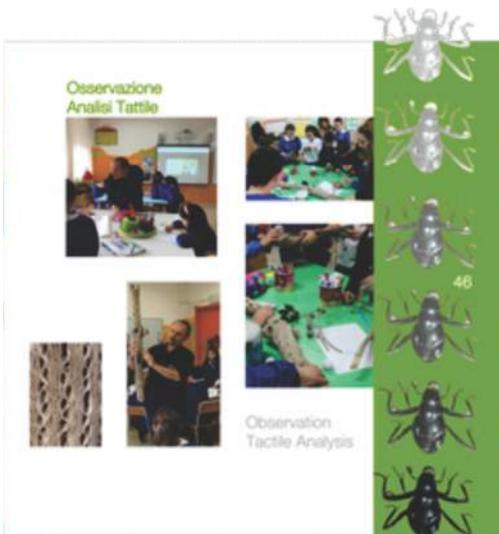
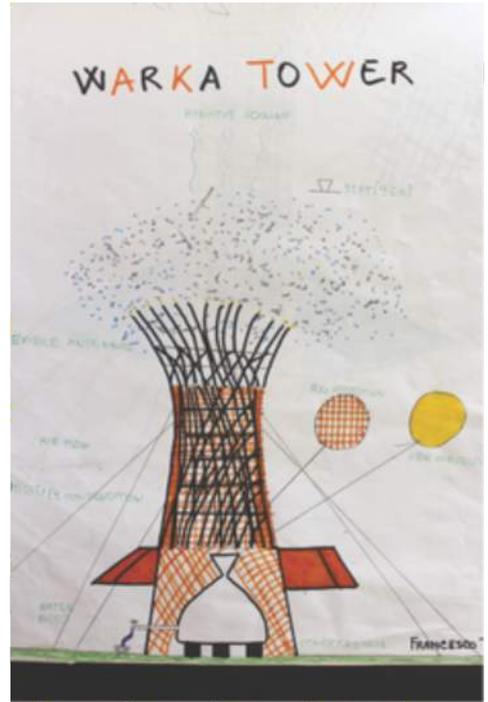


Fig. 37 - 42. “Biomimetica: a lezione dalla natura.” Schede didattiche per Workshop per bambini e ragazzi delle Istituzioni scolastiche della rete territoriale BIOM_NaturLab1.0. A cura di ACADEMIA TERRA APS-ETS e BIONIKONLab. Rielaborazioni grafiche di alunni della scuola primaria. Sardegna 201

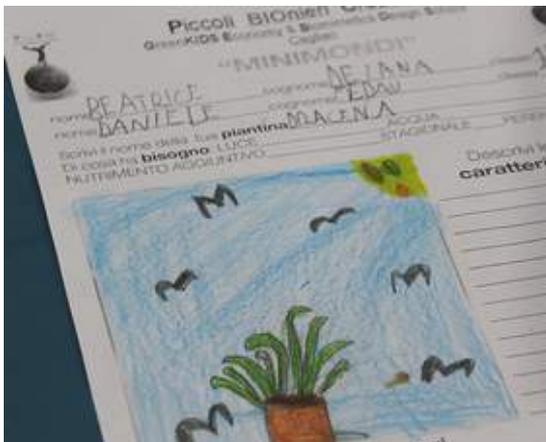


Fig. 43 - 51. "GreenKids."Progetto sperimentale di Economy&Biomimetics Design School. Cagliari 2018

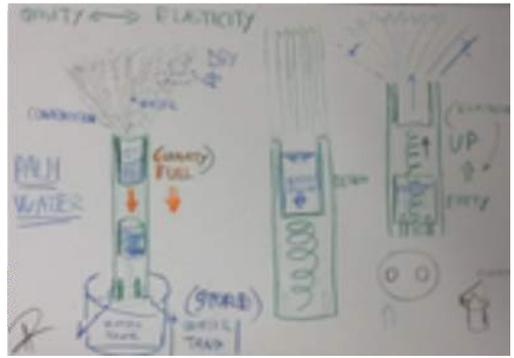
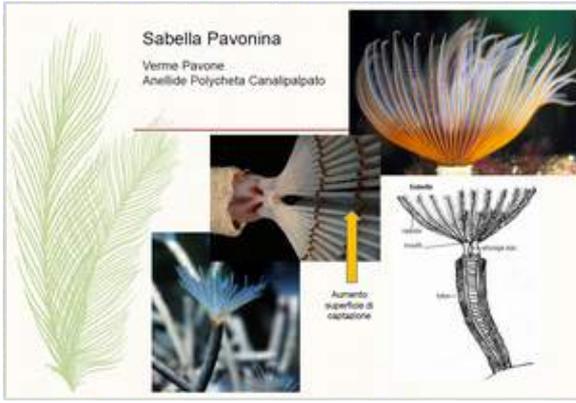


Fig. 52 - 57. "Biomimetica: a lezione dalla natura." Workshop con OIC - Ordine Ingegneri di Cagliari. Concept progettuali per captatori di condensa ispirati da Sabella Pavonina, Cotula Fallax e anatomia/fisiologia sistema nasale cervidi Cagliari 2017



Taking Tiger Mountain (By Strategy). Ludum School. Milano. Estate 2016



Fig. 58 - 64. ALBERI DELLA VITA. VIVIAMO E SCRIVIAMO IL LIBRO DELLA NATURA. Progetto MIUR PON-FSE. Mostra didattica en plein air al Giardino della Biodiversità Iglesias 2019. Età 8 -10 anni

Jimena Alarcón Castro

Académica de la Universidad del Bío-Bío desde 1995, Doctora en Gestión del Diseño (2012), Universidad Politécnica de Valencia, España; Master en Construcción en Madera (2003), Universidad del Bío-Bío, Chile en colaboración con Estudio Design Innovation, Italia; Diseñadora Industrial (1995), Universidad de Valparaíso, Chile. Directora Departamento Arte y Tecnologías del Diseño (2010/2016). Fundadora y directora del Grupo de Investigación en Diseño de la Universidad del Bío-Bío (2012), certificado como Centro de Emprendimiento e Innovación para el Diseño (2013), por el Consejo Nacional de la Cultura y las Artes del Gobierno de Chile. Con más de veinte años de experiencia en investigación y docencia sobre temas de diseño industrial, gestión del diseño, diseño de materiales, ingeniería kansei, sustentabilidad y biónica, ha prestado servicios a Escuelas de Diseño Industrial de Chile. Es integrante de los claustros directivos del Doctorado en Materiales y Procesos Sustentables, Magister en Construcción en Madera y docente de Magister en Patrimonio. Ha dirigido proyectos de investigación y promoción del diseño para potenciar Pymes tradicionales e Industrias Creativas. Es fundadora y directora del Laboratorio de Investigación en Diseño (2013), basado en fabricación digital. Ha dirigido proyectos de investigación nacionales e internacionales CONICYT (Comité Científico y Tecnológico de Chile), FONDECYT (Fondo Nacional Científico y Tecnológico), Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), Mejoramiento de la calidad y la equidad en la educación terciaria (MECESUP), Fondo de Innovación Tecnológica de la Región del Biobío (INNOVA BIO-BIO), Programa de cooperación regional en Educación Superior entre la Unión Europea y América Latina (ALFA), European Union - Latin America and Caribbean on Research and Innovation (ERANET LAC), Concurso de Apoyo a la Formación de Redes Internacionales, entre otros. Fundó en 2010 el Seminario de Investigación en Diseño (<http://sid.ubiobio.cl/>), cuya organización comparte desde 2014 con instituciones de educación superior pertenecientes a la Red del Consejo de Rectores de Chile. Es autora de libros y capítulos de libros, además de artículos científicos. Ha realizado pasantías en España, Finlandia, Portugal e Italia y mantiene constantes colaboraciones con estos y otros países de Europa y Latinoamérica. Es representante de Chile ante la Red Latinoamericana de Políticas Públicas y Diseño. Es evaluadora de becas de magister, doctorado y proyectos de investigación CONICYT, además es evaluadora de proyectos de transferencia tecnológica CORFO. En 2016 fundó el primer Distrito de Diseño de Chile (<http://distritodi.cl/>), ubicado en el Gran Concepción, entregando un importante impulso a los emprendedores del sector diseño. Ha sido invitada a diversos eventos de diseño, entre ellos, Bienal de Diseño de Córdoba, Argentina; Bienal de La Habana, Cuba y a integrar el Comité de Admisión de la Bienal Iberoamericana de Diseño de Madrid, 2019. Como observadora internacional de Future Ed y Future of Sustainable Packaging Design organizado por Design Research Unit de la Universidad de Bologna, Italia.



El natural legado de Carmelo Di Bartolo a la cultura del proyecto en Concepción, Chile

Jimena Alarcón Castro | jimenaal@gmail.com



“Pensar con límite, idear desde el origen”

— Carmelo Di Bartolo —

“El que nos encontremos tan a gusto en plena naturaleza proviene de que ésta no tiene opinión sobre nosotros”

— Friedrich Nietzsche —

“Diseñar es hacer lo máximo con lo mínimo”

— Richard Buckminster Fuller —

He conocido a Carmelo en Concepción, Chile, el año 2001 en una de sus visitas para colaborar con una institución de educación superior llamada DUOC UC. Carlos Hinrichsen, quien dirigía las Escuelas de Diseño de esa casa de estudios, accedió amablemente a entregar un momento de la estadía de Carmelo para que pudiéramos sostener una entrevista. Mi intención era que Carmelo guiara mi tesis de Master. La historia, sin embargo, empieza unos meses antes, cuando Gabriel Songel de la Universidad Politécnica de Valencia, docente invitado a dictar el Diplomado de Muebles de Madera en la Universidad del Bío-Bío, dedica unas horas de la clase a explicar la experiencia obtenida como estudiante del Master en Biónica en el IED de Milano. En síntesis, el legado de Carmelo y su visión respecto del vínculo entre natura y diseño. En ese momento nació mi interés por la biónica y decidí enfocar la tesis del programa de posgrado en biónica y madera.

El año 2001 caminaba hacia la sede de DUOC UC de Concepción para ese encuentro, en completa incertidumbre, pues no conocía a Carlos, tampoco a Carmelo. Con mucha ingenuidad y la convicción de que estudiar con el maestro era lo que daría un enfoque profundamente enriquecedor y motivante a esa etapa de mi desarrollo profesional y humano, es que acudo a la entrevista. Recuerdo un Carmelo muy amable y contemplativo, planteo mi intención y me dice que no está por esos días y desde hace un tiempo guiando tesis. La conversación continuó y, finalmente, se produjo el milagro y me dice “si investigas sobre biónica y diseño de materiales, lo podemos hacer”. Sin tener mucha idea de la envergadura de la propuesta digo “sí, perfecto”. Fue así como realicé una investigación en Chile con el apoyo de la empresa MASISA S.A. y empecé un trabajo arduo de recogida de información como marco de inicio de una pasantía de investigación que realizaría en *Design Innovation* de via Thaon di Revel, el antiguo estudio, en abril de 2002 (Fig. 1).



Fig. 1. Design Innovation de via Thaon di Revel. Fuente: Archivo personal autora.

Esa experiencia de permanencia diaria y laboro sostenido, significó un gran aprendizaje de diseño, pero especialmente, en lo referido a la comprensión esencial que implica poner al centro al ser humano. Los lunes eran días de definición de tareas y los viernes de revisión del trabajo avanzado. Semanas intensas, solo siete, porque había dejado en Chile a mis dos hijas, de tres y un año; debía regresar “pronto” y hacer un buen trabajo. Carmelo siempre atento al bienestar de la persona, como si fuera una condición indisoluble asociada al desempeño. La dedicación primero a saber “cómo va la vida”, característica invaluable de Carmelo (Fig.2).



Fig. 2. Derecha, Carmelo Di Bartolo compartiendo con Jimena Alarcón, una de las tantas bitácoras de análisis de la naturaleza que ha escrito. Febrero 2018. Izquierda, las enseñanzas se transmiten a mis hijas Javiera y Josefina en el estudio de Viale Abruzzi. Febrero 2017. Javiera y Josefina nacieron escuchando sobre Carmelo, ha sido muy importante para ellas y para mí este momento en que se conocieron. Fuente: Archivo personal autora.

[RESUMEN]

Este artículo aporta un enfoque respecto del diseño de materiales como una posibilidad de desarrollo para el diseño industrial, basado en la filosofía de Carmelo Di Bartolo. Su objetivo es evidenciar las contribuciones de la biónica, aplicada a la construcción de un planteamiento metodológico proyectual observante de los materiales que configuran los artificios. El documento, contiene parte de la experiencia de diseño desarrollada a partir del año 2001 en Concepción, Chile. Está basado en un discurso vinculado a la valoración de la naturaleza en el proceso de diseño y la ideación del producto concebida desde el diseño del material. Pensar el artificio desde lo esencial que resulta traer a presencia su piel como elemento sugerente y comunicador; o bien, como parte constitutiva de una estructura decidida desde la eficiencia y justeza. Esta experiencia se refleja en pregrado, posgrado e investigación en la Universidad del Bío-Bío, cuyo testimonio se complementa con una entrevista realizada a Di Bartolo en 2017 en *Lüdem Design School* en Milano.

[INTRODUCCIÓN]

En países con economías que lideran índices de innovación y competitividad, el diseño se identifica como un valor en alza, un factor ineludible para que las empresas crezcan y sus productos y servicios sintonicen con las demandas y expectativas de los usuarios (Calvera et al., 2005). Por encima de sus evidentes implicaciones económicas, el diseño introduce mejoras para el conjunto de la sociedad, contribuyendo a elevar el progreso, la calidad de vida y el bienestar de las personas. En esta medida, así como el entorno global competitivo supone constantes cambios en las estrategias que las empresas deben implementar para competir en mercados que cambian de forma cada vez más vertiginosa (Kotler et al., 2006), los entornos en que el diseño ha sido incorporado presencian una permanente búsqueda de herramientas que asisten al proceso de diseño tradicional (Prodintec, 2006). En este sentido, la metodología biónica complementa desde referentes analógicos la fase de diseño conceptual y de detalle. El diseño industrial identifica a la biónica como una metodología que permite un estudio sistemático referido a la naturaleza, cuyos conceptos pueden ser interpretados y extrapolados hacia el mundo artificial. “La definición de los principios de la biónica evita las sugerencias formales y apunta a un doble movimiento, la observación y la recogida de datos en el momento de la investigación; y la aplicación innovadora de aspectos formales, funcionales y estructurales al momento del proyecto” (Di Bartolo, 2000). Desde un enfoque comercial, resulta interesante que la biónica, conjuntamente con el diseño de materiales, constituyan un binomio que potencie la generación de una nueva oferta productiva. “Las comunidades creativas, los científicos y las industrias de materiales se están involucrando profundamente en el desafío creativo para lograr la funcionalidad y el significado de los materiales” (Caisse y Montreuil 2014, p.10), por lo que integrar estos aspectos en el proceso proyectual aporta una dimensión diversa.

Desde un punto de vista filosófico llevado al contexto de Chile, es el diseñador italiano Carmelo Di Bartolo, quien realiza importantes aportes a la concepción del diseño, integrando nuevos paradigmas en la cultura proyectual. Di Bartolo practica vinculada y paralelamente tanto la investigación como el diseño de materiales y productos, en entornos académicos y empresariales. Con la fundación de laboratorio *Design Innovation*, desarrolla investigación y productos para Fiat Auto, Centro de



Investigación Fiat, Du Pont, de Nemours, Pirelli, Sony, Hyundai Motors, Motorola Advanced Concept, Lego Futura y Gillette, entre muchas. Funda el Centre di Recherche de Milán y el Máster en Biónica en el Instituto Europeo de Diseño, mientras que con la fundación de Lúdum Design School, esta filosofía proyectual trasciende a la educación escolar, para formar personas con mejores habilidades resolutivas de quienes guiarán a la sociedad en el futuro (Fig.3).



Fig. 3. Carmelo Di Bartolo en Lúdum Design School, Milán, Italia. Febrero de 2017. Los niños como una manera de expresar su cariño lo llaman "Caramelo". Fuente: Archivo autora.

Esta amplia trayectoria ha hecho igualmente posible extender sus enseñanzas fuera de las fronteras de Italia, trascendiendo hacia Latinoamérica. El vínculo con el diseño chileno se produce con su primera visita al país en la última década del siglo pasado y se desarrolla hasta la actualidad. Su legado se basa en dos aspectos que fortalecen al diseño nacional, situando primero a la biónica como una metodología capaz de impulsar sistemáticamente el proceso de ideación; y, segundo, trayendo a presencia al diseño de materiales como nueva temática a abordar desde el diseño industrial.

[ENFOQUE METODOLÓGICO]

El planteamiento metodológico aplicado en el contexto de los proyectos realizados en Concepción, está basado en la observación de la naturaleza como referente para entregar respuestas proyectuales y su aporte como motor fundacional de la innovación en el ámbito del diseño de materiales. La naturaleza demuestra ser una fuente de inspiración para el diseño de productos a lo largo de toda la historia (Emami et al., 2008). La biónica puede entregar importante ayuda para generar ideas y soluciones integrales al proceso de diseño. Puede ser comprendida como "la asimilación de principios de ingeniería que se utilizan en sistemas naturales, y la aplicación de estos principios al diseño o mejora de sistemas tecnológicos o materiales" (Lodato, 2000). A estudios detallados de los sujetos naturales y sus inter-relaciones, prosigue un proceso de abstracción, mediante el cual se pueden enunciar principios transferibles al ámbito de lo artificial (Miralles y Giuliano, 2008). Según Di Bartolo y otros autores (2000), naturaleza, estructura y mínimo esfuerzo, son tres ingredientes relevantes a asociar en las prácticas de diseño experimental-conceptual con la biónica. Plantean un análisis horizontal o de un modelo sistémico del patrimonio natural, observando la interdependencia de formas y soluciones entre ellas y con el ambiente; y, otro vertical, a partir del análisis de un modelo de la naturaleza referenciando las cualidades funcionales de las estructuras vegetales y animales, para codificar soluciones específicas del diseño de objetos. La biónica estudia y construye sistemas artificiales por analogía con los vivos, evita las sugerencias formales y apunta a un doble movimiento. La observación y la recogida de datos en la investigación; y, la aplicación innovadora de aspectos formales, funcionales y estructurales, al momento del proyecto (Di Bartolo, 2000). La perspectiva general sitúa a la biónica como una metodología capaz de impulsar sistemáticamente el proceso de diseño. Observando y analizando la naturaleza, es posible comprender sus relaciones estructurales, organizativas, funcionales, expresivas y económicas, además de aplicar métodos que sistematizan estas relaciones analógicas (Alarcón, 2003).

Según Di Bartolo (Alarcón, 2017), en diseño, pensar con límite, estimula la creatividad. Si no existe el límite, todo es autorreferencial. El diseñador tiene que responder a vínculos de usabilidad, ergonomía, materiales, mercado, experiencias, en síntesis, tiene que escuchar. Hay una cantidad enorme de experiencias en la arquitectura, como por ejemplo la obra de Pier Luigi Nervi, Felix Candela y



Buckminster Fuller, que trabajan para construir una vivienda, un edificio con el menor empleo de materiales, incluso Gaudí que trabajaba con la catenaria, donde la curva se usa para identificar el menor recorrido de un punto a otro.

Di Bartolo desarrolla y aplica el método del *basic design* en entornos investigativos y educativos, dándose cuenta que los resultados constructivos geométricos de diseño son muy similares a las experiencias basadas en la naturaleza. A partir de entonces, observa cómo ésta soluciona un problema con una geometría apropiada, un mínimo gasto energético y uso de materiales, cumpliendo su objetivo eficientemente. Comienza a descubrir la experiencia con la biónica, que nace a partir de ese paso entre el *basic design* y su aplicación en el campo de los proyectos. Para Di Bartolo, uno de los temas de trabajo históricos del diseño es el deseo de garantizar al ser humano un entorno artificial armonioso; la biónica intenta hacerlo a través del modo de plantear problemas antes de las soluciones, [ella] se encuentra en particular sintonía con otra tendencia actual del proyecto, aquella que garantiza el máximo rendimiento de los objetos artificiales con el mínimo uso de energía. La biónica, con sus observaciones sobre refinadas soluciones compuestas que tienen éxito en el cuerpo de los animales y en la estructura de las plantas, puede formular preguntas más precisas e inéditas y dar un mejor uso a las tecnologías. Las características de la investigación biónica responden finalmente a tres de las necesidades más importantes del diseño contemporáneo, a) integración profunda de las soluciones funcionales y formales, b) dinamismo en la adhesión a las necesidades del proyecto, c) flexibilidad en la propuesta de soluciones. Por esta razón, la investigación biónica aparece como una herramienta efectiva disponible para el diseño contemporáneo (Di Bartolo, 1999). “El diseñador biónico aplica constantemente, hacia la naturaleza, un tipo de *reverse engineering*. Busca desvelar mecanismos funcionales que puedan ser útiles para sus objetos. Una vez que estos mecanismos se identifican, la operación de traspaso del dominio natural al artificial es una especie de re-interpretación de la naturaleza que funda la relación de semejanza” (Di Bartolo y Montanari, 2004, p.87).

Para Di Bartolo, la biónica surge como un valor en su perspectiva proyectual, de la mano del *basic design* practicado con sus estudiantes en los inicios de su vida profesional. Motivado por sus profesores Roberto Lucci y Paolo Orlandini, quienes a su vez trabajaban con los maestros del diseño de los años '60 y '70 (Zanusso, Castiglione, entre otros). Ellos, habían estudiado en el Illinois Institute of Technology en Chicago, en la Escuela de Mies van der Rohe, realizando esta tipología de ejercicios. El objetivo es comprender empíricamente fenómenos estructurales y formales, en busca de descubrir mecanismos o principios naturales para implementarlos en el mundo artificial (Fig. 4).



Fig. 4. Carmelo Di Bartolo en su estudio Design Innovation de Viale Abruzzi, Milano, Italia. Febrero 2017. Fuente: Archivo autora.

Todo lo anterior, en armónico complemento con lo expresado por Munari (1990), que señala que se toma como punto de partida un fenómeno natural y a partir de ahí se puede desarrollar una solución proyectual. De este modo, el *basic design* propicia una actitud de curiosidad, de búsqueda necesaria, ya que un diseñador que descubre, que desestructura, es capaz de crear, porque realiza un aprendizaje del diseño basado en experiencias, en jugar, porque así se puede descubrir un mundo que antes no se pensaba.

Por su parte, el diseño de materiales valora al proyecto del material como una práctica independiente a la concepción del producto final (Rognoli y Levi, 2005). En este sentido, el diseño del material, es anterior al diseño del producto, dado que los materiales pueden generarse para diversas prestaciones. Ejemplos en la historia del diseño, exploran lúdicamente diversas texturas y acabados, además de aspectos fenomenológicos sobre las ventajas (o desventajas) de utilizar materiales particulares para productos particulares (Karana et al., 2015). En este campo, un futuro más respetuoso y responsable con el medioambiente, exige la incorporación de múltiples variables, para evidenciar el potencial que



los materiales tienen, abarcando enfoques diversos como motor de impulso para el diseño y las sociedades (Ayala et al., 2011; Parisi et al., 2017; Camere y Karana, 2017; Karana et al., 2016).

En el contexto actual, tienen cabida reflexiones propias de la dimensión del significado, el vínculo del material con aspectos sensoriales, referidos a la calidad como objetivo para distinguir el producto de sus competidores. Se subraya el hecho que no se pueden ignorar dos consideraciones básicas: primero, percibimos lo que sabemos; y, segundo, la percepción está indisolublemente vinculada a los materiales (Indesit Company & Design Innovation, 2012). Una mirada contemporánea del proyecto en su fase conceptual, valora la potencialidad de la experiencia sensorial posible de percibir, a través de la expresión de los materiales, del significado que tienen por sí mismos. El trabajo filosófico de Carmelo Di Bartolo, sobre la nueva cultura del material que se apodera del estudio de la biónica, tiene como fin referenciar el modo aprendido en orden de interpretarlo y perfeccionarlo en la práctica, para la generación de innovación en diseño de materiales. Di Bartolo se pone al centro del debate entre lo natural y lo artificial, entre las razones estéticas y las prestacionales y prueba una inédita alianza para concebir el producto (Alarcón, Celaschi, Celi, 2019).

[MATERIAL Y MÉTODO]

Las experiencias realizadas en Concepción, se han llevado a cabo mayoritariamente en el ámbito de la biónica y el diseño de materiales. Un caso de estudio frecuente es el sector productivo de tableros de madera, la integración de residuos en la composición de tableros de partículas de *Pinus radiata*. El objetivo principal es proponer alternativas para diversificar la producción del sector económico más importante de la zona.

Proceso proyectual

El proceso proyectual se desarrolla en etapas. Para el caso de la experiencia realizada, la biónica se integra en la fase de Diseño Conceptual en la que se definen aspectos que aportan información útil para determinar el perfil del concepto del nuevo producto (Fig. 5).

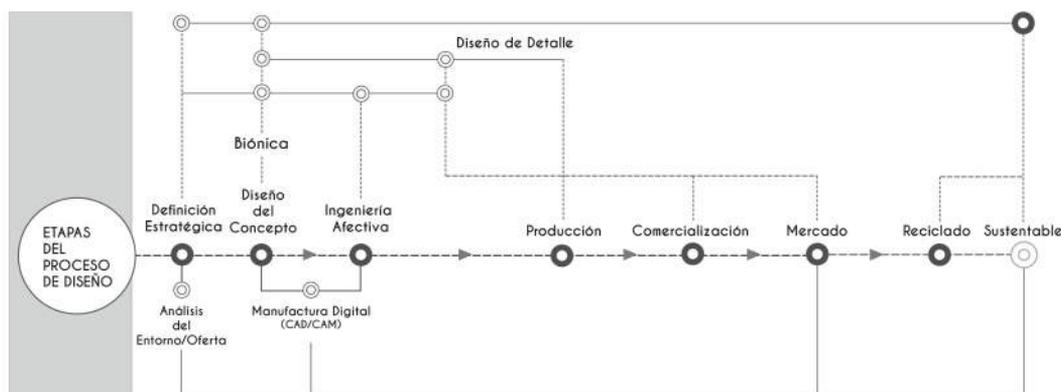


Fig. 5. Proceso de diseño. Fuente: Elaboración propia con referente Prodintec, 2006.

Diseño conceptual y metodología biónica

La metodología biónica se centra en el método cinco definido por Songel (2001) (Fig. 6). Constituye, de forma resumida, la concepción más recurrente de la biónica dentro de la metodología de diseño, puesto que es entendida como elemento de apoyo en un proceso convencional y propio del método creativo en cuanto a analogías directas se refiere, o como metodología específica dentro de la teoría de los niveles analógicos conducentes a la resolución de un problema proyectual.

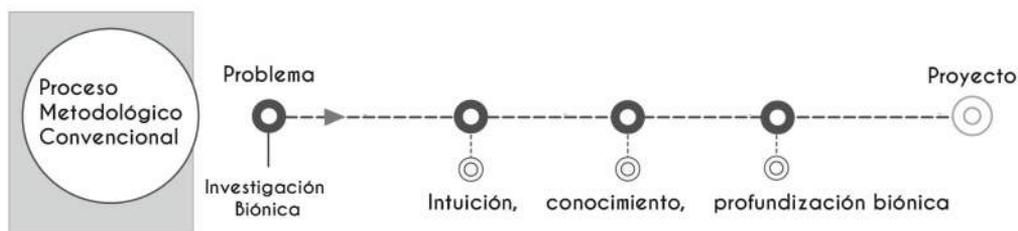


Fig. 6. Proceso metodológico biónico. Fuente: Elaboración propia basado en Songel (2001).

En este marco, es relevante el examen de analogías como medio para relacionar los pensamientos



espontáneos con el problema (Gordon, 1988). De este modo se determinan, argumento proyectual, argumento biónico, ejemplos analógicos naturales, y a partir de una interpretación y extrapolación de virtudes valoradas, se definen las propuestas para la etapa de experimentación. Esta se inicia con una selección de residuos artificiales y naturales, mediante prospección en terreno. Posteriormente, una valoración visual y táctil (Fig. 7).

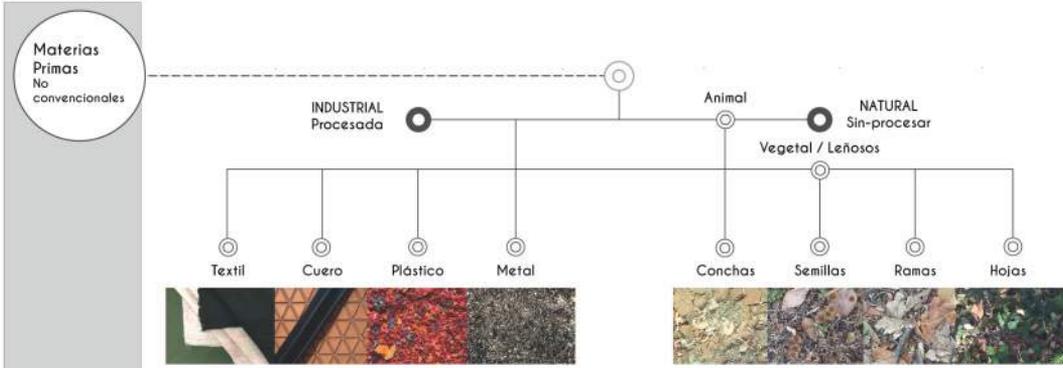


Fig. 7. Residuos de origen industrial y natural. Fuente: Fuente: Archivo autora.

La metodología biónica se aplica para la observación asociada al argumento proyectual, entendido como la definición conceptual coherente con el atributo que se quiere entregar al artefacto. Sujetos naturales son todos aquellos elementos propios de la naturaleza que gozan de esas virtudes, cuyo análisis permite descubrir y determinar cómo la naturaleza logra estos atributos (Tabla I). Por ejemplo, para el argumento proyectual 'juegos lineales', se analizan sujetos naturales que presentan ordenamientos entramados funcionales definidos por componentes soportantes y contenidos que conforman estratificados superficiales. Para el argumento proyectual 'caos y orden', se analizan sujetos naturales compuestos por unidades lineales en aparente desorden, los que se analizan desde las geometrías percibidas visualmente para una disposición superficial dinámica.

Implicancia	Atributos Propósitos	-	Argumento proyectual	Sujetos naturales	Ejemplos
Conformación de los estratos del tablero	Espontaneidad Energía	-	Superposición, ejes y planos	Entramados de diversas especies	
Conformación de los estratos del tablero	Espontaneidad Energía	-	Caos y orden	Telas de araña	

Usando la técnica lluvia de ideas se proponen alternativas para la experimentación, a partir de la cual se realiza una selección conceptual y, mediante bocetos y modelos, se determinan las probetas de testeo a elaborar.

Fabricación de probetas

Se tiene como referente el proceso productivo industrial de tableros de partículas convencionales, aplicando la fórmula para tablero de espesor 15mm y densidad 650kg/m³. Los materiales adicionales (Tabla II) se incorporan a razón del 10% de la mezcla total. Se elaboran probetas de testeo de 330×380×15mm, de acuerdo a las posibilidades de formato de la prensa de platos calientes existente en el laboratorio.



Tabla II
Síntesis de aspectos aplicados en base a metodología biónica. Tableros redefinidos.

Partículas de <i>Pinus radiata</i> + cobre + fibras de algodón	Partículas de <i>Pinus radiata</i> + fibras de algodón	Partículas de <i>Pinus radiata</i> + semillas + fibras de algodón	Partículas de <i>Pinus radiata</i> + cuero	Partículas de <i>Pinus</i> teñidas

Las probetas son sometidas a estudios físico-mecánicos en el laboratorio. Los resultados técnicos son contrastados con las propiedades de un tablero de partículas tradicional. Para concluir el proceso, se realizan propuestas aplicativas y confecciona un portafolio con la información sintetizada.

Desde 2002 en adelante, múltiples proyectos de investigación referidos al diseño de materiales, han sido realizados por el Grupo de Investigación en Diseño de la Universidad del Bío-Bío. Entre ellos, de Cooperación Internacional ERANET-LaC, WINNER: Smart Windows for Zero Carbon Energy Buildings”, centrado en el desarrollo de un vidrio fotovoltaico integrado a un sistema de uro dinámico inteligente. Para este proyecto Carmelo orientó al equipo de los referentes biónicos a observar (Fig. 8); “Valor percibido de materias primas recicladas, aplicadas a la generación de nuevos materiales: diseño para la aceptación social y economía circular”, enfocado en el diseño de materiales a partir de residuos sólidos (Fig. 9). El proyecto nacional “Diseño de texturas basado en ingeniería afectiva para la diferenciación competitiva del sector industrial de tableros de madera”, basado en la integración de tecnologías digitales para apoyar el proceso de ideación de nuevas texturas para la empresa Arauco S.A.

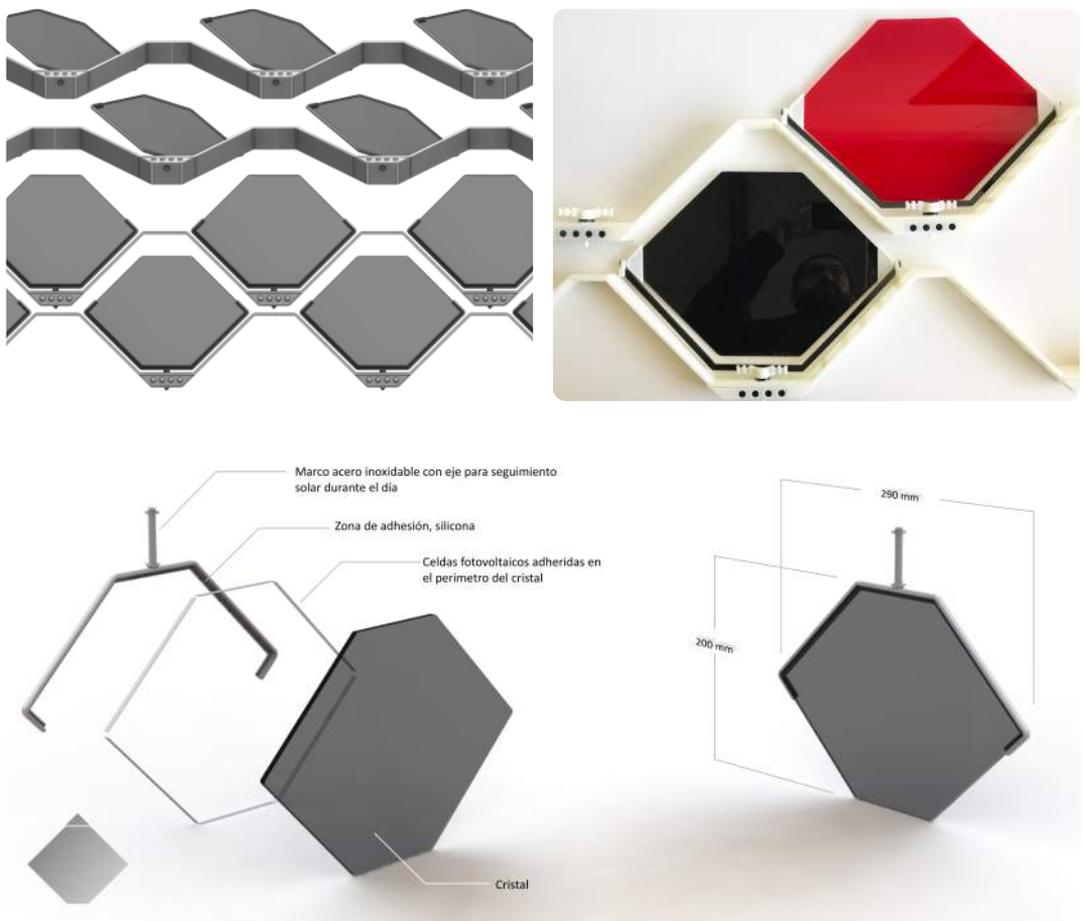


Fig. 8. Desarrollo conceptual con apoyo de tecnologías de impresión 3D para el diseño del muro dinámico basado en el movimiento de los girasoles. Concepto aportado por Carmelo para impulsar el diseño. Fuente: Archivo autora.



Teco

Diseñadoras Konstanza Navarro - Rosario Villegas



Propiedades

Este material compuesto se caracteriza por su dureza y tenacidad. Posee también una textura suave y opaca.

- Duro ●-----● Blando
- Suave ●-----● Áspero
- Mate ●-----● Brillante
- No Reflectivo ●-----● Reflectivo
- Frío ●-----● Temperado
- No Elástico ●-----● Elástico
- Opaco ●-----● Transparente
- Rígido ●-----● Dúctil
- Resistente ●-----● Frágil
- Liviano ●-----● Pesado



Ingredientes Básicos

Residuos de café, té y cera de abeja.

Descripción

Teco es un material 100% biodegradable y compostable. Se caracteriza por su aroma a café, siendo este capaz de neutralizar los malos olores. Es una propuesta de materia densa, tenaz y perfumada. Además, se utiliza cera de abeja como adhesivo entregándole impermeabilidad al material.

Contacto

"Valor percibido de materias primas reciclada, aplicadas a la generación de nuevos materiales: diseño para la aceptación social y economía circular"

Dra. Jimena Alarcón Castro
 Ma. Gino Ormeño Bustos
tallerdematerialesubb@gmail.com

Grupo de Investigación en Diseño
 Taller de Diseño de Materiales
 Universidad del Bío-Bío - Chile

"Tenemos que pensar de manera diferente al respecto, no como desperdicio, sino como potencial."

Pasos

Las materias primas son pesadas y secadas en un horno.

Luego, se mezclan sobre un marco de acero para ser prensado.

El material es sometido a una prensa caliente durante 3 mins.

Una vez frío, se encapsula con madera nativa y adhesivo natural.

Cortarlo según las medidas y formato que sean necesarios.

El material puede ser mecanizado en CNC router.



Fig. 9. Modelo de ficha aportado por el equipo de diseño de Politécnico Di Milano que lidera la Dra. Valentina Rognoli. En este formato se registran individualmente los materiales realizadas en el marco del proyecto. Fuente: Archivo autora.

En este sentido, ha habido un tránsito desde los materiales basados a partir de materias primas relevantes para la industria de la madera, materiales Do It Yourself (DIY) e inteligentes, que han permitido una proyección con aportaciones a la educación escolar (Fig. 10), universitaria y empresarial.



Fig. 10. Experiencia de diseño de materiales DIY para la innovación social, realizada con niños de escuelas rurales en Chile. Fuente: Archivo autora.

[CONCLUSIÓN]

El acercamiento del diseño italiano a entornos académicos en Concepción, a través de la filosofía de Carmelo Di Bartolo, permite integrar un nuevo enfoque para el diseño. Particularmente en la Universidad del Bío-Bío, es donde se han desarrollado investigaciones relativas a diseño de materiales y experiencias de enseñanza desarrolladas a nivel de pregrado y posgrado. Ha impactado en la formación de más de quince generaciones de estudiantes de la carrera de Diseño Industrial, que han integrado en su imaginario la relevancias e intervenciones de la biónica en beneficio del proyecto. De esta manera, el diseño de materiales nace en Chile centrado en el diseño de nuevas alternativas para el sector productor de tableros de madera, buscando avanzar tanto a nivel de sustratos, formatos, como calidad percibida. Los estudiantes comprenden que el diseño del material puede anteceder al diseño del objeto, constituyéndose en sí mismo, un proyecto de ideación de un producto. A nivel investigativo se desarrollaron iniciativas con el apoyo de empresas ARAUCO S.A. y MASISA S.A., participando en investigación aplicada. Los alcances de la biónica y, con ello, la enseñanza de Carmelo Di Bartolo, ha sido transversal e inédita en estos contextos, entregando una perspectiva más completa, responsable y atemporal del diseño.

[REFERENCIAS]

- Ayala C.; Quijano, A.; Ruge, C. (2011). Los materiales como medio para estimular procesos de creación. *Dearq, Revista de Arquitectura* 8, p.p. 44-53. <https://doi.org/10.18389/dearq8.2011.06>
- Alarcón J. (2003). *Biónica y Diseño Innovativo: el sector maderero y oportunidades para la generación de nuevos materiales*. Tesis magister guiada por Carmelo Di Bartolo, Concepción, Chile. 350 pp.
- Alarcón, J. (2017), Entrevista a Carmelo Di Bartolo en Lúdum Design School, Milán, Italia.
- Alarcón, J., Celaschi, F., & Celi, M. (2019). Carmelo Di Bartolo y la cultura del proyecto en Chile. *Seminario Investigación Diseño II*. Concepción: Ediciones Universidad del Bío-Bío. pp10-16.
- Caisse, S.; Montreuil, B. (2014). *Polar Business Design*. SAGE Open, January-March 2014, p.p. 1-16, p.10. <https://doi.org/10.1177/2158244014522632>
- Calvera, A., Taranto, F., & Veciana, S. (2005). *Políticas públicas nacionales para el aprovechamiento estratégico del diseño*. Barcelona: ADP, Asociación de Diseñadores Profesionales. Consejo Nacional de Innovación.
- Camere, S.; Karana, E. (2017). Growing Materials for Product Design. In *Alive. Active. Adaptive. Proceedings of International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials (EKSIG June 19-20)*. Delft, the Netherlands, p.p. 101-115.
- Di Bartolo, Carmelo. (1999). *Bionica: lo sviluppo naturale nel progetto*. Domus n° 818.
- Di Bartolo, C. (2000). *Naturaleza como modelo, naturaleza como sistema*. *Experimenta Revista de Diseño y Comunicación para la Empresa*, n° 31, pp. 9-45.
- Di Bartolo, C.; Hennicke, J.; Nachtigall, W.; Plasencia, C.; Songel, G. (2000). *La naturaleza como fuente de innovación*. Valencia: Editorial UPV.
- Di Bartolo, C.; Montanari, R. (2004). *Complejidad, diseño y sociedad*. *Cuadernos de Diseño Pensar/Proyectar el Futuro*. Madrid: Instituto Europeo de Diseño n° 1, p.87.
- Emami, J.; Tashakori, M.; Tashakorinia, Z. (2008). *Bionic design in industrial design education at University of Tehran*. *Proceedings of E&PDE, 10th International Conference on Engineering and Product Design Education*. U. P. C., Barcelona, Spain, pp. 435-440.



Gordon, JE. (1988). *The Science of Structures and Materials* Scientific American Library. New York, U.S.A. 217 pp.

Indesit Company & Design Innovation. (2012). *Materials Driven Design. Il progetto Eldomat*, Fausto Lupetti ed., Milano.

Karana E.; Barati, B.; Rognoli, V.; Zeeuw van der Laan, A. (2015). *Material Driven Design (MDD): A method to design for material experiences*. *International Journal of Design* 19, n°2, p.p. 35-54. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:7359026d-57f5-4f63-9835-126c5d23baed>

Karana, E.; Pedgley, O.; Rognoli, V.; Korsunsky, A. (2016). *Emerging Material Experiences*. *The Journal of Materials and Design* vol. 90, p.p. 1248-1250. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.042>

Kotler, P., Lane, K., Cámara, D., & Mollá, A. (2006). *Dirección de Marketing*, 12° edición. Madrid: Pearson. Prentice Hall.

Lodato, F. (2000). *Biónica: la naturaleza como herramienta de innovación*. *Experimenta, Revista de Diseño y Comunicación para la Empresa*, n° 31.

Miralles, M.; Giuliano, G. (2008). *Biónica: eficacia versus eficiencia en la tecnología natural y artificial*. *Scientiae Studia*, 6 (3), p.p. 359-369. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-31662008000300005>

Munari, B. (1990). *¿Cómo nacen los objetos?* Barcelona: Gustavo Gili.

Parisi, P.; Rognoli, V.; Sonneveld, M. (2017). *Material Tinkering. An inspirational approach for experiential learning and envisioning in product design education*. *The Design Journal*, 20: sup1. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1353059>

Prodintec (2006), *Diseño industrial, Guía metodológica Predica*, Gijón: Fundación Prodintec.

Rognoli, V.; Levi, M. (2005), *Materiali per il design: espressività e sensorialità*, Milano: Polipress.

Songel, G. (2001). *Diseño y Biónica. Manuales de Diseño N°6*. Universidad Politécnica de Valencia. España. 181 pp.

[AGRADECIMIENTOS]

La autora agradece a Carmelo Di Bartolo por aceptar guiar su tesis de Master el año 2001. Especialmente, porque más allá de los aprendizajes y experiencias profesionales, junto a ello, ha significado el privilegio de recibir enseñanzas profundas de vida, hasta hoy. Al proyecto CONICYT N° RED1170581 "Valor percibido de materias primas recicladas, aplicadas a la generación de nuevos materiales: diseño para la aceptación social y economía circular" (2017/2019), última investigación formal que representa un avance sobre el legado de Carmelo en Chile. A prof. Amilton Arruda por esta oportunidad de homenajear a un maestro en común.



Marina Nova

Nasce a Milano nel 1962, consegue la maturità scientifica, frequenta la Facoltà di Scienze Naturali presso l'Università degli studi di Milano e si laurea nel 1988. Nel 1997 consegue il Master in Design e Bionica presso l'Istituto Europeo di Design di Milano. Oggi è titolare della cattedra di Scienze Naturali presso il Liceo Artistico di Brera di Milano. Crea con un gruppo di docenti delle discipline artistiche una sinergia di intenti che ogni anno confluisce in mostre temporanee realizzate con gli studenti del Liceo su temi che mettono in rapporto la natura e l'arte in collaborazione con il Museo di Storia Naturale di Milano e Università Bicocca. Tra il 1988 e il 2005 esercita attività di consulenza e divulgazione scientifica per la progettazione e realizzazione di percorsi naturalistici, itinerari didattici e corsi di aggiornamento. Dal 1988 è anche collaboratrice del Museo Civico di Storia Naturale di Milano per l'ideazione, la progettazione e la realizzazione della Sala IX con pannelli espositivi e prodotti multimediali riguardanti l'Uomo & l'Ambiente.

Ornitologa, partecipa a studi e censimenti ornitologici sull'avifauna svernante e nidificante nel territorio lombardo in collaborazione con Università degli studi di Milano e l'Università di Pavia. Dal 2009 ad oggi partecipa al Progetto Piccole Isole, studio sulla Migrazione degli Uccelli nel Mediterraneo con attività di inanellamento a scopo scientifico; riordina e ricataloga alcune collezioni ornitologiche del Museo di Storia Naturale di Milano e della collezione dell'Istituto Cattaneo di Milano. Dal 1991 al 1996 è consulente scientifico su problematiche metaprogettuali per trovare soluzioni in natura da trasporre nel mondo dell'artificiale e collabora con architetti e designers del Centro Ricerche IED di Milano per progetti di Architettura e Design legati alla Bionica. Qui acquisisce conoscenze nell'ambito della bioarchitettura e del design. In qualità di comunicatrice scientifica realizza conferenze per il pubblico su tematiche legate alla natura, in particolare all'avifauna, alle geometrie in natura e al rapporto tra arte e natura.



Una Naturalista al CRIED

Marina Nova | marinova@rocketmail.com



“Si chiudano gli occhi, si presti attento ascolto e, dal più leggero soffio fino al più selvaggio rumore, dal più elementare suono fino al più complesso accordo, dal più veemente e appassionato grido fino alle più miti parole della ragione, sarà sempre la natura a parlare, a rivelare la propria presenza, la propria forza, la propria vita e le proprie connessioni, cosicché un cieco, a cui l'infinitamente visibile fosse negato, in ciò che è udibile potrà cogliere un infinitamente vivente.”

————— Johann Wolfgang von Goethe —————

[INTRODUZIONE]

E' stata una bella sorpresa ricevere dopo tanti anni il messaggio dell'amico Amilton Arruda con la proposta di scrivere un contributo per questa pubblicazione ... un viaggio nel tempo, una prova per i miei neuroni di fare ordine nella mia storia lavorativa e nella mia crescita professionale. Non sono una designer, non sono di questo mondo, vengo dal regno della natura e per questo, con piacere e un po' di nostalgia, voglio raccontare un po' di me e di questa fantastica "avventura bionica".

La mia passione per la natura ha segnato la mia vita sia nell'ambito professionale sia in quello personale. Infatti, dopo aver frequentato il liceo scientifico, mi sono iscritta al corso di laurea in Scienze Naturali con l'idea di diventare una naturalista in grado di lavorare nell'ambito delle valutazioni d'impatto ambientale al fine di conoscere e preservare gli ambienti e le loro biodiversità.



L'interesse per gli animali e la voglia di conoscerli mi ha portato, fin dai tempi del liceo, a far parte di associazioni protezionistiche e a frequentare dei corsi sulla natura e in particolare sul riconoscimento e la protezione degli uccelli. Il birdwatching non è una passione, è una malattia contagiosa.

L'iniziazione consiste in lezioni sulla biologia di questi affascinanti vertebrati, dotati di leggerezza, di eleganza e di colori per noi mammiferi impensabili, ma questo è ancora nulla rispetto a quanto e come possano volare. La migrazione, il viaggio che moltissime specie intraprendono ogni anno per compiere il loro dovere riproduttivo è ciò che li rende irresistibili. Vorresti essere come loro, viaggiare da un capo all'altro del mondo, essere nomade e forse libera. Questo è solo la punta dell'iceberg, infatti, dopo la preparazione teorica, c'è il salto in natura! Qui si entra nel vivo della questione ed è necessario munirsi di armi visive come un binocolo, che diventerà il compagno fedele di tutte le



uscite, una macchina fotografica e un taccuino dove memorizzare gli avvistamenti del giorno e le caratteristiche dell'ambiente visitato.



Oggi gli smartphone di nuova generazione consentono scatti di buona qualità e l'archiviazione dei dati attraverso applicazioni specifiche, velocizzando i tempi, ma con la perdita del piacere di scrivere e di andare ogni tanto a rileggere e rivivere l'emozione di bei momenti. Ovunque si vada ci sono uccelli da riconoscere e non sempre è facile dare un nome a chi entra per un attimo nella lente del binocolo o, nascosto nella vegetazione emette suoni o melodie. Qui viene il bello, bisogna fare esperienza e associare a forma, colore, dimensioni, comportamento un canto o un verso, si va avanti così per anni, e nel tempo il tuo archivio di immagini e di suoni si arricchisce di nuove specie da scoprire per l'Europa; certo, potresti limitarti all'Italia, ma ecco che scatta quell'impulso irrefrenabile di aggiungere sempre più specie al tuo archivio e in Europa sono più di mille le specie che si possono incontrare. Così le vacanze si programmano in base alle specie che non hai mai visto e le vai a incontrare in luoghi e ambienti che di turistico spesso hanno ben poco. Tutto ciò non si fa da soli, ma con l'aiuto di amici che diventano compagni di avventura e di conoscenza per la vita. Questo è quanto mi è accaduto, ma è anche vero che a volte non tutto sembra poter durare per sempre. Il percorso di studi che conduce alla laurea in scienze naturali ha completato la mia formazione di zoologa specializzata in ornitologia grazie a uno studio sulle specie nidificanti nella mia città: Milano. Uno studio che si può definire a chilometro zero e svolto in bicicletta, che ha consentito di rilevare 42 specie nidificanti oltre al comune piccione domestico. Il Museo di Storia Naturale di Milano, promotore di questo studio, divenne il mio nuovo riferimento formativo e professionale. Si tratta del più importante museo naturalistico d'Italia, un vero tesoro di biodiversità con collezioni di esemplari tassidermizzati e sale espositive a tema.



Vivere il Museo è stato un importante momento formativo della mia vita. Le sale che andavo a visitare da bambina, sono diventate il luogo di lavoro dove si trasmette conoscenza. È il primo momento di vera interfaccia con il mondo della scuola e della divulgazione scientifica. Non credo di esagerare dicendo che durante gli anni dell'Università e i successivi, ho percorso centinaia di chilometri con i visitatori di tutte le età, accompagnandoli alla scoperta delle scienze naturali attraverso le sale espositive del Museo di Storia Naturale. Una palestra per chi è interessato alla divulgazione e alla comunicazione. Ed è proprio dal Museo che arriva il segnale del cambiamento di rotta; vengo incaricata dall'allora direttore Luigi Cagnolaro, un grande zoologo di altri tempi di preparare delle lezioni sul volo degli insetti e degli uccelli per un gruppo di designer e architetti del Centro Ricerche Strutture Naturali dello IED di Milano, in via Sciesa 4. Non nascondo la preoccupazione nel dover



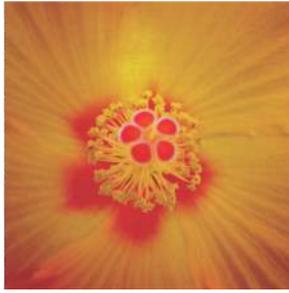
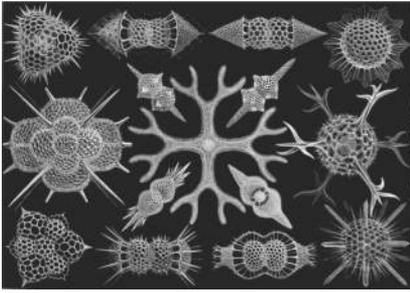
parlare di argomenti scientifici ad un pubblico adulto, eterogeneo per nazionalità e formazione. E' in questo contesto che incontrai per la prima volta questo personaggio incredibile, a cui devo molto: Carmelo di Bartolo. Un uomo dinamico, sorridente, dallo sguardo vivace e smart, mi ha sempre ricordato una volpe. Grazie a Carmelo, quelle sei ore di lezione si sono evolute in contratti di collaborazione e di consulenza riguardanti tematiche naturali ed ecologiche. Un lavoro entusiasmante, creativo, svolto anche con Carlo Bombardelli e inizialmente con Giovanna Arlotti, due persone di grande professionalità che mi hanno introdotto allo studio della difficile e impegnativa relazione tra il mondo della Natura e quello della progettazione. Per diversi anni ho avuto il piacere di confrontarmi con molti designers e architetti, con idee e interessi differenti con i quali si discuteva animatamente per ore, anche dopo il lavoro, davanti a una birra da Giorgio, il bar che fungeva da nostro secondo ufficio. Uno dei problemi da affrontare quando si lavora con professionisti di vari settori è quello della comunicazione; spesso, pur parlando lo stesso idioma non ci si capisce, una sfida ancor più grande è quando si parlano lingue differenti! Questo perché, spesso, allo stesso termine vengono dati significati diversi, in relazione al campo in cui si opera. Un esempio? La parola ambiente per un architetto e per un naturalista. Nel mio caso, solo dopo innumerevoli tentativi di interazione, sono riuscita a sintonizzarmi sulla stessa lunghezza d'onda, al fine di costruire un percorso metodologico per rispondere ai quesiti più bizzarri, riguardanti i fenomeni naturali. Nella maggior parte dei casi, le domande non riguardano direttamente la natura, ma il problema che il designer deve risolvere per poter sviluppare il suo progetto. Carmelo diceva sempre che il progetto per essere un buon progetto deve essere un progetto felice e quindi tutte le componenti progettuali devono lavorare in sinergia. E' qui che ho capito cosa significa lavorare in team. Grazie a questo incontro ho imparato a vedere anch'io la natura con occhi differenti, forse con meno "diottrie scientifiche" ma sicuramente con una maggior ampiezza di campo.

L'interesse per questo nuovo mondo del design e del progetto, in un ambiente così stimolante, mi ha condotto nel 1997 al Master in Design e Bionica promosso dallo IED con la tesi: "Rischi ed opportunità in natura". Una sorta di guida, dedicata a professionisti del settore della progettazione con l'interesse a inoltrarsi nell'affascinante mondo della natura. Un manuale d'istruzione rappresentato da diverse tematiche lette in chiave morfologica: dal concetto di semplice e complesso in natura al rapporto di scala, nel tentativo di spiegare l'intrigante problema della forma nel mondo naturale. E inoltre dimostrare che, un'investigazione mirata e approfondita, consente di sviluppare dei concept designs: idee originali e innovative che caratterizzano la progettazione bionica. Ad esempio, studiando i sistemi energetici in natura si possono individuare interessanti meccanismi del mondo vegetale e animale da applicare nel campo dell'architettura ambientale, per ottenere sistemi ad alta efficienza energetica e concepts originali per il design di nuovi materiali. Il Centro Ricerche IED si occupava di ricerca applicata, basandosi sull'osservazione delle strutture e dei meccanismi presenti negli organismi animali e vegetali. Questa attenta e selettiva osservazione risultava utile per identificare peculiari soluzioni naturali sia per quanto riguarda materiali sia forme e processi di formazione in grado di soddisfare particolari esigenze. I progetti di design che ne derivavano non copiavano la natura, ma trovavano nella natura la loro ispirazione, il loro punto di partenza.

La Bionica è stata a mio avviso praticata sin dalle società primitive che basavano la loro sussistenza sulla caccia e sulla raccolta, quando l'uomo era parte integrante della Natura. Questa attitudine era la normalità, in quanto la relazione con l'ambiente era molto stretta e maggiori erano le opportunità di osservare e attingere dalla natura; certo mancava l'aspetto tecnologico che pionieristicamente era invece tecnico. Esisteva una consapevolezza istintiva della situazione di equilibrio e di armonia presente nell'ambiente che si traduceva anche nella concezione delle abitazioni, nell'uso dei materiali e nella creazione di particolari geometrie costruttive. Nel tempo, l'uomo si è sempre più allontanato dalla natura, ma molti sono comunque gli scienziati che hanno mantenuto questo tipo d'interesse, come ad esempio alla fine del XIX secolo Ernst Haeckel, un biologo tedesco che illustrò l'incredibile varietà di forme che la natura può offrire attraverso un catalogo anche di microscopiche specie marine. Uno scienziato artista che ha ispirato gli ingegneri e gli artisti del tempo. Sono sempre



affascinata quando guardo le sue tavole illustrate dove la precisione dei particolari e l'associazione delle differenti forme animali esprimono l'apparente perfezione della natura.



Un altro scienziato che mi ha molto colpito è Sir D'Arcy W. Thompson che, all'inizio del 900', con il suo libro "Crescita e Forma" afferma che una forma naturale, le sue proporzioni e il suo comportamento meccanico può essere compresa solo conoscendo la sua genesi. La forma quindi non può essere presa in considerazione solo per le sue caratteristiche morfologiche ma deve essere vista e letta alla luce di una serie di fattori, una questione decisamente complessa.



L'umanità ha sempre guardato la Natura come una fonte di ispirazione per immagini, metafore e analogie che sono diventate parte della nostra cultura. Nella società industriale, l'uomo prende alcune forme e apparati fisiologici e li trasferisce nel mondo dell'artificiale e al contempo prende analogie dal mondo della cultura per spiegare le scienze naturali. Intendo dire che le discipline tecnologiche e le loro specifiche soluzioni possono essere usate come modello per spiegare e interpretare il funzionamento delle forme biologiche. Significa che i concetti di natura e cultura sono legati da un rapporto biunivoco, in cui una non può esistere senza l'altra: la natura è un'invenzione dell'uomo, una sua costruzione culturale. Il concetto di natura non dovrebbe essere considerato come una realtà oggettiva, perché è influenzato dalla cultura e dalla storia; non è un concetto assoluto ma cambia in relazione al tempo e allo spazio. Oggi noi spieghiamo la natura in modo differente rispetto a uno scienziato del XVI secolo, ma anche rispetto a molte popolazioni che vivono ancora in situazioni lontane a quella che noi chiamiamo "civiltà".

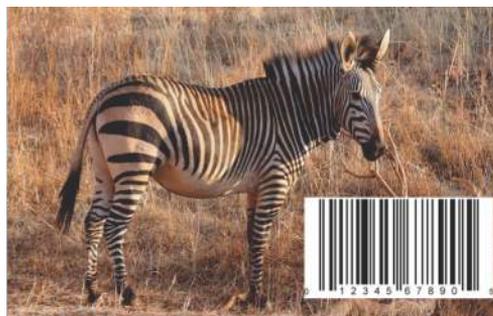
Il designer quale vantaggio può avere dallo studio della natura? Molte sono le risposte possibili e variano in base alle convinzioni di chi risponde. Alcuni credono che si possano trovare soluzioni utili dalla sola osservazione degli organismi e delle loro caratteristiche, considerandoli come oggetti a sé stanti; altri, con un approccio più teorico osservano la globalità e la complessità studiando gli ecosistemi e i loro componenti per compararli a sistemi artificiali. Il mio punto di vista è che entrambi questi approcci possono essere validi: oggi il processo di osservazione della natura per la progettazione dell'artificiale deve tenere in considerazione l'evoluzione del pensiero scientifico, la sua conseguente modifica dell'idea di natura, la crisi ambientale e la tendenza verso una società "ecologica". La convergenza di questi fenomeni crea nuovi scenari per il design: la transizione verso una società sostenibile, chiama il designer ad una grande creatività e a nuove problematiche. L'emergenza di una nuova idea di natura offre una visione diversa della nostra realtà ed è un nuovo stimolo per la riflessione verso un nuovo modello culturale, più adeguato al presente e alle esigenze future. Le scienze contemporanee rivelano che natura è un insieme di fenomeni caratterizzati dall'emergenza dell'imprevedibile, del singolare, del caos. Una natura dinamica, in cui siamo immersi e di cui siamo costituiti. Connessioni, relazioni, e meccanismi a feedback che si collegano nel tempo e nello spazio generando gerarchie e genealogie che sono anche i principi dell'ecologia.



[LA COMPLESSITÀ DELLA VITA]

Quando si cerca di entrare nelle profondità della materia vivente ci si trova sempre di fronte al dilemma dell'apparente semplicità degli elementi costitutivi e al contempo l'incredibile complessità dell'insieme. Nel passato si poteva osservare solo l'insieme e da qui cercare di ipotizzare le regole per spiegare la vita. La tecnologia con l'invenzione di nuovi strumenti ottici ha permesso all'osservatore una vista più acuta, in grado di analizzare i dettagli e di scoprire che i mattoni biologici per la costruzione degli organismi sono patrimonio comune a tutte le strutture presenti sul pianeta. Le cellule e i tessuti, non sono gli elementi semplici di un complesso edificio biologico, bensì risultano essere a loro volta dei complessi architettonici nei quali molecole e atomi a contatto tra loro, interagiscono e si modificano.

La situazione è conflittuale, tra la necessità di capire l'insieme e l'esigenza di andare sempre più nel micro per comprendere i dettagli della struttura della vita e quindi la soluzione è la mediazione tra la comprensione del dettaglio e l'interpretazione dell'insieme. Oggi la biologia tende a rendere il complesso sempre più semplice e paradossalmente complica ciò che in passato riteneva semplice. La complessità della materia vivente si apprezza aumentando il potere di risoluzione degli strumenti a disposizione. Una cellula al microscopio ottico è una piccola massa tondeggiante, al microscopio elettronico sono visibili le strutture complesse: membrane, tubuli, DNA, con il microscopio elettronico ad emissione di campo si evidenziano gli atomi che costituiscono ad esempio un filamento cromosomico.

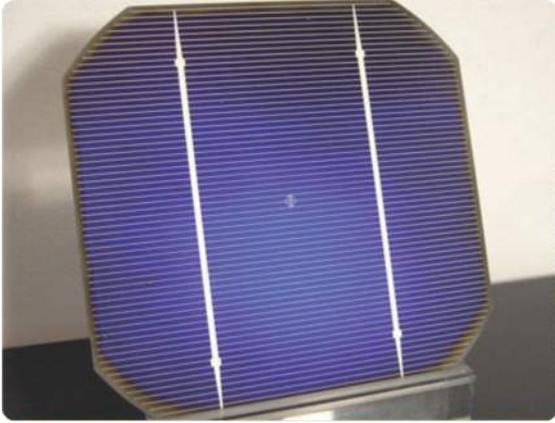


Oggi un essere vivente può essere identificato dal suo "Barcode" genetico un insieme di informazioni genetiche che, attivate, esprimono le caratteristiche del prodotto naturale ma a differenza di un prodotto artificiale, le espressioni geniche sono influenzate dall'ambiente circostante e quindi è sempre necessario studiarlo nel suo complesso insieme di relazioni con i fattori esterni che lo plasmano.

[COMPLESSITÀ E COMPLICAZIONE]

Distinguere un oggetto naturale da uno artificiale significa operare una distinzione fra complessità e complicazione. Qualsiasi artefatto può essere considerato il prodotto dell'attività di un essere vivente e riproduce quindi il progetto, la finalità per cui è stato costruito. Una macchina sofisticata nel suo funzionamento può definirsi complicata, ma sempre decifrabile e comprensibile, trattandosi del risultato di un disegno umano ben preciso. Gli esseri viventi rispondono invece ad una logica che spesso risulta incomprensibile e quindi li definiamo complessi. Si comportano come sistemi in grado di organizzarsi in maniera autonoma, in base ad un progetto interno all'organismo stesso.

Un oggetto artificiale a confronto con uno naturale, a parità di funzione, rivela una prestazione e una complessità minore. Una cellula fotovoltaica è un oggetto in grado di trasformare la luce del sole in energia elettrica grazie alle proprietà fisiche dei suoi materiali, come il silicio e il selenio. L'equivalente in natura è rappresentato da un cloroplasto, un organulo cellulare presente nelle cellule vegetali specializzato nella trasformazione di molecole semplici e povere di energia, come la CO₂ e l'H₂O in molecole organiche complesse e ricche di energia come il glucosio C₆H₁₂O₆ e l'O₂, sostanze fondamentali da cui dipende la maggior parte degli esseri viventi. E' per questo che consideriamo gli alberi i polmoni del pianeta. Il confronto tra le due strutture non regge: in termini di efficienza i cloroplasti sfruttano il 30% dell'energia solare mentre le celle fotovoltaiche arrivano al 15%/20%.



[GEOMETTRIE NATURALI]

Sin da bambini disegniamo forme stilizzate che ci aiutano a vedere e a semplificare la realtà: i fulmini diventano delle Z, i vulcani dei tronchi di cono, i fiumi delle linee; la natura non è così semplice. Ad esempio la forma sintetica del fiume è la risposta dell'acqua che occupa le depressioni del terreno, quindi non sarà una linea ma una forma ramificata, così come lo sono gli alberi, le felci. Così è anche il polmone umano, un albero con rami sempre più piccoli: bronchi, bronchioli, alveoli, che si interconnettono con un'altra struttura ramificata rappresentata dai vasi sanguigni. Si tratta del concetto di frattale: la sua struttura riecheggia a tutte le scale di grandezza.

Non addomesticata, non regolata, selvaggia, la natura dipinge le sue scene senza riguardi per un ordine convenzionale, per le linee dritte o le forme euclidee. Osservare la natura caoticamente significa guardare al di là di quello che si vede e liberarsi da un convenzionale senso di ordine. I frattali più semplici non sono sufficienti a catturare la complessità della natura; le leggi fisiche costringono alcune strutture ad un drastico cambiamento nel loro cammino dal piccolo al grande. Un tronco di sequoia è molto di più di una versione in scala del gambo di un fiore. Inoltre l'essenza della natura è granulare:

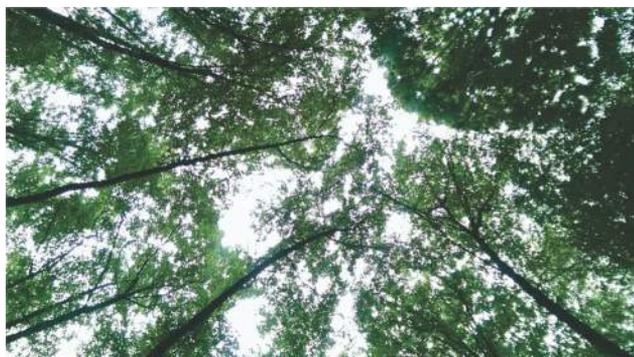


è la taglia delle molecole che pone il limite ai pattern che continuano a ripetersi a scala inferiore. Le leggi frattali governano molto del mondo naturale: le felci, il loro DNA, le piante complesse con le foglie dentellate o lisce, con i petali variopinti possono essere mimetizzazioni di semplici combinazioni frattali.



[ANCHE NOI SIAMO FRATTALI]

La geometria frattale descrive strutture piene di spazi e superfici che si accartoccano, si corrugano e si ripiegano creando dei dettagli autosimili a scale dimensionali diverse. Strutture di questo tipo sono presenti ovunque nel nostro organismo. Il sistema sanguigno, nervoso, linfatico, l'intestino tenue, i polmoni, il tessuto connettivo e muscolare, la corteccia cerebrale, i reni rappresentano un'approssimativa simmetria di scala autosimile. I vantaggi della struttura frattale sono molteplici: aumentare la superficie disponibile per la distribuzione, la raccolta, l'assorbimento e l'eliminazione dei fluidi vitali e di tossine che passano per il nostro corpo. Le strutture frattali sono ridondanti e irregolari e quindi una parte del sistema può essere distrutta o danneggiata senza causare gravi conseguenze e inoltre queste strutture rendono al contempo il corpo flessibile e robusto. In un contesto generale, un design frattale descrive una via di distribuzione delle risorse grazie ad un organo o a una struttura che è la base di supporto per il sistema di distribuzione. Farebbe bene dedicare un po' di tempo a se stessi, lasciare il lavoro e immergersi in un ambiente naturale: qui potremmo riconoscere un mondo di frattali, dalle ramificazioni degli alberi al canto degli uccelli, ai percorsi delle prede... il resto scopritelo da voi! La ricchezza di dettagli del mondo vivente, con i suoi mondi annidati uno dentro l'altro, come le bambole russe, è una continua fonte d'ispirazione per i designers.



[LA FORMA BIOLOGICA]

Lo studio dei fenomeni naturali può condurre ad individuare idee originali, da applicare nell'ambito della progettazione, in quanto la natura, nel corso dell'evoluzione ha trovato innumerevoli soluzioni a problemi a cui oggi anche i designers sono chiamati a rispondere.

Mi piace lo sguardo che hanno i progettisti verso le forme o le strutture naturali perché non è contaminato da conoscenze specifiche; questo consente un azzardo nelle spiegazioni sul funzionamento di alcuni meccanismi o sul fine ultimo e la funzione di alcune strutture. La finalità è un concetto radicato nella mente dell'uomo: di fronte ad ogni cosa ci si domanda a quale scopo è stata fatta e quale potrebbe essere la ragione o il suo fine ultimo. Questa tendenza a cercare un fine in ogni cosa è naturale per un uomo che vive in un mondo di macchine, opere d'arte, strumenti e manufatti e i cui pensieri sono sempre dominati da obiettivi e programmi. E' in effetti legittimo di fronte ad uno strumento come un cavatappi chiedersi a che cosa serve, ma non nei confronti di una roccia, di un ambiente o dell'universo.

Il progettista costruisce oggetti che hanno una funzione e una finalità e se cerca nella natura ispirazione può incorrere in gravi errori, la cosa da fare è imparare a leggere la forma biologica cioè non solo il suo aspetto o fenotipo, ma tutto il complesso di sistemi che la costituiscono e rendono



possibile la sua vita. Due sono le discipline di cui ci si può avvalere: la fisiologia e la biologia evuzionistica che spiegano rispettivamente come avviene un fenomeno, secondo quali modalità e perché un fenomeno si propone così. La fisiologia è un buon riferimento per scoprire come la natura in milioni di anni ha risposto con soluzioni differenti a un particolare problema, ma per apprezzare i funzionamenti è necessario conoscere anche l'anatomia cioè le parti di cui un organismo animale o vegetale è costituito.

La biologia evuzionistica racconta la storia di una forma biologica, cioè di una specie. Il pensiero evolutivo è in continuo mutamento, si può comunque affermare che l'evoluzione attraverso la selezione naturale non predice il raggiungimento di un design ottimale. Gli organismi, più semplicemente, devono avere caratteristiche idonee per poter sopravvivere e trasmettere una discendenza. La forma dei viventi quindi non è perfetta e ha molti vincoli da rispettare.



Il designer che affascinato dalla poliedricità della natura voglia intraprendere lo studio di alcune forme naturali, interessanti per i suoi progetti in quanto belle, armoniche, oppure perché sembrano funzionare alla perfezione deve imparare a "leggere la natura", quindi conoscere i principali vincoli che influenzano e determinano una forma biologica: la storia passata, la scelta sessuale, le leggi fisiche, le leggi della forma e della crescita e il caso.

[LA STORIA PASSATA]

Quando la natura inventa una struttura, e questo significa che è scritta geneticamente nel DNA, questa finisce per caratterizzare tutti i discendenti di quella linea evolutiva. Quindi la novità che compaia nel corso del tempo deve sovrapporsi ad una realtà già esistente. Ad esempio la zampa degli anfibi, i primi vertebrati a quattro zampe, è la trasformazione di una pinna di un pesce. Come mai non esistono animali dotati di eliche o di ruote? La risposta è semplice: in tutta la storia evolutiva degli animali non è mai comparsa una struttura che attraverso successive modifiche potesse trasformarsi in un'elica o in una ruota.





Un esempio clamoroso di vincolo del passato è nel numero fisso delle vertebre cervicali dei mammiferi: sono sette; le uniche eccezioni sono date dall'armadillo, dal bradipo e dal pangolino che ne posseggono nove. Significa che, in generale, il codice genetico di un mammifero prevede la formazione di questo numero di vertebre e non può essere modificato. Non esiste una ragione adattativa. La giraffa ad esempio, possiede 7 vertebre di circa 35 cm di lunghezza, nessun progettista, dovendo disegnare il collo di una giraffa avrebbe allungato le vertebre, più facilmente ne avrebbe aumentato il numero e diminuito le dimensioni, ottenendo un collo più mobile e pieghevole. Questo vincolo non vale per gli uccelli o i grandi rettili acquatici del passato.

[LA SCELTA SESSUALE]

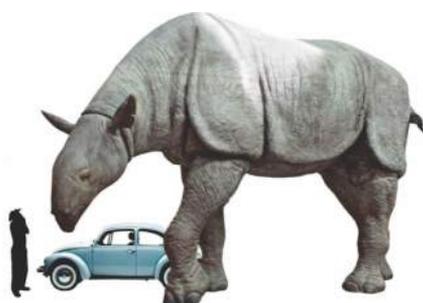
Uno dei punti fondamentali su cui si basa l'evoluzione è la riproduzione sessuale, ovvero la possibilità di mettere in compartecipazione con il partner il proprio patrimonio genetico al fine di perpetuare la specie. Scegliere il partner è determinante e questa importante scelta è in generale effettuata dalla femmina, la quale attraverso una serie di prove individua il maschio "migliore". Questa è la ragione per cui nella stagione riproduttiva, la maggior parte dei maschi stimola i sensi delle femmine attraverso meccanismi chimici, come emissione di feromoni, meccanismi acustici, come il canto degli uccelli e delle balene e meccanismi visivi come colorazioni vistose, tipiche degli uccelli e degli insetti.

Ad esempio, le femmine di pavone scelgono il partner in base alla coda del partner: i maschi spettacolari per le loro lunghe e coloratissime timoniere, dopo molteplici esibizioni con ruote spettacolari verranno accuratamente selezionati in base alle performances e allo stato delle penne. La coda rivela lo stato di buona salute e forse di buon patrimonio genetico del partner non è certo una caratteristica adattativa, anzi rende difficile il volo, ma probabilmente è molto "sexy".



[VINCOLI FISICI]

Le forme e le attività degli esseri viventi, ad eccezione di alcuni organismi marini, sono vincolate alla forza di gravità: l'adattamento e la selezione naturale non possono contrastare le leggi della fisica. Se la forza di gravità fosse doppia dell'attuale, la locomozione bipede sarebbe impossibile e gli organismi terrestri tenderebbero ad avere arti corti e tozzi; al contrario, se la gravità si dimezzasse, gli organismi sarebbero più leggeri, più sottili e più attivi, con meno esigenze alimentari ed uno sviluppo limitato di cuore e polmoni. La gravità influenza molto la forma e le dimensioni degli organismi. Un albero, sotto il carico della chioma fogliare o dei frutti ha una forma diversa rispetto a quella che ha in inverno senza foglie. Anche i segni della vecchiaia come la pelle corrugata e le rughe o i seni cadenti sono l'espressione lenta ma inesorabile della forza di gravità. La gravità influenza anche le dimensioni di una forma biologica: la natura non può "costruire" un mammifero che superi le 20 tonnellate di peso. *Paraceratherium bugtiense*. È il più grande mammifero terrestre conosciuto, più grande di qualsiasi specie di elefante e di mammut. Dalla ricostruzione dei fossili si è constatato che poteva raggiungere un'altezza al garresedi 5,5 m e una lunghezza di 8 m. Le stime più realistiche sul peso dell'animale, indicano un peso di circa 10 tonnellate, altre ritenute sovrastimate anche 20 tonnellate, praticamente quasi 4 volte il peso di un elefante africano attuale e il pesante corpo poggiava su enormi arti colonnari indispensabili per sostenere il peso dell'animale.





La balenottera azzurra può raggiungere i 35 metri di lunghezza e il peso di 100 tonnellate solo grazie al suo adattamento all'acqua, dove la spinta idrostatica consente di vincere la forza di gravità. Esistono altri fattori fisici che con la gravità impongono limiti e definiscono condizioni alla vita degli organismi. Ad esempio, i piccoli insetti per via delle loro dimensioni risentono poco della forza di gravità e sono invece soggetti alla tensione superficiale che consente loro di muoversi sul pelo dell'acqua, nel punto di separazione tra il mezzo aria e il mezzo acqua. Inserire.



Un'altra legge di natura che è bene conoscere è l'"effetto scala". Si tratta dell'osservazione che il rapporto superficie/volume, per qualunque oggetto di forma costante, diminuisce con l'aumentare delle dimensioni. Quando una cellula di forma costante aumenta di dimensioni, il suo fabbisogno si accresce con una velocità superiore alla capacità di effettuare scambi con l'ambiente. Le cellule per questo si dividono, mantenendo il rapporto fra superficie e volume entro limiti fissi. La divisione della cellula non è l'unico sistema che adotta la natura per mantenere il rapporto superficie/volume entro limiti tollerabili. L'intestino dell'uomo, ad esempio, è molto più lungo del corpo e tale lunghezza garantisce una maggiore superficie disponibile per la penetrazione nel corpo di sostanze nutritive; inoltre, la superficie intestinale è ulteriormente aumentata da una miriade di microscopiche protuberanze dette villi intestinali.

La reale forma di un organismo pluricellulare raramente è ciò che appare a prima vista ed è conseguenza almeno parziale di principi matematici fra i quali i più evidenti sono il rapporto fra superficie e volume. Le formiche riescono a sollevare e trasportare oggetti molto più grandi di loro, ma questo non varrebbe se immaginassimo una formica delle dimensioni di un gatto mentre trasporta un armadio. Una formica di grandi dimensioni non potrebbe esistere. Se la formica avesse le dimensioni di un gatto, le sue gambe si spezzerrebbero; una formica 1000 volte più grande del normale sarebbe anche 10 volte più debole del normale e crollerebbe sotto il proprio peso. Inoltre soffocherebbe perché non sarebbe sufficiente l'ossigeno che entra nel suo corpo. L'apparato respiratorio degli insetti è costituito infatti da tubicini detti trachee che iniziano alla superficie dell'addome per mezzo di forellini e si ramificano nell'interno del corpo raggiungendo tutti gli organi.



Questi forellini superficiali sarebbero troppo piccoli per rifornire di ossigeno un corpo 1000 volte più grande. Pertanto, una formica tanto più grande del normale disporrebbe di una quantità di ossigeno molto minore di quella necessaria alla sua sopravvivenza. Per lo stesso motivo gli atleti impegnati in gare di resistenza sono più bassi della media in quanto la loro potenza muscolare è, in proporzione, maggiore di quella delle persone più alte di loro.



L'effetto scala consente di calcolare le dimensioni e la forma degli organismi viventi in rapporto alla produzione di calore e alla conseguente sua dispersione. E' un grave problema per gli organismi omeotermi, quelli che mantengono la temperatura corporea costante. Gli uccelli e i mammiferi hanno il corpo ricoperto di piume e di peli per impedire un'eccessiva dispersione del calore corporeo e un metabolismo, cioè una produzione di energia interna che deve continuamente produrre calore e di conseguenza la necessità di alimentarsi spesso per contrastare la quantità di calore disperso.

La conclusione è che non possono esistere mammiferi e uccelli troppo piccoli perché non riuscirebbero a contrastare la dispersione termica. Casi limite: il toporagno e i colibri, il cui peso non può essere inferiore ai 2.5 gr. Anche in questo caso la massa dell'organismo è determinata da vincoli fisici e non adattivi. Il calore emesso da un essere vivente dipende dalla superficie del suo corpo e pertanto se gli animali fossero molto grandi disperderebbero poco calore e i liquidi interni col tempo finirebbero per arrivare al punto di ebollizione. Gli animali di grandi dimensioni perdono infatti calore più lentamente di quelli piccoli. Questo spiega anche il motivo per cui quando fa freddo le orecchie e la punta delle dita gelano prima delle altre parti del corpo: la superficie di queste zone del nostro organismo è in proporzione maggiore del volume interno. Ma anche le persone di piccola statura e magre sentono il freddo prima di quelle grandi e di corporatura robusta.

Spero di aver delineato le principali regole o strategie costruttive seguite dagli organismi: è nell'adozione sistematica e spregiudicata di queste strategie che va ricercata la "creazione" di macchine viventi sempre più complesse. Tutto ciò con il minimo sforzo e utilizzando gli stessi materiali a disposizione. Da queste combinazioni e vincoli fisico-chimici imposti dai materiali di costruzione, dalle dimensioni dell'organismo, dal suo sviluppo e dal suo ambiente, è emersa, in un processo durato miliardi di anni, quest'incredibile e affascinante biodiversità.



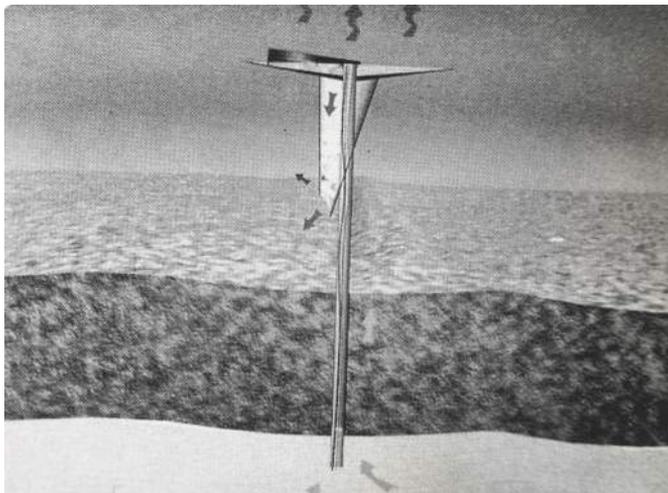
Ora, che insegno in un liceo artistico, porto con me i ricordi di un periodo lavorativo allo IED di grande soddisfazione e durante le mie ore di scienze spesso cito gli amici designers e architetti che ho incontrato nel tempo e con i quali ho collaborato, come esempi di persone curiose e sempre alla ricerca di nuovi spunti creativi. La speranza è quella di trasmettere un messaggio per i futuri progettisti, che prendano informazioni dalla natura e imparino così a conoscerla e a mettere in atto strategie che consentano anche la sua conservazione. La produzione su grande scala e l'usa e getta sono oggi strade deleterie per l'ambiente, è necessario cambiare rotta.



Oggi è possibile trovare molti spunti per la ricerca nella Biomimetica; noi al CRIED 30 anni fa, grazie a Carmelo di Bartolo siamo stati dei pionieri nella produzione di concept e metaprogetti che oggi sono diventati realtà. Concludo con un progetto di tesi di Master in Bionica di Don Carson (Environmental Design, Università di Canberra) un esempio di concept per contribuire alla gestione di un problema di salinificazione del suolo che già 25 anni fa affliggeva il continente australiano. Questo rapporto di collaborazione e consulenza scientifica si è evoluto nel tempo e mi ha permesso di andare a vedere con i miei occhi il problema e lavorare con gli studenti del corso di environmental design con un workshop sulla forma e funzione in natura. Oggi, a distanza di anni, io e Don, siamo ancora in contatto; lo stesso vale per la maggioranza delle persone che ho avuto la fortuna di incontrare. Anche per questo non smetterò mai di ringraziare Carmelo.

[L'ALBERO SINTETICO]

Come risolvere il problema di drenare dal suolo l'acqua a forte concentrazione salina che causa la desertificazione del territorio? La soluzione delineata in questo progetto ricostruisce il meccanismo utilizzato dai vegetali per estrarre l'acqua dal terreno e farla evaporare, arrivando alla progettazione di un "albero sintetico" la cui funzione è quella di realizzare il drenaggio desiderato con il minimo dispendio di energia e il massimo vantaggio per l'ambiente. In natura sono stati investigati i meccanismi adottati dalle piante relativi al drenaggio e al trasporto dei liquidi per capillarità. Le modalità degli scambi gassosi sono state studiate negli apparati foliari dei vegetali, nelle branchie dei pesci e nei polmoni dei mammiferi. Sulla base di queste informazioni è stato ricostruito un sistema in cui questi meccanismi fisici sono stati riprodotti con materiali artificiali. Particolare attenzione è stata destinata alla definizione della forma più adatta della parte terminale esterna destinata all'evaporazione dell'acqua e alla raccolta del sale.





Per chi volesse approfondire lo studio della natura, come la intendo io, consiglio queste letture, alcune delle quali sono la base per le lezioni di scienze ai miei studenti. Spero un giorno possano operare nel mondo dell'arte e del design con consapevolezza e rispetto nei confronti della Maestra per eccellenza: la Natura.

Armi, acciaio e malattie, autore Jared Diamond

L'invenzione della natura di Andrea Wulf

Come si sbriciola un biscotto di Joe Schwarcz

Colore di Philip Ball

Al di là di ogni ragionevole dubbio di Sean B. Carrol

L'universo come opera d'Arte di John D. Barrow

[RINGRAZIAMENTI]

Il primo grazie va a Carmelo, per avermi introdotto in questo affascinante mondo, ma tantissimi sono gli amici lontani dai quali ho imparato tanto e con i quali ho passato momenti intensi e indimenticabili: Amilton Arruda, Sergio Grijalva, Anna Cavalcanti, Eduardo Sesti de Azevedo, Joao Chagas, Luisa Pomar, Rogelio Alcaraz, Carlo Bombardelli, Giovanna Arlotti, Don Carson, Marco Valente, Jan Puylaert, Claudia Borella, Marcela Cabutti, Livia Grossi, Titti, Alexandra de la Pena, Guillermo Lopez, Kaoru, Mariandrea Zambrano, Sonia Morales, James. Un grazie di cuore.



Amilton José Vieira de Arruda

Graduação em Desenho Industrial – Projeto do Produto pela UFPE (1982), Mestrado em Design e Biônica pelo IED de Milão (1992), Doutorado em Ricerca in Disegno Industriale - Ph.D pela Universidade Politecnico de Milão (2002) e pós-doutorado em Design e Biônica no IADE – Universidade Europeia – UNIDCOM – Lisboa (2018/2019) e cumpre stage pós-doutorado na UPorto/FeUp – Porto (2019/2020). Foi consultor internacional do Istituto Europeo de Design de Milão, na implantação de cursos de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Fashion Design, Design de Interiores e Produto, Design Gráfico e Editorial, nas Faculdades Avila (Goiânia), Faculdade Boa Viagem (Recife), Instituto de Educação Superior de Brasília (DF). Desde 1985 professor do Curso de Design da UFPE. Atualmente é professor associado III, docente do Programa de Pós - Graduação em Design PPGD da UFPE. Coordena o Grupo de Pesquisa em Biodesign e Artefatos Industriais da UFPE. Experiência na área de Desenho Industrial, com ênfase em Design e Biônica, atuando principalmente nos seguintes temas: Desenvolvimento de Produtos e Design Estratégico. Organizador junto com Editora Edgard Blucher da série [DesignCONTEXTO] – ensaios de design, cultura e tecnologia dos seguintes livros: (2017) 1. Design e Complexidade; (2017) 2. Design e Inovação Social; (2018) 3. Design, Artefatos e Sistemas Sustentáveis; (2019) 4. Narrativas e Linguagens no processo criativo na Modelagem e Prototipagem (em prelo). Sempre com Edgar Blucher organiza a serie [designNATUREZA] ensaios sobre design, biônica e biomimética com o seguinte livro: (2018) Métodos e Processos em Biônica e Biomimética: a revolução tecnológica pela natureza. Com a editora Insign em (2019) lançamos o seguinte título: Tópicos em Design: Biomimética, Sustentabilidade e Novos Materiais; e o atual livro em prelo (2019) Design e Biônica: 40 anos de memórias e experiências.



Crescimento e aprendizagem continua: 30 anos depois

Amilton Arruda | arruda.amilton@gmail.com



Aonde um tecelão trabalha em sua tela, onde um computador hábil corrigirá seus erros, onde um artista retocará sua obra prima ainda imperfeita, ou apenas destruída, a natureza prefere recomeçar da argila, do caos; a esse desperdício é aquilo que chamamos a ordem das coisas.

————— Marguerite Youcerner —————

[ERA UMA VEZ...]

Creio que antes de falarmos de biônica e como surge essa paixão em nossas vidas, seja importante fazer uma pequena reflexão para conhecer melhor o presente, o futuro e saber um pouco de meu percurso e minhas intenções. O que fiz, minhas atitudes, como cheguei a conhecer esse **grande amigo e camarada, Prof. DI BARTOLO**, e o que pretendo continuar a fazer.

Entrei na Universidade Federal de Pernambuco em **1979**, me formei Bacharel em Desenho Industrial – UFPE **1982**; fiz Especialização em Design e Biônica – CNPq **1985**; Mestre em Design e Biônica – IED Milão **1992**; concluí o Ph.D. Dottorato di Ricerca, no Politécnico de Milão, **2002**; estou Professor Associado III, no DDesign, desde **1985**. Atualmente realizo meu programa de pós-doutoramento no IADE – Universidade Europeia de Lisboa – e FEUP – Universidade do Porto, que durante os anos de 2018 e 2019 [através de bolsa CNPq e afastamento da UFPE] me permitiu entrar novamente em contato com meu mestre Carmelo Di Bartolo e colegas do extinto Centro Ricerche – IED de Milão, favorecendo, dessa forma, essa inusitada iniciativa.

Sou caruaruense de coração [uma pequenina cidade do interior pernambucano com 240 mil habitantes, terra do mestre Vitalino] e nascido na capital do forró – Campina Grande. Venho de uma família simples, humilde, porém de gente desceite [como se diz no Nordeste]. Tenho algo a contar que sempre ouvia meu velho e querido pai dizer em rodas de família e amigos: [tenho quatro belíssimos filhos. Todos FORMADOS: um arquiteto, outro médico, um outro engenheiro e o outro (que seria eu), não sei bem o que faz, o nome é complicado (desingni), mas vejo ele com uns desenhos estranhos – mas é uma boa pessoa viu?]. Fica aqui uma dica: [se você não consegue explicar e se fazer entender em sua família acerca do que é nossa atividade, pois aos olhos externos parecemos semideuses (a princípio, sempre a princípio, podemos projetar do avião a bicicleta, passando por um copo, por uma roupa, uma marca de empresa e até mesmo um livro)...imagine explicar isso em sala de aula?

Desde minha infância sempre fui um apaixonado por basquete – **MINHA PRIMEIRA PAIXÃO**, que durou muitos anos de minha vida, até o ingresso na vida universitária. Mesmo assim, entre uma aula e outra, uma reunião de DA e DCE, jogar aos finais de semana na quadra da UFPE foi sempre muito prazeroso.



Figuras 1 e 2. Jogos intercolégiais. Time de basquete do Colégio Diocesano de Caruaru (segundão), 1988 e do Colégio Estadual de Caruaru, 1977. Fotos arquivo do autor.



Em seguida veio minha **SEGUNDA PAIXÃO** – a Arquitetura. Morando e convivendo com um irmão arquiteto, peguei todos os vícios e manhas de aprender, na prática e na curiosidade, desenhar a nanquim com régua paralela, papel vegetal e poder entender essa visão espacial das coisas – habilidade dos arquitetos que trago comigo daquela época.

Naturalmente, como todo arquiteto frustrado [por não conseguir atingir uma média suficiente para ingressar no curso de arquitetura], entrei para o curso de Desenho Industrial – Projeto de Produto – 1979. Esse foi o título de bacharel que possuo com orgulho até hoje, desde 1982.

Período fértil e de muita movimentação naquela década. Seja no campo do design, seja na política brasileira. Participamos da criação da **APDINS** (*Associação Profissional dos Designers em Pernambuco, atual APDI*), ganhamos um prêmio nacional em design, e integramos grupos de estudos para as novas grades curriculares do MEC. No campo político-social, participação e criação do nosso DA, reuniões ético-culturais com DCE, UNE, ativistas em greves e, sobretudo, um período de muito respeito entre os companheiros, que o cultivo até hoje.



Figura 3. Grupo de estudante do 1º ano do curso de Desenho Industrial ganha Prêmio Nacional de Mobiliário Infantil. 1980. Da esquerda para direita: Mário Norberto (Mário cana); Marcos Alecrim (Marco zorro), Roberto Aguiar (Roberto da jaca); Amilton Arruda; sentados: Alex Mont'Elberto (baixinho); Carlos Alberto Barreto Campelo (Caca). Fotos arquivo do autor.

Hoje posso dizer com muito orgulho que parte de minha biblioteca, na área do design e arquitetura [uma biblioteca razoável de um pouco mais de mil livros, boa parte em língua italiana – *Biônica e Biodesign, Arquitetura, Biologia, Natureza e Design Brasileiro*], foram livros adquiridos ao longo do tempo, em função deste interesse por múltiplas áreas. Considero uma boa biblioteca, mesmo que ainda um pouco desorganizada.

Após me formar e nos poucos anos antes de ingressar na UFPE (1985), tive várias experiências projetuais importantes para consolidar minhas ideias de hoje. Passagem em vários escritórios de design gráfico e de produto, agências publicitárias e urbanas, indústria de brinquedos e mobiliário, experiências em montar e gerenciar um escritório coletivo com colegas da faculdade, experimentos na área de modelos físicos e serigrafia com mestre Clóves; fotografia, pintura e escultura, e experimentação projetual no próprio Laboratório de Desenho Industrial – LDI/UFPE, do qual tenho a enorme honra e orgulho de fazer parte de sua criação, crescimento, consolidação e fechamento. Algumas atividades em Biônica e participação em eventos nacionais e internacionais no LBDI de Canasvieiras, SC.



Figura 4. Evento internacional em Design no LBDI em Canasvieiras SC.

[INTERESSE PELA DISCIPLINA BIÔNICA]

A primeira vez que ouvi falar em biônica foi em 1980, no primeiro ENDI – Encontro Nacional de Desenho Industrial, na cidade do Rio de Janeiro. Ainda como estudante e participando na comissão de currículo mínimo, citaram a importância deste conteúdo nas disciplinas projetuais e de processo de criatividade. Na sequência trabalhamos melhor esse conceito, entre 1981/82, nas disciplinas de Projeto 1 e 2 do curso de desenho industrial da UFPE, com o professor Carlos Righi, quando usamos



o método de Bruno Munari e Gustavo Bomfim. Esse termo foi usado como indutor do processo criativo por analogia, com formas da natureza, combinado com outras técnicas de criatividade: *brainstorming*, método 635 na obtenção de resultados nos temas ofertados em sala de aula.

Essa curiosidade foi ampliada quando, em 1983/84, conjuntamente com os Profs. Luiz Vidal Gomes e Carlos Righi, iniciamos um grupo de estudo em biônica. Começamos por traduzir e entender alguns artigos, textos, capítulos de livros (*Victor Papanek, Gui Bonsiepe, Igor Mironov, Lucien Gerardin, Litinetski* e outros), e iniciamos um intercâmbio, via correio, com o CRSN do IED de Milão, coordenado pelo Prof. Carmelo Di Bartolo. Recebemos inúmeras apostilhas, revista **DesignCOME**, onde nossos olhos brilhavam ao ver as pesquisas do braço robótico, arquitetura gótica, ossos longos, couve-flor, modelos físicos realizados com grande primor, e anúncio de cursos de mestrado em design & biônica. Nesse mesmo período, recebemos a confirmação do curso de especialização em design e biônica, a ser realizado pelo **Prof. Fabrice Vanden Broeck**, no México. Junto com as revistas *DesignCOME*, recebemos inúmeras informações e outros resultados de disciplinas de projeto em design de produto e design gráfico dos cursos de IED de Milão, o que nos indicou, naquele momento, um grande interesse na cultura e nessa escola de design italiana.



Figura 5. Livros e Fotocopias de Livros que usamos entre 1983/1985. Fonte do Autor

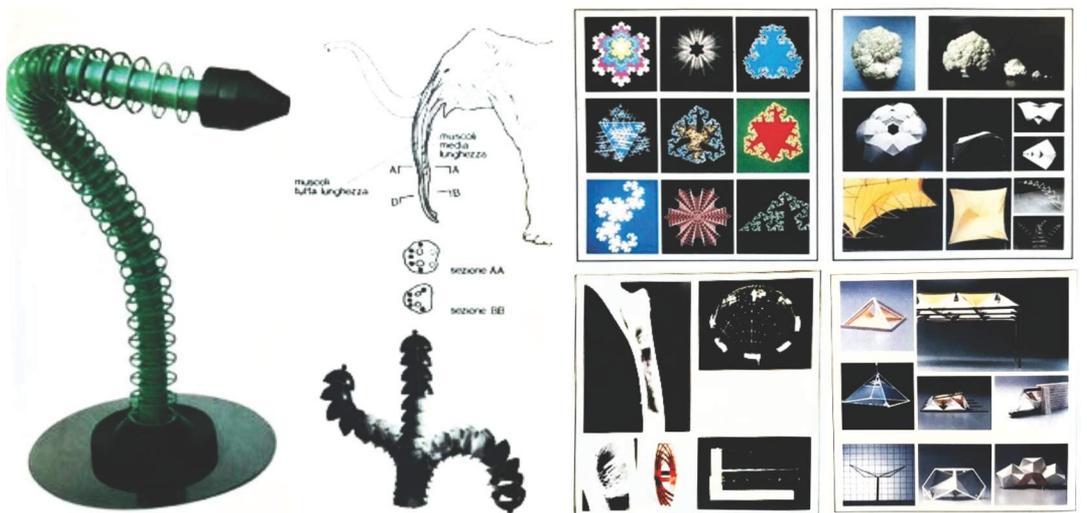


Figura 6. Imagens de pesquisas do CRSN IED - Braço Robótico, Ossos Longos, Couve-Flor. Fotografia do Material Gráfico do CRSN IED.

O nosso olhar, cada vez mais, direcionava à Itália. Acompanhar a vanguarda do design italiano, nos grupos MEMPHIS, ARCHIZOOM e outros, nos projetavam a repetir esses modelos em sala de aula com nossos alunos. Buscávamos, incondicionalmente, usar as mesmas temáticas internacionais para desenhar [luminárias, relógios, cadeiras, equipamento eletrônicos]; estimulávamos nossos alunos e colegas professores nas técnicas do rendering e modelos tridimensionais com espuma de poliuretano [sempre a cada momento nos espelhando no design italiano e europeu]. Naturalmente, nosso sonho era de um dia nossos trabalhos, nosso curso e nossos alunos poderem expor numa das feiras ou galerias do “templo do design italiano”.



Figura 7. Cartazes promocionais dos cursos de máster em Biônica e Design. Fonte do autor

Pura enganação. Somente muitos anos após fomos entender esse nosso processo de miopia em relação ao design europeu. Por décadas e décadas, perdemos contato e *feeling* do olhar para nossos próprios problemas econômicos, sociais e tecnológicos, quando poderíamos, desde a década de 80, ter abandonado esse conceito internacional do “*bel design*” e nos debruçado, com maior profundidade, naquilo que na década de 90 se tornou um novo *modus operandus* de brasilidade: o Design Local, o Artesanato de qualidade, que é nossa verdadeira força e tradição na elaboração de pequenos artefatos de grande expressão cultural e de qualidade. Já nos dizia isso, Maria Helena Estrada, em sua Revista Arc Design.

Pelas mãos dos Irmãos Campana, e depois outros tantos seguidores, o mundo começou a enxergar o Brasil com outro olhar. Não mais como um país de terceiro mundo, que copiava de tudo e de todos, mas um povo criativo no modo de pensar, agir e responsável em produzir. Novas escolas de design surgem, novos modelos de empresa são implantados, surgem indústrias genuínas brasileiras de bom design, escritórios, pequenos empreendimentos e startups em design explodem em todo país.

Naquele momento histórico [final anos 80 a 2000] foi muito prazeroso ensinar e conviver com alunos que hoje são nossos colegas de departamento e jornada no design. E a paixão por essa disciplina, que tem percorrido toda minha trajetória acadêmica e de projeto, se potencializa mais ainda quando em Canavieiras acontece o 1º curso de Especialização em Biônica.



Figura 8- Imagens de 2º Curso de Biônica – LBDI Canavieiras. Foto cedida por Fabrice Vanden Broeck.

Tudo isso nos leva a um outono de 1986 quando, pela primeira vez, o Laboratório de Desenvolvimento de Produtos – LDI-SC, em Canavieiras, Florianópolis, em Santa Catarina, promoveu o primeiro curso de Aperfeiçoamento em Biônica aplicado ao Design, ministrado pelo **Prof. Fabrice Vanden Broeck**.

Segundo Prof. Vidal, essa foi a primeira experiência concreta e formal de um curso de Especialização em Biônica no Brasil. Naturalmente, houve em seguida variadas – pequenas e pontuais – experiências acadêmicas em diversas escolas de design no país. Importante recordar também que, na década de 1970, **Prof. Roberto Verschleisser**, que também era professor da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, já intuía e instruíu seu alunado no exercício de observar a natureza e buscar aplicações em projetos de desenho industrial.

Na Universidade Federal de Pernambuco, através do Grupo de Estudos em Biônica, criado (em 1986) conjuntamente com os **Profs. Luís Vidal N. Gomes** e **Carlos Ramirez Righi**, tivemos atividades mais orientadas e melhores qualificadas, com apoio de diversas publicações oriundas do Centro Ricerche e Struture Naturali del Istituto Europeo di Design, CRSN/IED de Milão, através do Prof. Carmelo Di Bartolo, e que, segundo as palavras do Prof. Vidal, na introdução ao livro “Tópicos em Design: Biomimética, Sustentabilidade e Novos Materiais” (cf., ARRUDA et all, 2019, p. 08):



Ressalta-se que no Brasil, o termo "bionics" se tornou biônica, pois tratava-se de um substantivo próprio para designar, particularmente no âmbito do ensino de Desenho Industrial - Design, técnica de criatividade à geração de alternativas, relacionadas com exercícios de "análise, inspiração e abstrações geométricas" para possíveis novos produtos industriais (cf., BONSIEPE, 1978, pp.125-134). Biônica, então, pelo menos no âmbito do CDI/UFPE passou a ser um método pleno de "táticas procedimentais" (científicas) somado a infinita sequência de "técnicas operacionais" (desenhísticas) que se prestam projetualmente para o desenvolvimento da criatividade de designers (arquitetos, engenheiros e desenhadores).

Tempos depois, ingresso na academia na qualidade de professor auxiliar [sim, naquela época ingressávamos como professor Auxiliar 1 e, para poder progredir e ascender em toda carreira universitária - de Auxiliar 1 até Adjunto 4, seriam necessários pelo menos 24 anos]. Hoje, os IFE's só contratam com título de doutor e já na carreira de Adjunto [coisas do serviço público]. Posso também afirmar, com muito orgulho, após 36 anos de serviço público federal no campo do ensino superior, onde galgarei degrau por degrau desta minha carreira docente, que pude desfrutar de todas as fases que um ser humano pode almejar: [a graduação, a atualização, a especialização, o mestrado, o doutorado e pós-doutorado]. Posso dizer que sou uma pessoa fortunada e feliz por isso, até porque, nesses 36 anos de carreira profissional e docente, a biônica [melhor dizendo o ensino e pesquisa da biônica] me acompanha desde 1985.

[PERÍODO ITÁLIA 1990-1992]

Esta é minha **TERCEIRA PAIXÃO**, que me acompanha até os dias de hoje [procurar enxergar a natureza sempre com um novo olhar, um olhar curioso, sem limites]. Consegui realizar meu mestrado em Design e Biônica no IED de Milão (1990 a 1992), graças ao meu grande mestre e conselheiro, professor Carmelo Di Bartolo, diretor do CRSN IED de Milão. Dois anos de intenso estudo da língua italiana, em curso no Centro Cultural Danti Alighieri, para mim foi como nada, pois, em setembro de 90, ao chegar em Milão pela primeira vez e tentar manter um mínimo de conversação [me fazia à noite ficar triste e chorar muito]. Até que chegou a vez do **Prof. Di Bartolo**. Naquele instante, em um gabinete pouco iluminado, no subsolo do IED de via Sciesa – uma sala cheia de brinquedos fixados na parede, uma mesa confusa com centenas de folhas e desenhos e, não podia faltar, seu caderno de capa rígida e preta. Toda a conversa anotada e datada. Um mito. Naquele instante conheci uma pessoa incrível, amigo de *nosoutros latinos*, que anos mais tarde, em uma convivência mais próxima, se revelou como sendo mais que um amigo e colega de trabalho – UM MAESTRO. Tenho hoje, e procuro desfrutar com muita consideração e respeito, esse círculo de amigos apresentados pelo Carmelo ao longo desses anos.



Figura 7. Cartazes promocionais dos cursos de máster em Biônica e Design. Fonte do autor

Lembro como se fosse hoje, mais cristalino do que nunca [acredito que nossa comunidade ítalo-brasileira presente naquele réveillon se recorda]. Ano novo de 1991. Em meio a uma grande comemoração em minha casa, na Via Console Marcello, em Milão [sim, sempre as grandes festas aconteciam em minha casa, música e muita alegria], onde combinamos de cada casal levar um prato típico de sua região ou país, lá pelas tantas horas, quem chega? Prof. Di Bartolo com uma bandeja de cannolos siciliano, feitos por ele. Ou seja, nenhuma imagem é mais forte do que esse episódio. Sem palavras, um ser humano único.



Figura 12 e 13 - Giorgio. Bar Giorgio in Via Bezzeca. Dia Livre dos Masterinos do CRSN. Esquiar em Bormio. Foto cedida por Carlos Ortega.

¹ Primeiro Curso de Especialização em Biônica. Julho de 1985. Promoção e Coordenação do LDI-SC, com bolsas CAPES. Curso de 210 horas, ministrado pelo Prof. Fabrice Vanden Broeck, da Universidade Autónoma de Azcapotzalco – México. Participantes: Amilton Arruda, Luis Vidal N. Gomes, Alfredo Jefferson, Carlos Righi, Mario Ferreira, Júlio Vander Linden, Gerson Oliveira, Aurisnede Pires, entre outros.

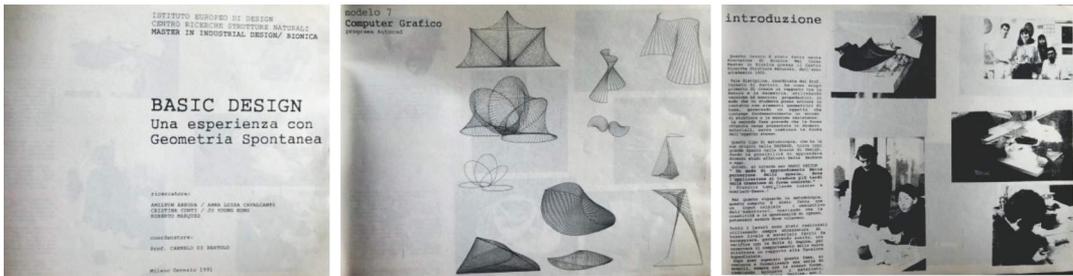


Figura 14 - Livro/Apostilha sobre Basic Design. Amilton Arruda, Anna Cavalcanti, Roberto Marques, Cristina Conti, Ju Young Hong. Foto Autor.

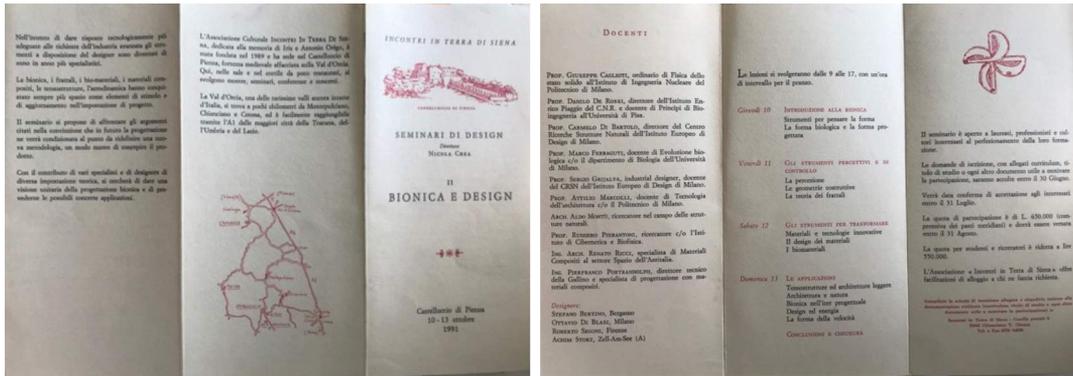


Figura 15 - Seminário Design e Biônica em Terras de Siena. Sem duvidas uma das experiências mais interessantes em toda minha permanência na Itália. Palestras, mesas e discussões sobre pesquisas em Design, Biônica e outras áreas científicas e tecnológicas, permeadas pelos belíssimos passeios e caminhadas nos campos da Toscana. Marco Ferraguti, Attilio Marcelli, Audo Montù, Ruggero Pierantoni, Renato Ricci, Pierfranco Portrandolfo, Danilo De Rossi, Giuseppe Caglioti, Carmelo Di Bartolo, Carlo Bombardelli, Sergio Grijalva, Nicola Crea, Stefano Bertino, Ottavio Di Blasi, Roberto Segoni, Achim Storz. 1991

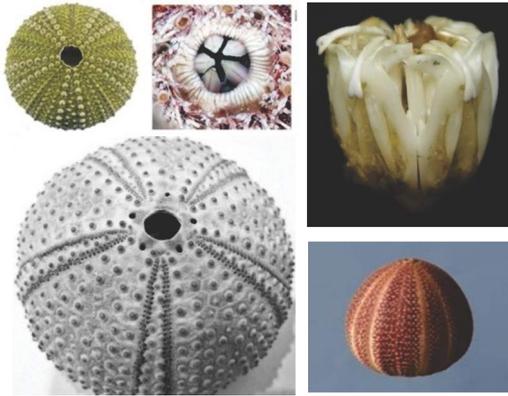
[RICCIO DI MARE: EMOÇÃO À PRIMEIRA VISTA - TESE, ARTIGOS, CAPÍTULO DE LIVRO...]



Sempre dizemos que há coisas que acontecem em nossas vidas sem ao menos nos preocuparmos. Acredito muito nisso. Foi assim em minha paixão devota pelos ouriços de mar – Lanterna de Aristóteles. Por dois anos em minha vida, dormia e acordava com essas imagens. Tudo após assistir um seminário da **Dra. M. Daniela Candia Carnevali**, nas aulas do mestrado no CRSN. Algo incrível aconteceu naquele instante. Eu me encontrava à procura, e muito curioso em encontrar, um elemento na natureza que pudesse servir de experimento para minha tese de mestrado – propor um processo/método de pesquisa biônica baseado no sistema de classificação dos seres vivos, e assistir sua palestra foi como colírio aos meus olhos. Já na saída, com meu péssimo italiano e usando de mímica, comentei: Doutora, o que acha de poder trabalhar a Lanterna de Aristóteles como teoria de minha tese de mestrado? Pois acredito que essas imagens possam servir de referência para muitos artefatos... Me recordo que a Doutora Candia respondeu: *“Claro que sim, porém não acredito que vocês designers venham a encontrar algo nessas imagens, pois há mais de 20 anos que me dedico a isso e nunca consigo ver nada mais do que músculos e ossinhos, pois é assim que o definimos: uma estrutura biomecânica das mais complexas possível, e ao mesmo tempo de uma morfologia impar”*.

Precisei frequentar por semanas inteiras seu laboratório de morfologia, no Politécnico de Milano, sede Leonardo da Vinci, realizando análise a microscópio, traduzindo e lendo muitos de seus artigos, até entender os princípios naturais que regem

essa estrutura mecanicamente fantástica. E, por fim, um ano depois, consegui construir um modelo da Lanterna de Aristóteles, em espuma de poliuretano de 50cm de altura. Pois necessitava tirar minhas conclusões e poder, em escala de grandes dimensões, analisar melhor aquilo que já intuía, no início, como um dos elementos mais importantes do sistema mecânico do aparato bucal do ouriço do mar, que são os 5 dentes.



Naturalmente, passados mais de 25 anos, na última visita à Doutora Daniele em 2017, no seu laboratório, fui comovido por rever meu modelo ainda intacto, onde o seu grupo de pesquisadores sempre o apresentam, em sala de aula e em mostra científicas.

Hoje, para melhor retratar minhas conclusões, apresento desenhos realizados naquele período e, aproveitando a nova onda da tecnologia, o mesmo dente impresso em 3D.

Essa proposta metodológica, desenvolvida em 1990 e que se tornou uma apostilha em meu regresso para o Brasil, nunca tinha sido traduzida para o português, quando ano passado, através do Prof. Luiz Vidal, soube que uma aluna dele, no Rio de Janeiro, estava tentando traduzir, pois estava analisando 3 ou 4 métodos importantes de processo em design e biônica [Offner, Bombardelli, Arruda, Tai e Yang], não tive escolha, procurei fazer a tradução e atualização de algumas informações e vocês poderão ler, pela primeira vez e na íntegra, como segunda parte deste capítulo.

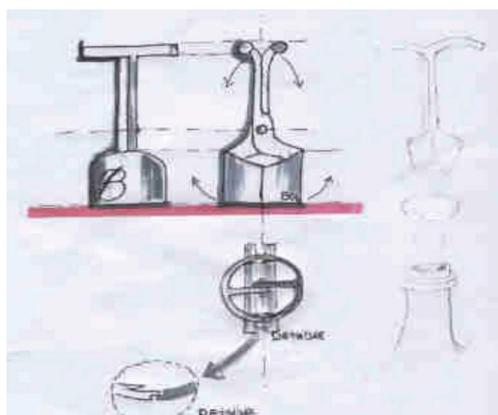




[1992 a 1997]

Regresso ao Brasil em 1992, e já em 1993, abrimos o atual Laboratório de Bidesign. Núcleo de pesquisa dos **Profs. Amilton Arruda, Clóvis Eraldo Parisio e Paulo Roberto Silva**. Período muito fértil, muitos projetos se seguiram. Conseguimos financiamento da FACEPE para compra de equipamentos [microscópio com câmera fotográfica acoplada, um primor para a época]. Bolsas de iniciação científica e de pesquisa com FACEPE e CNPq, projetos para Espaço Ciência, [museu de ciência itinerante, geodésica e muitos modelos físicos], projeto para uma indústria de vinhos [abridor de garrafas de espumantes], entre outros tantos projetos. Painéis para uma exposição sobre Biônica e Bidesign, NDesign de Curitiba.

Durante esse período, soube de um convite feito pelo SEBRAE/DF ao Prof. Di Bartolo para uma conferência em Brasília. Conversamos, mas não foi possível acompanhá-lo nem o receber em nosso país. Ainda continuo devendo ao meu maestro essa visita.





Em 1998, surge uma inesperada oportunidade de, mais uma vez, fazer um programa de doutoramento no exterior. Minha primeira opção – Espanha – Barcelona/Valencia, buscando como orientadores **Gabriel Songel e Manuel Leucona**. Aos 47min do segundo tempo, ficou inviável conseguir esse doutorado, me transfiro, por um ano, como pesquisador sênior, ao Centro Ricerche IED, já em Via Pietrasanta, acolhido mais uma vez pelo Prof. Di Bartolo, no aguardo de realizar os exames para o doutorado no Politécnico de Milão, onde de 1999 a 2002 foi minha segunda casa de conhecimento em Milão.

Durante esse período, mesmo cumprindo seminários, aulas e atividades no Politécnico de Milão, quando fui bastante orientado e guiado pelo **Prof. Giovanni Anceschi**, mais uma vez o Prof. Di Bartolo me abriga no Centro Ricerche CRIED, onde lecionei [*metodologia e pesquisa em biônica*], acredito nas duas últimas turmas, 1997/1998 e 1999/2000, juntamente com o Prof. Carlo Bombardelli. Realizei e fui assistente em alguns seminários com docentes IED e POLIM: [**Mauro Panzieri, Dra. Candia, Silvia Pizzocaro, Giulio Ceppi, Andres Van Onck, Carlo Branzalia, Franco Lodato**].



Momento importante e de intensa atividade de pesquisa, projeto e muita reflexão sobre o papel da pesquisa biônica em um Centro de Projeção. Devido à forte movimentação e intensivo contato com diversos pesquisadores e docentes italianos, foi nesse período que ampliei meus contatos com estudantes de máster em Biônica e que, anos depois, num processo mútuo e colaborativo, nos encontramos neste mesmo livro [**Miguel Ángel, Pedro Lozano, Fernando Contreras, Giorgio Grandi, Renzo Menegon, Fabio Giudice, Matteo Ragni, Carlo Dameno, Monica Ferrino**].



Amigo e professor **Ivan Assumpção** (membro do comitê assessor do CNPQ em 1988 a 1990), uma criatura, um ser, que foi de fundamental importância em minha carreira Biônica. Grande incentivador de meus estudos, e aqui deixo também meu eterno agradecimento, que entre tantos pedidos de designers para estudarem fora do país [*nas áreas de tecnologia, ergonomia, tipografia entre outras*], entendeu o meu propósito. Após meu retorno do mestrado, fundamos o Laboratório de Biodesign, no Departamento de Design da UFPE, em 1993, que hoje faz parte da plataforma de grupos de pesquisas no CNPq como Laboratório de Biodesign e Artefatos Industriais.

Realizei meu doutorado – Ph.D. – no Politécnico de Milão, também com uma tese em biônica (2002). Recordo as calorosas discussões nas reuniões de avanço de tese com o **Prof. Ezio Manzini** (coordenador do Dottorato di ricerca à época), **Francesco Trabucco** e outros. Mas a firmeza e seriedade do meu orientador/tutor, **Giovanni Anceschi**, foi fundamental para mostrar que, além dos assuntos da maioria dos doutorandos italianos – *Design Drive-in, Design Strategy, Semântica do Design, Design for Sustainability* e tantos outros assuntos – que naquela época eram fortes e de grande atração da comunidade acadêmica, o **Biodesign**, como atividade criativa, e o **Basic Design** também tinham seus fundamentos, histórias e coisas interessantes para se contar, assim como continuamos a contar, recontar e apresentar até hoje. [*Mais uma vez, importante a presença do mestre Carmelo Di Bartolo como meu cotutor nessa pesquisa*].





E para não dizer que não falei somente de espinhos, continuo atuando nessa linha da Biônica e Biomimética dentro do programa de pós-graduação em design da UFPE – PPGD/UFPE, já com duas dissertações de mestrado defendidas e outras duas em curso. Quatro doutorandos em Design e Biônica, diversas coorientações em programas de cotutelas em curso. Graças ao nosso bom Deus, nestes últimos 4 anos, temos coordenado as séries [designCONTEXTO] e [designNATUREZA], coletâneas de artigos científicos em Design, Cultura, Tecnologia, Biônica e Biomimética, com diversos livros publicados em plataforma Open Access. Fica aqui, também, minha gratidão a esse bom homem empresário da cultura editorial, **Eduardo Blücher**, [um dos poucos que ainda investe em publicação de livros em design no Brasil]. Que venham mais e mais interessados em atuar nesta área de pesquisa – até porque também falamos de flores.



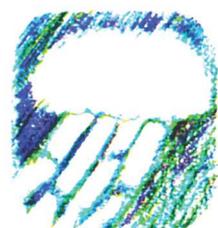
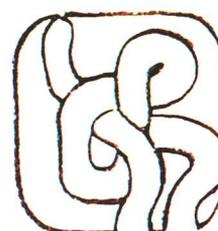
Por decorrência, e como tinha comentado no início de meu texto, a importância que foi em minha vida profissional ter cruzado com *mio fratello italiano* **Ricardo Zarino**, através sempre do convívio com Carmelo Di Bartolo e já coordenador do Centro Ricerche IED de Milão, deu motivo para minha **QUARTA PAIXÃO** – o Design Estratégico. Através de consultorias realizadas com grupo IED no Brasil, do SEBRAE Nacional, na montagem de Centro de Design Estratégico e Núcleo de Design Aplicados; criação e Implantação de LAB em Design Estratégico em vários estados [Sergipe, Ceará, Rondônia, Acre, Mato Grosso e Maranhão], preparando quase 200 designs para atuarem nos mercados locais; coordenação de cursos de especialização lato sensu em Design Estratégico, preparados para as faculdades [IED/São Paulo, IESB/Brasília, SENAI/GO, AVILA/GO e Faculdade Boa Viagem/PE]; orientação de mestrados, entre outros, pude entrar em contato com a teoria e prática daquilo que muitos profissionais, no Centro Ricerche do

IED, realizavam em seus projetos. Cito aqui meu eterno agradecimento pelo convívio que durou cerca 10 anos e que continua a nutrir-se de intensa colaboração, amizade e reconhecimento mútuo, seja em Milão, seja em São Paulo, Acre, Rondônia, Ceará, Sergipe, Rio de Janeiro, Brasília, Recife, Goiânia, Roma, Napoli... [Ricardo Zarino (in memoria), Elda Scaramella, Gianluca Giordano, Rodrigo Balestra; Marcelo Farias, Andrea Luxich; Matteo Battiston, Fabio Verdelli, Germana Araújo, Michelle Capuani, Matteo Ragni, Emanule Soldini, Eduardo Azevedo, Mari Barroero, Marco Valente, Stefano Paschina, Daniele Bresciani, Fabrizio Ricupito, Carlo Dameno, Giulio Ceppi, Guto Requena, Carlo Franzato] e tantos outros amigos de jornada estratégica.

Trabalhar em cenários prospectivos, conceitos diferenciados que se tornam pragmaticamente algo a mais em seu estudo e pesquisa, que estamos em alguns casos levando muito a sério: painéis de público-alvo, cenários, estilo de vida, projetos para um futuro sustentável, me deram a múltipla possibilidade de atuar na graduação e na pós-graduação com esses temas. Hoje, após alguns anos aplicando e consolidando o modelo do design estratégico em projetos reais e também em projetos e pesquisas no PPGD/UFPE, acredito que chegou a hora de unir essas minhas últimas duas paixões em um único bloco. A Biônica e o Design Estratégico como instrumentos de uso cotidiano, através de estudos no campo da inovação, estratégias, natureza e humanística. Em se fazendo uma correta leitura de todo potencial encontrado nas estruturas e sistemas naturais, dedicados e aplicados às realidades de um mundo contemporâneo, como podemos melhorar cada vez mais a vida das pessoas? Para mim, abre-se um enorme potencial para uma **QUINTA PAIXÃO**.

A motivação para realização desta publicação, em pleno programa de pós-doutoramento em Lisboa e no Porto, devo dizer, sinceramente, me traz boas recordações. Sobre tudo porque remonta ao início de minha carreira como docente e pesquisador em design e, depois, por escolher a biônica como área de conhecimento, especialização, mestrado, doutorado e, agora, um pós-doutorado.

[Importante é continuar com a mesma garra, dedicação e determinação, assim como nos demonstra a cada dia o Prof. Di Bartolo, sempre a reinventar sua vida. Que também reinventemos as nossas. Sou muito fiel e grato a todos os amigos e colegas que contribuíram e continuam a colaborar e acreditar num futuro melhor para as pessoas.]

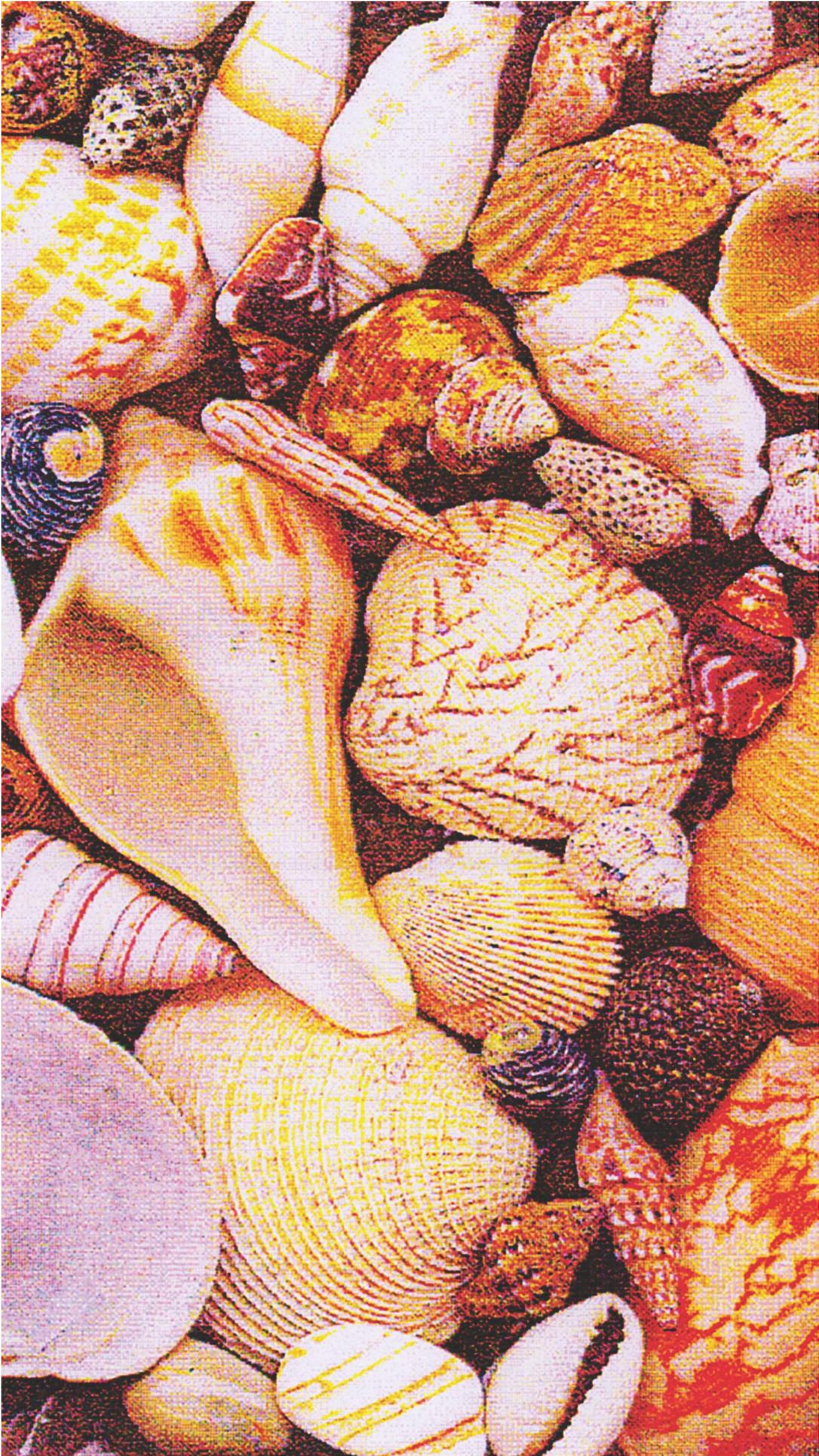


PROPOSTA DIDATTICA/ METODOLOGICA

PROPOSTA DIDÁTICA/METODOLÓGICA

Utilização da Classificação Natural como elemento de Estudos Biônicos
Prof. Amilton Arruda

Mestrado em Design e Biônica
Centro de Pesquisas em Estruturas Naturais – CRSN/IED Milão
Istituto Europeo di Design
Milão, dezembro de 1991





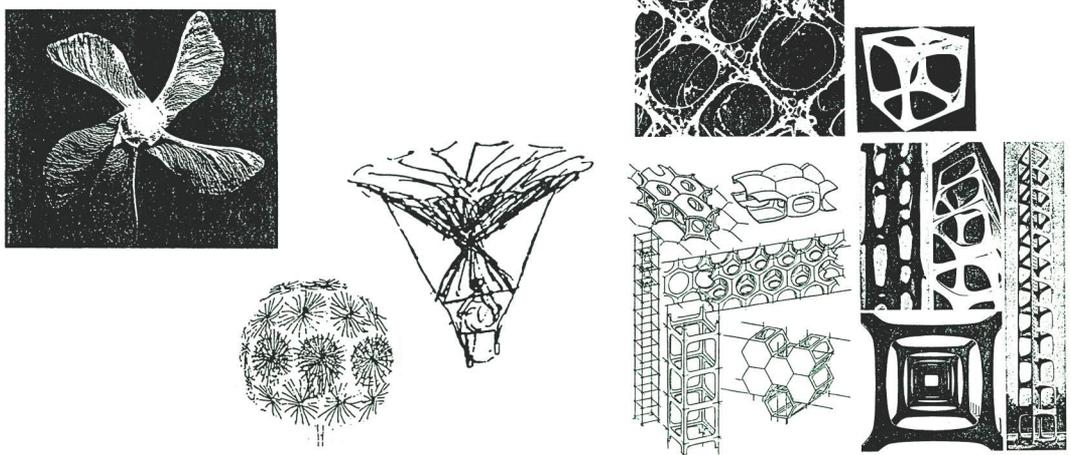
[INTRODUÇÃO]

Esta pesquisa foi desenvolvida internamente no curso Mestrado em Design e Biônica no Centro de Pesquisas e Estruturas Naturais do Istituto Europeo di Design de Milão em 1991, e traduzido para o português em abril de 2019, motivado para fazer parte de um capítulo de livro dedicado ao professor e maestro Carmelo Di Bartolo.

Necessário um preâmbulo: todas as imagens aqui encontradas, foram realizadas em processo de fotocopia em B&P e coladas no original em sua época. Portanto impossível depois de 30 anos identificar a origem das mesmas. Sou de acordo que sempre necessário quando for possível citar a fonte e dar o devido crédito. Mas acredito que isso não tire o mérito do trabalho, uma vez que o mesmo foi pensado e finalizado para fins acadêmicos e científicos, nunca para fins comerciais. Peco desculpas antecipadas e agradecer ao prof. Carmelo, uma vez que esse conjunto de imagens, mesmo não pertencendo ao CRSN na época, porém foram encontradas e rastreadas nas diversas apostilhas, teses de mestrado e pesquisas aplicadas disponíveis na biblioteca do CRSN.

No início do curso de mestrado do CRSN do IED, além dos aspectos práticos propostos como assunto de pesquisa, procuramos identificar novas modalidades didáticas para comunicar na mesma tipologia de argumentação cada passo a seguir. Como projeto de pesquisa inicial, partindo de uma visão universal do problema, foi evidenciado pontos fundamentais para essa disciplina – A **Biônica**, que até o presente momento se ocupou de identificar aspectos da natureza para aplicar-lhe ao mundo da projeção. Preferimos analisar esses argumentos de um ponto de vista mais acadêmico e menos mercadológico.

Como elemento principal, no que diz respeito a pesquisa teórica, procuramos demonstrar a todos aqueles que pesquisam no mundo natural, ideias úteis à projeção, um processo de pesquisa aplicada baseada sobretudo na taxonomia dos seres vivos.



Como segundo objetivo essa pesquisa teve o propósito de colocar em confronto as temáticas naturais com a capacidade de síntese que dispomos nós projetistas industriais em uma experiência experimental de tipo biônico.

Além disso procuramos:

1. Motivar todas as pessoas interessadas em uma possível intervenção no âmbito da projeção biônica;
2. Demonstrar aos designers a possibilidade de obter da natureza elementos úteis com a finalidade projetual;
3. Organizar uma sequência lógica de trabalho, que inicie da observação das ciências naturais como elemento de investigação;
4. Desenvolver uma pesquisa aplicada de interesse acadêmico com particulares referenciais aos cursos de projeção;
5. Procurar construir a médio e longo prazo uma estrutura de Banco de Dados sobre os assuntos relacionados à biônica, organizados segundo o modelo taxonômico utilizado pelas ciências naturais.

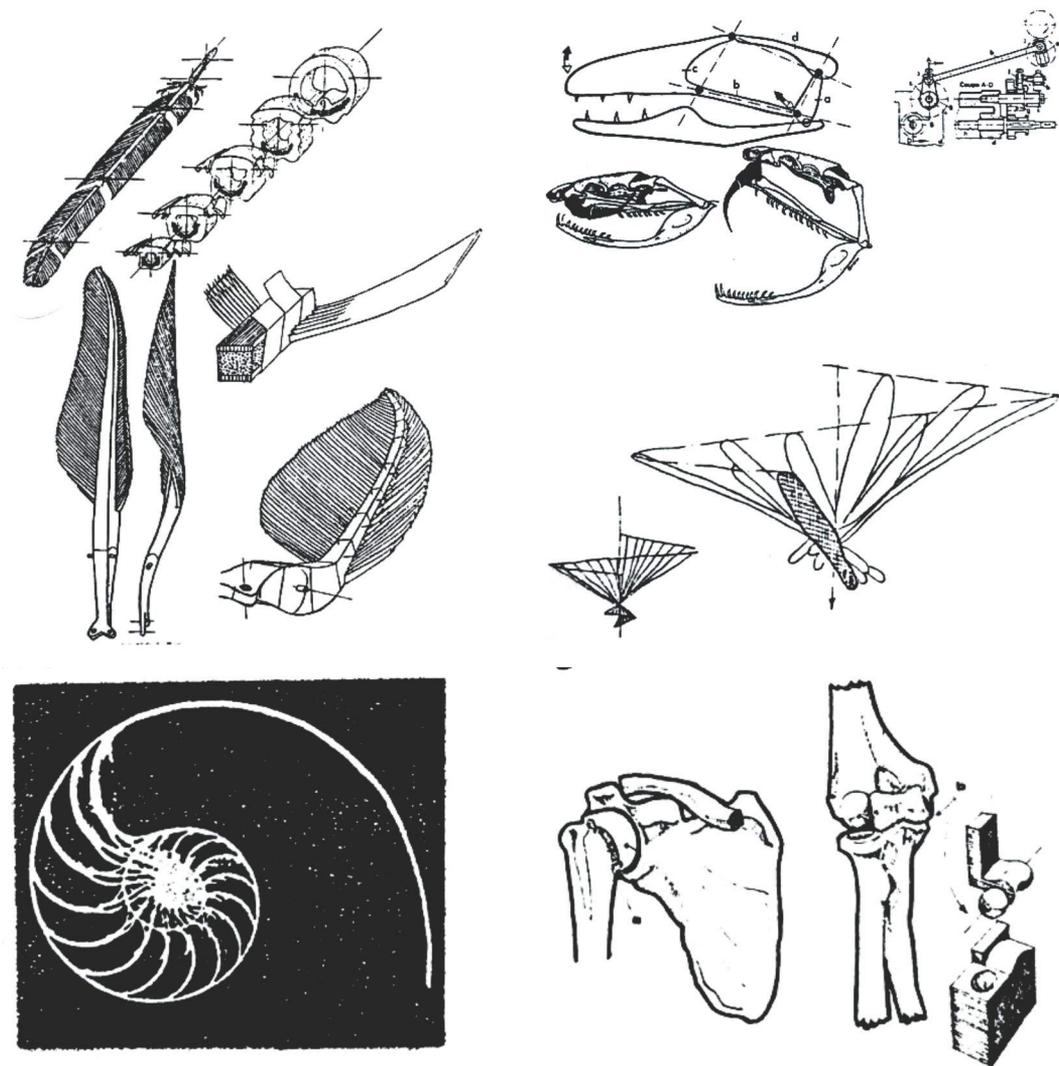


[A BIÔNICA]

Com relação ao nascimento desta ciência, é bastante recente e possível de precisar quando se iniciou, porém não podemos esquecer que nos últimos três milhões de anos em que o homem habita este planeta e faz parte deste sistema, sempre existiu uma ligação muito estreita com o ambiente e natureza. É possível verificar pelas escritas nas cavernas, e afirmarmos com clareza que os diversos instrumentos desenvolvidos por aquela civilização, foram realizados não somente com materiais de natureza rústica, mas sobretudo com formas e características muito semelhante à dos elementos naturais daquela época.

Foi, porém, todavia em um congresso exatamente na cidade de Dayton em Ohio (1959), onde cientistas de diversos setores entre os quais: engenheiros, matemáticos, físicos, psicólogos, biólogos, entre outros, promovido pela Força Aérea dos Estados Unidos que ao momento tinha sido criado um programa de pesquisa, no Centro Wright Patterson chamado exatamente de "Biônica". Foi quando pela primeira vez apresentou-se oficialmente esta nova ciência, e ali através do Major Jack E. Stelle foi elaborada a primeira definição deste novo setor do conhecimento científico.

"Biônica é a ciência dos sistemas onde o funcionamento é baseado sobre aquele dos sistemas naturais, ou que apresentam analogias com este." (J. E. Stelle, 1959)



Embora o termo e essa ciência tenha nascido há poucos anos, encontramos diversos autores que se ocuparam deste assunto, assim é interessante ver as diversas definições:

Para Lucien Gerardin da Thompson-Houston Company em Paris, define a Biônica "a arte de aplicar à solução de problemas técnicos ao conhecimento que possuem sobre sistemas vivos." (L. Gerardin, 1968)

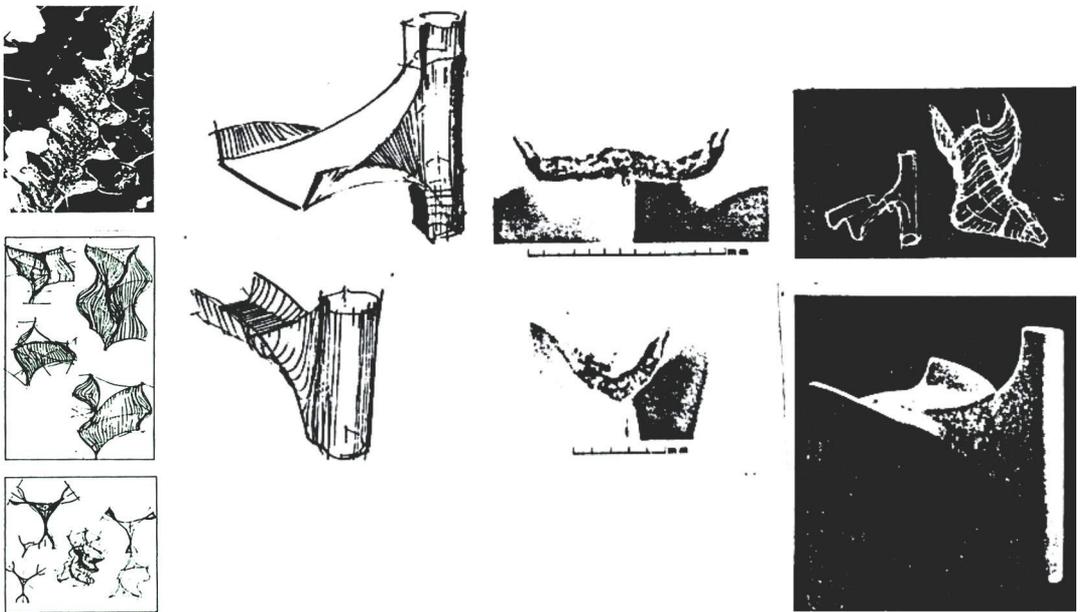


Para Victor Papanek:

"A biônica é a ciência que estuda o emprego de protótipos biológicos para a produção dos sistemas sintéticos criados pelo homem, podemos afirmar também que a biônica pode ser entendida como o estudo dos princípios básicos da natureza, para descobrir aplicações de princípios e processos úteis ao ser humano." (V. Papanek, 1973)

A biônica segundo Gui Bonsiepe, é entendida como:

"Um estudo do sistema vivente para aplicar na tecnologia os seus princípios técnicos e mecânicos. Será particularmente adaptada a estimular a capacidade de perceber o detalhe tridimensional e os princípios formais que o estruturam, uma coisa também para incrementar a capacidade de transformação quando se examina e se analisa um objeto análogo."
(G. Bonsiepe, 1975)



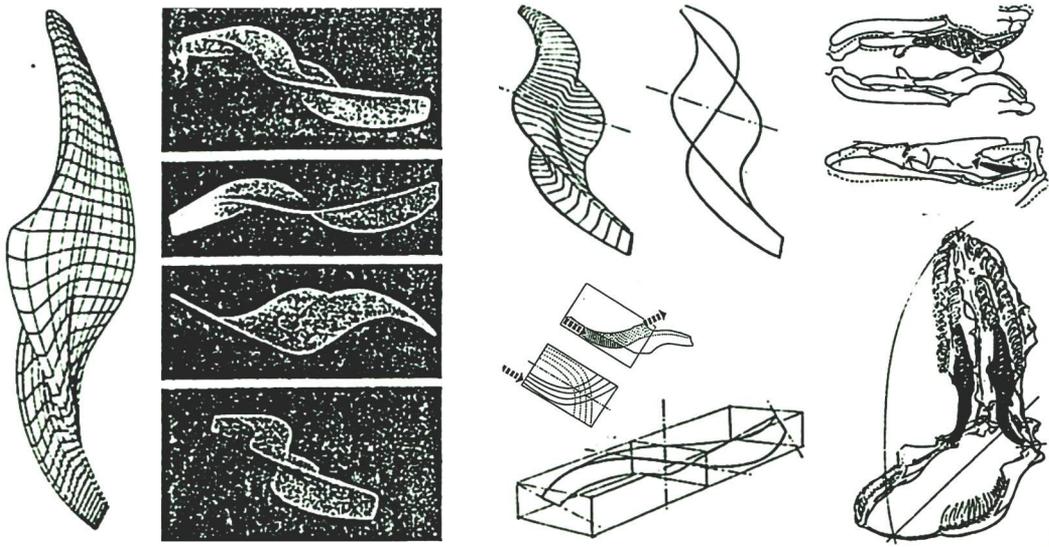
Este tipo de experimentação na HfG de Ulm nos anos 60, servia-se da análise biônica de fenômenos naturais e de uma sua transformação tridimensional, somente como finalidade didática para melhorar a visão estrutural e interpretação criativa dos alunos.

À diferença daqueles que entendem simplesmente a biônica como um simples elemento para ensinar princípios do Basic Design – seja analisando fenômenos naturais seja como ponto de partida para a projeção acadêmica, seja procurando dar uma interpretação exclusivamente morfológica da natureza; se pode também entender a Biônica como uma parte fundamental para a atividade projetual. O prof. Fabrice Vanden Broeck da UNAM, México define a Biônica adequando-a ao desenvolvimento do projeto BIODESIGN:

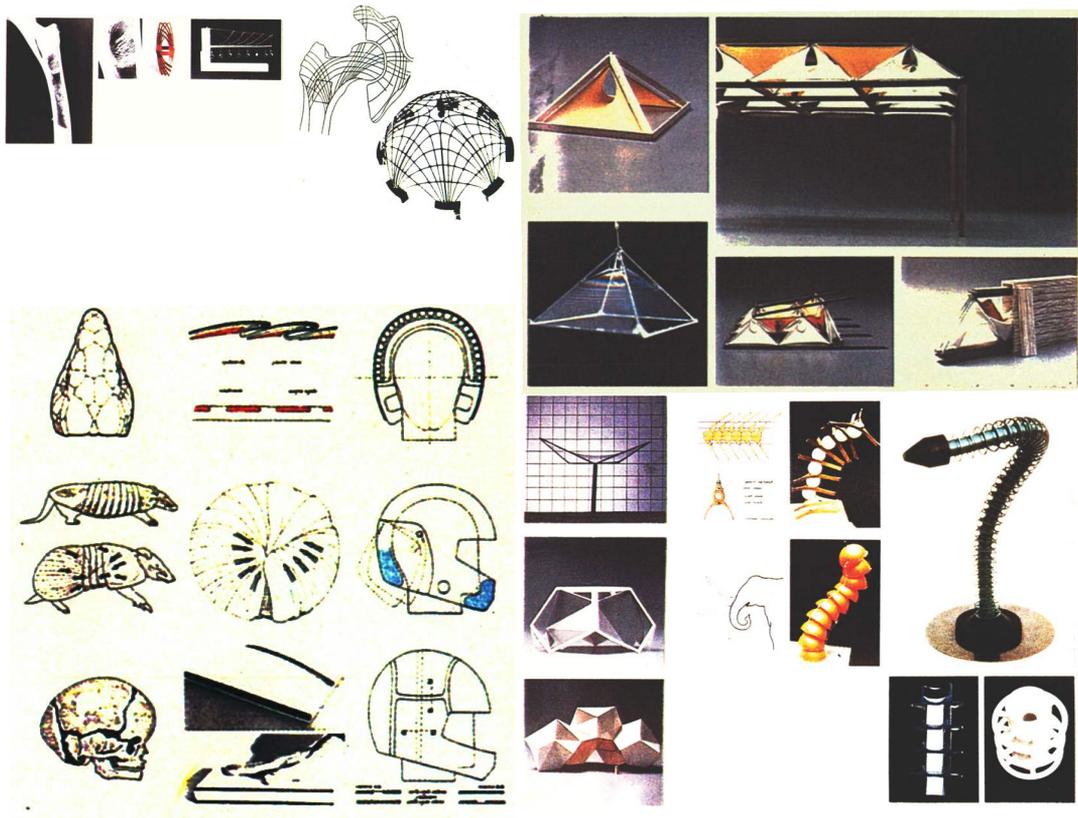
"Biodesign - É o estudo dos sistemas e organizações naturais, com o propósito de analisar e recuperar soluções do tipo funcional, estrutural e formal, para aplicar à resolução dos problemas humanos, através da criação de tecnologias e a criação de objetos ou sistemas de objetos." (Fabrice V. Broeck, 1982)

Segundo o autor, Biodesign se baseia sobre duas atividades:

1. *Investigação e Experimentação de base, que parte da observação dos fenômenos naturais e não necessariamente chegam a sua aplicação projetual. Este tipo de atitude gera uma serie de dados inovadores que poderão ser utilizados em um segundo momento em outros projetos específicos;*
2. *Uma outra atividade, é a de procurar soluções a um projeto específico através da analogia das funções. Para isso, ocorre ter um acesso a um banco de dados para as investigações de base e também de um mínimo de conhecimento científico dos princípios que determinam as formas na natureza e de uma metodologia para se aproximar melhor aos fenômenos naturais.*



Já para o prof. Di Bartolo do CRSN/IED de Milão, "O interesse da biônica é direcionado à projeção e ao desenho; deve-se estudar a natureza, na tentativa de buscar informações utilizáveis pelo homem para melhorar o seu ambiente" continua Di Bartolo: Qualquer evento natural, estrutura, forma, comportamento, função, pode ser útil para uma investigação de tipo biônica. (C. Di Bartolo, 1985)



Os autores e pesquisadores deste campo, consideram a natureza um possível campo de investigação para a projeção de artefatos, mas por outro lado sentem a falta de uma uniformidade de procedimentos em enfrentar esses desafios.

Apesar das dificuldades de um planejamento uniforme em termos metodológicos e universal em campo biônico, por outro lado sentimos a exigência de ampliar os nossos conhecimentos em campo natural/biológico, em virtude de poder ter uma visão mais global e de disciplinas diferentes entre si, mas muito complementar por outro lado.

Com esse propósito vejamos o que diz Ken Yeang:

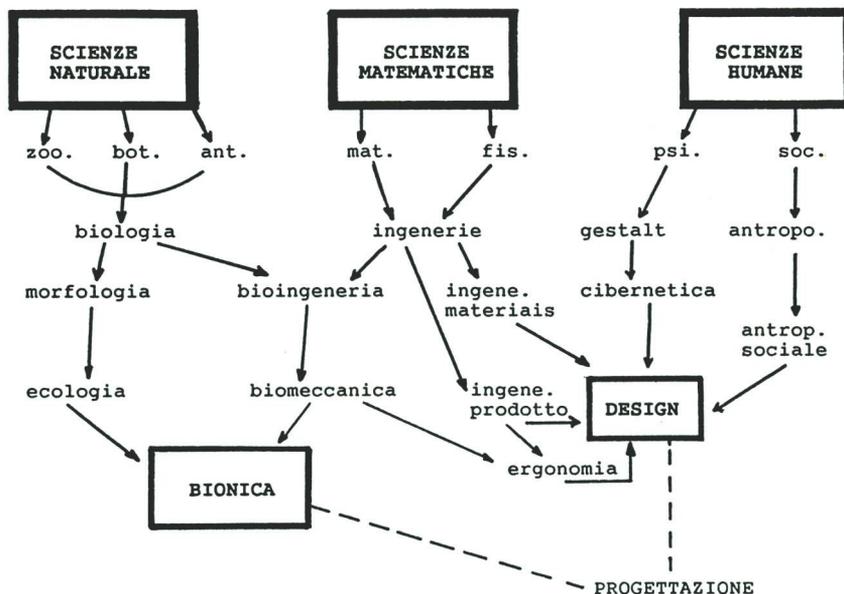
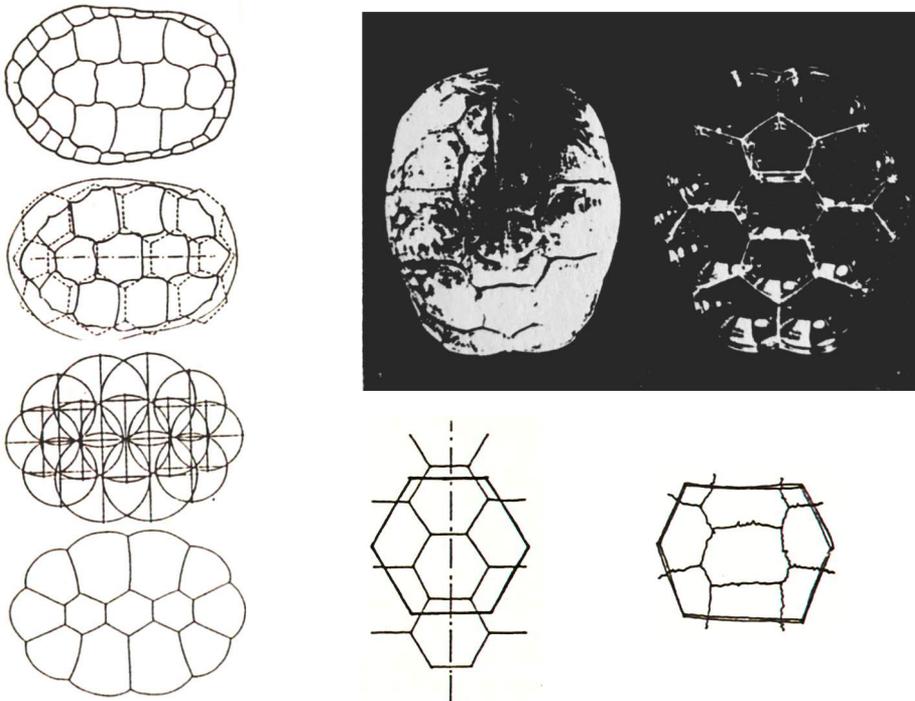


“para se realizar uma atividade biônica, teremos a necessidade de um conhecimento do setor técnico relativo ao projeto em questão, de um conhecimento não profundo de biologia, pelo menos daquela parte onde se possa encontrar respostas e de uma linguagem que permita essa comunicação com os biólogos.” (Ken Yang, 1995)

A vida é uma particular manifestação da matéria que se configura em milhares de arcações altamente eficientes e funcionais. Portanto, é muito difícil traçar um limite entre a Biologia e todos os aspectos das ciências não biológicas, tendo, muito embora sempre presente que as interrogações são muito comuns há centenas de anos.

A biologia tem como objetivo a análise e a compreensão das estruturas e das funções nos seres vivos, a qualquer nível evolutivo. Ao contrário da Biônica que se propõem à **“Modelagem”** da realidade e da **“Simulação”** desta, de modo a realizar várias aplicações em base aos diversos estímulos recebidos.

Esta atividade parte do princípio que sobre a terra todos os seres vivos são resultados de mais de 2 milhões de anos de evolução, e, portanto, de uma Seleção Natural; as espécies atuais são aquelas que melhor se adaptaram ao meio ambiente.





[ESTUDO DOS SERES VIVOS]

Todos os seres vivos [*plantas, animais, fungos e organismos microscópicos*] apresentam um certo número de características que lhe distinguem do mundo artificial e uma extraordinária unidade de organização que revela às suas origens de algum genitor comum ou mais próximo.

A característica mais típica dos seres vivos, aquela que mais se distingue dos seres inanimados, é a capacidade de reprodução, isto é, dar origem a novos seres vivos iguais ou semelhantes a si mesmo.

Essa propriedade é sempre acompanhada por outras características também importantes, por exemplo:

1. O Metabolismo, ou seja, a capacidade de transformar compostos químicos;
2. Auto-regulação, propriedade de estabelecer suas próprias regras;
3. Irritabilidade, capacidade de reagir a estímulos externos;
4. Capacidade de Locomoção;
5. Mimetismo, capacidade de camuflagem de sua aparência externa como medida de proteção e autodefesa.

Algumas destas propriedades podemos encontrar em máquinas fabricadas pelo homem, por exemplo: o automóvel que se move; o termostato reage às variações externas de temperatura de modo a se manter constante aquela temperatura do aquecedor ou frigorífero e tantas outras. Nenhum artefato fabricado pelo homem, possui todas essas propriedades conjuntamente, e sobretudo nenhum é capaz de reproduzir um artefato igual a si mesmo, mesmo que lhe forneçamos todos os materiais necessários.

Os seres vivos podem ser extremamente diferentes por dimensão, forma e modo de vida, mas são muito uniformes do ponto de vista bioquímico. Todos são constituídos por moléculas semelhantes com leves variações. Se pode até dizer sem medo de erro que se trata de uma única “**matéria viva**”, comum a todos os seres dotados de vida. A molécula mais abundante nos organismos vivos é a água; 60% do nosso corpo é composto de água, mas em alguns frutos como a melancia e em alguns animais marinhos, como as medusas a água chega a 90%.

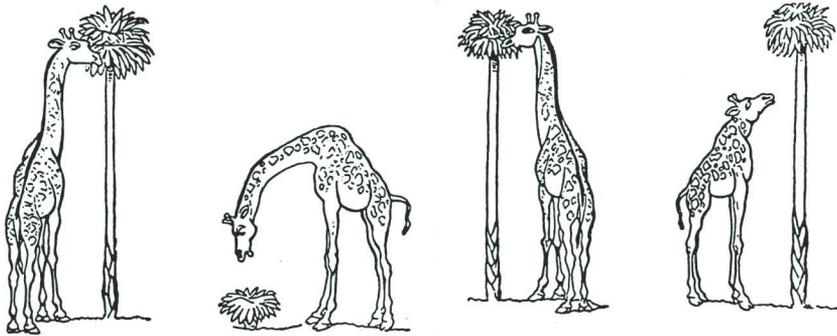
a.A Evolução_

O conceito de evolução representa provavelmente a maior contribuição da biologia à nossa cultura, em todas as suas manifestações. O estudo da evolução permite compreender melhor as características da nossa espécie, as nossas origens e o nosso futuro possível. Lamarck (1744-1829), foi o primeiro a sugerir o conceito de evolução para os seres vivos. Lamarck com a sua teoria:

“...tinha observado que cada ser vivo sofre transformações tais que o torna adaptável a um seu tipo de vida particular e sugere que o mecanismo responsável desta especialização fosse o uso ou o desuso de órgãos particulares (por exemplo: um cervo que corre velozmente para fugir de uma raposa, desenvolverá músculos adaptáveis à corrida; os elefantes possuem longas trombas para procura mais alimentos), e acreditava que tais características pudessem ser transmitidas para seus descendentes.”

Um exemplo clássico que deixara sempre ligado ao nome de Lamarck é aquele relativo a girafa:

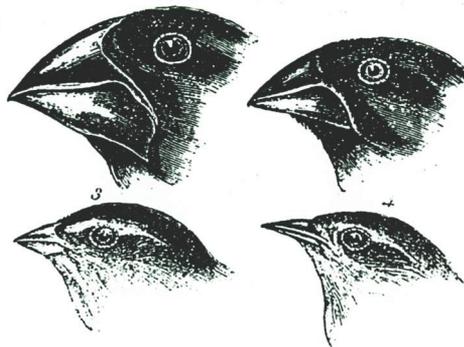
“Segundo a sua teoria... em tempos remotos a girafa tinha um pescoço curto. Mas mesmo com esse inconveniente, procurava morder as folhas dos ramos mais altos das árvores impulsionado naturalmente pela necessidade de encontrar uma nova fonte de alimentação. Pela força de leva-lo cada vez mais alto, o pescoço começou a crescer. Este pescoço tão longo do normal, obtido através de vários exercícios, ao final foi transmitido aos seus descendentes, e assim a sua vez continuaram a fazer cada vez mais longo para assim atender a exigência das folhas sempre mais altas... e assim continuou. Portanto um pouco a cada vez a girafa conseguiu um longuíssimo pescoço como estamos habituados a ver hoje em dia.”



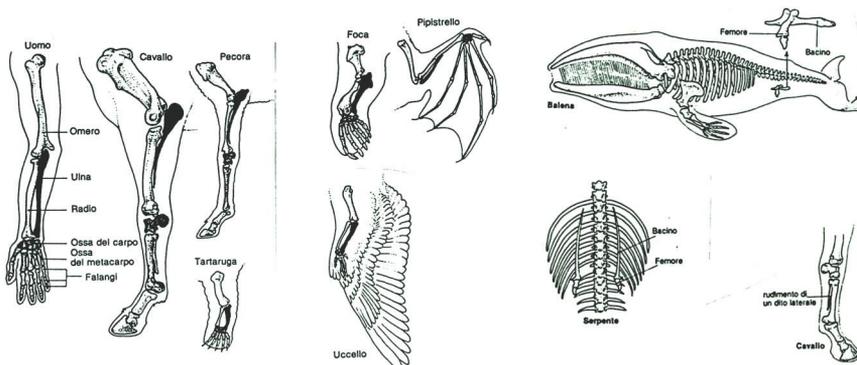
O ponto frágil de sua teoria, era a ideia que algumas características adquiridas durante a vida, pudesse ser transferida aos seus descendentes.

Falar de evolução é como citar Charles Darwin (1808-1882), não somente pelo profano, mas também pelo cientista. A teoria Darwiniana, baseada na seleção natural, constitui ainda hoje o centro dos conhecimentos sobre evolução, mesmo que, ao longo do tempo tenha sofrido algumas modificações.

Observando como os criadores de plantas e animais usavam a seleção natural para obter particulares variedades, Darwin hipotizou que um tipo similar de seleção que se verificasse na natureza e este interagisse entre populações e ambiente isso era “*Seleção Natural.*” A Teoria Darwiniana sustenta, todavia, a existência entre os indivíduos de uma espécie de competição, na qual somente os organismos mais adaptáveis conseguem sobreviver e reproduzir-se, transmitindo assim o caráter vantajoso aos descendentes; esse conceito vem indicado como “*vantagem seletiva.*” Segundo a Teoria Evolucionista Darwiniana: “*é verdadeiro que através do processo de seleção natural dos caracteres mais vantajosos de uma singular espécie, foram originados muitas outras espécies diferentes.*”



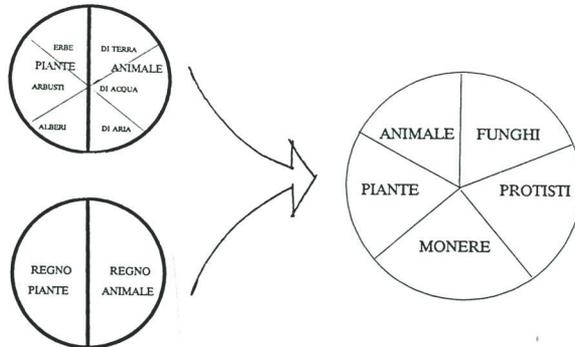
As estruturas físicas dos organismos podem fornecer interessantes indicações sobre os seus pais. Um exemplo típico é aquele sobre as modificações estruturais que sofreu os membros de alguns anfíbios, reptéis, aves, mamíferos em base as diversas funções que devem desenvolver; alguns destes exemplos são a capacidade de presas dos macacos, adaptação ao voo dos pássaros e nos morcegos; adaptação ao nado das focas nas baleias e nos pinguins, e as modificações induzidas nos diversos modos de andar sobre uma superfície na maior parte dos animais. Estes membros, modificados em base às funções a serem executadas, apresentam formas diversas, apesar de serem constituídas das mesmas partes ósseas.



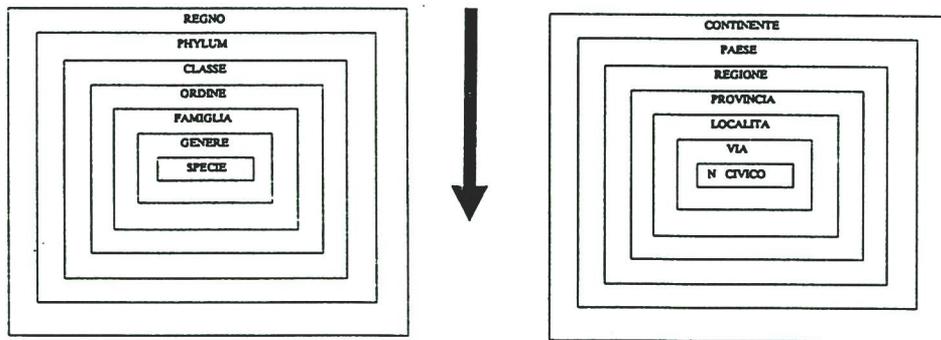


b. Taxonomia dos seres vivos

Classificar é um modo de organizar a informação e significa agrupar objetos ou ideias em base às suas semelhanças. A ciência que se ocupa de dar um nome aos seres vivos e de organizá-los em um esquema de classificação é a **Sistemática** ou **Taxinomia**, palavra que deriva do grego *taxis* = ordem

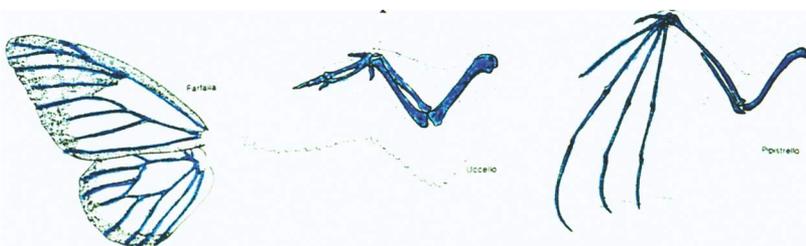


A Sistemática moderna hoje, procura utilizar um sistema de classificação natural reconstruindo a história da evolução. Se agrupam de fato os seres vivos segundo um esquema que reflete ordem nos diversos grupos e, portanto, a estrutura de sua árvore evolutiva. Carl Von Linneo (1707-1778) naturalista sueco do século XVIII, estabeleceu um método simples para classificar os organismos, atribuindo a eles uma nomenclatura binominal caracterizada por um primeiro nome relativo ao gênero e um relativo a espécie. Linneo utilizou para sua classificação uma técnica análoga à aquela que se adota para comunicar um endereço: é suficiente um número limitado de indicações (nome, número postal, rua, cidade, ...país etc), para assegurar a individualização de uma determinada pessoa entre as tantas que povoam o planeta terra. Assim, todos os organismos vivos, tiveram subdivisões em dois amplos grupos: Reino Animal e Reino Vegetal. Linneo organizou cada reino em tantos **phyla** (phylum singulares) e, portanto, cada phylum em classe, cada classe em **ordem**, cada ordem em família, cada família em **gênero**, e cada gênero em **espécie**.



c. Semelhança e Diversidade

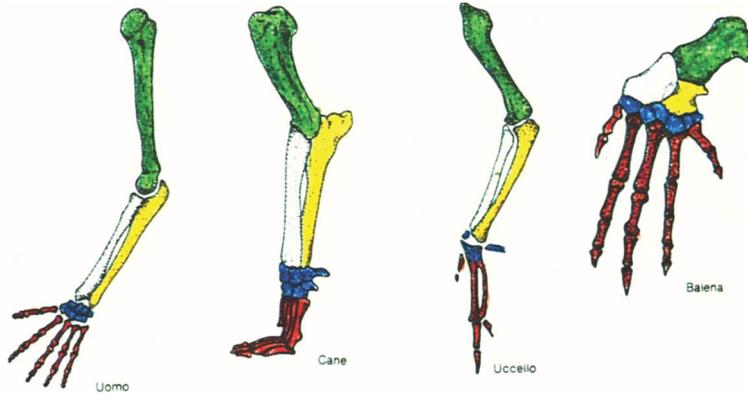
Um dos critérios mais utilizados para individualização das afinidades entre espécies diferentes é a Semelhança. Duas estruturas originariamente muito diferentes entre si, podem se tornar similares no curso da evolução, adaptando-se ao desempenho da mesma função e ao mesmo tipo de ambiente. As asas das borboletas, pássaros, e dos morcegos são exemplo desta semelhança. As respectivas asas são similares porque respondem a uma determinada lei física, mas pertencem a organismos taxonomicamente bem diferentes.





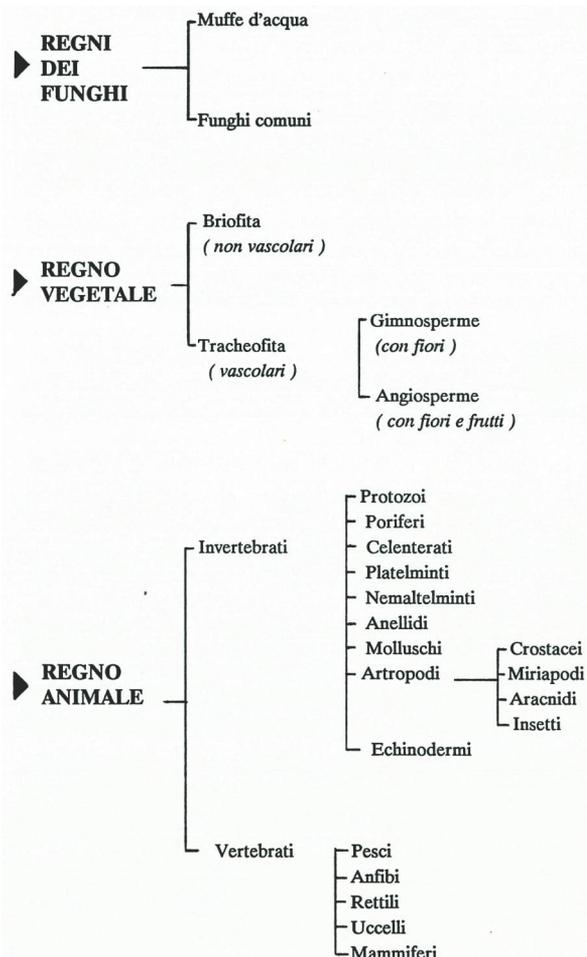
A semelhança entre as asas deriva de uma **Analogia** dessas funções, de forma que ambientes similares favorecem a evolução de estruturas similares. Ao contrário, estruturas com o mesmo desenvolvimento embrionário, podem evoluir em modo diferente; neste aspecto se fala deste fato como Homologia.

Os membros anteriores dos vertebrados, mesmo que sejam muito diferentes como forma, porem, pela função que desempenham são todos homólogos, ou seja possuem a mesma origem embrionária. Podemos concluir dizendo que estruturas similares podem ser análogas ou mesmo homólogas e que frequentemente estruturas homólogas não se assemelham em nada. Portanto, para utilizar corretamente o critério da semelhança morfológica é necessário distinguir homologia e analogia.



OS REINOS DO SERES VIVOS]

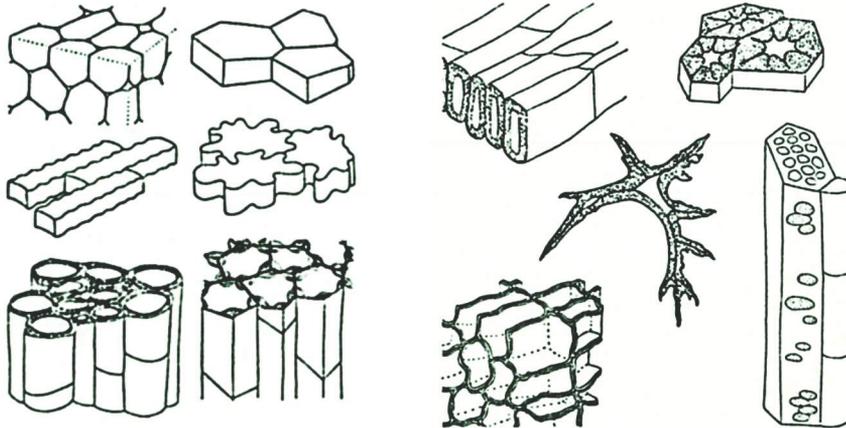
Os progenitores comuns a todos os seres vivos foram provavelmente muito similares aos procariontes atuais, ou seja, bactérias e algas azuis. Os protistas são os primeiros eucariontes (organismos unicelulares) derivados dos procariontes. Dos Protistas foram derivados os organismos pluricelulares, divididos em três reinos: **Reino Vegetal, Reino Animal e Reino dos Fungos.**



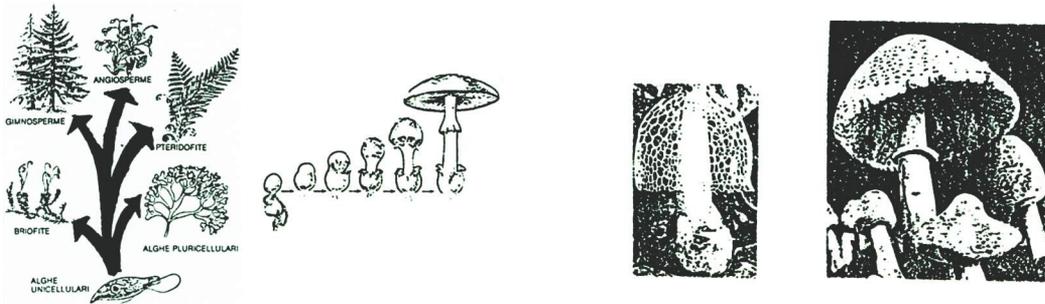


[O REINO VEGETAL]

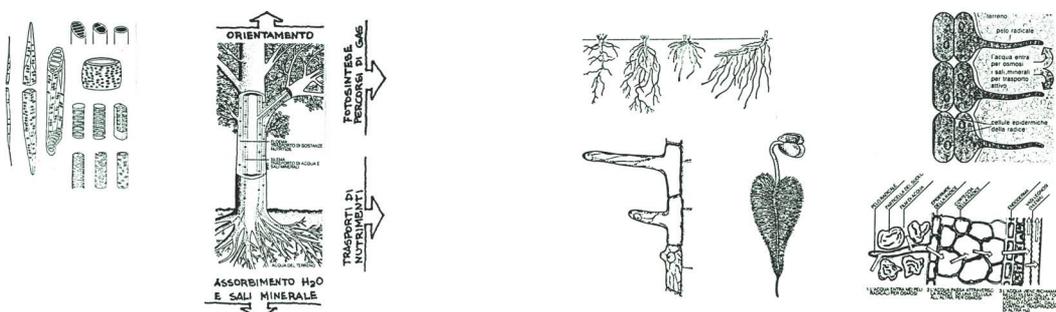
As plantas são organismos autótrofos, para se nutrirem derivam substâncias alimentares orgânicas utilizando-se de materiais de natureza não biológica, como a água e anidrido carbônico. As plantas devem absorver energia para enriquecer as próprias moléculas. A fonte energética básica é o sol e o processo de síntese das substâncias orgânicas a partir da água e CO₂, que é chamado de Fotossíntese. Uma outra diferença entre animais e plantas, consiste na imobilidade desta última; ao invés de locomover-se para busca de alimentos, os organismos vegetais desenvolveram verdadeiras estruturas capazes de reunir materiais e energia necessária para fotossíntese.



As plantas são reagrupadas e classificadas segundo critérios morfológicos e evolutivos. O reino das plantas é subdividido em dois grandes grupos: **Plantas Vasculares** (que são aquelas mais evoluídas) e **Plantas não Vasculares**, que não possuem tecido condutor. As plantas não vasculares, são aquelas que crescem em qualquer terreno, são sempre aquelas mais abandonadas em zonas úmidas. De fato, pela falta de tecido condutores, não são capazes de transportar água ou algum nutritivo para longas distâncias. Desta forma a água se move por osmose e outros materiais por difusão. Pela falta de tecidos de sustentação, o seu caule não consegue superar mais que dois ou três centímetros de altura, como por exemplo os musgos.

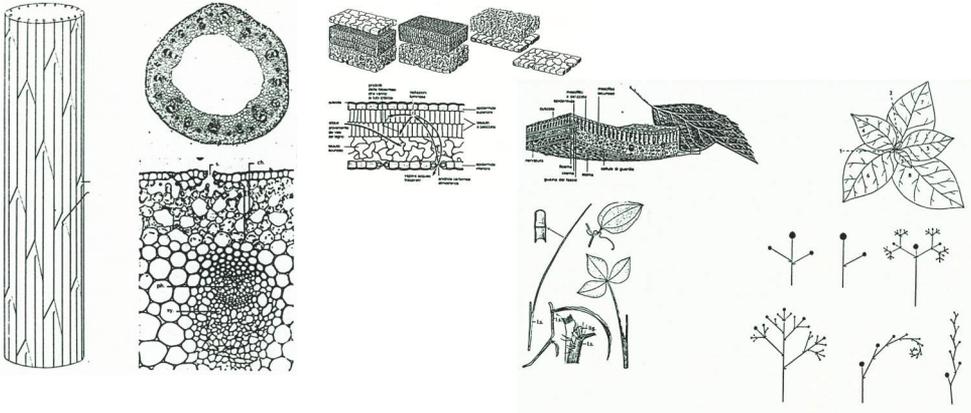


Ao contrário, já nas plantas vasculares se realiza uma perfeita adaptação com as vias terrestres, graças ao desenvolvimento de tecidos especializados para diversas funções. Entre as quais: o **xilema** para o transporte de água, sais e substâncias nutritivas de uma parte a outra da planta e ainda contribuem para melhorar a resistência mecânica. Em geral essas células dos tecidos vasculares, são alongadas e possuem paredes espessas. E se constituem em dois tipos de tecido: **Floema e Xilema**. **Floema** é o tecido que transporta açúcares e amido às várias partes da planta e o **Xilema** é especializado em transportar água e sais minerais da raiz às diversas partes da planta. As diversas funções vitais são desenvolvidas em estruturas sempre cada vez mais especializadas.





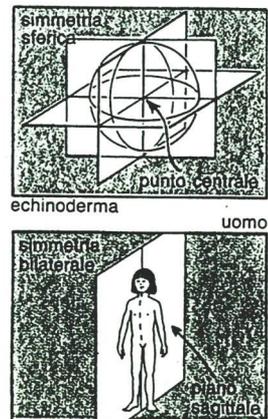
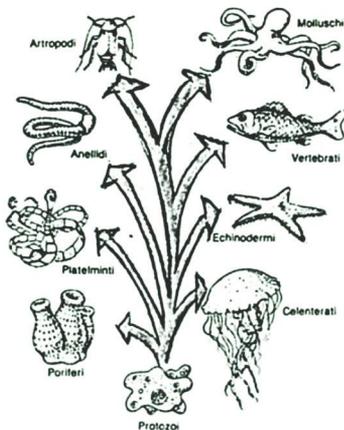
As **raízes**, são os órgãos especializados em absorverem água e sais minerais do terreno e também de suportar as plantas no solo. O **tronco** conduz água e sais minerais das raízes aos outros órgãos. Os troncos das árvores assim como os galhos são lenhosos. Aquelas plantas que não possuem troncos, são chamadas de ervas e possuem um tronco flexível, que não podem sustentar pesos elevados. As Folhas constituem o principal órgão fotossintético da planta; geralmente são chatas, fato esse que aumenta a sua superfície que esta exposta aos raios solares.



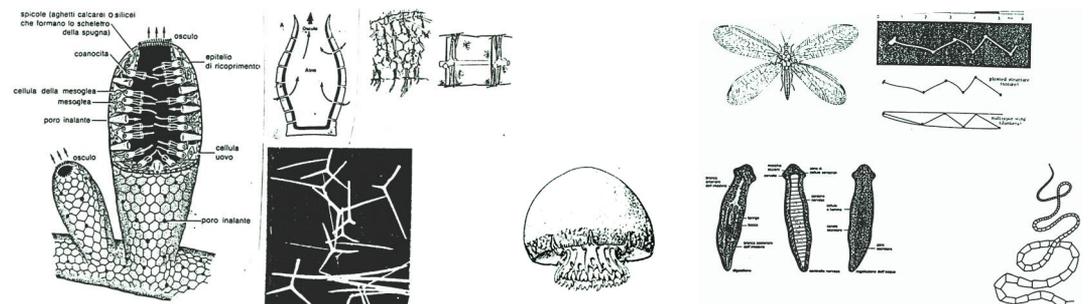
[REINO ANIMAL]

O reino animal esta subdivido em dois sub-Reinos: Animal e Metazoa. As características gerais dos Animal e dos Metazoa em particular são as seguintes:

1. São organismos pluricelulares;
2. Se reproduzem sexualmente;
3. Atravessaram vários estágios de desenvolvimentos embrionário;
4. Tem a capacidade de locomoção.

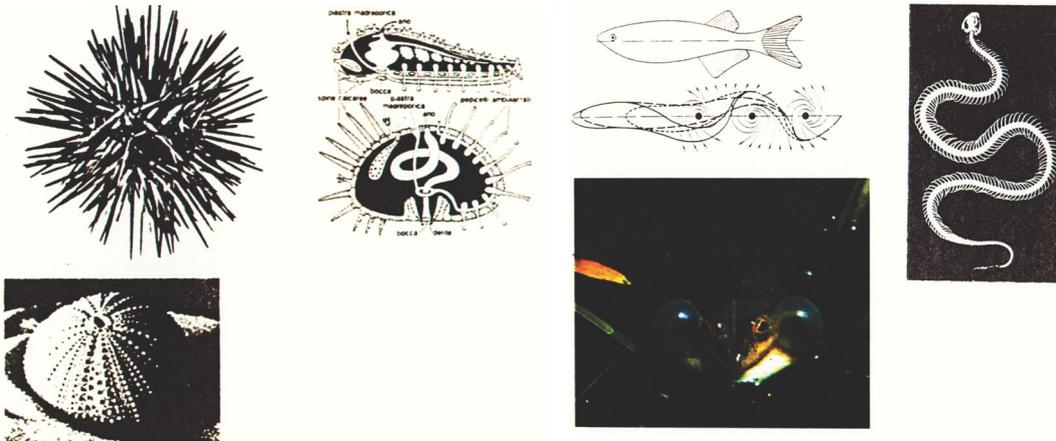


Os animais se distinguem também por outras características importantes: a simetria do corpo, a presença ou ausência de cavidades na parte interna do corpo, a presença ou ausência de segmentação e cefalização. A primeira tentativa de organização pluricelular foi aquela realizado pelas **Poríferas** ou as esponjas marinhas que apresentam um nível de organização muito primitivo. Mas, na realidade os primeiros organismos pluricelulares são os **Celenterados** da qual pertencem os corais e as medusas.





Os **platelmintos**, ou vermes chatos foram os primeiros organismos a simetria bilateral. A partir deste ponto se separam diversas estradas evolutivas. Uma dessas leva ao desenvolvimento dos vermes parasitas e outra que derivou em três importantes grupos: **Moluscos**, **Anelídeos**, **Artrópodes**



Em todos esses grupos encontramos muitas formas que se aventuraram à conquista da terra firme, como por exemplo: os caracóis entre os moluscos; e as lombrigas entre os anelídeos; e a maior parte dos insetos entre os Artrópodes. Um outro importante ramo evolutivo dos platelmintos, se bifurcou em dois grupos notadamente distintos: os **Equinodermas** e os **Cordatas**. Os **Cordatos** fazem parte de todos aqueles animais que possuem uma coluna vertebral como os Peixes, os Anfíbios, os Repteis, os Pássaros, e os Mamíferos.

[EXPERIMENTO DIDÁTICO/METODOLÓGICO]

Quando falamos de Biônica aplicada ao processo de desenvolvimento de um projeto, se pensa de imediato que o produto final deva ser algo ligado a robótica, ou mesmo, que seja longe de nosso mundo cotidiano. Isto porque, comumente o tipo de informação científica que nos chega é, de caráter extremamente matemático ou neurofisiológico, esquecendo que a Biônica como “ciência encruzilhada” (Geradin, 1968), permite a possibilidade de relacionamento com diversas outras ciências.

Outro aspecto muito particular, que faz com que o designer seja afastado do discurso geral da Biônica, é aquele, que pelas suas próprias características, não adotamos terminologias muito científicas e universalmente conhecida, por exemplo: não conhecemos em profundidade o processo tecnológico – mesmo que tenhamos que especificar dados de engenharia; como também não dispomos de conhecimento suficiente de biologia para desenvolver um projeto inerente às temáticas científicas. Com o tempo a passar, foi suficiente para amadurecer essa ideia, e sentirmos a exigência de completarmos essa lacuna em termos de adquirir, aquilo que chamo de uma “*linguagem de base*” do designer em sentido biônico, de modo a permitir um relacionamento frutífero com todos os campos científicos.

Em relação a essa pesquisa, podemos afirmar que não temos (à época), a pretensão de criar um método, e nem mesmo de fazer um esforço enorme sobre “*medodolatrismo*” (conceito adotado pelo G. Bonsiepe); mas, a pretensão de poder organizar uma modalidade de abordar em trabalho acadêmico/científico (mais diretamente voltado sempre para estudantes de design e arquitetura), que procura aplicar aquilo que na biologia é conhecido como **Sistema de Classificação dos Seres Vivos**. Essa proposta consiste, portanto, em utilizar o sistema taxonômico aplicado aos organismos vivos como ponto de início para uma pesquisa de caráter biônico, obtendo sugestões dos assuntos ou fenômenos naturais, para posterior aplicação na projeção de artefatos.

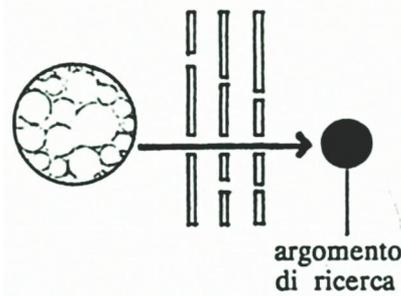
[O PROCESSO]

1. Identificação do Argumento de Investigação

O Argumento de Investigação, deve ser definido, em primeiro lugar, em termos gerais, como um sistema aberto de dados. Tais argumentos não devem ser classificados como um problema projetual, e também como um elemento natural a ser estudado em seus mínimos detalhes, mas sobretudo algo que, esteja com uma certa amplitude de conhecimento já disponível para serem enfrentados em nível didático. Isto porque, definindo um campo de pesquisa sobre um argumento muito específico se exclui a possibilidade de uma definição biônica mais global. Por exemplo: podemos sublinhar como argumentos importantes e explicativos com finalidade de pesquisa as As Estruturas Fractais; As

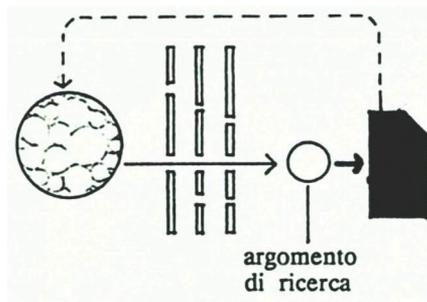


Estruturas na Natureza; A Energia; As Juntas; As Embalagens Naturais; Sistemas de Locomoção e assim por diante. Nesta fase, deve favorecer a discussão sobre a compreensão e conhecimento dos temas e sobre a disponibilidade e potencialidade científica para uma investigação, analisando os diversos níveis de complexidade.



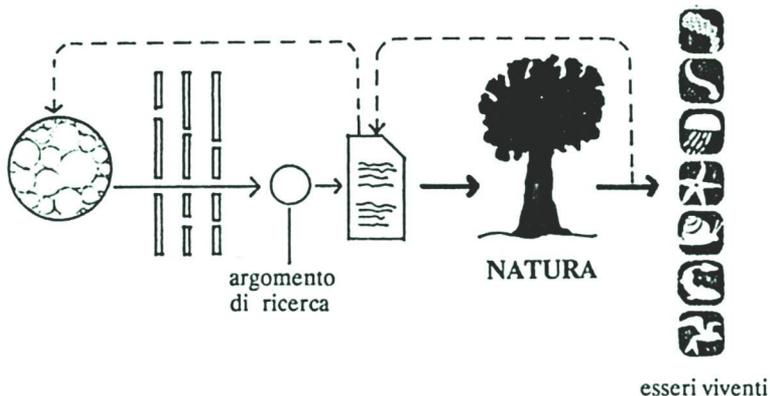
2. Definição dos Parâmetros Funcionais do Argumento de Investigação

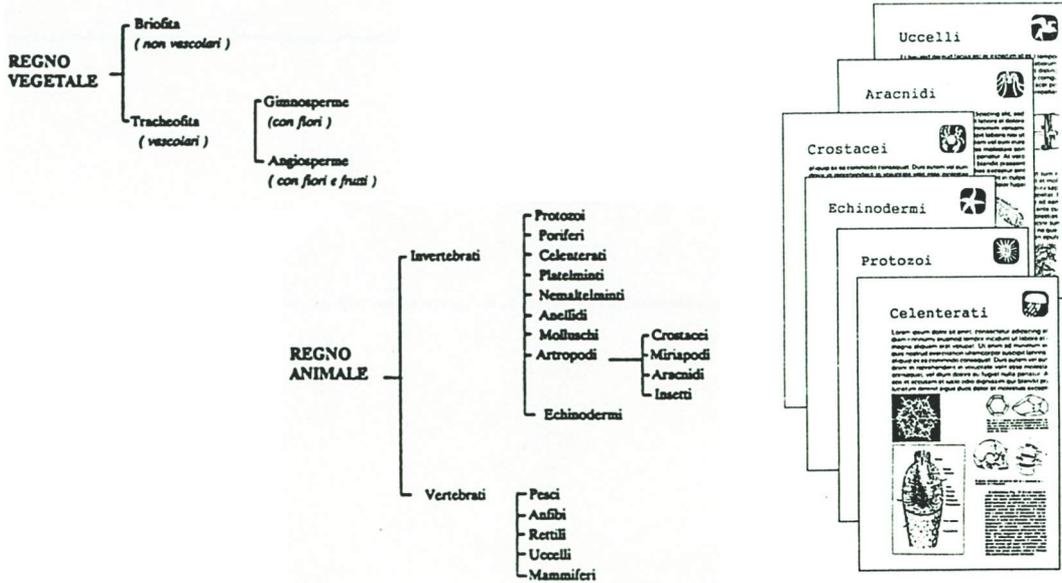
Apos ter identificado o Argumento de Investigação, definido as perguntas iniciais, isto é, sobre o argumento a ser tratado, não é muito sobre a natureza do fenômeno natural a ser tratado, mas sobre sua função. Não se trata de perguntar ... "o que é", mas "o que faz"; "como faz" e "a que coisa serve" e "como funciona". Definindo as perguntas neste modo temos a possibilidade de fazer confluír dados e informações por analogia de funções.



3. Observação da Natureza

A partir do instante que estabelecermos e entendermos o tipo de função que há em nosso argumento de investigação, devemos começar a fazer uma primeira verificação em campo biológico, para identificar modelos e sistemas naturais que possuam funções e características mais próximas e adaptáveis ao nosso campo de pesquisa. Para enfrentar tal operação, ocorre realizar uma *pesquisa bibliográfica*; uma *pesquisa em microscópios*; preparar *documentação fotográfica*; e depois organizar os dados recolhidos em base a fichas e banco de dados; produzir uma *planilha* que siga o mesmo princípio da classificação dos seres vivos. Se deve, portanto, raciocinar em termos operativos, procurando especificar as funções desenvolvidas pelos organismos identificados. Estas primeiras planilhas/fichas possuem a característica de termos uma visão global de toda a pesquisa, isto é, compreendendo o número máximo de modelos naturais analisados. É proposto, portanto, como âmbito de pesquisa o reino animal e reino vegetal usando a seguinte classificação:





4. Definição dos Parâmetros Funcionais e Identificação dos Argumentos Biônicos

Os resultados da fase precedente, se constituem em diversas fichas que contêm ideias que criam a cada momento um Grande Banco de Dados sobre diversos argumentos a serem escolhidos. Todavia, sempre é bom lembrar que nesta fase ocorre definir e especificar as funções e os requisitos projetuais. Em base a esses parâmetros, seremos capazes de identificar alguns elementos naturais que de alguma forma satisfaça melhor e mais adequadamente o problema projetual.

Se por exemplo o argumento de pesquisa identificado foi **"Embalagens Naturais"**, e os requisitos projetuais estabelecidos forem as embalagens que desenvolve a função de proteção ao ambiente externo, de troca de oxigênio, de defesa das altas temperaturas e de absorção de umidade, neste caso os elementos que melhor executam essas funções poderiam ser:

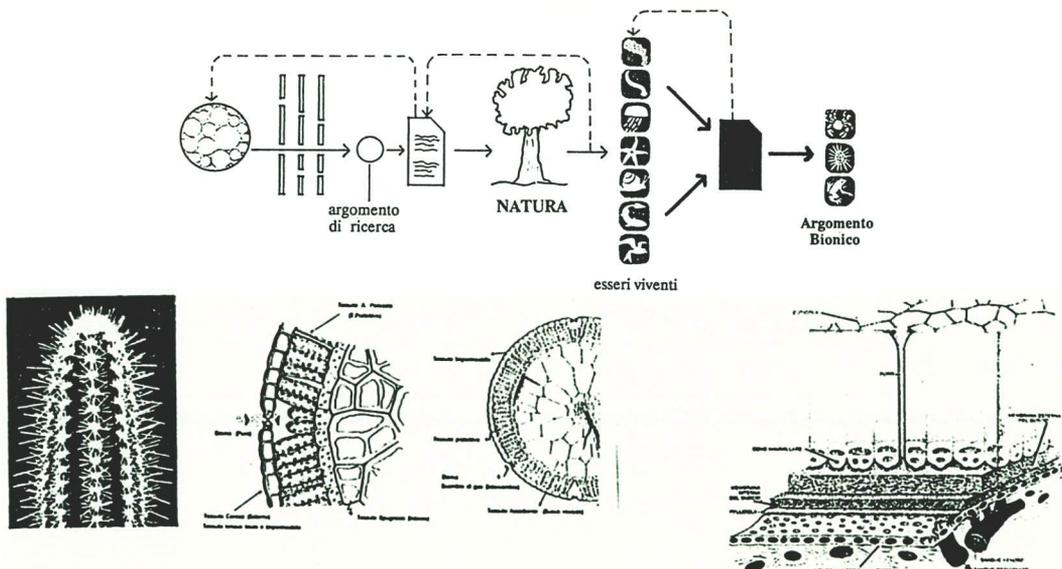
No Reino Animal

- a. Esponja marinha;
- b. O sistema traqueal dos insetos;
- c. O sistema pulmonar humano;

No Reino Vegetal

- a. Sistema de transpiração das folhas;
- b. As vagens do feijão

Estes elementos naturais e biológicos que foram identificados, passam a ser identificados nesta pesquisa como **"Argumento Biônico"**.

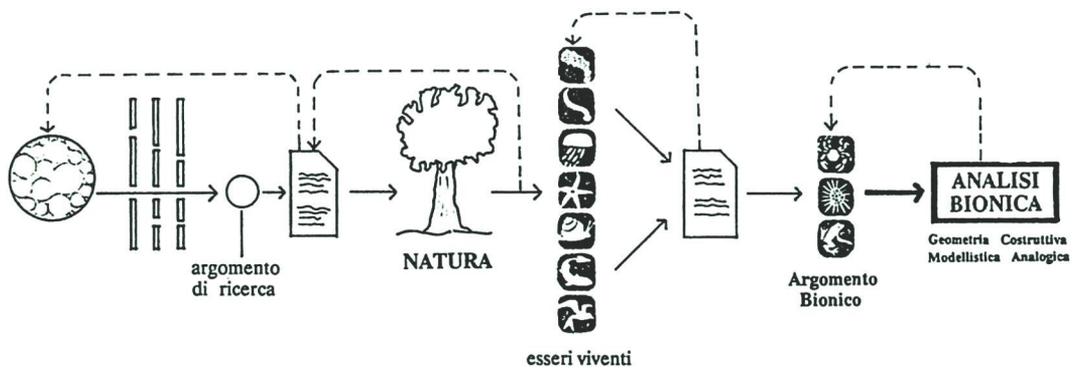




5. Análise Biônica

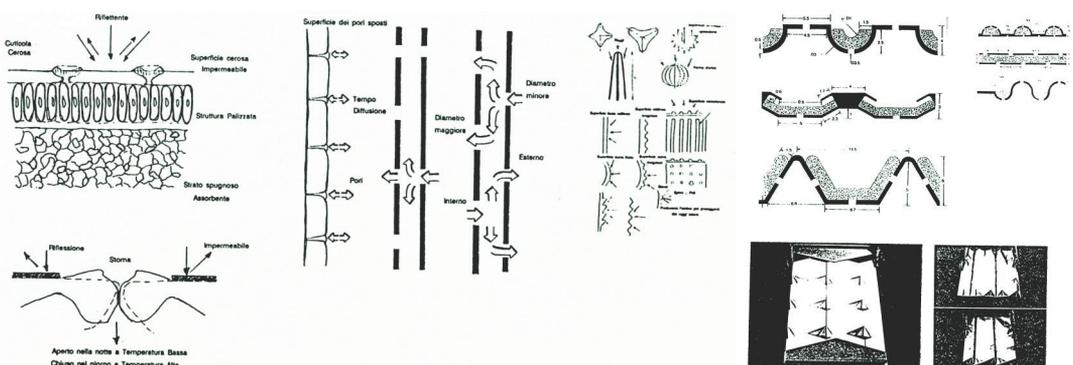
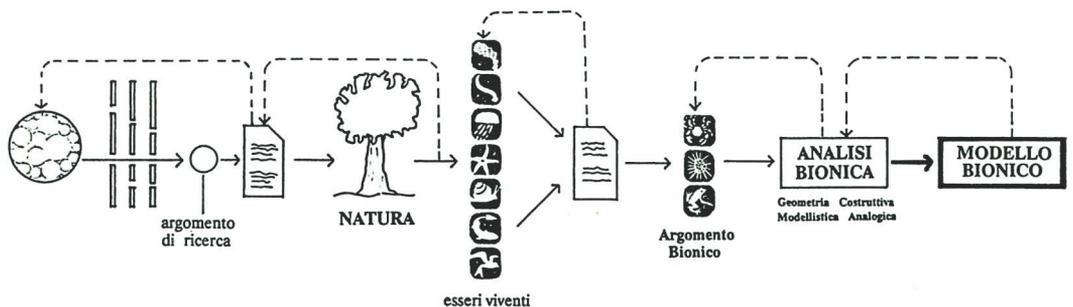
A análise neste caso é observada como um momento inicial de conhecimento, que permite formularmos hipóteses, criar conexões e analogias para podermos operar em forma de síntese. Neste ponto, seguimos em frente procurando entender o funcionamento destes sistemas através análise da “**Geometria Construtiva**”. Importantíssimo: não se trata nunca de cópia a natureza, mas de poder chegar a uma compreensão sintética (do ponto de vista geométrica) e análoga (do ponto de vista dos funcionamentos) de como entendemos tais mecanismos.

Em uma segunda fase, procura-se interpretar em forma de “**Síntese Geométrica**” aquilo que foi obtido, construindo modelos em 3D, esquemas mentais em base ao conhecimento derivado das estruturas analisadas. Se pode afirmar que nesta fase de análise corresponde exatamente a **Projeção Biônica**; dos elementos naturais analisados através da **Geometria Construtiva e Modelagem Analógica**, se obtém resultados que interpretam as estruturas naturais em possíveis artefatos (notadamente não designs acabados do ponto de vista de sua produção), mas artefatos tridimensionais onde se reconheça a matriz do elemento natural estudado. Aproveitando e usando o mesmo exemplo anteriormente descrito, se foi identificado o Argumento Biônico aplicado as “Embalagens Naturais”, as possíveis soluções se desenvolvem mais ou menos nesta direção:



6. Modelo Biônico

O resultado final da fase precedente, será um modelo que do ponto de vista da projeção industrial, não é suficientemente acabado e finalizado para o Design, mas de ponto de vista Biônico será um “**Protótipo Biológico**” (V. Papanek), que permite verificar em toda sua totalidade, informações de caráter biônico/biológico adquirida pela compreensão do fenômeno natural estudado.

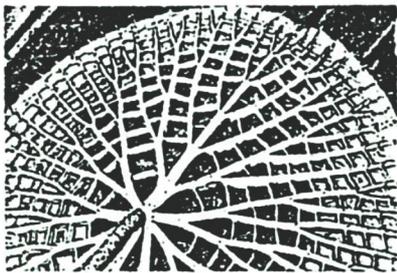




[CONCLUSÕES]

Estudar a natureza, é sem duvida nenhuma uma coisa bastante complexa, porem é necessário haver um conhecimento mais profundo sobre esses aspectos e seus conteúdos. Quando falamos de biônica não é suficiente para um designer referir-se somente a natureza com seus aspectos formais e simbólicos, mas ocorre individualizar uma modalidade operativa própria de pesquisa para se chegar a um projeto. Os organismos vivos atuais, são os resultados da continua seleção e adaptação natural que age em modo particular em propiciar formas mais adequadas e estruturas idôneas aos elementos particulares encontrados em seus habitats.

Segundo John Too, em "**Progettare secondo la natura**": a biologia "*é um modelo que reflete o caminho mais importante de funcionar o mundo natural*". E segundo nossas indicações, tomando por base todas as informações coletadas e disponíveis nesta proposta é que podemos afirmar sem medo de errar que "**o campo Biológico tende a ser um novo modelo para a projeção**". (A. Arruda, 1991)
Analisando melhor esse conceito, é possível ainda incrementá-lo e afirmar que "**O Mundo Natural poderá ser um modelo de referencia para a projeção em um futuro próximo**". (A. Arruda, 1991).



Portanto, resulta agora mais evidente, que na Biônica temos a possibilidade de observar o Mundo Natural com uma nova visão que unifica as pesquisas daqueles que são os cânones científicos e buscar sua aplicabilidade num universo mais tecnológico. De fato, tudo aquilo que refletimos nesta proposta de investigação, foi aquele de procurar propor não um método completo, mas indicações didático/projetuais de aplicabilidade de modelo taxonômico dos seres vivos identificado na Biologia, como referência ao mundo da projeção. Para finalizar nossa proposta concluímos e repropomos:

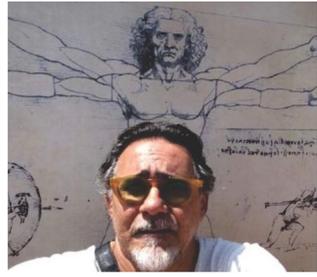
1. Caracterização e aplicação dos dados organizados segundo um trabalho de tipo acadêmico, para ser utilizado como um instrumento de reflexão e critica;
2. Estabelecer academicamente esses procedimentos metodológicos rudimentares para utilizar elementos naturais como sugestão e ideias para uma melhor projeção de objetos artificiais;
3. Cada vez mais aprofundar nossos conhecimentos em campo natural/biológico para uma adequada e segura intervenção em campo biônico.

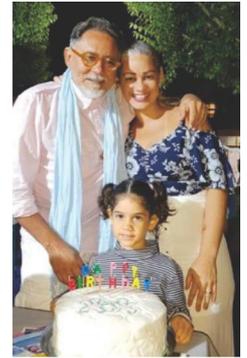
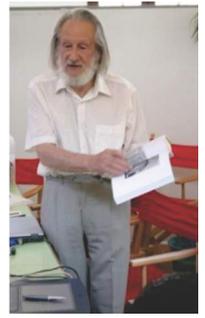
[REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA]

1. ALBERGHINA, Lilia. *Fundamenti di Biologia*, Milano, 1989, Arnoldo Mondadori.
2. *ATLANTE BIOLOGICO GARZANTI*. Milano, 1985, Garzanti Editori
3. DI BARTOLO, Carmelo. *Strutture Naturali e Modelli Bionici*. Milano, 1981, apostilha IED.
4. BOMBARDELLI, Carlo. *Como Nasce um Prodotto Bionico*. Milano, 1978, apostilha IED.
5. COINEAU, Yves; KRESLING, Biruta. *Le Invenzione dela Natura e la Bionica*. Milano, 1989, Edizione Paoline.
6. GERARDIN, Lucien. *La Bionica*. Milano, 1968, Il Saggiatore
7. GOMES, Luiz Vidal N. *Bionica e Atividade Projetual: textos básicos*. Rio de Janeiro, 1986, COOPE/UFRJ.
8. GONZALES, Gabriel Songel. *Estudio Metodologico de la Bionica Aplicada al Diseño Industrial*. Valencia, 1991, Tesi di Dottorato, Politecnico de Valencia.
9. LONGO, Claudio; LONGO, G. *Evoluzione ed Ecologia: unità e varietà dei viventi*. Bergamo, 1989,



12. MCLAREN, James E.; ROTUNDA, Lissa. Corso di Biologia: Elemento della Sistemática Descritiva. Brescia, 1990, Editrice La Scuola.
13. MONTU, Aldo. Sezione Aurea e Forme Naturali. Milano, 1980, E.R.A.T.
14. MORALES, Luis Rodrigues. Para uma Teoria del Diseño. Messico DF, 1989, Tilde Editores.
15. PAPANEK, Victor. Progettare per un Mondo Reale. Milano, 1973, Arnaldo Mondadori.
16. PORTMANN, Adolf. Le Forme degli Animali. Milano 1960, Feltrinelli.
17. TODD, John, TODD, Nancy Jack. Progettare Secondo Natura. Milano, 1989, Editrice A. Coop. Sez. Eleuthera.
18. UNIVERSALE ECONOMICA FELTRINELLI. Natura Scienza Tecnica Volume II e III. Milano, 1978, Feltrinelli.
19. URBANI, Enrico. Cibernetica: biònica e animale artificiali. Roma, 1975, Cultura e Scuola nr.54.
20. VANDEN BROECK, Fabrice. Bionique, Biodesign. Ricerca teórica. Lausanne, 1981, Ecole Cantonale des Beaux Arts et D'art Applique.
21. VON FRISCH, Karl. L'architettura degli Animale. Milano, 1981, Arnaldo Mondadori.
22. WILLIAMS, Cristopher. Las Origens de le Forma. Barcelona, 1984, Gustavo Gille.





Pedro María Lozano Crespo

P. M. Crespo, nació en Ciudad Real 1964, casado con dos hijos. Doctor en Bellas Artes (cum laude por unanimidad. Facultad de Bellas Artes Universidad Complutense de Madrid en 1994). Diseñador Industrial (por el Instituto Europeo di Design de Milán, 1992). Profesor Asociado a la Universidad Complutense de Madrid, en el departamento de Dibujo II de la Facultad de Bellas Artes (1996- hasta la actualidad). Director (2017) y profesor titular de "medios informáticos" en la escuela de Arte Pedro Almodóvar de Ciudad Real (1993-hasta la actualidad). Su tesis doctoral "El diseño natural; metodologías aplicación y consecuencias", publicación por la editorial de la Universidad Complutense de Madrid. Isbn 84-669-0878-1

Tiene 19 premios de artes plásticas y diseño. Ha realizado 15 exposiciones individuales y participado en más de 53 exposiciones colectivas. Ha realizado más de 30 artículos y colaboraciones. Ha realizado más de 20 cursos y conferencias (como ponente). Ha participado como jurado en variados concursos de artes plásticas y diseño



Un tributo a Carmelo Di Bartolo

Pedro María Lozano Crespo | plozanocrespo@gmail.com



“Ama y haz lo que quieres”

San Agostin de Hipona

Es un honor que después de 25 años de haber coincidido en el Istituto Europeo di Milano, Amilton Arruda me invite para participar en este proyecto en torno a la figura de Carmelo di Bartolo. Más sorprendente es que me pida que relate mi experiencia vital en torno a la biónica y, por supuesto, con Carmelo di Bartolo, que es sin duda una referencia indiscutible para promociones de diseñadores. Carmelo es y siempre ha sido un acelerador o mejor dicho un estimulador del pensamiento ajeno en todos los ámbitos del diseño.

Desde pequeño siempre me han fascinado los insectos, en la infancia y adolescencia los he coleccionado, los diferenciaba y clasificaba entomológicamente. Esta afición surgió influenciada por la impresionante colección que se encontraba en el palacio de la Diputación de Ciudad Real, realizada por el sacerdote y entomólogo Don José María de la Fuente (1855-1932) aquellas vitrinas repletas y organizadas con miles de insectos de todo el mundo eran absolutamente fascinantes, la observación de aquellos esqueletos sorprendía por las estructuras, tipologías y texturas de los animales



expuestos. El argumento visual y formal de estas colecciones es referencia en mi trabajo desde la infancia. Aunque terminé estudiando Bellas Artes, cursé bachillerato y COU en ciencias puras y hoy creo esto fue positivo, pues fundamentó la admiración por la naturaleza y orientación hacia la biónica.

Cartel del curso de Diseño de Gabriel Songel, 1987.

En 4º de carrera elegí la especialización en diseño, en la mayoría los trabajos y proyectos de clase me inspiraba para resolver problemas en las soluciones que encontraba en las colecciones de insectos, tanto en planteamientos gráficos como objetuales, estas soluciones parecían a otros compañeros como el resultado de una potente creatividad y tenía que explicar que solo eran el resultado de la observación de la naturaleza. En aquella época la formación en diseño era generalista no existía una orientación a una disciplina concreta, las asignaturas eran en realidad distintas especialidades, por ejemplo “Diseño Objetual I y II” y “Diseño Gráfico I y II” no había asignaturas como “antropometría”



Pedro Lozano con Carmelo en Milan, 2002.



Pedro Lozano, Carlo Bombardelli y Amilton Arruda en el IED, 1992



aunque estudiábamos “Anatomía” pero orientada al dibujo no al diseño. Fue en 1987 cuando por primera vez escuché hablar de “biónica y diseño” y de “Carmelo di Bartolo”, en el “I curso de iniciación al diseño industrial” realizado en noviembre y diciembre en el CMU Antonio de Nebrija de la Universidad Complutense de Madrid, y fue a Gabriel Songel, actualmente Catedrático de Diseño en la Universidad Politécnica de Valencia y que, en aquellas fechas, había realizado el Master en Diseño Industrial en el Istituto Europeo di Design de Milano (1985-1987). Gabriel fue una revelación, le dio sentido metodológico a mi forma de trabajar, pero, sobre todo, nos situó a todos los asistentes a aquel curso en el universo de la biónica, sus metodologías, procesos, referencias, etc. El mundo era absolutamente diferente a como lo entendemos hoy, no teníamos internet, pero teníamos libros, viajes y la experiencia de los demás casi siempre en primera persona. Como consecuencia de este curso, publiqué el artículo “Biónica, una alternativa de diseño” (Revista Ensayos 1989 CMU Mendel Universidad Complutense de Madrid).



Promoción de alumnos del Proyecto Diseño Castilla La Mancha en el IED, visitando las fabricas de Fiat,

En abril de 1988 en el “I Congreso Nacional de investigación en las Bellas Artes”, organizado por la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense, Carmelo dio una conferencia donde nos cautivó a todos, sus planteamientos resultaban novedosos y muy diferentes a lo que nosotros hacíamos en la facultad e incluso a lo que entendíamos en aquel momento por diseño, pues “la movida Madrileña”, ya prácticamente superada, había generado conceptos de diseño más próximos al mundo del arte que a los que hoy en día asociamos a la eficacia del diseño y esta “reivindicación” se intuía en aquella conferencia. A partir de aquel momento todo lo que tuviera que ver con biónica y Carmelo era objetivo prioritario. En los cursos de doctorado siempre busqué que los trabajos tuvieran conexiones con la naturaleza, por ejemplo, recuerdo en el curso de anatomía que impartía Don Antonio Ramos Notario llegar al acuerdo con él de que, en lugar de trabajar sobre la anatomía en la obra de Velázquez, yo haría un estudio de aplicación antropométrica para el diseño de sillas o en el curso de Joaquín Perea en el que calibrábamos el material fotosensible siguiendo el sistema de zonas de Ansel Adams, mi propuesta fue el análisis fotográfico del cuerpo humano desnudo y fotografías macroscópicas de erizos de mar.



Pedro Lozano y Manolo Hidalgo 1996

Esto permitía compaginar los cursos con el proyecto de tesis doctoral y la investigación en el discurso biónico... artículos, libros... era complicado encontrar referencias pero las aportaciones y ayudas del entorno nunca faltaron, recuerdo cómo mi amigo Antonio Medina, estudiante de telecomunicaciones, encontró en la biblioteca de su escuela de la Politécnica el libro de Lucien Gerardin “La biónica”, publicado por Ediciones Guadarrama (1968), libro agotado e imposible de conseguir y que un profesor suyo le recomendó como bibliografía para el planteamiento en el diseño de antenas de comunicaciones a partir de insectos. En el curso de doctorado que impartía Rosa Garcerán, por aquel tiempo decana de la Facultad de Bellas Artes UCM, preguntó en clase cuál sería el tema de nuestras tesis, cuando le expliqué mi intención que giraba en torno a la biónica, me preguntó si me gustaría que ella me dirigiera la tesis, cosa que me pareció increíble y que, por supuesto, acepté en ese mismo



instante. En la primera tutoría explicó la estructura y metodología del trabajo y habló de Carmelo di Bartolo, pues lo había tratado en eventos como el "I Congreso Nacional de investigación en las Bellas Artes" de 1988 y mantenía una cordial amistad. En 1991 entré como profesor interino de diseño en la Escuela de Artes y Oficios de Ciudad Real, compaginándolo con el segundo año de cursos de doctorado en Madrid y el desarrollo de la estructura y documentación de la tesis, siguiendo las pautas que indicaba Rosa Garcerán como directora... este era el rumbo de mi trabajo en aquel momento, pero de nuevo el destino me aproximaba a la biónica, se presentaron las becas de la Consejería de Industria y Turismo de la Junta de Comunidades de Castilla La-Mancha "Castilla La-Mancha proyecto diseño" posibilitando la especialización en diseño en el "Istituto Europeo de Desing di Milano", situación extraordinaria que significaba la continuación en la formación y un punto de inflexión en la tesis. Las becas "Castilla La-Mancha proyecto diseño" tuvieron una temporalización de tres años: 1992, 1993 y 1994, cada curso estaba compuesto de al menos 30 becarios cuyo responsable técnico era Javier Alonso Cogolludo. Aproximadamente 90 personas se formaron en aquel proyecto capitaneado por Carmelo di Bartolo. Yo pertenecía a la primera promoción.



Tarjeta de la exposición de diseños de Pedro Lozano y Manolo Hidalgo, 2006.

Tras presentar el currículum y el dossier solicitado en la convocatoria (tan lejano a la tecnología actual; todo hecho con rotuladores Pantone, aerógrafo, rotring, tramas...) pasamos la primera selección más de 30 aspirantes. Nos citaron a una entrevista en la consejería de Industria en Toledo, en aquel encuentro estaba Javier Alonso Cogolludo (al que le debemos tanto) por la Junta de Comunidades, Juan Berenguer por la Escuela de Arte de Talavera de la Reina y Carmelo di Bartolo que fue quien hizo la entrevista. Estar con Carmelo en aquel momento fue como para un amante del tenis estar con Nadal, me preguntó por la experiencia laboral, formativa y sobre todo, por la Tesis Doctoral; después de ver mi porfolio dijo: ¿nos puedes explicar lo que es la biónica?, le miré y dije: - ¿Usted me lo pregunta? Biónica es usted, a lo que respondió, -no se lo digas a nadie, pero te vienes con nosotros a Milán con una beca de especialización en diseño industrial. Me temblaron las piernas. Cuando se hizo pública la selección todos me preguntaban cómo iba a dejar un trabajo de profesor y me iba a ir con una beca a Italia perdiendo dinero... hoy puedo decir que es de las mejores decisiones que he tomado en mi vida. En el acto oficial de la presentación de la concesión de las becas nos conocimos los 30 futuros becarios, había de todo: diseñadores industriales, gráficos, de interiores, moda y farmacéuticos, politólogos, químicos, abogados... un amplio espectro de formación que respondía a casi todas las necesidades del proyecto de diseño según Carmelo Di Bartolo y que compartiríamos uno de los años más intensos de nuestras vidas. Milán para un diseñador en los 90 era absolutamente la referencia, era como si un aspirante a ser astronauta fuese a la NASA en Cabo Cañaveral, así nos sentíamos nosotros... cuántas cosas que hoy nos parecen a todos evidentes en torno al diseño las descubrimos allí y luego transmitimos aquí, la "Cultura del Proyecto" que diría Carmelo. La estructura académica y la estructura de los estudios era absolutamente diferente a la que habíamos realizado en España, existía una especialización en el diseño algo parecido a lo que sucedía en las Escuelas de Arte, pero no en las Facultades. Las asignaturas eran específicas y concretas, como hoy sucede en todas partes, sobre todo eran más prácticas que teóricas, estimulaban la investigación y la intuición, por ejemplo, todos los alumnos del IED dibujaban muy bien en perspectiva cónica a mano alzada, nosotros en cambio sabíamos calcular la intersección de dos planos en el cuarto cuadrante pero no dibujar con tanta soltura un objeto cotidiano.

Carmelo, desde el minuto cero, abrió las puertas del Centro Ricerche Strutture Naturali a la tesis en la que yo trabajaba, a pesar de pertenecer a otro proyecto de la Universidad Complutense. Esto permitió documentar, leer, fotocopiar todo lo que necesario para elaborar la tesis. Ver en primera persona



todos los prototipos, maquetas resultantes de los proyectos del “Master en Biónica” que realizaba el IEDM. Proyectos como: “Asiento Ligero para Autovehículos” de Greenwald & Cristaldi para Fiat Auto, “Walkman” de Bago d’Uva Lewy, Pantoja, Rieth, Sesti de Azevedo y Yang Young-Wan para Sony Internacional, “Raíces artificiales” de Roberto Marques da Silveira y Ottavio Di Blasi, “Espacios polifuncionales” de Cristaldi, Di Blassi y Morlini para Du Pont, “Tensoestructuras” proyecto del propio Carmelo Di Bartolo y Carlo Bombardelli para Tensoforma, “Brazo robótico” de Bombardelli para CSI Montedipe, “Materiales acopiados flexibles” de Morfini, Puylaert, Lewy y Lodato para Magona d’Italia “Geometrías constructivas también de Carmelo Di Bartolo, “Pavimentos de seguridad” de Lewy, Di Bartolo Grijalva, Ortú, Pantoja y Bago d’Uva, “Formas eólicas” de Carmelo Di Bartolo para Renzo Piano... y tantos otros proyectos imposibles de citar en un artículo; proyectos que trascendían a los planteamientos del diseño coetáneo, valores metodológicos absolutamente novedosos en aquel momento, apuestas ecológicas que a principios de los 90 prácticamente no se contemplaban políticamente, como el concepto del “desarrollo sostenible” que surgía implícito en la mayoría de estos proyectos y en España no habíamos oído hablar ni siquiera del concepto. El uso de la más avanzada tecnología de representación computerizada o la puesta en valor del metadiseño en proyectos en los que se anticipaban a futuras tecnologías, como el proyecto para “walkman” de 1989 que planteaba como solución un sistema inalámbrico de área personal que se parecía al Bluetooth desarrollado 1994 por Jaap Haartsen y Mattisson Sven (Ericsson).



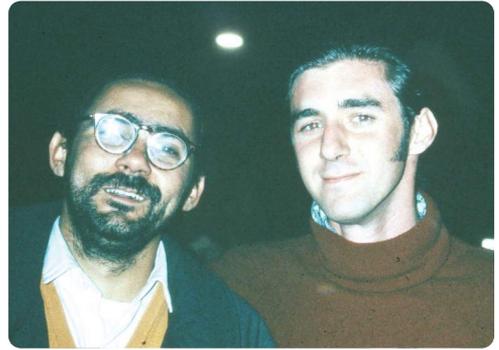
Trona DA, diseño de Manolo Hidalgo o con Pedro Lozano para Daymobel

El profesorado del proyecto estaba formado entre otros por; Clare Brass, Carlo Bombardelli, Alberta Contratto, Sergio F. Grijalva, Jorri Tonquit, Francesco Trabucco, Paolo Orlandini; fue una experiencia reveladora, la forma de trabajar con profesionales de referencia fue realmente increíble, todo fue reflexión y solución de problemas, descubrir la verdadera naturaleza del diseño. El significado del diseño básico. Todo completado con visitas a fábricas como Alessi, Capellini, Fiat... con debates, con lo que hoy llamaríamos workshop, como el que realizó Franco Lodato cuando colaboraba con Du Pont, contando proyectos industriales de primer orden, como la silla de Bellini o el piolet de escalada, todos proyectos de biónica extrema y conferencias de primer orden, escuchar y dar la mano a Bruno Munari, Atilio Marcolli, Ettore Sottsass o a Milton Glaser, entre otros, son experiencias que no se olvidan y que no podremos dejar de agradecer a Carmelo y su equipo por organizar aquellas increíbles jornadas. El equipo de diseño industrial estaba formado por Rafael Carretero, Purificación Jiménez Prieto, Begoña García, Belén Martínez Bagues, María José García Maeso, Pedro María Lozano Crespo y José Luis Espinosa como “project manager”.

Todos, en sus proyectos, de alguna forma hacían guiños a la biónica, destacando el realizado para la ONCE de “sistemas de protección para máquinas mecánicas de escribir en Braille”. Fue una experiencia absoluta, la manera de trabajar, el formar parte de un equipo tan grande, aunque también realizábamos prácticas individuales, esta organización se retroalimentaba y generaba flujos de aprendizaje en los que cada uno poco a poco descubría sus potenciales para futuros roles. “Azurro” de Adriano Celentano se convirtió en nuestro himno improvisado que compartíamos en el BAR GIORGIO con los demás grupos... nos sentíamos felices.

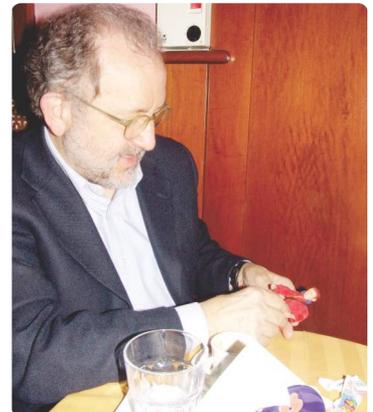


Pedro Lozano y Carmelo di Bartolo, 1992



Amilton Arruda y Pedro Lozano, 1992

Otra de las grandes apuestas que defendía y posibilitó di Bartolo era la aproximación a la tecnología con la implantación de computadoras "Silicon Graphics INC" con software Alias- Wavefront, lo último en tecnología, una estación de trabajo con la que se acababan de hacer los efectos especiales de "Terminator 2" (por otra parte película paradigma de la biónica de ciencia ficción). Una computadora que nos permitía modelar y renderizar en 3d (para situarnos tecnológicamente, el 3D Studio Autodesk no había salido al mercado en aquella época). Esta actitud de Carmelo en cuanto a innovación se posicionaba en la vanguardia del diseño conceptual. Gracias a esta tecnología trabajamos con Anna Luiza de Sa Cavalcanti en su proyecto "Recipiente elástico" y con Amilton Arruda en la representación de su proyecto sobre la linterna de Aristóteles del erizo de mar. La inmersión en el instituto fue absoluta y la eficacia de Carmelo como docente no deja de sorprender hoy en día, en lugar de un profesor que enseña a todos los mismo, él colocaba a cada alumno en una situación diferenciada, como si fuese el entrenador de un equipo de baloncesto, a cada uno en la posición estratégica más favorable, fue sensacional y se supone que difícil. Al regresar a España seguimos la estrategia estructural aprendida en Milán y constituimos una empresa de diseño SOFIA PROYECTISTAS con sedes en Toledo, Albacete y Talavera de la Reina, formada por diseñadores gráficos, industriales, marketing, derecho y políticas. Tal vez lo peor fue la crisis económica que padeció España en el 1993.



El proyecto "Diseño de Castilla la-Mancha" duró tres años, durante los cuales de vez en cuando visitábamos Milán para conocer a los nuevos becarios, visitar el instituto y siempre incorporar nueva información, lo que permitía mantener vínculo con Carmelo, por lo que aquellos viajes eran siempre un incentivo para la tesis. En la Facultad de Bellas Artes la tesis doctoral cambié el título, "El diseño biónico" por el de "El diseño natural, aplicación y consecuencias", donde la biónica era el eje vertebrador. La formaban tres bloques; el primero una breve aproximación histórica, el segundo dedicado a metodologías y disciplinas (biónica, ergonomía, antropometría, diseño básico, estructuras, color, proxémica, materiales...) y el tercero aplicación y consecuencias, todo siempre bajo la tutela de la directora de tesis Rosa Garcerán. Realmente cambiamos el título pues la propuesta introducía capítulos en los que se describían las necesidades de futuros cursos de diseño, por ejemplo la formación en diseño gráfico o en ergonomía. Hay que destacar que, en aquel momento, estos trabajos de investigación tesisnas, tesis... se hacían visitando bibliotecas y encargando libros, no existía el uso institucional de internet y menos personal. Lo más frecuente eran las fotocopias en blanco y negro y como mucho el fax; tecnologías como los móviles y los ordenadores portátiles solo existían en la ciencia ficción. Las impresoras eran matriciales.



Como anécdota la tesis fue maquetada en QuarXPress y utilizando unas tipografías que hoy en día son más que discutibles, pero que en aquel momento eran revolucionarias pues parecían caligráficas, de las primeras True Type, las había conseguido un compañero en Estados Unidos. En aquel momento las tesis se seguían presentando escritas en máquinas mecánicas. En 1993 aprobé la oposición de “profesores de artes plásticas y diseño en la especialidad de medios informáticos” que convocaba el Ministerio de Educación y Cultura a nivel nacional. El ejercicio que propuso el tribunal de la oposición fue el diseño de producto de un “arrastre de juguete” con todos sus elementos; objeto, packaging, marca, logo, aplicaciones, stand... el proyecto que realicé, por supuesto, seguía una metodología biónica, estaba basado en las orugas. Me incorporé a la Escuela de Artes de Toledo donde impartía clases de diseño básico siguiendo las pautas de Carmelo di Bartolo y los procedimientos de solución de problemas de Carlo Bombardelli en estructuras.

La aplicación de la metodología biónica con alumnos jóvenes en torno a los 14 años, es una actividad muy satisfactoria, alumnos que el primer día ante una propuesta se quedan en blanco, después de trabajar “diseño básico” son capaces de ofrecer soluciones eficaces casi de forma instantánea. La defensa de la tesis doctoral en la Universidad Complutense fue en 1994. De alguna manera era un tesis atípica en Bellas Artes; por lo que el tribunal fue constituido por miembros de facultades ajenas a las Bellas Artes; Arturo Romero Salvador de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid como Presidente, Carlos Román Sánchez López de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid, Javier Cortés Álvarez de la Facultad de Bellas Artes de la Complutense de Madrid, María Teresa Llacer Pellicer de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Central de Barcelona y como secretario Manuel Álvarez Junco de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, obteniendo la calificación de sobresaliente cum laude por unanimidad, fue propuesta para ser publicada por el servicio de publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid con ISBN: 84-669-0878-1.

El año siguiente a la lectura de la tesis obtuve una plaza de asociado en la Facultad de Bellas Artes como profesor de “Sistemas y Técnicas de Representación”. Ya han pasado más de 20 años de docencia impartiendo asignaturas afines al diseño y a la fotografía, siempre planteando alguna propuesta con referencia a la biónica en todas las asignaturas. En 1999 me propusieron dar un curso de Doctorado en el departamento de “Diseño e Imagen”, dentro del programa “Imagen, Diseño y Espacio” el título del curso fue “Diseño y Biónica” y se mantuvo hasta el 2003 que cambiaron los planes de estudio. Eran cursos cuatrimestrales y los alumnos en su mayoría eran licenciados en Bellas Artes, los resultados se materializaban en trabajos finales de carácter libre pero basado en la biónica, algunos verdaderamente interesantes como el de Marta Ortiz Ostiale sobre “La protección”, Ricardo Roncero “Inspiración biónica en videoclips para Björk”, Julio Antonio Montoya Pérez “Ensayo sobre el objeto cotidiano”, Magnolia Alvarez “Los fenómenos de la luz en la iluminación escénica”, Nicolas calvo “Yo como un ciborg”, Francisco Sánchez Prieto “Rastros de aplicaciones biónicas en el Comic”, Gabriela Luengo Añón “La visión humana y la electrónica: el escáner”, Luis Requejo Jiménez “La manipulación digital de la imagen fotográfica; un acercamiento biónico a la felicidad”... por citar unos cuantos. El testimonio de aquella experiencia docente quedó reflejado en el artículo “Profesor natura” publicado en el nº 31 de la revista “EXPERIMENTA” dedicado a la Biónica.

En mi vagar de asignaturas en la facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense, durante años compartí la asignatura de Diseño Gráfico con José María Ribagorda y siempre hacíamos una pequeña aproximación a la biónica al menos de forma teórica. En 2016 me ofrecieron en el Grado de Diseño la asignatura “Diseño de Producto” de 4º y posteriormente en el Master en Diseño la asignatura de “Tecnología del Diseño”, ambas son de temporalización cuatrimestral y aprovecho para decir que me gustan más las asignaturas anuales, en las cuatrimestrales cuando has preparado al alumno y el entiendo la intención de la asignatura esta termina. En estas dos asignaturas actualmente una de las propuestas del curso gira en torno a la biónica, aunque los alumnos en algunos casos no la conocen, después de tres clases les sirve como “metodología” en el desarrollo de sus propuestas, siempre son aproximaciones biónicas. No es lo mismo que en los antiguos cursos de doctorado pero al menos mato el gusanillo.

Durante años, junto a Manuel Hidalgo diseñamos sobre todo para empresas fabricantes de mobiliario domestico como Daymobel y mobiliario urbano como Cabanes, proyectos en los que los conceptos biónicos siempre estuvieron presentes, sobre todo trabajando en la estructura de las sillas, aun así cada proyecto era diferente unos trabajando la flexibilidad de los materiales. Todo empezó consiguiendo el Segundo Premio en el IX certamen de diseño aplicado a la artesanía organizado por la Junta de Castilla-La Mancha 1995 con la silla BAYBEN. Posteriormente participamos los años 1997, 1998, 1999 y 2000 en la FERIA INTERNACIONAL DEL MUEBLE DE MADRID en el Parque Ferial Juan Carlos I, en el stand de DAYMOBEL. Fuimos seleccionado en 1997 y 1998 en la FERIA INTERNACIONAL DEL MUEBLE DE VALENCIA. Participamos en 1999 en la exposición TOOLTOYS en la Fundación Miro de Barcelona y en 2005 en “Mueble selección CLM05” Delegación de Industria de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha (antigua fábrica de harina) Albacete. Expusimos en 2002 en la Cámara de Comercio e Industria de Ciudad Real DESINGIN” en 2006 “DISEÑOS” en el



14. DISEÑO Y NATURALEZA
Ejemplos de diseño gráfico.

simply Nature

TEKILE PURE NATURAL

En el área de la **biomimética** el diseño de marca, se puede apreciar una gran cantidad de logotipos relacionados con la naturaleza, utilizando formas y colores de ésta para crear un fuerte vínculo con el consumidor como **Simply Nature**, o en marcas de alta tecnología, como la naturaleza como la **tecnología de Máximos**.

"Sawsoned" diseñado por Mark Holthaus. Se quiere mostrar el hecho de que un producto está fabricado mediante un proceso respetuoso con el medio ambiente y parte de materiales totalmente naturales.

El **packaging** está fuertemente relacionado con la naturaleza, así como el diseño gráfico, como es el caso del **contenedor de alimentos y procesamiento** como el caso de **Simply Nature**, o en marcas de alta tecnología, como la naturaleza como la **tecnología de Máximos**.

PACKAGING & NATURALEZA

16. PACKAGING Y NATURALEZA
Relación entre la naturaleza y el packaging.

Embalaje, forma, tamaño, color, impresión, decoración y con un fin de atraer y separar se descubren en todos los que nos rodea. Hay que tener en cuenta también y observar toda la información que pueden proporcionar.

"Packaging natural" es un concepto como una marca en la naturaleza, un caso es la **caja que envuelve un plátano**.

El **packaging** y su relación con la naturaleza es evidente, directa, ya que es un claro ejemplo de **packaging** de la propia naturaleza y es la propia naturaleza.

Si hacemos un repaso en la historia del **packaging**, como está de hecho, descubrimos que el **packaging** natural es un concepto que surge de la naturaleza.

Para mostrar estos materiales y esta historia en el **packaging** **contenedor de plátano**, se **facilita** y **se forma** en relación con la naturaleza.

17. PACKAGING Y NATURALEZA
Origen del envase y materiales.

La historia del **envase** y de los **materiales** que se han utilizado para **contenedores de alimentos** es muy antigua y se remonta a los **paños de animales**.

Posteriormente, se fabricaron **contenedores de cerámica** y **vidrio**. Más tarde, se **desarrolló** el uso de **materiales sintéticos** como el **plástico** y el **metal**, lo que permitió la creación de **envases** más resistentes y duraderos.

Los **primeros contenedores** fueron **vasijas de barro** o **cerámica**, que se utilizaban para almacenar **alimentos** y **bebidas**.

El **vidrio** también fue un importante material de **envase**. Fue usado primero para **envases** de **bebidas** y **alimentos**, pero con el tiempo se convirtió en un material de **envase** muy versátil y duradero.

En un proceso de **evolución** que involucra **marketing, seguridad, sostenibilidad, conservación**, etc.

En resumen, se puede definir el **packaging** como un **proceso** que implica **marketing, seguridad, sostenibilidad, conservación**, etc.

18. PACKAGING Y NATURALEZA
Origen del envase y materiales.

Mientras que los **materiales** como el **cerámico**, **vidrio** o **plástico** se han utilizado desde tiempos antiguos, el **plástico** moderno solo se desarrolló en el **siglo XX**.

Los **plásticos** se desarrollaron como **materiales sintéticos** que imitan las propiedades de los **materiales naturales**.

La **historia del envase** y **materiales** que se utilizan para **contenedores de alimentos** es muy antigua y se remonta a los **paños de animales**.

El **plástico** moderno solo se desarrolló en el **siglo XX**.

Los **plásticos** se desarrollaron como **materiales sintéticos** que imitan las propiedades de los **materiales naturales**.

PACKAGING Y NATURALEZA

20. PACKAGING Y NATURALEZA
Definición y función.

Para conocer la función del **packaging** primero debemos definir **empaques** y **contenedores**.

Empaque: Son todos los **materiales**, procedimientos y **métodos** que sirven para **acomodar, proteger, manipular, distribuir, conservar y transportar** una mercancía. El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

Contenedor: Es el **material** que **contiene** o **protege** un producto y que **facilita** su **transporte** y **almacenamiento**.

Empaque: Es cualquier **material** que **envuelve** o **protege** un artículo con el fin de **generalizarlo** y **facilitar** su **transporte** y **almacenamiento**.

21. PACKAGING Y NATURALEZA
Definición y función.

Packaging: Es un término de la **lingüística** que se refiere al **proceso** de **empaques** y **contenedores**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

22. PACKAGING Y NATURALEZA
Forma y diseño.

Una vez definidos los **conceptos** de **empaques** y **contenedores**, podemos definir el **packaging** como el **diseño** y **forma** que **habilita** una mercancía para **transportarse** y **almacenarse**.

El **packaging** debe ser **funcional** y **estético**.

El **packaging** debe ser **funcional** y **estético**.

23. PACKAGING Y NATURALEZA
Forma y diseño.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

24. PACKAGING Y NATURALEZA
Forma y diseño.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

25. PACKAGING Y NATURALEZA
Forma y diseño.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

26. PACKAGING Y NATURALEZA
Forma y diseño.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

27. PACKAGING Y NATURALEZA
Forma y diseño.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

28. PACKAGING Y SOSTENIBILIDAD
Definición y función.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

29. PACKAGING Y SOSTENIBILIDAD
Definición y función.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

30. PACKAGING Y SOSTENIBILIDAD
Reducir, reutilizar y reciclar.

Algunas **actuaciones** de **importancia** a la hora de **diseñar** y **producir** el **packaging** son:

- Reducción del peso del **empaques**.
- La **integración** del **materiales** reciclados y **biodegradables**.
- Eliminación de **materiales** de los **empaques**.
- Minimizar el **impacto ambiental** del **empaques**.
- Métodos de la **composición química**.
- Elaborar **empaques** con **mayor capacidad**.
- Favorecer **empaques** de **reutilización**.
- Crear una **nueva vida** del **empaques** tras su uso.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

31. PACKAGING Y SOSTENIBILIDAD
Reducir, reutilizar y reciclar.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

32. PACKAGING Y SOSTENIBILIDAD
Reducir, reutilizar y reciclar.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

33. PACKAGING Y SOSTENIBILIDAD
Reducir, reutilizar y reciclar.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

El **empaques** se clasifican en **primarios** y **secundarios**.

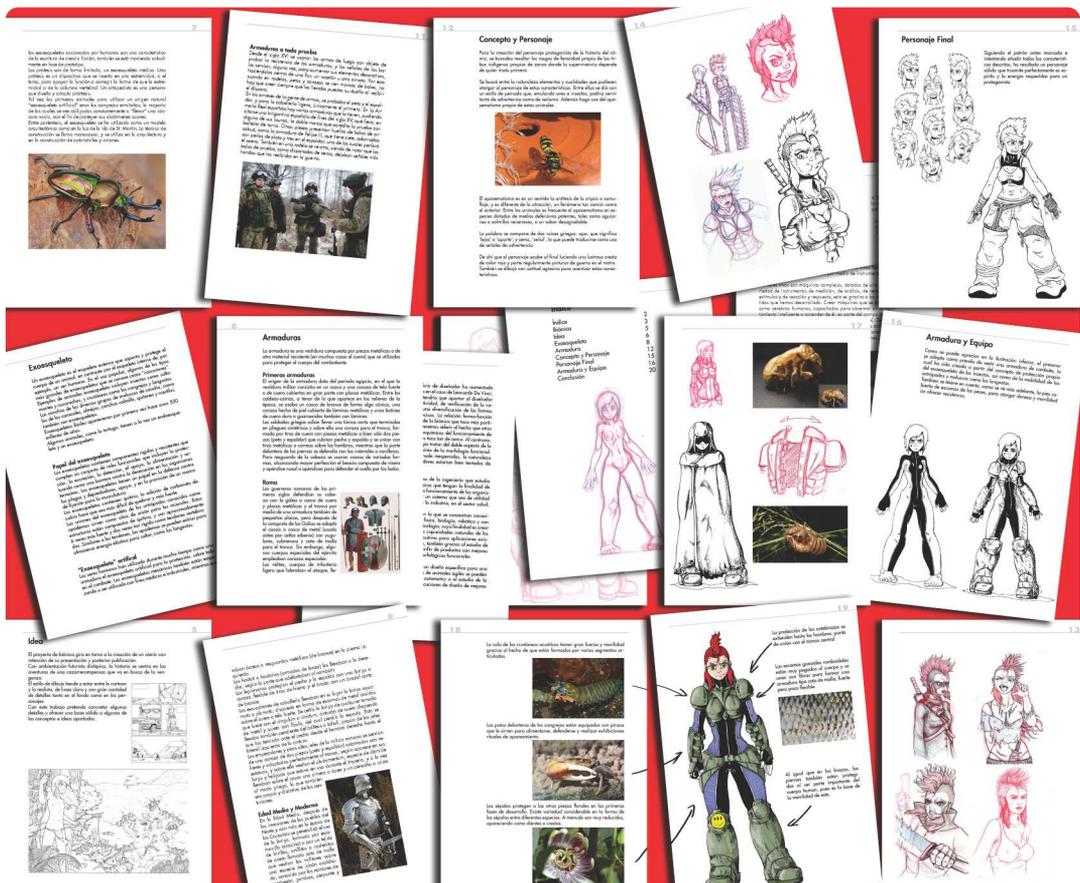


Palacio de los Condes de Valparaíso en ALMAGRO y también "PROTOTIPOS DEL MUEBLE" en la Escuela de Arte superior de Diseño "Antonio López" de Tomelloso. En octubre de 2009 Carmelo di Bartolo, fue invitado como ponente para el acto de inauguración del curso 2009-2010 de la Escuela de Arte "Antonio López" de Tomelloso, la conferencia fue magistral y no cabía un alfiler, en la mesa estaban Fernando de la Moneda (director la Escuela) y Miguel Ángel Mila (director del Centro de Diseño de Castilla-La Mancha).

Carmelo como siempre nos entusiasmó a todos los que le seguimos y a los nuevos, sobre todo a los alumnos, una autentica clase magistral en la que transmitía su actitud repasando novedosos proyectos, el análisis, la reflexión, las propuestas, la forma de planificar el proyecto y sobre todo un entusiasmo que te hacía sentir seguro y próximo para superar cualquier reto. Aquel día nos reunimos en torno a Carmelo numerosas antiguos alumnos de Proyecto Diseño Castilla La-Mancha", de alguna manera una de sus familias. Tanto la Escuela "Antonio López" como "La Pedro Almodóvar" de Ciudad Real son las únicas de Castilla La Mancha que tienen Estudios Superiores de Diseño desde el 2002, en Tomelloso Diseño de Producto y en Ciudad Real Diseño Gráfico y Diseño de Interiores, hasta 2010 año, en que se crea la "Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Diseño y Cerámica de Castilla-La Mancha" con dos sedes académicas con las modalidades de Diseño Gráfico y Diseño de Producto, en las instalaciones de las Escuelas de Arte de Ciudad Real y Tomelloso, respectivamente, que daba continuidad a los estudios superiores que se venían impartiendo de forma experimental y que se extinguieron con la entrada en vigor de las nuevas enseñanzas LOE, pasando a tener de "equivalencia" de diplomatura a grado universitario. Este cambio supuso la perdida de la modalidad de Diseño de interiores en Ciudad Real.

Dentro de las asignaturas de 4º curso de los Estudios Superiores de Diseño Gráfico (LOE), aparece la asignatura optativa "Taller de Biónica". Desde el curso 2014 se imparte esta asignatura. El primer año que impartí la asignatura nos centramos más en temas de diseño gráfico pero según pasan los cursos trabajamos de forma transversal con metaproyectos con aspectos más específicos del diseño objetual, producto o social... La asignatura es de carácter teórico-práctico. Los alumnos realizan tres ejercicios y todo culmina en la maquetación de un libro en formato A5 en el que los alumnos investigan en torno a la disciplina biónica, hacen un producto editorial donde realizan desde el contenido del texto a la maquetación, actualmente utilizan impresora 3D también para los prototipos. Esta autoproducción de un libro retroalimenta la biblioteca de la propia asignatura.

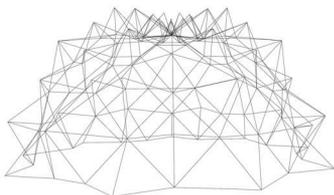
Soy partidario de utilizar la biónica en primer curso, ya que estoy convencido que la metodología biónica potencia la capacidad de solucionar problemas, la capacidad de observación y reflexión e



Resumen del trabajo del taller de Bionica de los Estudios Superior de Diseño de la Escuela de Arte y Superiore de Diseño Pedro Almodóvar de Ciudad Real, ejercicio de Raul Sierra



incluso en la modestia como diseñadores. El análisis, aunque sea de forma transversal, es fundamental para la operatividad en el trabajo del alumno. Para terminar me gustaría destacar la disponibilidad y la amabilidad, otras de las características de Di Bartolo, siempre lo ha demostrado. Elena Poblete y yo viajamos a Milán en 2002 y, entre otros objetivos queríamos ver la nueva experiencia de Carmelo en "Design Innovation", cometimos el error de no avisar y nos presentamos allí (una antigua fábrica de campanas), Carmelo no estaba, pero le llamaron desde secretaria y nos organizaron una visita improvisada, hasta aquí normal, pero la anécdota fue que Carmelo nos llamó al móvil e insistió en vernos, quedamos en una cafetería próxima a estación central y pasamos más de una hora hablando de todo; diseño (yo en aquel momento trabaja con Altaya y Popular de Juguetes con la reedición de Madelman, nada que ver con la biónica), proyectos, biónica y de nuestras vidas. Momentos como aquel, hacen de Carmelo lo que es, una persona GRANDE, alguien que hace un hueco en sus ocupaciones e intenso día para compartir lo más preciado que es el tiempo y abrazar a antiguos discípulos, digo grande y me quedo corto. La calidad de Carmelo como estratega, gestor, diseñador, coordinador es de sobra ponderada por todos aquellos que lo conocen, pero si es bueno en estas aptitudes, las supera con su "calidad humana".



CRACK SPACE

INSPIRACIÓN

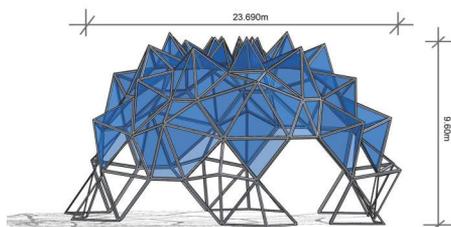
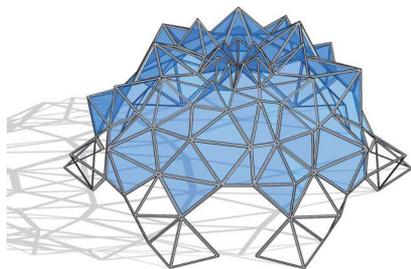
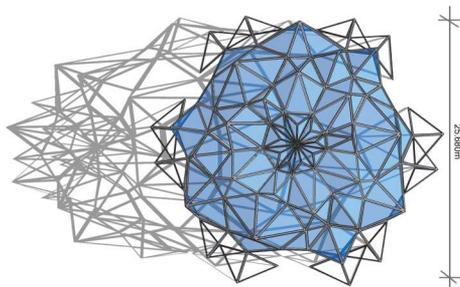
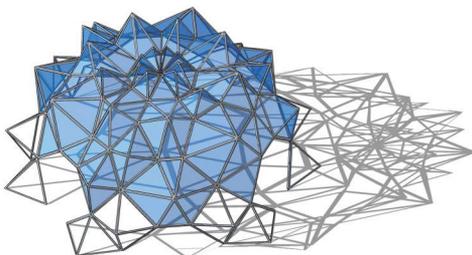
El diseño está inspirado en la biónica. La textura de esta concha de tortuga es una expresión estructural potencial. Su estructura de arco original es la más duradera y es una estructura de fuerza muy fuerte.



INSTRUCCIÓN

A pirámide de vidrio triangular frente al Museo del Louvre no solo resuelve algunos problemas históricos en la función arquitectónica, sino que también tiene un buen efecto visual en la forma del diseño.

La Puerta del Sol de Madrid es una de las plazas más importantes de Madrid. Es el hogar de muchas esculturas arquitectónicas, culturales y comerciales, y de entretenimiento. Es la plaza urbana más grande de Madrid. Rodeado de edificios históricos alrededor de la plaza, el único edificio moderno es el marco de fibra de vidrio de la entrada del metro. Mi diseño comenzará con un diálogo entre historia y modernidad.

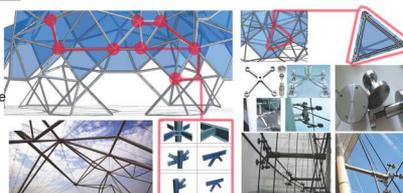


ELEMENTOS GEOMÉTRICOS



MATERIAL

Como una forma común de diseño, el acero laminado puede moldearse fácilmente en una variedad de formas libres, y sus propiedades físicas determinan su durabilidad y seguridad.





Carmelo es una buena persona, cuando estábamos estudiando en Milán, una compañera nuestra tuvo un problema de salud importante, y sus compañeros de piso hacíamos turnos para acompañarla, no sé cómo se enteró Carmelo, se presentó en aquel piso en via Valassina 42 e hizo turnos como cualquiera de nosotros, además de encauzar la difícil situación que vivimos. Hace un año nos reunimos los becarios de la primera promoción para conmemorar los 25 años de nuestra experiencia en el Istituto Europeo y todos coincidimos en lo grande que fue aquella experiencia y en la indiscutible marca que nos dejó Carmelo di Bartolo.



Trabajos del taller de Biónica de los Estudios Superiores de Diseño de la Escuela de Arte y Superior de Diseño Pedro Almodóvar de Ciudad Real,



Pedro Lozano, Miguel Ángel Mila, Filomena Moreno, Carmelo, Pedro Álvarez, Salvador García y Fernando de la Moneda.



Conferencia de Carmelo en la Escuela de Art e y Superior de Diseño de Tomelloso (1)

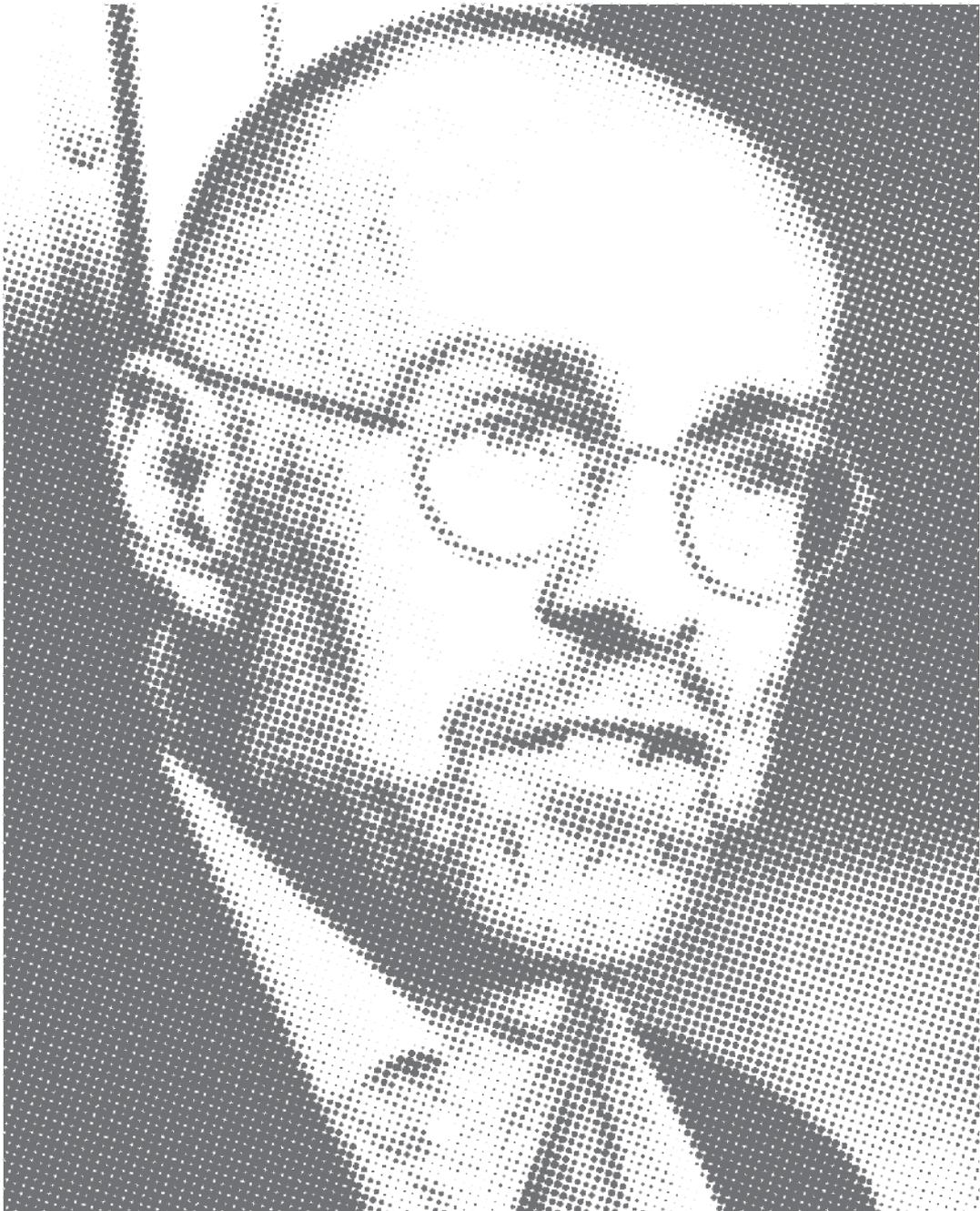


Miguel Ruiz Massip, Rafa Trobat, Josu Larrañaga, Rosa Garcerán y Pedro María Lozano.

Giulio Ceppi

architetto e designer, studi alla Scuola Politecnica di Design di Milano, dottore in ricerca e quindi docente al Politecnico di Milano e prima nelle Facoltà di Architettura di Genova, Torino e Roma; dirige nel 2005 il Master in Business Design per Domus Academy, dove anche ha coordinato il Centro Ricerche fino al 1997. E' tra i fondatori di Schola Italica e membro del board del Design Museum ADI a Milano.

E' stato senior consultant di Philips Design e nel 1999 fondatore di Total Tool, società di visioning e design strategy, con sedi a Milano e Buenos Aires. Ha tenuto workshop e conferenze in oltre 25 paesi del mondo e scritto numerosi saggi sulla cultura del progetto. Ha vinto numerosi premi (Compasso d'Oro, Dedalo Minosse, Mr Planet, Confcommercio...), tenuto diverse esposizioni personali (Biennale di Venezia, Triennale di Milano) e cura dal 2018 la mostra Smart City a Milano. Vive e lavora a Milano e sul Lago di Como, dove è nato nel 1965.



Dedicato a Carmelo: il design che esplora è solo di coloro che esplorano il design

Giulio Ceppi | giulio.ceppi@totaltool.it



“Gli alfabeti del XXI secolo saranno coloro che non sanno imparare, disimparare e re-imparare”

Alvin Toffler

[AFFRONTARE IL DIVERSO, QUANDO NON L'AVVERSO]

Ho incontrato Carmelo Di Bartolo nei primi anni 90, grazie al mio amico e compagno professionale Paolo Bodega, architetto con anni di pratica presso lo studio di Renzo Piano in Genova, e precedente allievo di Carmelo al Master in Bionica in qualità anche di autore di un braccio robotico ad ispirazione zoomorfa, che ricordo aver visto in Triennale esposto alla bellissima mostra Neomerce di Denis Santachiara.

In quei tempi lavoravo al Centro Ricerche di Domus Academy (successivamente denominato DARC) in qualità di coordinatore e responsabile di progetto: tra Domus Academy e IED vi era indubbiamente una forte rivalità, almeno sul piano delle ambizioni, essendo allora gli unici attori degni di tale nome nel panorama formativo del design milanese. Al Centro Ricerche dell'Istituto Europeo di Design (poi CRIED) era la figura di Carmelo Di Bartolo con la sua curiosa passione per la bionica che dava un taglio unico ed alquanto singolare all'approccio progettuale, miscelando anch'egli, come accadeva in Domus Academy, ricerca e didattica. Al DARC era invece Antonio Petrillo con la sua intelligenza relazionale che coinvolgeva i professionisti ruotanti intorno a Domus Academy in interessanti ed uniche esplorazioni progettuali. Se nel primo caso vi era un forte legame con la didattica e gli studenti, nel secondo con il mondo della professione e dei professionisti. Tuttavia vi era un fattore comune: il tema dell'attenzione al design dei materiali e alla qualità della materia, al guardare la tecnologia con occhi nuovi e diversi, con un'attenzione sistematica che il design raramente aveva avuto in Italia.

Si capisce quindi come fossi curioso di incontrare quella persona, una sorta di alter ego e forse anche di potenziale rivale al luogo dove io stesso crescevo progettualmente. Inoltre, attraverso sempre Paolo Bodega, condividevo in quegli anni anche molte conoscenze di approccio e di metodo con la scuola architettonica di Renzo Piano, da cui Paolo appunto proveniva e che per certo ha influenzato i 10 anni della nostra comune attività professionale in Lecco. Anche Carmelo aveva frequentato il RPBW (Renzo Piano Building Workshop) condividendone alcuni temi fondamentali nella ricerca dell'architetto genovese, quali le strutture leggere, le pelli traspiranti, le membrane tese, elementi in bilico tra ricerca e sperimentazione nel campo dei nuovi materiali, sempre su un'ispirazione naturalistica. Quindi mi legava a Carmelo un doppio nodo dialettico, fatto per una parte dalle parallele vicende tra CRIED e DARC, e dall'altro dall'incrocio virtuoso con RPBW: comune era l'approccio al mondo dei materiali e delle tecnologie innovative come condizione intrinseca del progetto, anche se forse allora non ne avevo coscienza e solo oggi, a vent'anni di distanza, sono in grado di intendere le cose in questo modo.

[RICERCARE E COSTRUIRE IL PROGETTO IMPOSSIBILE]

Il secondo ricordo su Carmelo ci porta ad un progetto per lo IED che non realizzammo, ma che segnò il consolidamento di un'intesa progettuale, diventata poi amicizia. Nel mentre Carmelo mi aveva più volte chiamato a svolgere dei workshop con i suoi studenti o a partecipare alle giurie di fine anno delle tesi dello IED ed avevamo avuto modo di conoscerci meglio. Entrambe eravamo affascinate anche dall'aver scoperto che l'interesse per la questione dei materiali e dell'innovazione insita nelle percezioni e nelle prestazioni offerte dalla materia, si incrociava inevitabilmente con un ulteriore fattore fondamentale: la dimensione culturale ed antropologica.

Fu Carmelo infatti ad introdurmi la persona di Giulio Vinaccia, che già allora, ovvero dalla metà degli



anni 90 si occupava di relazioni tra artigianato e design, tra culture locali e mercati globali. Tenemmo una serie di riunioni davvero indimenticabili, anticipatorie di temi che sarebbero esplosi e diventati evidenti alla cultura giornalistica del design solo 10, per non dire 15, anni dopo. La nostra idea era mettere insieme studenti di culture diverse e farli lavorare parzialmente prima a Milano in una fase iniziale per acquisire strumenti e approcci comuni e condivisi, per poi reinviarli, sotto monitoraggio e guida progettuale di alcuni tutor locali, nelle loro terre di provenienza, con il fine dichiarato di creare dei progetti connotati da un forte dialogo culturale tra dimensione locale e globale, tra valori autoctoni e dimensione planetaria. Alcuni studenti avrebbero anche condiviso le esperienze di altri attraverso dei gruppi di lavoro allargati e legati per genere (arredo, alimentazione, turismo...) o per tema (sostenibilità, servizio, sensoriali...) , in uno scambio aperto di localismi e tematiche generali connettive.

Il tema del rapporto tra design e artigianato è oggi all'ordine del giorno, come quello del riequilibrio tra paesi ricchi e poveri e tra forme sostenibili sviluppo e progresso. Una curiosa ed ultima nota consiste nel fatto che il giovane assistente al Master (che poi non si fece per ragioni interne allo IED e di natura organizzativa) era un simpatico ragazzino di nome Matteo Ragni, oggi tra i più noti designer italiani.

[LASCIARE LIDI NOTI PER IGNOTI, PRENDENDOSI PE PROPRIE RESPONSABILITÀ]

La terza tappa ci porta alla fine degli anni 90, ad un ennesimo parallelismo tra me e Carmelo. Carmelo lascia lo IED (di cui aveva assunto la direzione) ed il CRIED, mentre io, dopo aver già lasciato il DARC nel 1997, abbandono Philips Design, dopo 3 intensi ed eccezionali anni all'interno di una delle più innovative strutture di progetto al mondo, capitanate da Stefano Marzano. Io e Carmelo ci troviamo quindi, dopo anni di complessa navigazione in strutture collettive e di gruppo, a fare il salto verso una nostra struttura propria, ad iniziare un'avventura in totale autonomia.

La nostra intesa era forte e più volte ci trovammo a ragionare insieme, da neofiti, sul nostro modo di voler "fare design" e di non diventare "uno studio", ma di riuscire a portarci dietro il seme delle esperienze passate, ovvero della ricerca, della condivisione, del lavoro interdisciplinare in network con altri soggetti internazionali: forse in modo, apparentemente presuntuoso, ma in verità per noi calzante, l'ideale ingenuo, semmai, della "bottega rinascimentale".

Entrambi abbiamo sentito il bisogno o semplicemente colto l'opportunità di aprire delle sedi e dei punti operativi fuori dall'Italia (Carmelo in Spagna e Cile, io in Giappone ed Argentina) e di non celebrare a priori l'italianità del design in maniera nazionalistica e narcisistica, ma di cercare di passare dal Made in Italy al Make by Italians, costruendo una rete di partner e di relazioni di portata internazionale. Entrambe infine, ci chiediamo soprattutto e reiteratamente il perché della fatica che tutto questo costa, ignari degli sforzi necessari e che l'impresa in autonomia sarebbe stata così ardua ed impegnativa, anche sul piano personale e delle scelte di vita. Tuttavia penso di poter affermare, anche per Carmelo, che nessun di noi avrebbe potuto o voluto fare altro.

[L'IMPORTANZA DELLA SCALA SISTEMICA: LA METAFORA BIONICA E LA SUA FORTUNA NELL'AVVENTO DELL'ERA DELL'ECONOMIA CIRCOLARE]

In questa seconda parte, che prende la forma più pretenziosa di un saggio, come richiesto dal curatore di questo volume, mi piacerebbe, attraverso un breve excursus storico, imprescindibile per inquadrare la questione della bionica dentro il sistema del design italiano, far comprendere come il lavoro di Carmelo di Bartolo sia stato in qualche modo anticipatore di una visione oggi di grande importanza: la biomimetica e l'economia circolare. Chiedo al lettore di pazientare e provare e seguirmi in questo rapido viaggio.

[IL CAMBIO ANTROPOMETRICO DEL DESIGN ITALIANO: DAL CUCCHIAIO ALLA CITTÀ]

Già dal primo dopoguerra italiano, quindi dagli anni 50 e con il boom a seguire, la celeberrima espressione di Ernesto Nathan Rogers "dal cucchiaio alla città", interpretava perfettamente come il progetto fosse sempre più un metodo che in quanto tale consentisse di affrontare indifferentemente diverse scale e diversi temi. La cultura del design avanzava a scale complementari, esprimendo in Italia personalità alquanto distinte e approcci differenti e contraddittori, per sensibilità e gusto. Spesso gli incroci tra la scala dell'oggetto, dell'architettura, della grafica, dell'arte sono in Italia particolarmente evidenti e connotanti, soprattutto guardando ai maestri del design italiano: come intendere altrimenti figure come Ettore Sottsass, Marco Albin, Marco Zanuso o Vico Magistretti... incomprensibili senza valutarne l'interdisciplinarietà e la contaminazione di generi e scale.

Una conferma di tale approccio fortemente trasversale viene dalla grande orchestrazione progettuale messa in scena in Italia da un'azienda come Olivetti proprio a partire dagli anni 50, in cui l'attenzione comunicativa e visiva, la dimensione del prodotto nella logica sistemica, la concezione architettonica



degli spazi, fino alla visione territoriale (il celeberrimo Piano Regolatore della Valle d'Aosta del 1937 fatto con BBPR, Bottoni, Figini e Pollini e coordinato dallo stesso Adriano Olivetti) concorrono, in uno scenario fortemente interdisciplinare, a dimostrare la grande capacità organizzativa della cultura progettuale.

Con gli anni 70 e l'arrivo del **Radical design** attraverso il ben noto lavoro di gruppi come UFO, Archizoom, Superstudio si assiste a un altro interessante scarto dimensionale e concettuale: la cultura del design, dell'oggetto metafisico e pop, entra esplicitamente alla scala dell'architettura, anzi dell'urbanistica e della definizione del paesaggio artificiale. Il design affronta in maniera decisa l'utopia territoriale, il tema del paesaggio artificiale, espandendosi alla grande scala, anche se con non poca ironia. Si pensi ad esempio alla No-stop City degli Archizoom Associati (1970) in cui diagrammi residenziali di sistemi microclimatizzati e illuminati artificialmente, sono disponibili per aggregazioni infinite e continue, come in un grande scaffale indifferenziato di un moderno supermarket. Mercè e luoghi sono accomunati e denunciati entrambe in quanto succubi della stessa logica mercantile. Ma la mostra che celebra il diritto del design a ripensare in toto lo status quo e a definire nuovi modelli comportamentali ed abitativi, quindi ad intervenire non solo sulle forme e i linguaggi, ma sullo stile di vita, sull'uso dello spazio e della dimensione immaginaria è certamente Italy: the new domestic landscape (1972), importante esposizione tenutasi al MOMA, curata dall'italo-argentino Emilio Ambasz. Qui il design ricrea modelli abitativi e stili di vita diversi, dall'auto alla domesticità, esprimendo forti valenze sociali e politiche, come tipico di tutti gli anni 70: l'interno viene definito e trattato con la forza emozionale di un paesaggio appunto, come suggerisce metaforicamente lo stesso titolo. Il design mostra la sua faccia sociale in maniera decisa e provocatoria, andando ben oltre il puro fattore dimensionale, giocando sulla provocazione intellettuale e miscelando aspetti immaginari e simbolici, politici e sociali.

Gli anni 80 e 90 vedono altri elementi di crescita ed espansione nella complessità fenomenologica del design, laddove il **Design primario** indaga il campo del soggettivo e del non visibile, contestando attraverso i suoi manifesti teorici (Trini Castelli, Petrillo) il primato puro-visibilista della forma geometrica. Odori, sensazioni tattili, colori, profumi...dimensioni difficili da descrivere e tracciare in forma chiara e competente da parte del design richiedono nuove grammatiche progettuali, nuovi strumenti di osservazione e analisi della realtà: luoghi come in Centro Design Montefibre o il Centro Qualistica Fiat testimoniano la nuova attenzione di design e industria verso le percezioni sensoriali e l'importanza crescente del riuscire a visualizzare e controllare parametri altrimenti sfuggenti, come l'odore o il suono, fondamentali nell'industria automobilistica ad esempio. Il tema della sensorialità e della percezione di qualità diverse dalla sola forma, anche fosse il colore analizzato in profondità sul piano semantico, percettivo e culturale...ci collega inevitabilmente all'argomento del **Design dei materiali**, celebrato in maniera esemplare da Ezio Manzini nel suo celeberrimo testo *La materia dell'invenzione* e quindi affrontato da centri di ricerca come quello di Domus Academy (Petrillo, Ceppi) o dell'Istituto Europeo del Design con il tema specifico della **Bionica** (ed ecco il nostro amico Di Bartolo).

Infatti l'idea di osservare la natura, di comprenderne i funzionamenti reconditi e le leggi forse invisibili, per trasferirli poi alla scala del materiale e del prodotto, rappresenta un primo passo nella storia verso la biomimesi e l'idea di percorsi progettuali circolari, ispirati alla natura non solo su un piano estetico o simbolico, ma funzionale e prestazione.

Nei primi anni 2000 si aggiunge la capacità del design di voler espressamente estendersi nel tempo e di anticipare il futuro, superando quella che poteva essere inteso come pura Modernità ed essere invece espressione dello zeitgeist a venire: se negli anni 50 vi erano già stati gli albori, ma nel solo settore automobilistico attraverso le cosiddette dream car americane, espressione trasognante e seducente di come sarebbe stata l'automobile del futuro, con *Vision of the future* (1996), progetto di **Visioning** voluto e coordinato da Stefano Marzano in Philips Design, dove per la prima volta un'azienda affronta sistematicamente e trasversalmente il tema di uno scenario complesso a venire. Infatti il progetto rappresenta una grande operazione mediatica e progettuale, composta da un libro, un video, una mostra, in cui a partire da contenuti di ricerca ed innovazione condivisi con Philips Research lab, si raccontano possibili soluzioni di prodotto e servizio articolati in 4 macrolivelli: personal space, domestic environment, urban space, on the move. Si tratta di una prima dichiarazione formale di come le nuove tecnologie possano generare continuità e connettere livelli e scale apparentemente separate e distinte, ma dove poi siamo noi umani che transitiamo nomadicamente tra diverse prossemiche dell'artificiale, collegandole con i nostri devices personali.

Questo approccio sistemico, capace di integrare tecnologia, consumo, comportamenti e mercati dentro un'unica visione spaziale ed urbana, dove l'azienda stessa viene intesa interdisciplinariamente come capace di generare un living organism, diventa poi la premessa di nuove discipline progettuali e di relativi prodotti formativi, come dimostrano Master quali **Design strategico** (Politecnico di Milano, 1998-Manzini) e **Business Design** (Domus Academy, 2005- Ceppi). Di fatto è la dimensione del tempo, non solo della dilatazione spaziale e sistemica che entra in gioco, coniugando design e



previsione temporale, generando una progettualità che non si basa più sull'idea di un intervento puntuale, ma fluido ed esteso, sempre più orizzontale ed aperto alle dinamiche e turbolenze dei consumi e dei mercati

Inevitabilmente la questione ambientale e il **Green design** implicano la visualizzazione di variabili prima non-note e l'introduzione di scale diverse da quella puramente antropometrica: la questione planetaria e globale comporta infatti non solo una diversa coscienza, ma un'attenzione a numeriche e flussi prima non considerati, ad ecosistemi di cui noi siamo parte inevitabile ma di cui avevamo perso cognizione e coscienza. Il **Sustainable Design** si basa sul concetto di lifecycle analysis prima e di tracciabilità poi (Petrini) decretano una visione circolare e non lineare delle cose, lentamente spostando la green economy verso la blu economy (Pauli): diventano considerabili e visibili dimensioni prima non percepite, estendendo la percezione del prodotto al suo intero ciclo di vita, connettendo ecologia, biologia, chimica da un lato, ma trasporti e logistica, edilizia, urbanistica dall'altro. Le dimensioni "del prima e del dopo" si aggiungono al "durante", dove energia, consumi, materie prime...sono ulteriori livelli di visualizzazione e controllo oramai necessari alla definizione di un "buon design".

Con il **Service Design** il prodotto si decentralizza sempre più e si integra alla componente del servizio e della relazione, attraverso nuove culture d'uso sostenibili e alternative, come lo sharing, car pooling, peer to peer, pratiche virtuose della sostenibilità che richiedono condivisione di valori e inclusione di nuove misure: la carbon footprint diventa indice di valore e giudizio assoluto e il design modifica la dimensione urbana, partendo dal basso.

[LO SCENARIO EMERGENTE DELLA BIONICA: IL DIALOGO APERTO TRA ANTROPOLOGIA E BIOLOGIA]

André Leroy-Gourhan, antropologo francese di grande valore, nel suo fondamentale volume *Il gesto e la parola* ha ben descritto quel processo lineare, sottile, progressivo che vede la nostra storia della civilizzazione tecno-culturale come una continua esteriorizzazione ed espulsione infinita in oggetti, protesi, devices di funzioni che il nostro corpo non ha saputo evolvere in maniera soddisfacente, come operato invece da altre specie animali che hanno fatto della specializzazione la loro arma vincente per adattarsi all'ambiente esterno. La deambulazione verticale e la posizione eretta, la specializzazione della scatola cranica e la conseguente liberazione della mano, ci hanno consentito di trasferire in utensili, attrezzi, strumenti e quindi sistemi sempre più sofisticati i mezzi per controllare la natura ed il mondo esterno, fino a piegarlo (quasi) alla nostra volontà. La bionica mi è sempre sembrata inconsciamente un modo per marcare la differenza tra noi e le altre specie animali, cercando appunto una nuova conciliazione, un dialogo, che riequilibrasse, a volte anche in forma poetica e forzata, una nostra deviazione e deriva troppo estrema e unilaterale.

Forse ora siamo all'inizio di una potente inversione di rotta: dopo aver esternalizzato tutto l'esternalizzabile, ovvero il pensiero dentro un computer portatile, il nostro sistema di relazioni sociali dentro una rete...stiamo per trasferire tecnologicamente le relazioni dentro una città. Siamo al punto (parallelo e sincronico) di inversione. Lo scenario dell'Internet of Things (IOT) propone un mondo fatto di miliardi di sensori, una Smart City connessa da reti di reti, in cui sistemi e cose dialogano tra di loro, creando una cintura protesica infinita con la quale imparare letteralmente a navigare per sopravvivere in un universo di atomi e bit fusi insieme (de Kerchove). Lo scenario sul quale ragionava anche Wired dagli anni 90, sostenendo attraverso i suoi intriganti progetti di visioni future quanto dovessimo terminare di usare quelle scatole (bianche o nere che siano) che chiamiamo ancora computer, e auspicarci una realtà fatta di intelligenza diffusa e distribuita, di ubiquitous computing, di oggetti intelligenti, da intendersi un poco, per dirla con Stefano Marzano, come moderni butlers, come maggiordomi capaci di servizi in maniera silente ed educata. Suggestione di una città che tuttavia è intelligente solo se abitata da cittadini consapevoli e partecipi, intelligenti appunto.

Alla recente XXII Triennale di Milano, un altro siciliano, Stefano Mancuso, botanico e fisiologo vegetale, ci ha mostrato l'intelligenza insita nei sistemi vegetali, come cercava di fare dagli anni 80 il suo conterraneo DiBartolo: di fatto un esempio, toccante e visionario, di come la natura ci possa sempre essere maestra, proprio quando siamo oramai disabituati ad osservarla e narcisisticamente troppo distratti da noi stessi.

[LA NATURA RIDOMESTICIZZATA: LA CITTÀ-MONDO COME ANTIDOTO]

La scala di cui dobbiamo cogliere l'inversione non è solo simbolicamente quella dei processi invisibili della natura, ma anche quella del nostro stesso ambiente, in toto: assistiamo ad esempio alla campagna, espulsa e contrapposta dal contesto artificiale urbano negli ultimi due secoli, che torna invece vittoriosamente in città: la vegetecture propone una diversa concezione del verde in città, fortemente integrato e destinato a modificare gli stili di vita. Non si tratta di fare vino su una terrazza a Manhattan, come qualche annoiato miliardario potrebbe farci credere, ma di definire nuovi modelli



produttivi e comportamentali. Partendo da Emilio Ambasz e passando per Peter Brooks e Andrea Branzi, fino al guru dell'agricoltura verticale Dickson Despommier o ai boschi verticali di Stefano Boeri, durata e cura, produzione e consumo, soggetti viventi e cicli vitali, biodiversità, sono i concetti che stanno cambiando il disegno delle megalopoli future. Orti didattici e terapeutici, giardini sensoriali, giardini notturni per malati di Alzheimer (healing gardens) sono solo alcuni dei terreni di sperimentazione dell'**Evidence based design**, che vuole essere un approccio capace di generare benefici economici e psicologici agli abitanti delle città.

Credo Carmelo oramai osservi tutto questo con divertito distacco dal suo orto siculo, ma anche con l'amore e il rispetto che ha sempre riversato verso la natura nella sua intelligenza, come quando una volta, in viaggio insieme a Gran Canaria, fermò bruscamente la macchina lungo la strada, entrando rapidamente in una bar, ed uscendone con una bottiglia di acqua per innaffiare una piantina che aveva visto a bordo strada, di grande rarità... (e io nella mia ignoranza non ne ricordo il nome, perché il gesto di Carmelo mi impressionò ben più della pianta stessa).

Marc Augè ci ha ben spiegato la dicotomia tra la città/mondo, reale e locale e il mondo/città, virtuale e fluido. Quest'ultimo è l'equivalente del mondo come paesaggio spettacolare (Deborde), come illusione di un unico grande pianeta connesso, visto dal finestrino di una capsula spaziale orbitante: ubiquità e istantaneità dominano la nostra cultura, garantendo una diluizione senza frontiere, un'espansione senza luoghi, trasformandoci tutti in turisti globalizzati. Queste città decentrate, generate da interni grazie ai quali il globale vince sul locale, da esterni standardizzati, devono essere nuovamente colonizzate, ma partendo dal basso, dalla cultura dei servizi e del design, dove architettura ed urbanistica dimostrano di aver miseramente fallito. Oggi Car2Go vale più di un PGT, un orto sensoriale fa più educazione di un corso in laboratorio, un Festival della crescita motiva più persone di un'assemblea sindacale. La città è la città del design e anche le singole architetture, che ci piaccia o meno, sono di fatto troppo spesso grandi oggetti da archistar, celebrate come caffettiere o vasi messi su uno scaffale a scala urbana.

Diverso approccio da quello del **Design for all**, che cerca invece di includere e di comprendere le diversità, di progettare democraticamente per comprendere e accogliere le differenze di ordine sensoriale, cognitivo e culturale, fisico e cinetico. Alla fine siamo tutti "figli delle stelle", non solo le archistar per l'appunto...

[AFFRONTARE L'INFINITAMENTE GRANDE: LA CITTÀ CHE IMPARA E TRACCIA]

Stando a quanto recita Giovanni Bignami (direttore dell'Agenzia aerospaziale italiana), siamo davvero "figli delle stelle", come recitava la nota canzonetta: infatti il satellite Integral ci ha dimostrato che il ferro nasce e si compone in cielo da un'esplosione di energia di raggi gamma (che solo il ferro può emettere...), così come il carbonio. Sono i due mattoni alla base della vita e quel rosso nel nostro sangue dovrebbe ricordarcelo. La fusione termonucleare, che avviene tutti i giorni nel sole, ci insegna infatti che siamo fatti degli stessi elementi, dal carbonio dei nostri tessuti al calcio delle nostre ossa, prodotti anch'essi dalle stelle. Come dire che l'infinitamente grande ci appartiene e non dobbiamo poi, alla fine, sentirlo tanto lontano: semmai dovremmo conoscerlo, intimamente, mi verrebbe da dire, quasi per paradosso.

Non si tratta allora di prevedere la vita su Marte, ma di ragionare su visioni intriganti come il Grande Disegno, proposta da un astrofisico di particolare talento narrativo e teorico quale Steven Hawking: tra lo stato iniziale di un sistema e le nostre successive misurazioni, tali proprietà evolvono in un certo modo, che i fisici chiamano la "storia del sistema", come la definisce Richard Feynman. Queste "storie" dimostrano implicitamente che non esiste di fatto alcun concetto di realtà che sia indipendente dalle descrizioni o dalle teorie. Insomma, per dirlo in termini vicini al design, lo storytelling è fondamentale anche nella scienza e impossessarsene è necessario oggi tanto quanto nel design, soprattutto quando si opera a scale urbane. La bionica di Carmelo in qualche modo ce l'ha ampiamente dimostrato. Così in tempi recenti abbiamo appreso da **SlowFood** parlando di archetipi alimentari quali la tracciabilità e il concetto di filiera, che questi sono principi importanti per valutare qualsiasi prodotto agroalimentare.

Tracciare significa connettere l'hic et nunc, ciò che troviamo nel nostro piatto, con qualcosa di più grande e complesso, con il territorio che l'ha generato, con le specie animali e vegetali che l'anno permesso, con le lavorazioni e i trattamenti che l'hanno caratterizzato e definito. In qualche modo è creare una sorta di "cosmologia di un prodotto", definirne l'universo materiale di relazioni e connessioni, e quindi decretarne il valore e la qualità percepita. Questa presa di coscienza delle relazioni che collegano materia e uomo, universi naturali e artificiali, non è poi diversa per fascino e complessità da quanto ci racconta il satellite Integral.

D'altronde, come sostiene lo storico Niall Ferguson, la rete è poi un dejavu se la confrontiamo con quanto accaduto nel XVI secolo con l'impatto della carta stampata, che è stata in qualche modo la



prima era social, pur con modalità e tempi diversi dai nostri..

Quindi capire le connessioni, connettere il locale con il globale, la parte con il tutto, la città con il cittadino, è una sfida da sempre fondamentale per l'uomo, e se oggi religioni e mitologie non ci sembrano più sufficienti, il design ha un ruolo importante in questo processo di giustificazione del senso e del valore delle cose.

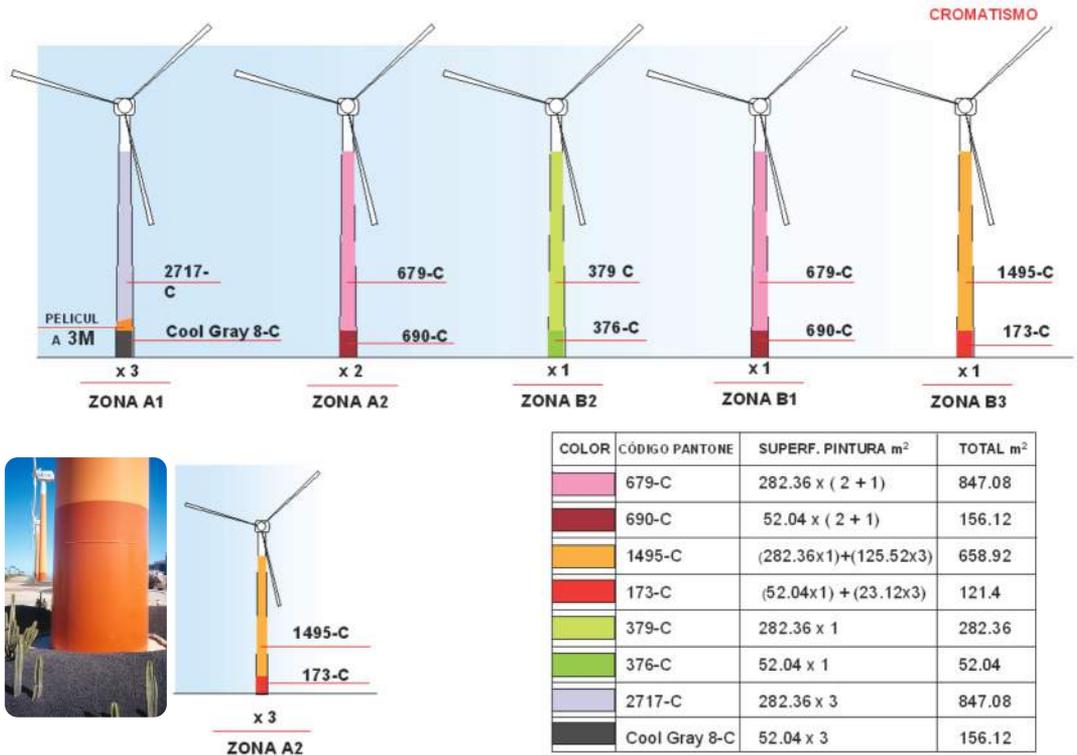
[E SE LA SMART CITY FOSSE COME UN LICHENO? LA NUOVA ERA DELL'INTELLIGENZA DIFFUSA]

Per chiudere questi ragionamenti e trovare forse quanto altrove ho definito come una via latina alla Smart city, ci può venire in aiuto una metafora, che sono certo piacerebbe al nostro eroe Carmelo. La metafora parte dalle recenti scoperte sui licheni relativamente alla loro natura ibrida: infatti i licheni, che vantano 500 milioni di anni di vita sul pianeta (noi arriviamo a 180 scarsi...), sono da una parte un organismo che ne garantisce la funzione strutturale, dall'altra un ecosistema, che ne definisce la funzione fotosintetica ed energetica. Di fatto sono l'incrocio tra un fungo ed un'alga, ovvero quella che tecnicamente viene definita in scienza una simbiosi. Possiamo definire i licheni, per circa un totale di 14mila specie, come organismi simbiotici di cellule. Concettualmente i licheni sono definibili come una "proprietà emergente" (Goward), come una soglia capace di decretare l'origine della vita, ma in cui non è l'individuo a fare la differenza, ma la rete.

Ecco cosa ci interesserebbe che fosse l'antropocene: un sistema di relazioni che producono valore, in cui il tutto sia più della somma delle singole parti, per dirla in modo gestaltico, dove la tecnologia è strumento di simbiosi, diremmo di empatia (Rifkin). Se il governo passato della città, organismo artificiale per eccellenza, avveniva in differita, per strumenti urbanistici predittivi e normativi, nella città simbiotica e bionica, la negoziazione avviene in tempo reale, le leggi si modificano secondo le trasformazioni stesse in atto, i cittadini condividono quanto sta per accadere, coscientemente. Al concetto di "intelligente" (smart) forse va forse allora preferito, nella declinazione latina, quello di "cosciente" (aware), ovvero di intelligenza capace di comprendere il valore della diversità, di essere sempre pronta alla replica, di avere consapevolezza dei processi e delle trasformazioni in corso. Una città di tutti e una città per tutti (City for all).

Anni fa ho tenuto un corso al Politecnico di Milano insieme a cari amici d'eccezione (l'artista Paolo Icaro, il life coacher Massimo Fioruzzi, il curatore Virginio Briatore, l'enogastronomo Giacomo Mojoli) che si titolava profeticamente Awareness Design, laddove ci interessava esplorare e capire cosa sarebbe successo se alla consueta attenzione posta dal progettista (designer) sull'oggetto veniva associata una attenzione continuata sul soggetto stesso? E precisamente in direzione della fonte dell'esperienza ovvero sul "sé in azione"? E cosa accadrebbe se fossero gli invece gli oggetti, gli edifici, a parlarci e a comunicare con noi, come avviene appunto nello scenario prossimo dell'Internet delle cose? Dove finisce allora, ci domandiamo, la distinzione tra soggetto ed oggetto, tra realtà e narrazione? E' possibile quindi pensare che mettere al centro del momento progettuale non l'attività stessa ma la presenza consapevole del sé in azione possa cambiare positivamente e significativamente la qualità del lavoro in una direzione esperienzialmente più ricca e significativa. Forse questo ci è servito anche ad imparare a progettare oggetti sempre più "quasi-soggetti" e a riconoscere un mondo in cui tra soggetto ed oggetto le distinzioni si fanno sempre più fluidi e sottili, dove le marche diventano dei contesti relazionali, dei frame interattivi dove produrre valore. Credo proprio siano queste le basi della qualità artificiale e naturale del nostro futuro, di una società di individui capaci di occuparsi del tutto, di andare oltre se stessi, come appunto i licheni ci insegnano, e come Carmelo ci direbbe, forse, di provare, ancora una volta, a fare.





[BIBLIOGRAFIA MINIMA DI RIFERIMENTO]

Didier Anzieu "L'epidermide nomade e la pelle psichica", Raffaello Cortina,
 Marc Auge "The future", Verso, 2014
 Giulio Ceppi "Design Storytelling" Fausto Lupetti Design, Milano, 2012
 Giulio Ceppi "Awareness Design, Fausto Lupetti Design, Milano, 2011
 Giulio Ceppi "Biogenie- 99 people into design tales", ListLab, Rovereto, 2014
 Roberto Cingolani "Il mondo è piccolo come un'arancia", Il saggiatore, Mi, 2014
 Derrick De Kerchove, "Brainframes-Mente, tecnologia, mercato", Baskerville, 1992
 Trevor Goward, "Ways of enrichment", www.waysofenichment.com
 Stephen Hawking "Il Grande disegno", Feltrinelli, Milano, 2011
 David Le Breton "Il sapore del mondo" Raffaello Cortina editore, 2007
 Andre Leroy-Gourhan "Il gesto e la parola, Einaudi, Torino, 1982
 Ezio Manzini "Design when everybody design", MIT Press, 2016
 Stefano Marzano "Vision of the future", B+K editors, 1995
 Stefano Mancuso "La nazione delle piante", Laterza, 2017
 Gunter Pauli "Blu economy", Edizioniambiente, 2010
 Carlo Petrini "Buono, pulito e giusto", Editore Slow Food, 2016
 Jeremy Rifkin "La civiltà dell'empatia", Mondadori, Milano, 2010

Silvia Pizzocarò

Professore ordinario di Disegno industriale al Politecnico di Milano. Nata a Milano, dove si è laureata in Architettura, è Dottore di ricerca in Disegno industriale. È membro della Sezione “Design e culture” del Dipartimento di Design e fa parte del Collegio di Dottorato in Design, presso lo stesso Ateneo. Per il quadriennio 2012/2015 è stata Presidente del Consiglio di Corso di Studi in Design del Prodotto Industriale e del relativo Corso di Laurea Magistrale in Design del Prodotto per l’Innovazione. Presso la Scuola del Design insegna “Elementi di Progettazione” e “Lezioni di Design”. Per il Dottorato di ricerca in Design tiene il corso di “Design Research Methodologies”.

I suoi principali interessi di studio comprendono i fondamenti teorici del disegno industriale, i metodi di ricerca per il design e le metodologie di didattica del progetto. Tra le pubblicazioni recenti figurano “Introduzione agli studi sull’utente. Conoscere gli utenti tra ricerca e design dei prodotti” (Milano, Unicopli, 2015) e “Artefatti concreti. Temi di fondamento per il design di prodotto” (Milano, Unicopli, 2016).



La ricerca guarda alla natura: analogie, modelli, confronti

Silvia Pizzocaro | silvia.pizzocaro@polimi.it



“Privilegiare un metodo di ricerca che esalti le componenti associative, apparentemente gratuite, consente di porre in risalto quegli aspetti dell'attività mentale comuni ad ogni tipo di pensiero, al di là delle varie forme che esso può assumere e delle differenti specializzazioni che lo rappresentano.”

L. Preta

[UNA RICERCA DI DOTTORATO COME INIZIO]

La mia ricerca di dottorato [1], che risale ai primi anni Novanta, ha rappresentato il primo avvicinamento ad una riflessione a metà strada tra tecnologia e biologia, focalizzandosi sulle teorie “evolutive” degli artefatti e sulla sistematizzazione di alcuni dei molti contributi sviluppati come approcci evolutivi all'analisi del cambiamento tecnologico. Per i diversi livelli dei singoli manufatti, delle popolazioni di prodotti ma anche per i sistemi tecnici e per i sistemi socio-culturali sono molto frequenti le interpretazioni in chiave evolutiva, in grado di rileggerne le dinamiche sulla base di modelli mutuati dalle scienze naturali in generale e dalle teorie dell'evoluzione in particolare. Le ragioni che sostengono questo approccio sono essenzialmente legate alla ricerca di punti di vista integrativi e alternativi, che possano affiancare le prospettive più ortodosse. La letteratura sullo sviluppo tecnico secondo un'ottica evolutiva è radicata e molto vasta [2], e l'inquadramento che la contemporaneità continua a offrire a questa prospettiva è incomparabilmente più profondo di qualsiasi lettura meramente metaforica: la progressiva consapevolezza delle stringenti relazioni tra il naturale e l'artificiale, tra gli ambienti naturali e gli ambienti artificiali, tra i corpi e gli artefatti, gli effetti e le retroazioni che si generano tra gli uni e gli altri, descrivono infatti un modello di progresso come coevoluzione tra sistemi artificiali e naturali che sostiene e motiva fortemente la ricerca di strumenti concettuali in comune.

Né le tesi sostenute in passato né tantomeno la prospettiva riportata al presente sono in sé nuovi, anzi: la legittimità del ricorso ad un approccio evolutivo passa proprio dal riconoscimento dei numerosi filoni di studio e delle tradizioni di ricerca che hanno continuato a confluirci. Il tratto rinnovato di un continuo interesse per l'approccio evolutivo sta pertanto nell'accordargli – nel corso de tempo e con sguardo retrospettivo – maggiore e consolidata unitarietà.

[TRA BIOLOGIA E TECNOLOGIA: ANALOGIE, MODELLI, CONFRONTI]

La ricerca svolta molti anni fa, confluita nella dissertazione del triennio di dottorato, aveva inoltre consentito – ai tempi – di esperire un metodo comparativo, ricorrendo all'analogia: da una parte si fa riferimento alle teorie con le quali le scienze della natura hanno cercato e cercano di spiegare i fenomeni evolutivi del vivente, dall'altra si guarda all'evoluzione degli artefatti e della cultura materiale e alle possibili corrispondenze. Il ricorso ad un paradigma evolutivo – pur in assenza di una effettiva teoria unificante cui fare riferimento – agisce in tal senso come una fonte di suggestioni e di interrogativi che possono essere trasferiti allo studio dello sviluppo degli artefatti. Questo non significa ammettere alcuna identità tra tecnologia e biologia, o tra storia della tecnica e paleontologia, ma solo osservare similitudini e differenze tra i rispettivi fondamenti concettuali. Il ricorso alle analogie nella ricerca mantiene, da parte sua, la funzione di uno straordinario dispositivo creativo, in grado di «ampliare le possibilità di visione contenute nelle normali risorse del nostro linguaggio» [3], inventando similitudini tra cose normalmente separate, superando le divisioni canoniche tra campi

[1] S. Pizzocaro, *Approcci evolutivi all'analisi dei prodotti e dei sistemi tecnici*, Dissertazione di dottorato, Dottorato di ricerca in disegno industriale, Curriculum di Disegno industriale e ambiente, tutor Ezio Manzini, Coordinatore Tomás Maldonado, Dipartimento di Programmazione, progettazione e produzione edilizia, 5° Ciclo 1990-93, Politecnico di Milano, Milano, 1994.

[2] Cfr. fra i molti P. Steadman, *The Evolution of Designs*, Cambridge University Press, Cambridge, 1979; Y. Deforge, *Technologie et génétique de l'objet industriel*, Maloigne, Paris, 1985; oppure G. Basalla, *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.

[3] F. Carmagnola, *La visibilità. Per un'estetica di fenomeni complessi*, Guerini e Associati, Milano 1989, 1989, p. 219.



scientifici distanti. L'uso delle metafore e delle analogie è generalmente riconosciuto come uno strumento euristico, in grado di fornire una conoscenza additiva e non sostitutiva. La metafora, tuttavia, non è semplicemente una modalità espressiva ma può avere anche, e soprattutto, un valore conoscitivo [4]. Infatti la sua funzione non si riduce al cambiamento di senso di alcune parole – che passano appunto dal senso letterale a quello metaforico – ma è parte di una complessa operazione «che ha per effetto finale di mostrare certe cose in un certo modo» [5].

[STUDIARE E PROGETTARE ALL'INSEGNA DI UN USO NOMADICO DEI CONCETTI]

Se l'uso delle metafore nella ricerca scientifica è da sempre testimoniato da una letteratura sterminata, in tempi correnti si conferma, sia nel campo delle scienze umane che in quelle della natura, la tendenza consolidata ad uscire dai confini disciplinari tradizionali, a rompere gli steccati, ricorrendo quasi di default alla suggestione metaforica per individuare passaggi transdisciplinari.

Il procedimento metaforico si è avviato in tal senso a costituire una delle forme di crisi dei metodi canonici della ricerca scientifica, operando una contaminazione tra campi del sapere tradizionalmente separati. Come la metafora, anche l'analogia è a sua volta riconducibile in senso stretto ad una proporzione, vale a dire il rapporto d'uguaglianza simmetrica che nella matematica consente di mettere in relazione grandezze omogenee appartenenti allo stesso dominio [6].

Ma diversamente dalla proporzione matematica, l'analogia consente di confrontare domini eterogenei, di cui interessa chiarire o valutare l'uno rispetto all'altro: l'analogia rappresenta in questo senso una forma del ragionamento indispensabile al pensiero creativo, capace di scoprire attributi inaspettati nel fenomeno osservato grazie proprio al confronto tra elementi appartenenti a campi senza apparente legame.

Se sul valore euristico dell'analogia è possibile assumere che «quando si tratta di esplorare un dominio sconosciuto, di suggerire l'idea di ciò che è inconoscibile, un modello preso da un dominio conosciuto fornisce uno strumento indispensabile per guidare la ricerca e l'immaginazione» [7], il riconoscimento di questa funzione ne evidenzia anche il compito ausiliario: l'analogia rappresenta una sorta di impalcatura, una struttura che può sorreggere il lavoro di ricerca; la stessa può essere rimossa, una volta raggiunti i risultati che inizialmente suggeriva. Nella loro funzione euristica, analogie e metafore appaiono frequentemente intercambiabili, implicando entrambe la produzione di una diversa interpretazione della realtà osservata, a prescindere dalla rigorosa corrispondenza tra i termini considerati.

Nel suo significato di artificio logico-linguistico che può guidare la riflessione, il procedimento analogico rappresenta anche una definizione del processo conoscitivo basato sui modelli [8], dove si cerca di conoscere una situazione in modo indiretto, cioè agendo e operando su un suo analogo. Il sapere ottenuto per analogia assume in questo modo quella struttura di impalcatura provvisoria che consente di vedere aspetti nuovi di un fenomeno osservato, pur in assenza di una effettiva formalizzazione. Il procedimento conoscitivo basato sulla suggestione metaforica ha come risultato l'interazione tra due pensieri – o due campi disciplinari – dove dal campo più conosciuto e formalmente strutturato si traggono implicazioni da proiettare sul soggetto principale: questa proiezione può mettere in luce le identità di struttura tra i campi considerati.

La conseguenza di portata più generale che quindi può accomunare i metodi di ricerca e i metodi per progettare fondati sulle componenti associative sta nella capacità che tali metodi dimostrano di far risaltare «aspetti dell'attività mentale comuni ad ogni tipo di pensiero, al di là delle varie forme che esso può assumere e delle differenti specializzazioni che lo rappresentano» [9]. Lorena Preta chiama questi momenti di nascita del pensiero ibridi di passaggio [10], risultato fruttuoso di intersezioni, analogie e contaminazioni che appaiono in tal senso strumenti necessari per guardare alle cose in modo diverso, favorendo quello che è stato definito un uso viaggiante e nomadico dei concetti [11].

[4] Cfr. U. Eco, "Metafora", Enciclopedia, Vol. IX, Einaudi, Torino, 1980, p. 192.

[5] L. Muraro, "Prefazione", in R. Boyd e T. S. Kuhn (1983), *La metafora nella scienza*, Feltrinelli, Milano, 1983, p. 9.

[6] Cfr. C. Perelman, "Analogia e metafora", Enciclopedia, Vol. I, Einaudi, Torino, 1977, p. 523.

[7] Ivi, p. 524.

[8] G. Bateson, *Mente e natura*, Adelphi, Milano, 1984, p. 216.

[9] L. Preta, "Pensare immaginando", in L. Preta, a cura di, *Immagini e metafore della scienza*, Laterza, Bari, 1992, p. IX.

[10] Ivi, p. X.

[11] Cfr. I. Stengers, a cura di, *Da una scienza all'altra*, Hopefulmonster, Firenze, 1989.





[NOTE A MARGINE TRA NATURALE E ARTIFICIALE]

[INTRODUZIONE]

Questo contributo prende le mosse da interessi di studio sviluppati lungo un arco temporale molto lungo, avviati molti anni fa con l'esperienza specifica del dottorato di ricerca [1], poi disseminati e divulgati nel tempo attraverso pubblicazioni di vario genere [2], e contemporaneamente confluiti – direttamente o indirettamente – nelle esperienze di didattica universitaria presso la Scuola del Design del Politecnico di Milano. Il nucleo centrale di questi interessi di studio è stato e continua ad essere la riflessione sui molti contributi teorici diretti ad un approccio evolutivo nell'analisi degli artefatti (ad una scala micro) e dei sistemi tecnici (ad una scala macro). L'avvicinamento (prima) e lo sviluppo (poi) di queste tematiche di ricerca ha comportato l'approfondimento e in alcuni casi anche la revisione di alcune aree di studio che tuttora godono di grande attenzione e sviluppo nella cultura del disegno industriale: la riflessione teorica tra ciò che è prodotto dalla natura e quanto è frutto della progettazione intenzionale dall'uomo, la costruzione dell'analogia tra evoluzione degli organismi e evoluzione degli artefatti, l'analisi dei processi di generazione della variabilità tipologica e morfologica degli oggetti, le interpretazioni genealogiche dei prodotti artificiali, lo studio delle dinamiche di stabilità, permanenza e scomparsa delle tipologie, finanche a includere la tematica classica del confronto tra attività inventiva e innovativa, o tra tesi continuiste e discontinuiste del cambiamento tecnologico. Il punto in comune tra queste aree di riflessione molto eterogenee sta nella premessa: l'adozione di un punto di vista che possa procedere per analogie e metafore, facendo riferimento da una parte alle teorie con le quali le scienze della natura hanno cercato e cercano di spiegare i fenomeni del vivente, dall'altra ai processi e alle modalità di evoluzione degli artefatti. L'articolazione di quello che – un po' enfaticamente – qui potremmo indicare come un paradigma evolutivo sui generis, agisce in tal senso come una fonte di suggestioni e di interrogativi che possono essere trasferiti dall'ambito dei processi naturali a quello della cultura materiale. Questo non significa ammettere alcuna identità tra prodotti della natura e prodotti dell'attività dell'uomo, o tra storia della tecnica e paleontologia, ma solo osservare similitudini e differenze tra alcuni rispettivi fondamenti concettuali. L'unica tesi da percorrere, condivisa con i risultati degli studi epistemologici sulla natura generale del cambiamento non solo nei sistemi biologici ma anche in quelli culturali, implica semmai – come osserva Gould – che «alla base di sistemi strutturalmente affini che procedono per mezzo di regole palesi diverse, ci siano principi generali. La vera unità non risiede in applicazioni sbagliate di queste regole palesi (come la selezione naturale) ad ambiti estranei (come il mutamento tecnologico) ma nella ricerca delle più generali regole di struttura e di mutamento» [3].

[ARTIFICIALE VERSUS NATURALE E VICEVERSA]

Artificiale è detto di ciò che è prodotto o ottenuto con artificio in contrapposizione a naturale, o di quanto è fatto a imitazione della natura con un procedimento tecnico [4]. Il termine presenta una sfumatura peggiorativa che risalta se si guarda ai sinonimi più generici come non naturale, artificioso, artefatto, finto, fittizio, falsificato, contraffatto, non spontaneo. Nell'apertura del suo *Le scienze dell'artificiale*, Herbert Simon alla voce artificiale scriveva: «prodotto con artificio, in opposizione a ciò che è opera di natura; non genuino o naturale; artificioso, che non riguarda l'essenza. I suoi sinonimi sono: affettato, fittizio, manufatto, falso, finto, simulato, spurio, inventato, innaturale» [5]. Pur affrancato dalla sfumatura peggiorativa, artificiale si definisce in contrasto a naturale [6], sicché artificiale può essere inteso come «fatto dall'uomo in opposizione a naturale» [7].

[1] S. Pizzocaro, *Approcci evolutivi all'analisi dei prodotti e dei sistemi tecnici*, Dissertazione di dottorato, Dottorato di ricerca in disegno industriale, Curriculum di Disegno industriale e ambiente, tutor Ezio Manzini, Coordinatore Tomás Maldonado, Dipartimento di Programmazione, progettazione e produzione edilizia, 5° Ciclo 1990-93, Politecnico di Milano, Milano, 1994.

[2] S. Pizzocaro, *In evoluzione. Per una storia quasi naturale degli artefatti*, Unicopli, Milano, 2015; S. Pizzocaro, "Naturale/artificiale", in S. Pizzocaro, M. Figiani, *Argomenti di ergonomia. Un glossario (vol. 2)*, FrancoAngeli, Milano, 2010, pp. 129-145; S. Pizzocaro, "Darwinian Metaphors. Objects and Technical Systems in Evolutionary Perspectives", in *Design System Evolution: 6th European Academy of Design Conference*, Bremen, Germany, 29-31 Marzo 2005, pp. 1-16; S. Pizzocaro, "Pensare insieme 'corpi e macchine', 'tecnica e cultura', 'natura e artificio'", in M. Bertoldini, *La cultura politecnica*, Bruno Modadori, Milano, 2004, pp.103-110; S. Pizzocaro, "Approcci evolutivi e cambiamento tecnologico", *Pluriverso*, Vol. 2, 1999, pp. 95-105; S. Pizzocaro, "Steps to industrial ecology: reflections on theoretical aspects", *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, Vol. 5, 1998, pp. 229-237; S. Pizzocaro, "Prospettive genealogiche", *Pluriverso*, Vol. 1, 1995, pp. 94-95; S. Pizzocaro, "Una metafora darwiniana. Objectes, sistems artificials i mutacions tecnològiques en una perspectiva evolutiva", *Temes de Disseny*, Vol. 10, Settembre de 1994, pp. 53-92.

[3] S. J. Gould, *Bravo Brontosaurus*, Feltrinelli, Milano, 1992, p. 64.

[4] Cfr. N. Zingarelli, *Vocabolario della lingua italiana*, XII ed., Zanichelli, Bologna, 1994, pp. 148-149.

[5] H. Simon, *Le scienze dell'artificiale*, Il Mulino, Bologna, 1988, p. 24.

[6] Herbert Simon sottolinea anche la distinzione tra artificiale e sintetico: «In certi contesti – scrive – noi facciamo una distinzione tra artificiale e sintetico. Ad esempio, una gemma di vetro colorato che assomiglia ad uno zaffiro viene detta artificiale, mentre una gemma prodotta dall'uomo e chimicamente non distinguibile dallo zaffiro è detta sintetica. (...) Dunque certi oggetti artificiali sono imitazioni di cose esistenti in natura e per l'imitazione si possono usare le stesse materie prime della natura o materiali del tutto diversi. Introducendo il concetto di sintesi e di artefatto entriamo nel regno della tecnica». Cfr. H. Simon, *op. cit.*, p. 24.

[7] Ivi. In particolare si veda anche la voce "Naturale/artificiale", di Stefan Amsterdamski, in *Enciclopedia*, Einaudi, Torino, 1980 e anche *Naturale e artificiale*, di Vittorio Somenzi, *Relazione per la LXIII Riunione della Società Italiana per il Progresso delle Scienze*, Urbino, 5-7 ottobre 1995, manoscritto.



La riflessione sulla possibilità di riconoscere con immediatezza tra cose naturali e cose artificiali apriva un famoso libro di Jacques Monod [8] che, nel domandarsi come distinguere a prima vista tra oggetti naturali e oggetti artificiali, osservava: «Tutti noi siamo convinti di saper distinguere immediatamente e senza ambiguità, tra vari oggetti, quelli naturali e quelli artificiali: una roccia, una montagna, un fiume o una nube sono oggetti naturali; un coltello, un fazzoletto, un'automobile sono oggetti artificiali, artefatti. Ma appena si analizzano tali giudizi ci si accorge che essi non sono né immediati né del tutto obiettivi» [9].

Se infatti si volessero definire delle categorie oggettive di riconoscibilità, per esempio da applicare per un programma al computer, ci si troverebbe in difficoltà. Si provi a pensare ai criteri della regolarità e della ripetizione, teoricamente adeguati per distinguere con immediatezza tra oggetti artificiali e naturali: gli oggetti che si trovano in natura – si potrebbe osservare – infatti difficilmente presentano strutture semplici dal punto di vista geometrico, mentre le simmetrie perfette, così come gli spigoli rettilinei e in generale le forme geometriche pure, possono invece essere caratteristici degli artefatti, anche se solo in forma approssimativa o rudimentale. L'applicazione di questo criterio ad un programma al computer si rivelerebbe tuttavia fallace: applicando il criterio della regolarità tra un sasso e un cristallo, il primo sarebbe riconosciuto come naturale e il secondo, in virtù di una regolarità strutturale macroscopica che riflette quella microscopica, come artificiale. L'esame di un favo per api, con le sue strutture semplici e ripetitive, a sua volta indurrebbe ad un identico errore: il favo verrebbe classificato come artificiale pur essendo in realtà il prodotto dell'attività di un essere naturale [10].

[DICOTOMIE O CONTIGUITÀ?]

Un primo nodo sul quale si richiama l'attenzione del lettore è quindi proprio quello della criticità di un pensiero costruito sulle dicotomie invece che sulla continuità tra natura e artificio. Qui si coglie lo spunto per osservare che questa criticità costituisce un elemento da aggiornare più che realmente nuovo, innestandosi su un pensiero storico dove non è affatto estranea l'idea di contiguità tra naturale e artificiale, tra vivente e non vivente, tra esseri e cose.

Storicamente, la contiguità tra fenomeni del mondo vivente e di quello non vivente trova una sua giustificazione nel riconoscimento che le categorie che descrivono il mondo ne restituiscono contemporaneamente l'intrinseca unitarietà. Almeno fino a tutto il Settecento non è leggibile una vera e propria linea di demarcazione fra esseri viventi e cose: il vivente, come ricorda François Jacob, «si prolunga negli oggetti inanimati senza soluzione di continuità. (...) L'abituale distinzione tra minerali, vegetali e animali serve, più che altro, a fissare alcune grandi categorie all'interno del corpo unitario del mondo» [11]. In questa visione non vi è ragione di riservare un posto specifico ai corpi viventi e di separarli dal meccanismo dell'universo: tutta la natura è in questo senso macchina, come la macchina è a sua volta natura [12]. I secoli che separano la visione settecentesca dalla prospettiva novecentesca testimoniano un allontanamento e un ritorno: un allontanamento, poiché l'unitarietà del mondo sembra in prima istanza frantumarsi nella modernità delle dicotomie tra vivente e non vivente, naturale e artificiale, organico e non organico; un ritorno perché la contemporaneità più vicina a noi, oltre la soglia del millennio, sembra cancellare nuovamente le linee di demarcazione nette, riappropriandosi di un quadro unitario in cui si ridelinea un principio di continuità tra natura e artificio, tra materia animata e inanimata, tra essere vivente e macchina.

Il concetto di intelligenza artificiale si innesta nell'unitarietà di questo quadro e si presenta come un punto di partenza per la disciplina il cui scopo sarebbe quello di ottenere dalle macchine ciò che richiederebbe intelligenza se fosse fatto dagli uomini [13]. Con il termine, abbreviato nell'acronimo Ai (Artificial Intelligence), si intende una branca della scienza informatica e ingegneristica rivolta ai meccanismi alla base delle facoltà cognitive degli esseri umani e alla loro riproduzione per mezzo di computer opportunamente programmati.

La Vita Artificiale (AI o Alife) ha anch'essa come obiettivo la generazione di comportamenti simili a quelli di organismi viventi naturali utilizzando simulazioni su calcolatore. Mentre, tuttavia, l'intelligenza artificiale si propone di riprodurre su calcolatore le capacità intelligenti degli esseri umani, la vita artificiale cerca di simulare tutti i fenomeni biologici (crescita, riproduzione, evoluzione, apprendimento) ad ogni livello, dalle molecole alle società di organismi. La simulazione su calcolatore della vita artificiale cerca quindi di riprodurre la vita e i suoi fenomeni biologici (la nuova biologia

[8] Il libro cui si fa riferimento è di J. Monod, *Il caso e la necessità. Saggio sulla filosofia naturale della biologia contemporanea*, Mondadori, Milano, 1976.

[9] J. Monod, *op. cit.*, p. 10.

[10] *Ibidem*.

[11] F. Jacob, *La logica del vivente*, Einaudi, Torino, 1971, p. 44.

[12] *Ibidem*.

[13] Il termine intelligenza artificiale fu introdotto nel 1956 dal matematico americano John McCarthy.



simulativa e computazionale) ma anche di realizzare fenomeni biologici inediti (la biologia del possibile) [14].

[L'UOMO COME MACCHINA E VICEVERSA]

Molto prima del concetto di macchina cibernetica, una forma primitiva di corpo-meccanico o macchina-con-un-corpo si era concretizzata nella prima tecnologia degli automi meccanici [15]. Il termine automa deriva dal greco αὐτόματος, *automatos*, che agisce di propria volontà. Un automa è una macchina capace di operare autonomamente e il termine è talvolta usato per indicare un robot, più precisamente un robot [16] autonomo; più spesso esso descrive una macchina semovente meccanica, specialmente quelle costruite per assomigliare ad esseri umani o ad animali. L'androide, a sua volta derivato dal greco ἀνδρ-, *andròs*, uomo, è più specificamente un automa con sembianze umane, un essere artificiale a forma d'uomo. L'idea delle macchine antropomorfe percorre l'intera storia della scienza e della tecnologia e spesso dà forma alla convinzione che «le macchine, per mostrare qualche tratto d'intelligenza, debbano possedere un corpo» [17].

Il moderno concetto di cyborg [18] amplifica l'idea di corpo artificiale, consentendo l'integrazione di parti biologiche e artificiali. Del cyborg esistono molte definizioni, in massima parte derivate dalla formulazione originale del 1960 di Clynes e Kline [19] come sistema uomo-macchina autoregolatore, forma di uomo potenziato in grado di sopravvivere in ambienti estremi. Cyborg, al pari di sistema bionico, si estende quindi a comprendere quelle forme di accoppiamento uomo-macchina che elidono le tradizionali distinzioni «tra umano e strumento, umano e macchina, vivo e morto, organico e inorganico, presente e distante, naturale e artificiale» [20] e inaugurano la sfera del post-umano, del trans-umano, l'era della *vital machine*, il mondo del dopo-umanesimo.

Testimonianza della fusione naturale/artificiale, l'immagine del cyborg esemplifica la fase avanzata dell'evoluzione bioculturale o biotecnologica: la fase delle creature ibride, dei corpi come incrocio di codici genetici e di codici informatici, insiemi di biologia e di tecnologia, vere e proprie chimere uomo-macchina, rivoluzione ibridativa sui cui esiti Giuseppe Longo ha elaborato il concetto di *simbionte* [21], sviluppo estremo dell'*homo technologicus* [22].

La microsfera del corpo umano è investita in modo pervasivo dal processo di progressiva tecnicizzazione che investe il vivente. Ancora entità naturale, ma in parte anche artefatto, il corpo umano è oggetto di un'artificializzazione progressiva, processo che si costruisce sullo straordinario sviluppo delle protesi, sugli sviluppi dell'ingegneria genetica, sui meccanismi che prospettano una riproduzione del vivente disgiunta dall'atto naturale e assimilata alla produzione di cose. Da qui la plausibilità degli sviluppi di quel processo di ricostruzione complessa dell'uomo che fa appunto del cyborg – come si anticipava più sopra – l'ipotesi di collaborazione più stretta tra l'organismo vivente e la macchina, in vista di possibili forme di adattamento ad ambienti diversi da quello naturale. Gilbert Hottois ha in questo senso osservato che «la nozione di cyborg spinge semplicemente fino in fondo le conseguenze della totale dipendenza dell'uomo nei confronti della tecnica nel momento in cui si allontana dal suo ambiente naturale – nel momento in cui lascia il “mondo” – suggerendo così una tecnicizzazione effettiva dell'uomo» [23].

Gli aspetti più rilevanti della progressiva artificializzazione del corpo non risiedono naturalmente nelle dimensioni fantastiche che questa prospettiva apre, ma nel lasciar intravedere tutta la portata della possibilità di indurre modificazioni del corpo umano che, seppur ottenute diversamente dalle vie biologiche naturali della speciazione e della mutazione, possono costituire gli equivalenti di salti evolutivi in risposta a specifiche esigenze di adattamento all'ambiente.

[14] Cfr. P. Borgna, “Tecnologie del post-umano: la fusione dell'organico e dell'artificiale”, in P. Ceri, P. Borgna, a cura di, *La tecnologia per il XXI secolo*, Einaudi, Torino, 1998, pp. 238-263.

[15] Sugli automi meccanici esiste una letteratura sterminata. Tra le indicazioni al lettore italiano ci si limita a V. Pratt, *Macchine pensanti*, Il Mulino, Bologna, 1990.

[16] Nel linguaggio comune, un robot è un'apparecchiatura artificiale che compie determinate azioni sia in base ad una supervisione diretta dell'uomo, sia autonomamente. Il termine robot deriva dal termine ceco *robota*, lavoro pesante o lavoro forzato. Indica una qualsiasi macchina, non necessariamente antropomorfa, in grado di svolgere più o meno indipendentemente un lavoro al posto dell'uomo. In base a questa definizione, il concetto di robot può comprendere quasi tutti gli apparati automatizzati. In alternativa, il termine robot viene usato per indicare un essere artificiale, un automa o androide, somigliante o replicante un animale (reale o immaginario) o un uomo.

[17] P. Borgna, op. cit., p. 258.

[18] Per un approfondimento si veda per esempio A. Caronia, *Il cyborg. Saggio sull'uomo artificiale*, Teoria, Roma-Napoli, 1985.

[19] Vedi N. S. Kline and M. Clynes, “Psychophysiological aspects of space flight”, in B. E. Flaherty, Ed., *Drugs, Space and Cybernetics: Evolution to Cyborgs*, Columbia University Press, New York, 1961, pp. 355-371 e M. Clyne and N. S. Kline, “Cyborgs and space”, in *Astronautics*, 74-75, American Rocket Society Inc., New York, N.Y., September 1960, pp. 26-27.

[20] P. Borgna, op. cit., pp. 238-239.

[21] Cfr. G. O. Longo, *Il simbionte. Prove di umanità futura*, Meltemi, Roma, 2003.

[22] Cfr. G. O. Longo, *Homo technologicus*, Meltemi, Roma, 2001.

[23] G. Hottois, *Le signe et la technique. La philosophie à l'épreuve de la technique*, Aubier Montaigne, Paris, 1984, p. 98.



La natura stessa della protesi, storicamente legata al concetto di prolungamento e potenziamento dell'organo biologico, di sostituzione dell'arto carente o mancante, di ripristino meccanico di funzionalità compromesse, è andata sviluppandosi lungo un percorso che per un verso la integra profondamente ai meccanismi della vita, per l'altro apre la strada del potenziamento delle facoltà umane. In un senso, nella sua funzione classica di restauro dell'infermità fisiologica, la protesi diventa infatti parte attiva e integrante del funzionamento del corpo umano, fino a sostituirne parti vitali. Dall'altro, nel ruolo di strumento di valorizzazione e potenziamento delle capacità della mente, degli organi e dei sensi, la protesi estende le sue possibilità, tanto da competere e anche superare le facoltà biologiche [24]. Da qui quelli che si annunciano come gli scenari del corpo protesico e dell'immaginario del post-umano. Riprendendo quanto accennato nel paragrafo dedicato ai corpi-macchina, l'immagine del cyborg – uomo-macchina in parte organico e in parte artificiale – si candida a riformulare il corpo come incrocio di codici d'informazione, da quello genetico a quello informatico [25]: la commistione tra corporeità naturale e corporeità artificiale si esalta nelle possibilità delle tecnologie biomediche, riscrivendo, come ha osservato Paola Borgna, il corpo (post-)umano [26].

È significativo ricordare come proprio il corpo, nella sua finitezza, diventi la frontiera sempre più estesa della penetrazione della tecnologia dentro il corpo (con le parole di Paola Borgna): invasività della strumentazione diagnostica, terapie geniche, innesti, tecnologie della riproduzione, applicazioni che rappresentano processi di testualizzazione [27], cioè di lettura e di riscrittura del corpo, che confluiscono nei protocolli della ricerca scientifica e tecnologica. Alla tecnologia dentro il corpo, si affianca un percorso parallelo, che conduce il corpo dentro la macchina: nell'immagine del corpo dentro la tecnologia viene fatta confluire non solo la ricerca intorno alle macchine antropomorfe ma anche gli studi sulla vita artificiale e gli sviluppi del pensiero androide, nel neo filone di studi dell'epistemologia androide [28], dove il robot di natura biologica si sostituisce al mito meccanico e elettronico della macchina.

[MODELLI DALLA NATURA: DALLA BIONICA ALLA BIOMIMESI]

Negli sviluppi molteplici delle eterogenee riflessioni qui sintetizzate, per l'autore è stato inevitabile incrociare il campo di studio della bionica, pur se mantenuto sullo sfondo di interessi di ricerca orientati su altri fronti. Rubricabile tra gli ambiti in cui la relazione tra naturale e artificiale è stringente, la bionica costituisce la disciplina che studia le analogie strutturali e funzionali tra organismi viventi e dispositivi artificiali, per progettare sistemi realizzati dall'uomo basati sulle proprietà (struttura, processi, funzioni, organizzazione, relazioni) dei sistemi biologici [29]. Originariamente proposta come la scienza di quei sistemi artificiali basati sui sistemi viventi o simili nelle caratteristiche [30], la metodologia della bionica considera il sistema biologico preso in esame come il prototipo da cui derivare un modello che viene successivamente interpretato nel progetto di un dispositivo artificiale. A partire dagli anni Sessanta, i primi studi della bionica sono stati avviati sulla considerazione che ogni organismo vivente costituisce il risultato di milioni di anni di evoluzione e che la selezione ha operato in quest'arco temporale l'eliminazione di quanto si presentava come inadatto a funzioni specifiche. Da questo l'ipotesi che la progettazione di sistemi artificiali destinati agli stessi ambienti degli organismi viventi possa trarre utili indicazioni proprio dal modo in cui la natura si è evoluta.

Tra i limiti intrinseci di questo approccio sta la considerazione che ogni sistema naturale possa essere perfetto, proprio in virtù dell'esperienza evolutiva; di fatto, la selezione naturale non produce necessariamente sistemi o organismi efficienti in assoluto, ma solo in relazione a condizioni contingenti, ciò che è dimostrato dalla coesistenza in natura di soluzioni molto diverse a problemi simili. La natura, in breve, non produce l'ottimo ma l'adatto.

[24] Cfr. J. Guillerme, "Tesi sulla protesi: il pretesto dei bisogni latenti", *Ottagono*, n. 96 (settembre 1990), p. 112. Nel considerare le implicazioni dell'imitazione del naturale, si ricorda al lettore anche il concetto di naturoide, proposto da Massimo Negrotti: entità che rifacendosi al naturale in un primo tempo, se ne distacca in seguito assumendo proprietà nuove rispetto all'originale. Questo varrebbe per la stessa intelligenza artificiale, che nei suoi risultati applicativi si allontana dalle prestazioni ottenibili dalla natura umana. A cura di M. Negrotti si vedano in particolare *Capire l'artificiale*, Bollati Boringhieri, Torino, 1990 e *Artificialia*, CLUEB, Bologna, 1995.

[25] P. Borgna, op. cit., p. 238.

[26] *Ibidem*.

[27] *Ibidem*.

[28] Filone di studi che comprende non solo robotica ma intelligenza artificiale, linguistica, filosofia, psicologia cognitiva. Vedi P. Borgna, op. cit., p. 260.

[29] Cfr. K. Yeang, "Bionics: the use of biological analogies for design", *Architectural Association Quarterly*, Vol. 6, 1974, p. 48. Per una raccolta di saggi sulla relazione tra natura, innovazione e progetto si veda per esempio il tutto numero monografico di *Temes de Disseny*. *Disseny Comunicació Cultura*, n. 10, Settembre de 1994, Barcelona, con contributi di Yves Coineau, Biruta Kresling, Gillo Dorfles e altri.

[30] Il termine bionica fu formalmente introdotto da J. E. Steele nel 1958, come risultato di un programma di ricerca del Centro Wright Patterson dell'aeronautica degli Stati Uniti. Cfr. J. C. Robinette, *Living Prototypes - The Key to New Technology: Bionics Symposium*, WADD-TR, Wright Air Development Division, Wright Patterson Air Force Base, Ohio, 13-15 September 1960. Per approfondimenti, tra i contributi più datati si vedano i classici H. Hertel, *Struktur-Form-Bewegung*, Biologie und Technik, Kransskopf-Verlag, Mainz, 1963 (English edition 1966: *Structure, Form and Movement*, Reinhold, New York); P. Steadman, *The Evolution of Designs*, Cambridge University Press, Cambridge, 1979; oppure Y. Coineau and B. Kresling, *Les inventions de la*



Il progetto di un sistema artificiale, realizzato a partire dall'analisi e dall'applicazione di un modello derivato da un sistema biologico, non fornisce direttamente la soluzione di un problema tecnologico: una volta individuato un principio biologico che appare utile, esso può suggerire uno schema orientativo, una sorta di impalcatura per la soluzione progettuale. Si presume poi che gli sviluppi successivi producano una soluzione autonoma rispetto al sistema biologico originario cui ci si è ispirati [31].

Pertanto la reale utilità della bionica viene ricondotta alla intrinseca capacità di fornire una fonte di idee e di schemi risolutivi, orientando la soluzione di problemi inerenti i sistemi artificiali analizzando il modo in cui la natura risolve problemi simili, di migliorare la prestazione dei sistemi artificiali studiando sistemi biologici dalle proprietà confrontabili, consentendo in alcuni casi anche nuove conoscenze sul sistema biologico che è stato usato come prototipo.

La biologia offre un apparato concettuale che si presenta straordinariamente ricco per l'individuazione di analogie ispiratrici: varietà e cambiamenti morfologici, modelli di accrescimento, comportamento di sistemi dinamici, trasmissione di informazioni, come anche i concetti di completezza, coerenza, correlazione, integrazione. Il costante riferimento operato dalla bionica al concetto di sistema biologico (preferito a sistema vivente o organico), trova una sua ragione nell'ampiezza di significato della disciplina della biologia, considerata come scienza degli esseri organizzati animali o vegetali, della loro morfologia, della loro distribuzione [32].

Alla base della scelta di un prototipo biologico per applicazioni artificiali si colloca quindi il riconoscimento di un'analogia che può interessare solo un componente fisico o un'intera struttura, la morfologia, una funzione o un processo, la distribuzione nel tempo e nello spazio di un sistema, le influenze reciproche tra ambiente e sistema: la realizzazione del progetto artificiale sulla base del modello biologico rappresenta la verifica di quell'analogia e l'accettabilità o meno del modello derivato. L'uso dell'analogia nella bionica svolge in questo senso un ruolo fortemente euristico: il modello si identifica infatti con un possibile metodo di risoluzione di un problema. La definizione del modello biologico di riferimento dà forma pertanto solo ad uno schema ridotto e astratto, a un insieme di relazioni sul quale impostare la soluzione artificiale, che è poi destinata a sviluppi completamente autonomi. D'altra parte l'interpretazione del prototipo biologico in un progetto artificiale difficilmente potrebbe dare origine ad una replica: i sistemi biologici, infatti, hanno un grado di complessità non completamente replicabile [33].

La biomimesi può essere considerata uno degli sviluppi più recenti sul filone di studi che originano dalla bionica. Con la biomimesi si estende ulteriormente lo studio consapevole dei processi biologici e biomeccanici in natura, come fonte di ispirazione per il miglioramento delle attività e tecnologie umane. La natura si propone nuovamente come modello e si consolida nei termini di misura e guida nella progettazione degli artefatti [34].

[BIBLIOGRAFIA]

Basalla G. (1988), *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press, Cambridge (tr. it. *L'evoluzione della tecnologia*, Rizzoli, Milano, 1991).

Borgna P. (1998), "Tecnologie del post-umano: la fusione dell'organico e dell'artificiale", in Ceri P. e Borgna P., a cura di (1998), *La tecnologia per il XXI secolo*, Einaudi, Torino, pp. 238-263.

Caronia A. (1985), *Il cyborg. Saggio sull'uomo artificiale*, Teoria, Roma-Napoli.

Ceri P. e Borgna P., a cura di (1998), *La tecnologia per il XXI secolo*, Einaudi, Torino.

Deforge Y. (1985), *Technologie et génétique de l'objet industriel*, Maloine, Paris.

Gould S. J. (1991), *Bully for Brontosaurus. Reflections in Natural History*, Norton & Company, New York and London (tr. it. *Bravo Brontosaurus*, Feltrinelli, Milano, 1992, 1993).

Hertel H. (1963), *Struktur-Form-Bewegung. Biologie und Technik*, Kransskopf-Verlag, Mainz (English translation *Structure, Form and Movement: Biology and Technology*, Van Nostrand-Reinhold, New York, 1966).

Hotois G. (1984), *Le signe et la technique. La philosophie à l'épreuve de la technique*, Aubier Moutaigne, Paris.

Jacob F. (1981), *Le jeu des possibles*, Fayard, Paris (tr. it. *Il gioco dei possibili*, Mondadori, Milano, 1983).

Longo G. O. (2001), *Homo technologicus*, Meltemi, Roma.

Longo G. O. (2003), *Il simbiote. Prove di umanità futura*, Meltemi, Roma.

Monod J. (1970), *Le hazard et la nécessité*, Editions du Seuil, Paris (tr. it. *Il caso e la necessità. Saggio sulla filosofia*

[31] Cfr. K. Yeang, *op. cit.*, p. 53.

[32] Ivi.

[33] Si veda sempre K. Yeang, *op. cit.*, p. 55.

[34] Si veda per esempio G. Salvia, V. Rognoli, M. Levi, *Il progetto della natura. Gli strumenti della biomimesi per il design*, FrancoAngeli, Milano, 2009.



- naturale della biologia contemporanea, Mondadori, Milano, 1976).
- Negrotti M., a cura di (1990), *Capire l'artificiale*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Negrotti M., a cura di (1995), *Artificialia*, CLUEB, Bologna.
- Negrotti M. (1995a), *Per una teoria dell'artificiale. Tra natura, cultura e tecnologia*, FrancoAngeli, Milano.
- Pearce P. (1978), *Structure in Nature is a Strategy for Design*, The MIT Press, Cambridge MA.
- Perelman C. (1977), "Analogia e metafora", *Enciclopedia*, Vol. I, Einaudi, Torino, pp. 523-534.
- Pizzocaro S. (1994), "Una metàfora darwiniana. Objectes, sistemas artificials i mutacions tecnològiques en una perspectiva evolutiva", *Temes de Disseny*, Barcelona, No. 10 (settembre 1994), pp. 53-92 .
- Pizzocaro S. (1995), "Prospettive genealogiche", *Pluriverso*, No. 1, Dicembre 1995, pp. 94-95.
- Pizzocaro S. (1998), "Steps to industrial ecology: reflections on theoretical aspects", *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, Vol. 5, No. 4, December 1998, pp. 229-237.
- Pizzocaro S. (1999), "Approcci evolutivi e cambiamento tecnologico", *Pluriverso*, Anno IV, No. 2, Giugno 1999, pp. 95-105.
- Pizzocaro S. (2004). "Pensare insieme corpi e macchine, tecnica e cultura, natura e artificio", in M. Bertoldini, a cura di (2004), *La cultura politecnica*, Bruno Mondadori, Milano, pp. 103-110.
- Pizzocaro S. (2005), "Darwinian Metaphors. Objects and Technical Systems in Evolutionary Perspectives", *Design System Evolution: 6th European Academy of Design Conference proceedings*, 29-31 March 2005, Bremen, Germany, pp. 1-16.
- Pizzocaro S. (2010), "Naturale/artificiale", in S. Pizzocaro, M. Figiani, a cura di (2010), *Argomenti di ergonomia. Un glossario (Vol. 2)*, FrancoAngeli, Milano, pp. 129-145.
- Preta L., a cura di (1992), *Immagini e metafore della scienza*, Laterza, Bari.
- Robinette, J. C. (1960), *Living Prototypes - The Key to New Technology: Bionics Symposium*, WADD-TR, Wright Air Development Division, Wright Patterson Air Force Base, Ohio, 13-15 September 1960.
- Salvia G., Rognoli V., Levi M. (2009), *Il progetto della natura. Gli strumenti della biomimesi per il design*, FrancoAngeli, Milano.
- Simon H. A. (1969, 1981), *The Sciences of The Artificial*, The MIT Press, Cambridge, MA, and London (tr. it. *Le scienze dell'artificiale*, Il Mulino, Bologna, 1988).
- Simondon G. (1958, 1969, 1989), *Du mode d'existence des objets techniques*, Aubier Montaigne, Paris.
- Somenzi V. (1995), *Naturale e artificiale, Relazione per la LXIII Riunione della Società Italiana per il Progresso delle Scienze*, Urbino, 5-7 ottobre 1995, manoscritto.
- Somenzi V., Cordeschi R., a cura di (1994), *La filosofia degli automi: origini dell'intelligenza artificiale*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Steadman P. (1979), *The Evolution of Designs*, Cambridge University Press, Cambridge (tr. it. *L'evoluzione del design. L'analogia biologica in architettura e nelle arti applicate*, Liguori, Napoli, 1988).
- Stengers, I., a cura di (1989), *Da una scienza all'altra*, Hopefulmonster, Firenze.
- Yeang K. (1974), "Bionics: the use of biological analogies for design", *Architectural Association Quarterly*, Vol. VI, No. 2, pp. 48-57.

Carla Langella

Architetto, ricercatore confermato nel settore Disegno Industriale presso il Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale (DADI) della Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli" dove insegna "Bio-innovation Design" e "Design per la Visualizzazione Scientifica" nel Corso di Laurea magistrale in Design per l'Innovazione e "Laboratorio di Industrial Design III" nel Corso di Laurea triennale in "Design e Comunicazione". Insegna, inoltre, "Laboratorio di design del prodotto e della comunicazione 1" nel Corso di Laurea magistrale in "Design del prodotto e della comunicazione visiva" dell'Università IUAV di Venezia. Nel 2001 ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura con una tesi sperimentale sul tema "Verso nuove qualità della materia: scenari evolutivi nel campo dei materiali per l'architettura e per il design", presso il Dipartimento di "Configurazione e Attuazione dell'Architettura" dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. Dal 2006 ha fondato, e da allora coordina, l'Hybrid Design Lab (www.hybriddesignlab.org), laboratorio progettuale dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", dedicato alle relazioni di collaborazione mutuale tra design e scienze con particolare attenzione alla sperimentazione della biomimetica nel design e all'integrazione dei designer nei processi di sviluppo di nuovi materiali bioispirati sostenibili. Coordina attività culturali, di ricerca e sperimentazione progettuale sui temi del design biomimetico, del design ambientalmente sostenibile e del design della materia, diffuse attraverso convegni, seminari, mostre, corsi e workshop internazionali di cui è responsabile scientifico. È stata responsabile scientifico per l'unità di ricerca di design del Dipartimento DICDEA della SUN (oggi Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli") del progetto FIRB - Futuro in Ricerca 2007 dal titolo "Proprietà fotoniche e micromeccaniche delle diatomee" e responsabile scientifico per l'intero progetto "C.H.E.E.S.E. Cultural Heritage Emotional Experience See-through Eyewear" finanziato dal programma PON, Bando START UP Linea 2 - Cultura ad Impatto Aumentato Ambito - Spazi della Cultura 2.0. Nel 2009 è stata premiata, insieme a Mario De Stefano e Antonia Auletta, con una Menzione d'Onore nell'ambito del premio "International Science & Engineering Visualization Challenge", promosso dalla rivista *Science* e dalla National Science Foundation (NSF), nella categoria illustrazioni con l'immagine *Back to the Future*, per l'anno 2009. È tra i fondatori del network nazionale *Design4Materials* costituito da docenti e ricercatori di università italiane che conducono ricerche nell'ambito del design della materia. Ha curato numerose esposizioni di progetti sia di ricerca sia di didattica, che hanno coinvolto anche designer professionisti, artisti, aziende e scienziati, in ambito nazionale e internazionale (Diatom De-Science, San Francisco, Shenzen).



Complicità bioniche

Carla Langella | carla.langella@unicampania.it



“I'm not trying to imitate nature, I'm trying to find the principles she's using.”

————— R. Buckminster Fuller —————

Ho avuto modo di conoscere Carmelo Di Bartolo a Napoli, molti anni fa, attraverso la nostra comune amica Francesca Nicolais. Conoscevo già molti dei suoi progetti che avevo approfondito come casi studio nella mia ricerca di dottorato sui temi del design biomimetico e della innovazione sostenibile dei materiali. Nel corso di quel primo incontro ho avuto la possibilità di apprezzare la sconfinata cultura di Di Bartolo, la sua profonda conoscenza del potenziale progettuale della natura e anche le sue doti umane, come l'entusiasmo e la capacità empatica. In seguito, ho avuto la fortuna di incontrarlo di frequente, soprattutto negli ultimi anni, e di confrontarmi con lui sulle questioni culturali, didattiche e metodologiche del design bionico.

Dal 2017 ho l'onore di collaborare con Di Bartolo alla scrittura di un libro sui suoi quarant'anni di attività, un'occasione preziosissima e formativa che mi ha consentito di approfondire la conoscenza di molti dei suoi progetti. Progetti da cui emerge la sua grande capacità di prefigurare scenari di ricerca e soluzioni progettuali, anticipando approcci che si sono diffusi molti anni dopo, come l'attenzione alla qualità multi-sensoriale degli oggetti o l'impiego del design nei processi di interazione utente-dispositivo e nel progetto di sistemi adattivi. Nell'ambito della bionica, Di Bartolo è uno dei pochi progettisti al mondo che ha saputo implementare gli insegnamenti della natura coniugando innovazione, funzionalità e rigore scientifico. Un maestro e un riferimento anche da un punto di vista metodologico e relazionale, come ho avuto la fortuna di constatare personalmente. Ogni occasione di dialogo con Carmelo si traduce in nuovi spunti di riflessione e ricerca. Il confronto con le sue visioni apre spesso interrogativi delineando, allo stesso tempo, i contorni del discorso culturale in modo più limpido e definito. Da grande maestro, Carmelo è sempre generoso con i giovani, con cui si relaziona in modo empatico e coinvolgente, regalando idee e ispirazioni sempre preziosissime, che si traducono in germogli di design intelligente.

[INTRODUZIONE]

In questo contributo saranno illustrati gli strumenti metodologici e i risultati dell'Hybrid Design Lab (HDL) [1], laboratorio interdisciplinare di ricerca, sperimentazione progettuale e didattica dell'Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli” [2] dedicato alle diverse forme di collaborazione mutuale tra design e scienze, con particolare attenzione alla biologia. Nel laboratorio il concetto di ibridazione assume una accezione duplice: di ibridazione disciplinare, poiché coinvolge diversi saperi, e di ibridazione tra natura e artificio (Langella, 2007).

Nell'era definita Antropocene (Crutzen, 2006) gli artefatti convergono verso entità ibride in cui il confine tra biologico e sintetico appare sempre più labile (Myers, 2012). Gli organi biotecnologici da impianto, i sistemi di intelligenza artificiale e gli organismi digitali sono solo alcuni esempi di questo paesaggio intermedio in espansione. L'Hybrid Design Lab è nato nel 2006 [3] con l'obiettivo di sperimentare la possibilità di integrare la ricerca scientifica avanzata dei settori delle bioscienze (l'insieme delle conoscenze scientifiche riguardanti gli esseri viventi) con il design di prodotti e servizi innovativi e sostenibili. Le attività condotte nell'HDL si fondano su un paradigma biomimetico [4] in cui logiche, principi, strutture e strategie osservati in natura vengono trasferiti al progetto di artefatti.

[1] www.hybriddesignlab.org

[2] Il laboratorio ha una sede istituzionale ad Aversa in provincia di Caserta nel Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale dell'Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli” e una sede per workshop ed esposizioni nell'Incubatore del Museo di Città della Scienza di Napoli, in Italia.

[3] L'Hybrid Design Lab è stato fondato nel 2006 ed è coordinato da Carla Langella.

[4] Nel testo si è scelto di utilizzare il termine biomimetica, inteso come sinonimo di bionica, biomimicry e design bioispirato.



Mediante questo approccio la dimensione della ricerca biologica si avvicina alla vita delle persone, rendendole partecipi delle visioni e delle conquiste scientifiche ottenute.

Nel capitolo verranno descritti gli approcci metodologici adottati, le esperienze di collaborazione tra designer e scienziati, e alcuni progetti elaborati, cercando di mettere in luce le innovazioni apportate alla cultura del progetto ma anche le difficoltà incontrate e le soluzioni sviluppate.



[L'ATTIVITÀ DELL'HYBRID DESIGN LAB]

Fin dalla sua fondazione l'Hybrid Design Lab è stato caratterizzato da una forte connotazione interdisciplinare che ha richiesto la presenza, accanto ai designer, di scienziati (tra cui biologi, fisici e chimici), coinvolti direttamente nei processi di ricerca progettuale. La partecipazione di diverse competenze – spesso distanti tra loro per approcci, obiettivi e tempistiche – ha sollecitato un impegno congiunto nella definizione e sperimentazione di nuovi strumenti metodologici di facilitazione del dialogo e dell'integrazione tra discipline. Le attività di ricerca del laboratorio sono finanziate con fondi pubblici e privati e divulgate mediante la realizzazione di convegni, seminari, mostre e workshop svolti in collaborazione con centri di ricerca scientifica, aziende e musei del territorio [5], selezionati sulla base di criteri di qualità e reputazione internazionale.

La scelta di privilegiare le relazioni con il contesto di ricerca e produzione locale, ossia integrando le culture produttive campane con le eccellenze della scienza (in ambiti come la biologia marina, i nuovi materiali o le neuroscienze), è mirata alla costituzione di un sistema di innovazione, centrato sul design, che svolga azioni di sostegno ai paesaggi produttivi e culturali del territorio. Particolare attenzione viene dedicata alle potenziali eccellenze produttive, promettenti ma fragili, caratterizzate da qualità emergenti come un know how insolito, una elevata reputazione internazionale o un profondo radicamento nella storia del territorio e nella cultura materiale locale, che richiedono azioni di valorizzazione e supporto per gli aspetti legati al design, alla comunicazione e alle strategie di *value proposition* (Osterwalder et al., 2014). Realtà produttive che, coadiuvate da azioni innovative fondate sulla cultura del progetto e sulle bioscienze, possono tradursi in vettori propulsivi per una ripesa economica del comparto manifatturiero campano.

Il potenziamento della componente di ricerca e di innovazione progettuale può aiutare a facilitare l'evoluzione delle piccole e medie imprese campane dalla posizione di subfornitura a una condizione di brand autonomi fondati sui valori dell'innovazione, dell'originalità e della sostenibilità sempre più apprezzati dal mercato e competitivi, soprattutto alla scala internazionale (Ranzo et al., 2016). Il design biomimetico, fondato sulla ricerca di soluzioni progettuali originali, adattive e rigenerative tratte dalla natura, può favorire processi di innovazione in settori tradizionalmente resistenti al cambiamento come il ceramico, la pelletteria, la lavorazione del vetro, oppure facilitare la riconversione *design driven* di aziende dotate di elevate capacità manifatturiere, come quelle specializzate in meccanica di precisione, che rischiano di estinguersi a causa delle mutazioni geo-economiche indotte dalla delocalizzazione di filiere trainanti come quelle aerospaziale e automobilistica (Conti, 2017).

[6] Festival della scienza di Bergamo.

[7] Esposizione, "Biomimetic Design and 3D printing" a cura di Carla Langella nell'ambito del SU 3D PRINTEX, incluso nell'International Technology Transfer Convention 2015, tenutasi presso il Shenzhen Convention and Exhibition Centre, Shenzhen, Cina dal 17 al 19 aprile.

[8] Esposizioni "Hybrid-ism and Multi-Ethnicity II", inaugurata il 23 febbraio 2016 e "Hybrid-ism and Multi-Ethnicity" inaugurata il 9 febbraio 2015 entrambe presso il Campus Center Galleries, California College of the Arts 1111 Eighth Street, San Francisco, CA 94107.

[9] Esposizione "Hybrid Design" a cura di Carla Langella, tenuta a Roma presso l'Università La Sapienza di Roma, nell'ambito della Maker Faire Rome, all'interno dello spazio espositivo della Regione Campania dal 16 al 18 ottobre 2015.

[10] Mostra "Design for material science" a cura di Carla Langella, sviluppata in collaborazione dall'Hybrid Design Lab del Dipartimento IDEAS della SUN e dall'ICTP del CNR nell'ambito della manifestazione Internazionale IPACK-IMA 2009-Processing, Packaging and Material Handling, Fieramilano, Fiera Milano, 24-28 marzo 2009. Nella mostra sono stati esposti progetti, video e prototipi relativi al packaging design con materiali rinnovabili sviluppati nell'ambito della ricerca.



L'intervento del design ispirato alla natura ha, quindi, la possibilità di incidere in maniera mirata sulla crescita di settori produttivi significativi per il rilancio economico di una porzione particolarmente preziosa, ma fragile, del *made in Italy* attraverso processi di bio-innovazione e rigenerazione fondati su principi biologici, guidati congiuntamente dalla scienza e dal design. I risultati delle ricerche condotte in questa direzione sono stati esposti in diverse mostre nazionali e internazionali allestite in contesti come Città della Scienza di Napoli, il Festival della Scienza di Bergamo [6], lo Shenzhen Convention and Exhibition Centre in Cina [7], il Campus Center Galleries del California College of the Arts a San Francisco [8], la Maker Faire di Roma [9], la Fiera Milano [10].

[MUTUALISMI]

Nel laboratorio HDL la collaborazione tra scienziati e designer segue una logica biunivoca (Antonelli, 2008) in cui le diverse competenze si intrecciano (Oxman, 2014), alimentandosi reciprocamente, fino

Vantaggi che possono essere ottenuti dalle bioscienze attraverso la collaborazione con il design	Vantaggi che possono essere ottenuti dal design attraverso la collaborazione con le bioscienze
Aumento delle possibilità di trasferimento tecnologico dei risultati scientifici	Acquisizione di ispirazioni per nuovi concept e prodotti originali bioispirati
Implementazione di nuovi punti di vista nell'interpretazione dei dati scientifici strumentali e sperimentali	Trasferimento di principi e logiche di circolarità e ottimizzazione tratte dalla natura nel design sostenibile
Ampliamento degli ambiti di applicazione dei risultati della ricerca	Possibilità di innestare elementi biologici viventi nei processi e nei prodotti di design (batteri, miceli, alghe)
Implementazione di nuove logiche interpretative relative alla correlazione tra forme, strutture e funzioni	Implementazione di qualità biologiche in prodotti e servizi
Aumento delle possibilità di valorizzazione dei risultati scientifici e trasferimento tecnologico attraverso la creazione di startup innovative	Traduzione di logiche generative e di crescita naturali in algoritmi da impiegare nel design parametrico
Ausilio alla modellazione di processi, logiche e strutture biologiche mediante tecnologie di rappresentazione digitale (nature model bidimensionali e tridimensionali, video dinamici)	Trasferimento di principi costruttivi e generativi in processi di produzione digitale additivi
Miglioramento della qualità visiva dei dispositivi comunicativi e delle pubblicazioni	Aumento della reputazione sui media legato al contenuto di conoscenze scientifiche nei prodotti
Facilitazione della comunicazione interna tra ricercatori	Possibilità di catturare l'interesse di aziende e potenziali committenti sensibili al contenuto scientifico dei prodotti
Miglioramento dell'impatto mediatico, dei risultati della ricerca biologica attraverso la diffusione di prodotti bioispirati nei canali mediatici tradizionali, nei social network e nelle esposizioni in musei e mostre	Opportunità di veicolare attraverso contenuti scientifici la comunicazione dei prodotti rivolta al mercato
Opportunità di sviluppare brevetti congiunti aderenti alle esigenze del mercato e della produzione	Opportunità di sviluppare brevetti e pubblicazioni interdisciplinari congiunti di elevato impatto scientifico
Opportunità di sensibilizzare la politica e l'opinione pubblica su problematiche ambientali e specie fragili attraverso la diffusione di progetti di design che mettono in luce tali tematiche	Accesso a nuovi mercati legati alla scienza come arredi e accessori per laboratori o strumentazioni

Tabella 1. Vantaggi e opportunità di sviluppo generati dalla mutua collaborazione tra design e bioscienze



Figura 1: Render del modello digitale 3D di una diatomea *Actinoptochus_senarius* elaborato da Antonia Auletta e Giacomo Cesaro



a ibridarsi per convergere in risultati comuni e guadagnare avanzamenti condivisi (Langella, 2019). Design e scienze, dunque, si avvicinano riducendo inerzie e diffidenze e imparano a conoscersi condividendo prospettive, intuizioni e punti di vista che generano cortocircuiti creativi (Botella et al., 2016) in grado di produrre nuove conoscenze biologiche e artefatti innovativi.

Dalla mutua collaborazione tra design e biologia emergono reciproche opportunità di sviluppo (tab. 1). Il designer trova, negli avanzamenti della scienza, ispirazioni e principi innovativi che gli consentono di proporre nuove visioni del futuro e di tradurle in prodotti innovativi che avvicinano la vita delle persone ai progressi della scienza. Il design biomimetico, in particolare, può trarre dalle scienze biologiche ispirazioni e supporto per elaborare concept di artefatti originali e adattivi, utili a rispondere alle esigenze complesse e mutevoli della vita contemporanea. L'indagine biologica integrata nel processo biomimetico aiuta i designer nella progettazione di prodotti innovativi bioispirati, con un atteggiamento rigoroso, approfondito e funzionale, spingendoli ad andare oltre i



Figura 2: stampa 3D del modello digitale 3D di una diatomea *Actinopterychus_senarius* elaborato da Antonia Auletta e Giacomo Cesaro

caratteri meramente formali ed estetici, per esprimere pienamente il potenziale di innovazione che i modelli naturali sono in grado di offrire.



Figura 3: *Blow lamp*, lampada parametrica ispirata alla struttura del *cactus* che si accende e spegne soffiando nelle intercapedini, design: Gabriele Pontillo, Teresa Iavarone, Martina Panico, Emilia Carbone, coordinamento: Carla Langella.



Figura 4: *Auxetic Chair*, seduta auxetica dinamica, design: Martina Panico, coordinamento design: Carla Langella, coordinamento materiali: Carlo Santulli.

Allo stesso tempo, i biologi, facendo riferimento alle capacità di *envisioning*, interpretazione funzionale e modellazione, possono valorizzare le loro indagini e i loro dati strumentali attraverso filtri interpretativi alternativi e inconsueti, che aiutano a comprendere il significato funzionale dei dettagli dei sistemi naturali e a mettere in analogia le strutture e i processi naturali con le loro funzioni biologiche. Il design può, inoltre, aiutare le bioscienze a riprogrammare le loro rotte in relazione alle esigenze e alle questioni etiche che emergono dalla società, come la sostenibilità ambientale e sociale, il benessere psico-fisico, la trasparenza (Langella, 2019).

[PROCESSI PROGETTUALI ADATTIVI]

Nell'HDL i ricercatori che operano negli ambiti del design e delle bioscienze avviano insieme il percorso progettuale stabilendo, fin dal principio, obiettivi (pubblicazioni, brevetti, nuovi prodotti, nuovi processi) e strategie comuni, programmando le attività di studio, di ricerca e di sperimentazione in modo che risultino complementari e sinergiche (Farrel, Hooker, 2014). Questi processi collaborativi non sono mai lineari, ma hanno un andamento che procede per diramazioni, ritorni e ciclicità.



Possono partire da un obiettivo nato nella sfera del design, cercare soluzioni nella biologia per poi migrare, seguendo nuove scoperte, contaminazioni e sollecitazioni concatenate, verso altre discipline come la fisica o l'ingegneria che, a loro volta, possono offrire ulteriori spunti progettuali nel design o in altri ambiti. Ad esempio, la ricerca di soluzioni di illuminazione interattiva può richiedere alla biologia un'indagine sull'universo della bioluminescenza che, a sua volta, può stimolare nuove ricerche di fisica ottica. Queste, approdando a nuove conoscenze congiunte, possono tradursi in innovazioni in altri settori come la sensoristica.

Percorsi di questo tipo implicano, inevitabilmente, difficoltà relazionali e procedurali dovute alla distanza culturale tra discipline progettuali e scientifiche. La complessità delle tematiche coinvolte richiede dinamiche di collaborazione aperte, bilanciate e multi-nodali che contrastano con la consuetudine dei designer di attribuirsi un ruolo di coordinamento nei processi di innovazione progettuale. Il design, piuttosto che coordinare, interpreta e facilita le relazioni tra i nodi costituiti dalle diverse competenze affinché possano coagulare intorno a obiettivi condivisi, collaborare in modo dialettico e pervenire a risultati biunivoci. Per assicurare un impegno condiviso e biunivoco, e favorire così l'integrazione tra design e biologia, è necessario utilizzare metodi di progetto specificamente studiati per l'ambito biomimetico, che aiutano a orientare e pianificare i percorsi di collaborazione mutuale fin dall'inizio.

Per queste ragioni nell'HDL è stato configurato un metodo progettuale ibrido volto ad agevolare la convergenza degli intenti, il dialogo e l'integrazione tra le diverse competenze coinvolte, per fare emergere linguaggi e finalità comuni, ma anche affinità ed empatie che facilitino la traduzione della ricerca scientifica in innovazione di prodotto e di processo. Il supporto di un metodo e di un approccio orientati all'interdisciplinarietà si rivela prezioso per coadiuvare i designer nella cooperazione con gli scienziati (Kokturk, Altun, 2018). Il metodo agisce da riferimento comune nel quale soggetti che provengono da contesti differenti, caratterizzati da linguaggi e approcci anche molto distanti tra loro, possano far confluire i loro contributi. Di conseguenza, il metodo non può essere statico, ma deve essere necessariamente elastico per potersi modificarsi dinamicamente, alimentato continuamente dall'esperienza. Allo stesso tempo deve essere scandito da fasi e strumenti rigorosi, solidi e invariati affinché tutti i ricercatori possano riconoscersi senza sentirsi disorientati.

Destabilizzazione e curiosità sono aspetti ricorrenti in questo tipo di collaborazioni che devono agire da spinta alla ricerca di soluzioni innovative e condivise, piuttosto che da freno alla creatività. Il metodo aiuta a far confluire questi aspetti in un processo fertile e coerente. Nel laboratorio HDL sono coinvolti designer, scienziati e aziende. Nell'ambito del design emerge il contributo di Gabriele Pontillo, dottorando di ricerca esperto di design parametrico e processi di fabbricazione digitale, di Nicola Esposito e di Matilde Merciai per il design engineering, e di Antonia Auletta per il design di exhibit museali. La biologia è rappresentata prevalentemente dalla biologa naturalista Valentina Perricone, dottoranda di ricerca specializzata in biomimetica, e dal gruppo di ricerca coordinato da Mario De Stefano dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli". La competenza sui materiali sostenibili è rappresentata dal gruppo di ricerca coordinato da Carlo Santulli dell'Università di Camerino e dai gruppi coordinati da Mario Malinconico, Maurizio Avella e Salvatore Iannace del CNR. Per la medicina ortopedica e l'ergonomia posturale il riferimento dell'HDL è Antonio Bove dell'Ospedale del Mare di Napoli. La fisica è rappresentata dal gruppo di ricerca di fotonica coordinato da Ivo Rendina del CNR. Nel campo delle neuroscienze, che svolgono un ruolo importante per gli aspetti neuropercettivi e neuropsicologici, i ricercatori collaborano con il gruppo di ricerca coordinato da Marina Melone, del Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Avanzate (DAMSS) dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli".

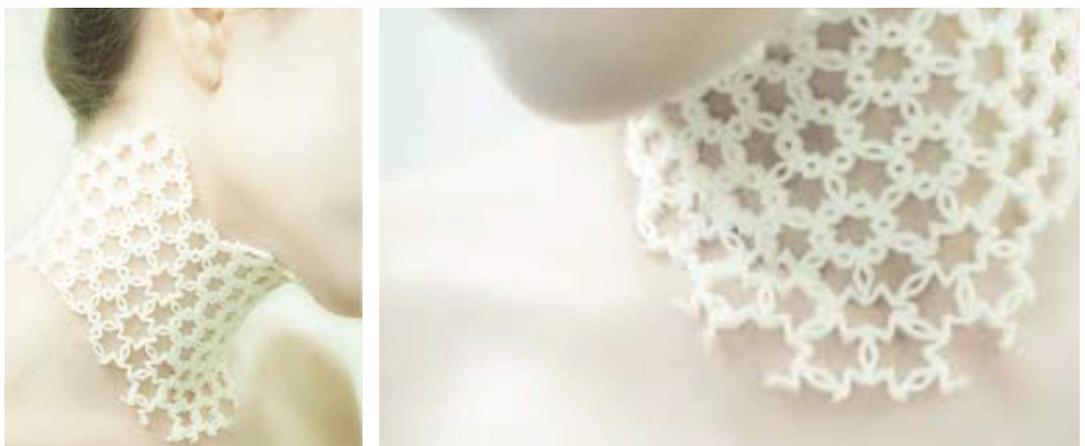


Figura 5: *Auxetic Neckbrace*, collare auxetico per la prevenzione della patologia definita tech neck, design: Martina Panico, coordinamento design: Carla Langella, coordinamento materiali: Carlo Santulli.

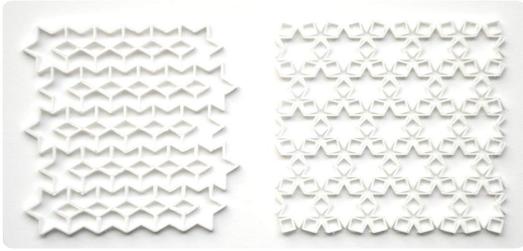


Figura 6: *Strutture auxetiche*, design: Martina Panico, coordinamento design: Carla Langella, coordinamento materiali: Carlo Santulli.

Accanto a tali competenze partecipano anche quelle di ingegneria delle strutture, di impiantistica, di energetica, di botanica, di matematica e di altre relative alle problematiche progettuali affrontate. Il sistema di ricerca HDL è stato configurato progressivamente sulla base di affinità scientifiche, etiche e culturali tra ricercatori ed esperti provenienti da diversi contesti intorno a interessi comuni quali: la salvaguardia dell'ecosistema; lo sviluppo ambientalmente e socialmente sostenibile; il riferimento alla natura sia come fonte di materie prime sia di ispirazione progettuale; la considerazione di aspetti sociali, capitale umano e territoriale nei processi di innovazione. Questi caratteri di affinità hanno favorito la sinergia e la contaminazione tra i gruppi di ricerca e il raggiungimento di risultati originali e condivisi.

Dal 2006 a oggi, il laboratorio ha maturato esperienze che hanno portato il gruppo di lavoro a elaborare un insieme di principi peculiari e approcci che, per diversi aspetti, si differenziano da altri metodi di design bioispirato. Generalmente i progetti biomimetici traggono spunto da un unico riferimento biologico che viene mutuato integralmente nella definizione dei caratteri estetici e funzionali negli artefatti sviluppati. Nell'HDL si è scelto, invece, di non limitarsi a un riferimento biologico univoco, ma di interrogare la natura ciclicamente durante lo sviluppo del progetto, in funzione delle problematiche progettuali evidenziate alle varie scale, dal concept ai dettagli, e di selezionare molteplici riferimenti correlandoli ai diversi aspetti e particolari affrontati. L'approccio e il metodo impiegati nell'HDL sono continuamente aggiornati in funzione dell'evoluzione della letteratura internazionale di settore e delle norme specificamente dedicate, come la ISO TC/266 dal titolo Biomimetics [11] che propone diverse definizioni per i termini biomimetics, biomimicry, bioinspired design e bionic. Nel laboratorio tali termini vengono considerati sinonimi e confluiscono nella seguente definizione: *il design biomimetico trasferisce conoscenze, principi, logiche e strutture dall'ambito scientifico della biologia a quello del progetto per generare artefatti innovativi, sostenibili, adattabili e più aderenti alle nuove esigenze del vivere contemporaneo.*

Il metodo applicato nell'HDL per i progetti biomimetici è flessibile e adattabile alle specificità delle applicazioni in funzione delle quali viene sottoposto a continue e progressive verifiche. Il processo progettuale può svilupparsi secondo due approcci che procedono in due direzioni opposte. Nel primo approccio, partendo da un problema specifico di design, vengono ricercate soluzioni progettuali nella biologia. In letteratura questa modalità è definita *problem-driven* (Fayemi, 2017), *problem-based* (Helms, Vattam, Goel, Yen, Weissburg, 2008; Gebeshuber, Drack, 2008; Badarnah, Kadri, 2015), *challenge to biology* (Baumeister, Tocke, Dwyer, Ritter, Benyus, 2014), *technology pull* (ISO TC, 2015) e *biomimetics by analogy* (Gebeshuber, Drack, 2008). Il secondo approccio, invece, muove dalla biologia che propone al design la ricerca di possibili applicazioni per principi, logiche e strutture osservate in specifici sistemi biologici, interpretati come fonti di soluzioni progettuali. In letteratura viene definito *solution-based* (Helms, Vattam, Goel, Yen, Weissburg, 2008; Gebeshuber, Drack, 2008; Badarnah, Kadri, 2015), *solution-driven* (Helms, Vattam, Goel, Yen, Weissburg, 2008), *biology push* (ISO TC, 2015), *biomimetics by induction* e *biology to design* (Baumeister, Tocke, Dwyer, Ritter, Benyus, 2014). Mentre il primo approccio è più frequente nell'attività professionale di designer, ingegneri e aziende, il secondo è più usato nella ricerca e nella didattica. Di seguito vengono illustrati alcuni degli strumenti metodologici impiegati nell'HDL.



[11] <https://www.iso.org/committee/652577.html>



[UNA METODOLOGIA IBRIDA PER IL DESIGN BIOMIMETICO]

Nell'HDL si prediligono progetti che abbiano uno stretto legame con il fabbisogno di innovazione delle aziende e dei territori. Nell'approccio problem-based i designer elaborano un brief in funzione di uno scenario esigenziale basato su bisogni, attitudini e desideri di utenti, produttori e stakeholder che risultano insoddisfatti dai prodotti disponibili sul mercato. Dopo aver delineato il quadro esigenziale, si effettua una ricerca a largo spettro utilizzando banche dati, piattaforme online o motori di ricerca, orientata a individuare prodotti che rispondono parzialmente alle esigenze proposte o a esigenze analoghe. A questo scopo vengono indagati anche ambiti produttivi diversi da quello affrontato e analizzati limiti e opportunità di ogni soluzione identificata, mettendo in evidenza i motivi per cui nessuna di esse soddisfa pienamente il sistema esigenziale individuato. Nella compilazione dello stato dell'arte è utile partire da una ricerca di immagini attraverso parole chiave per poi approfondire le informazioni su produttori, costi, ambiti di applicazione, materiali e tecnologie utilizzati. In questa fase è importante verificare lo stadio di sviluppo dei prodotti, dunque se sono concept, prototipi o prodotti in commercio. Per ogni prodotto viene compilata una scheda che include il nome del designer, dell'azienda, l'anno e il luogo di accesso al mercato, le strategie e modalità con cui il problema progettuale è stato affrontato, le tecnologie e i materiali impiegati, lo stato di sviluppo e, eventualmente, il costo e la collocazione sul mercato.

Arriva poi il momento di interrogare la natura: in questa fase non si può prescindere dalla consultazione dei biologi con cui, in funzione della linea progettuale che si intende perseguire, vengono selezionati quei riferimenti naturali che contengano nelle loro logiche, strutture e funzionamenti, le chiavi risolutive di problemi adattivi del mondo biologico, analoghi a quelli progettuali riscontrati. Questa fase è una delle più delicate del percorso di design biomimetico: se il designer non è in grado di comunicare ai biologi in modo chiaro il suo orientamento e le sue intuizioni progettuali per indicare la ricerca dei riferimenti naturali, rischia di rallentare il processo o di compromettere la qualità progettuale e l'originalità del risultato finale. I designer devono porre quesiti specifici cercando di decodificarli in chiave biologica e di partecipare personalmente alla ricerca. Per indirizzare le ricerche biologiche in una direzione fruttuosa e ottimizzare i tempi di sviluppo del progetto è necessario che i designer, dopo aver analizzato il problema progettuale con attenzione e averlo scomposto in ordine gerarchico in esigenze primarie e secondarie, definiscano i quesiti nello stesso ordine (quesiti primari e secondari).

Se il problema progettuale fosse, per esempio, la riduzione del rischio di ribaltamento di un'automobile in moto, il designer dovrebbe astrarre il problema, decodificarlo in un linguaggio biologico indirizzarlo progettualmente in funzione della sua visione, richiedendo indicazioni su organismi dotati di un involucro rigido che nella locomozione si mantengono ben saldi al suolo (quesito primario). Ma anche una richiesta di questo genere potrebbe non essere sufficiente, e risultare ancora troppo generica perché i biologi possano trovare delle soluzioni nell'infinito bagaglio di riferimenti della natura. Il designer deve spingersi oltre, e iniziare a prefigurare le possibili soluzioni secondo la sua sensibilità e la sua idea progettuale. Può immaginare, dunque, un abbassamento del baricentro verso il basso o l'uso di zavorre (quesiti secondari), inducendo i biologi a cercare modelli naturali con un funzionamento analogo, come ad esempio, le tartarughe.



Figura 7: *Adapting*, lampada ispirata ai virus della famiglia *Adenoviridae*, design: Andrea Gallozzi, Shuang Wuang.



I biologi, indotti dai designer a cercare in specifiche direzioni impiegano, così, molto meno tempo a identificare i riferimenti biologici più appropriati e a trasferire le informazioni scientifiche utili al progetto come articoli scientifici, grafici e dati. Dopo aver scelto i riferimenti biologici da trasferire è necessario che i designer approfondiscano la conoscenza scientifica relativa a tali riferimenti. Nell'HDL l'acquisizione di questi contenuti avviene mediante uno strumento innovativo, definito *intersection meeting*, un format che prevede l'incontro tra designer e biologi in centri di ricerca scientifici, per consentire ai designer di conoscere personalmente gli ambienti, i contesti, i protocolli e gli approcci della ricerca biologica. Questa modalità permette loro di avvicinarsi maggiormente alla complessità della ricerca scientifica e di conoscere da vicino anche quegli aspetti umani come gli entusiasmi, le empatie, le relazioni che arricchiscono le informazioni e i dati scientifici. Gli *intersection meeting* sono orientati a individuare obiettivi e linguaggi condivisi e a sviluppare i contenuti della ricerca in maniera esperienziale.

Nel corso di questi incontri i biologi propongono ai designer una selezione della letteratura scientifica di maggiore rilevanza sui sistemi biologici selezionati come riferimenti naturali, indicando gli aspetti a cui dare maggiore rilievo. È importante che in questa fase i biologi si impegnino nel facilitare la comprensione delle informazioni più importanti fondandosi sul linguaggio comune stabilito e sulla capacità di sintetizzare e decodificare le informazioni, in modo che risultino comprensibili anche ai non esperti. Può essere utile impiegare, ad esempio, il disegno o la rappresentazione visiva (immagini al microscopio, modelli digitali) come sistema di rappresentazione condiviso, o la simulazione fisica mediante stampa 3D o modelli analogici. Durante questi incontri i biologi possono provare a produrre in modo estemporaneo degli *sketch* o schemi per rappresentare i concetti che intendono veicolare. Tali *sketch* vengono reinterpretati subito dopo dai designer, che, avendo una maggiore propensione alla rappresentazione visiva di concetti astratti, propongono una propria versione grafica delle rappresentazioni. In questo modo i designer, oltre a ridisegnare e a schematizzare i modelli naturali, sono indotti a modellizzare i fenomeni e i processi della natura in modo più realistico e concreto possibile, per comprenderne i principi mediante esperienza diretta. La rappresentazione visiva, bidimensionale o tridimensionale, grafica o fisica, serve a verificare che i principi scientifici vengano trasferiti in modo comprensibile ma corretto, a generare nuovi input progettuali condivisi e come prefigurazioni delle caratteristiche funzionali del prodotto finale.



Figura 8: CYR, Care in Your Ring, Dispositivo indossabile per l'auto-massaggio del viso con finalità terapeutiche, rilassanti e linfodrenanti. Le strutture morfologiche sono ispirate a lamelle e rilievi funzionali di organismi biologici, design: Giuliana Di Taranto, coordinamento design: Carla Langella, Coordinamento digital design e fabbricazione digitale: Gabriele Pontillo, Coordinamento biologia: Valentina Perricone.

Nel corso delle attività congiunte i designer affiancano gli scienziati nelle operazioni di laboratorio (analisi strumentali per immagini, sperimentali o simulazioni) per comprendere a fondo le procedure impiegate, le fasi e i processi di indagine, i tipi di prove, tecniche, scale di osservazione ed esperimenti, le modalità di settaggio degli strumenti e le condizioni ambientali, al fine di poter fornire un contributo consapevole e utile anche su questi aspetti. La differenza di approccio e punti di vista che caratterizzano designer e ricercatori consente a entrambi di cogliere stimoli reciproci, di formulare ipotesi e concepire intuizioni a cui difficilmente sarebbero approdati lavorando singolarmente e secondo le metodiche consuete. In occasione di questi incontri possono essere definiti strumenti di facilitazione che rendono più semplice il dialogo e la convergenza verso interessi comuni.

Gli *intersection meeting* includono momenti in cui i designer affiancano i biologi nelle analisi strumentali per immagini (microscopia o scansione), sperimentali come le nanoindentazioni e altri test meccanici o simulazioni. La presenza dei designer durante l'elaborazione di queste indagini, che devono essere realizzate dai biologi, consente di integrare l'attitudine analitica dei biologi con la capacità dei designer di interpretare gli oggetti tridimensionali in relazione alle loro funzionalità. Tale capacità può essere utile ad apportare alle indagini biologiche punti di vista alternativi o più ampi in



base ai quali definire insieme le parti e i dettagli su cui approfondire le analisi, le modalità di acquisizione e le tecniche di rappresentazione dei risultati. Dopo aver analizzato i riferimenti naturali, è necessario che i biologi li interpretino dal loro punto di vista, guidando anche questa volta il processo, ma con la partecipazione dei designer. Questi ultimi coadiuvano l'interpretazione e iniziano a prefigurare il modo in cui si tradurranno i risultati nell'esito progettuale, chiedendo, eventualmente, ulteriori analisi (SEM che riprendano uno specifico dettaglio, misurazioni specifiche, scansioni interne), che possano aiutare a configurarlo con maggiore precisione. La ricerca biologica deve essere documentata mediante supporti *design based* (come video, audio interviste, fotografie e raccolta di materiali iconografici, filmati delle sperimentazioni, narrazioni degli ambienti, delle storie, delle relazioni e materiali di letteratura) che facilitano la transizione dei contenuti scientifici esposti dai ricercatori scienziati in forma meta-progettuale e l'interpretazione da parte dei designer.

Nel corso degli intersection meeting si avviano diverse e inconsuete forme di dialogo e di relazione tra designer e scienziati che, dopo avere individuato punti di contatto e di affinità iniziano a scambiarsi idee e informazioni. Per meglio esplicitare e osservare questi processi si possono usare strumenti innovativi come i *sociometric badge* che consentono di mappare le relazioni tra persone, tra persone e ambiente e i dati biometrici connessi con le emozioni e le percezioni relative alle interazioni in modo da ottenere mappe relazionali e emozionali delle visite in laboratorio. Questi dati sono acquisiti e decodificati con un approccio integrato e meta-progettuale per poi essere restituiti subito dopo i meeting e le attività congiunte, attraverso diverse tipologie di elaborazione/rappresentazione prodotte attraverso linguaggi e strumenti del design come *story telling* testuali, taccuini, protocolli, modelli 3D digital, video e mappe empatiche e relazionali.

La rappresentazione e la decodifica della scienza costituiscono un passaggio importante perché suggeriscono già le direzioni progettuali e devono, quindi, essere condotte con un approccio critico e consapevole del tipo di risultato che si intende raggiungere. A conclusione di questa fase i caratteri biologici da trasferire vengono illustrati con un altro strumento metodologico definito *nature model*: dispositivi comunicativi visivi che traducono in chiave meta-progettuale le informazioni scientifiche ricavate su principi, fenomeni, funzioni, processi, strutture da trasferire. La rappresentazione del *nature model* è una forma di astrazione perché mira a rendere comprensibile e replicabile un carattere biologico allo scopo di riproporlo nella dimensione artificiale. I *nature model* possono essere grafici bidimensionali (schemi, illustrazioni dettagliate o infografiche) oppure tridimensionali (modelli CAD o fisici, stampati in 3D o artigianali). Possono, inoltre, essere statici oppure restituire in forma di video o animazioni processi e dinamiche dei sistemi naturali analizzati.

In tutte le fasi del processo progettuale, quindi, è richiesto un impegno da parte di progettisti e ricercatori in termini di decodifica e restituzione di dati e informazioni dal piano scientifico a quello progettuale e viceversa. Questo obbliga non solo a stabilire un linguaggio comune e ibrido che possa consentire il dialogo, ma anche a raggiungere un livello profondo di conoscenza reciproca delle terminologie specifiche, delle finalità e delle metodiche.

[NATURE DETAILS]

Per favorire l'acquisizione di linguaggi e strumenti scientifici della biologia da parte dei designer nell'Hybrid Design Lab, con la collaborazione di Valentina Perricone, è stato elaborato un format di workshop chiamato *Nature Details* in cui un biologo e un designer illustrano a una platea di designer "oggetti" naturali, come conchiglie, fiori, foglie, carapaci, scheletri o ali di insetti, invitandoli a osservarne i dettagli a diverse scale: a occhio nudo, con lenti di ingrandimento (da 5X a 12X) e con un microscopio digitale portatile (da 40X a 400X). Le morfologie e le strutture degli organismi e dei sistemi naturali vengono illustrate, analizzate e confrontate dal designer e dal biologo, in forma di dialogo, attraverso i rispettivi filtri culturali. I dettagli vengono esaminati a fondo in relazione alle loro motivazioni funzionali biologiche ed evolutive e, sulla base di queste, analizzati in termini di trasferibilità al progetto.

Durante l'illustrazione di stratificazioni, porosità, connessioni, innesti e articolazioni, gli allievi possono intervenire nella discussione, apportando i loro personali punti di vista con domande, osservazioni o interpretazioni, allo scopo di comprendere i processi generativi e le motivazioni funzionali di tali dettagli da cui desumere possibili affinità con il mondo degli artefatti. Al termine del workshop, i partecipanti sono invitati a scegliere i reperti osservati che hanno stimolato maggiormente il loro interesse e a compilare una scheda in cui inserire: il nome del sistema biologico; la descrizione dei dettagli osservati; i commenti e i grafici relativi all'osservazione a occhio nudo; i commenti e i grafici relativi all'osservazione con la lente di ingrandimento; i commenti e i grafici relativi all'osservazione al microscopio; i caratteri biologici trasferibili al progetto di artefatti; una interpretazione grafica schematica dei *nature model*; un concept testuale e i relativi sketch di prefigurazione.



Figura 9: immagini di dettagli naturali realizzate con microscopio digitale.

Attraverso il format *Nature Details* è possibile sperimentare e confrontare le peculiarità di approccio di designer e biologi alla conoscenza e all'interpretazione dei sistemi biologici, favorendo il dialogo e la condivisione di idee e di intuizioni, fondamentali necessari per la costruzione di una solida collaborazione proattiva.



Figura 10 : workshop Nature Details

[DIATOM DE-SCIENCE]

Uno dei progetti di ricerca sviluppati nell'HDL più complessi e articolati è *Diatom De-Science*, risultato di un'esperienza di collaborazione biunivoca tra tre unità di ricerca di biologia, design e fisica. Lo studio, in cui sono confluite attività di ricerca scientifica, sperimentazione progettuale, innovazione tecnologica es espositiva, è stata avviata nel 2009 con il progetto *Proprietà fotoniche e micromeccaniche delle diatomee*, finanziato dal programma FIRB, bando Futuro in Ricerca promosso dal MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca Scientifica). L'obiettivo principale della ricerca era indagare la relazione tra caratteri ottici, strutturali e morfologici delle diatomee, microalghe monocellulari che producono ossigeno attraverso la fotosintesi [12]. La collaborazione tra i ricercatori coinvolti è proseguita anche dopo la chiusura del progetto finanziato, è ancora in corso e ha coinvolto anche giovani ricercatori come Valentina Perricone e Gabriele Pontillo.

[12] Il progetto è stato svolto da un'unità di ricerca di biologia coordinata da Mario De Stefano, responsabile scientifico dell'intero progetto, del Dipartimento di Scienze e Tecnologie ambientali biologiche e farmaceutiche (DISTABIF) dell'Università degli Studi delle Campania "Luigi Vanvitelli", da un'unità di ricerca di fisica ottica dell'Istituto di Microelettronica e Microsistemi (IMM) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) guidata da Edoardo De Tommasi, e da una unità di ricerca del laboratorio Hybrid Design Lab (oggi incluso nel Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale) dell'Università degli Studi delle Campania "Luigi Vanvitelli" con il coordinamento di Carla Langella.



Le diatomee sono microalghe monocellulari antichissime, note dal Cretaceo inferiore, di dimensioni comprese tra 10 e 200 μm , che ricoprono un importantissimo ruolo ecologico poiché, attraverso il processo fotosintetico, contribuiscono all'assorbimento dell'anidride carbonica e alla produzione di ossigeno. Costituiscono un importante esempio di biodiversità, poiché sono presenti in natura in oltre 200.000 specie diverse. Compaiono in tutti gli ambienti acquatici, sia dolci sia salati e partecipano in modo significativo alla catena alimentare. Sono costituite da gusci, chiamati frustuli, generati prelevando il silicio dalle acque, caratterizzati da ornamentazioni porose morfologicamente molto complesse che sembrano avere funzionalità ottiche, micromeccaniche e idrauliche (De Tommasi et al., 2017). L'evoluzione della microscopia e degli altri strumenti di indagine per immagini consentono oggi di visualizzare in modo sempre più definito i dettagli delle strutture forate, nervate e stratificate dei frustuli, consentendone di intuirne le motivazioni funzionali (Ferrara et al., 2016). Nel corso del progetto questi microorganismi, così piccoli ma così preziosi per l'ambiente, si sono rivelati dei modelli ideali per descrivere le potenzialità dell'approccio biomimetico. Stratificazioni, porosità gerarchiche, interlocking, autoorganizzazione e capacità di autoadattamento al variare delle condizioni sono il risultato di una lunghissima storia evolutiva alla quale il design può attingere mediante la collaborazione con i biologi per dedurre strategie e soluzioni progettuali innovative.

La ricerca *Proprietà fotoniche e micromeccaniche delle diatomee* ha costituito una occasione preziosa per sperimentare la metodologia biomimetica elaborata nell'HDL e per testarla in differenti campi di applicazione. Può essere definita biunivoca, multicentrica e ciclica poiché i designer, attraverso la loro capacità di modellazione e interpretazione, hanno assistito gli scienziati nell'approdare a nuove conoscenze, mentre gli scienziati hanno aiutato i designer a trarre ispirazione da queste conoscenze, per progettare prodotti innovativi e sostenibili in grado di tradurre la ricerca biologica in artefatti utili per la vita delle persone. Nella prima fase della ricerca, partendo dai dati dimensionali e geometrici ricavati dalle immagini ottenute in Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) dai biologi coordinati da Mario De Stefano, i designer hanno elaborato modelli digitali tridimensionali di alcune specie di diatomee impiegando software parametrici per restituire la complessità delle morfologie e dei particolari delle ornamentazioni. I modelli 3D sono stati poi utilizzati nelle simulazioni digitali fotoniche e meccaniche per comprendere le modalità con cui le morfologie dei frustuli e la disposizione delle porosità intervengono nei processi di focalizzazione e propagazione delle radiazioni luminose per effettuare la fotosintesi (De Tommasi et al., 2014), nel funzionamento meccanico-strutturale e in quello idrodinamico. I designer hanno affiancato fisici e biologi anche in queste attività di simulazione e interpretazione dei dati, impiegando le loro capacità di modellazione e la loro conoscenza degli oggetti da un punto di vista funzionale nel dedurre dalle analisi morfologiche strumentali le motivazioni funzionali delle forme stesse.

I modelli digitali sono stati utilizzati anche per realizzare modelli fisici, ottenuti mediante processi di stampa 3D additiva, con i quali è stato possibile osservare, a una scala visibile, dettagli e qualità morfologiche e strutturali di microrganismi invisibili a occhio nudo. Le stampe tridimensionali sono risultate particolarmente utili nelle attività didattiche per illustrare caratteri e dettagli delle diatomee agli allievi biologi, fisici, ingegneri e designer. Le conoscenze dedotte attraverso questo processo di collaborazione interdisciplinare sulle corrispondenze tra morfologie e funzioni biologiche sono state, infine, tradotte, con un approccio biomimetico, nell'elaborazione di concept, progetti e prototipi di design. Per favorire la collaborazione tra biologi, designer, fisici e ingegneri sono stati impiegati strumenti metodologici come la matrice del trasferimento ibrido, che ha messo in relazione i caratteri biologici delle diverse specie di diatomee (*interlocking, porous structure, colony organization, frustule morphology*) con le corrispondenti funzionalità (connection, modularity, light focusing, filtering, locomotion, structural optimization, reproduction) e con alcune esigenze progettuali di prodotti di design, per individuare analogie tra diatomee e artefatti sulle quali costruire concept innovativi. Nelle sperimentazioni progettuali, condotte in diversi campi di applicazione come l'arredo urbano, il food design, il light design e il furniture, sono state scelte le specie di diatomee più appropriate ad essere impiegate come nature model sulla base delle correlazioni emerse dalla matrice.

Uno dei primi progetti sviluppati nel corso della ricerca è stato Edo, una pensilina fotovoltaica ispirata ai processi con cui la diatomea *Licmophora flabellata* ricava energia dal sole per effettuare la fotosintesi. Questa diatomea pennata si aggrega in colonie dalla particolare forma a ventaglio per assicurare che tutti gli individui assorbano il massimo della luce solare possibile evitando di farsi ombra tra loro. L'analogia funzionale tra le diatomee e i pannelli solari ha condotto al progetto di una pensilina solare, costituita da elementi fotovoltaici disposti a ventaglio, che fornisce ombra di giorno, illuminazione di notte, energia per caricare dispositivi portatili e informazioni sui dati ambientali del sito in cui il sistema è installato per sensibilizzare le persone sul possibile contributo di ognuno alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.

L'immagine *Back to the future* che illustra Edo posto a confronto con una immagine al SEM del suo riferimento biomimetico, prodotta da De Stefano, è stata premiata con una menzione d'onore alla competizione *The best image of the year 2009*, nella categoria Illustration, promossa dalla rivista *Science* e dalla *National Science Foundation* (De Stefano et al., 2010). Al termine della ricerca FIRB,



dopo aver sviluppato i prototipi dei prodotti di design ispirati alle caratteristiche delle diatomee indagate dal progetto, si è scelto di estendere i risultati della ricerca relativi alle nuove conoscenze ricavate su questi preziosissimi organismi e sul loro potenziale biomimetico al di fuori del contesto accademico, per amplificarne il raggio di azione attraverso il coinvolgimento di altri artisti, designer, architetti, grafici, musicisti, scienziati e comunicatori italiani e stranieri. A tale scopo è stata organizzata una mostra esposta dall'11 al 29 luglio del 2014 a Città della Scienza, museo della scienza di Napoli, dal titolo *Diatom De-Science. Intersection between Design and Science*, a cura di Carla Langella, Francesco dell'Aglio e Giulia Scalerà. La selezione dei partecipanti all'esposizione è avvenuta mediante una call che includeva una presentazione in cui le nuove conoscenze scientifiche acquisite nel corso della ricerca erano state filtrate mediante un linguaggio metaprogettuale e una rappresentazione visiva adeguata ai contesti creativi a cui si rivolgevano, con lo scopo di illustrare le principali proprietà delle diatomee trasferibili al progetto.

All'esposizione hanno partecipato circa 50 designer, artisti e scienziati italiani e internazionali, seguiti nello sviluppo dei loro progetti dai curatori della mostra che si sono impegnati nel verificare la coerenza con le conoscenze scientifiche interpretate e di favorire gli incontri interdisciplinari intorno ai singoli concept. Gran parte dei prodotti esposti sono stati realizzati con il sostegno e la collaborazione di aziende partner, interessate al potenziale di innovazione della ricerca sulle diatomee per le loro produzioni. La selezione dei produttori ha privilegiato aziende caratterizzate da un know how di alta qualità, da una connotazione di made in Italy, e da impellenti esigenze di innovazione.

Diversi prodotti sono entrati nei cataloghi delle aziende e degli artigiani che hanno contribuito a svilupparli. I progetti esposti sono stati catalogati in funzione dei caratteri biologici e delle funzionalità delle diatomee da cui i progettisti hanno tratto ispirazione: riproduzione; organizzazione in colonie; bioluminescenza; porosità e filtraggio; ottimizzazione strutturale; morfologia e texture; interlocking e connessioni. La mostra è stata concepita come una esperienza ricca di sollecitazioni estetiche e sensoriali per mostrare ai visitatori di apprezzare, in maniera esperienziale, le molteplici qualità delle diatomee, comprendendone il valore ambientale e le potenzialità biomimetiche per lo sviluppo di nuovi prodotti e innovazioni tecnologiche.



Figura 11: Esposizione *Diatom De-Science*. Intersezioni tra Design e Scienza.

Nella categoria dei progetti ispirati alle modalità di riproduzione rientra il sistema *Level* costituito da stampi per ceramica in *slip casting* e vasi in ceramica progettato dal collettivo Gradosei (Chiara Pellicano, Edoardo Giammarioli, Fabrizio Mistretta Gisone, Daniele Barbiero, Renzo Carriero) in collaborazione con Francesco Dell'Aglio e l'azienda Lithho Ceramic Italy. Il concept del progetto trae ispirazione dalla riproduzione asessuata per fissione binaria delle diatomee, che impiegano generalmente questo tipo di riproduzione per ridurre l'impegno energetico rispetto alla riproduzione sessuata (Sabbe et al., 2004).

Questa forma di ottimizzazione è stata tradotta in un modello di stampaggio in grado di ridurre il numero di stampi da realizzare e, quindi, il costo totale. La spesa dedicata alla realizzazione degli stampi generalmente costituisce la voce di più consistente nella produzione ceramica e, di conseguenza, il fattore di maggiore resistenza all'innovazione di prodotto. L'ispirazione al processo riproduttivo delle diatomee ha indotto a concepire un sistema di diverse metà stampo (che evocano le valve), caratterizzate da texture differenti, ispirate a quelle delle diverse specie di diatomee, che possono essere associate tra loro creando molteplici combinazioni.

Con un numero limitato di stampi l'azienda ha, così, la possibilità, di proporre un repertorio molto ampio di vasi asimmetrici ottenuti da differenti accostamenti combinatori, risparmiando sui costi di realizzazione degli stampi. Un ulteriore elemento di innovazione e riduzione dei costi è stato apportato impiegando la stampa 3D nella realizzazione dello stampo, con il risultato di poter realizzare infinite varianti con dettagli anche molto complessi.



Figura 12: Sistema Level costituito da stampi per ceramica in slip casting e vasi in ceramica, progettato dal collettivo Gradosei (Chiara Pellicano, Edoardo Giammarioli, Fabrizio Giuseppe Mistretta Gisone, Daniele Barbiero, Renzo Carriero) in collaborazione con Francesco Dell'Aglio e l'azienda Lithho Ceramic Italy.

Il sistema di tavolini diatomic tables, progettato da Laru, è ispirato, invece, alla modalità con cui le diatomee si associano in colonie (Ussing et al., 2005). I piani, concepiti in diverse forme radiali e longitudinali, come le diatomee centriche e pennate, sono realizzati con lastre di plexiglass, sulle quali sono state stampate in digitale grafiche che ripropongono le ornamentazioni delle diatomee tratte da immagini al microscopio. Molti artisti e designer sono stati ispirati dalla fotoluminescenza osservata da biologi e fisici nelle diatomee con particolari microscopi in specifiche condizioni ambientali (De Tommasi et al., 2009). Ne sono un esempio i gioielli luminescenti come la gorgiera Joyas del mar, gorgiera progettata e realizzata dall'artista Silvia Beccaria, con gomma PVC fotoluminescente, tessuta a mano con nylon, che al buio emette una luce di colore verde. La porosità è stata osservata da diversi punti di vista: come qualità utile nel filtrare la luce, l'acqua o l'aria o come strategia di alleggerimento e di ottimizzazione strutturale. Tra i progetti ispirati alle porosità gerarchiche delle diatomee rientra lo sviluppo di nuovi materiali espansi, realizzati in un laboratorio di chimica dell'azienda Hypucem, spin off del CNR, dalla designer Enza Migliore nel corso del suo dottorato di ricerca [13].

Con uno dei nuovi materiali sviluppati, una schiuma ceramica a base di silicio, la designer ha realizzato la lampada Diaphanea attraverso una deposizione all'interno di diffusori sferici in vetro di strati differenziati di schiuma, con porosità organizzate gerarchicamente in modo da filtrare la luce proveniente da una fonte LED per ridurne l'effetto abbagliante e conferirvi qualità estetiche e percettive differenziate. Come avviene in natura, in questo progetto il designer progetta gli oggetti e le loro qualità in maniera integrata, dalla scala della materia fino a quella dell'interazione con la luce e con l'ambiente.

Un altro progetto focalizzato sullo studio del materiale è DIA_Paper Experiment, packaging per un singolo frutto, progettato da Mara Rossi con l'obiettivo di proporre una soluzione per salvaguardare l'integrità e la freschezza del frutto quando viene trasportato in borsa per essere consumato fuori casa. Il portafrutto è stato realizzato con una carta ottenuta in modo sperimentale dalla designer che include diatomite, residuo fossile delle diatomee, che attribuisce alla carta capacità di assorbire le sostanze deputate al processo di degrado della frutta, mantenendola integra anche per alcuni giorni (Al-Ghouti et al., 2009). La forma del packaging è stata ottenuta con una tecnica di piegatura origami che fornisce rigidità alla carta per proteggere meccanicamente il frutto durante il trasporto. Tra i progetti ispirati alla porosità è stato proposto anche Coscinodiscus Filter, un tappo universale, progettato da Angela Giambattista, da applicare alle comuni bottiglie per l'acqua in PET per favorirne il riuso con acqua potabile. Il tappo contiene diatomite, in grado di depurare l'acqua ed è ispirato alla capacità delle diatomee di filtrare selettivamente le acque in cui vivono.

[13] Tesi di dottorato di ricerca internazionale in Design e Innovazione, presso la Seconda Università degli Studi di Napoli, oggi Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", coordinato da Mario Buono. Tutor Carla Langella., co-tutor Sabrina Lucibello, tutor aziendale Salvatore Iannace, co-tutor aziendale Letizia Verdolotti.



Figura 13: *Coscinodiscus Filter*, tappo universale, progettato da Angela Giambattista

La caramella *GlòSSA*, progettata da Serena Fedele, è caratterizzata da una microstruttura porosa ispirata alle porosità gerarchiche delle diatomee, e contiene ingredienti nutraceutici che sostituiscono gli integratori alimentari (Bernal et al., 2011). *GlòSSA* può essere consumata in una duplice modalità: come caramella che durante la masticazione, grazie alla porosità controllata, rilascia i principi benefici gradualmente, oppure come tisana-pocket facilmente trasportabile, da poter sciogliere in acqua fredda o calda. La caramella è realizzata con un materiale composito costituito da una matrice di chitosano, xantano, fruttosio e malto e da un innesto di petali, pollini, semi e frammenti di radici naturali con particolari proprietà antiossidanti, immunostimolanti, antinfiammatorie e depurative.



Figura 14: *Diatom Helmet*, casco per bicicletta diatom helmet progettato da Paula Studio (Valerio Ciampicacigli e Simone Bartolucci), modellazione algoritmica 3D curata da Antonio Gagliardi del fablab Makeinbo di Bologna.

La porosità è stata interpretata anche come strategia di ottimizzazione strutturale. Il casco per bicicletta *Diatom Helmet* è stato progettato per la mostra da Paula Studio (Valerio Ciampicacigli e Simone Bartolucci) con l'obiettivo di aumentare le prestazioni di un casco sportivo imitando la struttura stratificata e alveolare della parete cellulare delle diatomee per ridurre il peso, migliorarne la traspirabilità e assorbire l'energia di un eventuale impatto. Il casco è formato da tre strati in materiali differenti stampati in 3D, uniti tra loro da una nervatura di bordo che integra strutturalmente gli strati, proprio come avviene nella cinta mediana delle diatomee. La modellazione algoritmica 3D è stata curata da Antonio Gagliardi del FabLab Makeinbo di Bologna. I bracciali *Scraps* progettati da B/verse (Giacomo Cesaro, Antonia Auletta) e realizzati in stampa 3D, propongono una visione di gioielli contemporanei di dimensioni considerevoli ma leggeri e confortevoli. Sono ispirati alla complessità morfologica delle colonie di diatomee e alla loro ottimizzazione strutturale.

I piatti *Palato* progettati da Giulia Scalera e Antonio Iodice, realizzati in porcellana con la collaborazione del laboratorio Anna Maglio, sono caratterizzati da texture incise, ispirate alle ornamentazioni delle diatomee, che accolgono le parti liquide dei cibi drenandole e, allo stesso tempo, disegnando geometrie mutevoli di sfondo ai cibi stessi. Anche le connessioni, che nelle diatomee congiungono le valve o gli individui per formare le colonie, costituiscono un prezioso bagaglio di ispirazioni biomimetiche. Gli occhiali *APEX* progettati da Antonio Iadarola, Nicola Di Costanzo e Theresa Williams, stampati in 3D, si adattano alle morfologie del viso mediante incastri mobili ispirati agli *interlocking* delle diatomee (Gebeshuber, Crawford, 2006). L'esposizione ha incluso anche un'area dedicata ai video e agli exhibit interattivi. Il video realizzato da Marialuisa Firpo, *DiaSoundText-Trame Visionore* connette i suoni e i colori alle ritmicità e alle armonie delle forme e degli



ornamenti delle diatomee. Analizzando le diverse tipologie di texture delle diatomee nelle loro strutture morfologiche, ne sono state selezionate cinque, differenti per segni, frequenze e ripetizioni. A ogni texture scelta sono stati associati un suono (una vocale), un ritmo e una frequenza.

I suoni prodotti dalla voce dell'autrice sono stati registrati singolarmente e poi mixati in un'unica traccia, una composizione armonica, e integrati a un'animazione di segni vettoriali che evocano le forme di partenza. L'installazione interattiva *Brainzoom*, realizzata da Francesco Sacerdoti ed Enrico Esposito per gli aspetti relativi alle tecnologie e all'interazione, con il contributo di Nicola Esposito e Matilde Merciai per il design, consente di visualizzare una diatomea a diverse scale dimensionali mediante un sistema di *brain interaction* fondato su un caschetto che include sensori in grado di leggere alcune onde cerebrali. Attraverso la concentrazione mentale, l'utente ha la possibilità di aumentare la scala fino a osservare i dettagli nanometrici della stessa diatomea. L'ingrandimento o la riduzione sono ottenuti con una transizione progressiva di immagini, fornite dalla ricercatrice del CNR Principia Dardano, elaborate con microscopi con diverse capacità di risoluzione. Anche il caschetto è stato progettato con particolare attenzione all'ergonomia imitando le modalità di aggancio delle diatomee per assicurare la corretta e rapida collocazione dei sensori e la disposizione funzionale di vuoti e delle nervature dei frustuli per alleggerirlo.

L'installazione interattiva dal titolo *Semotility*, progettata e realizzata da Antonio Grillo e Filippo Sessa del FabLab Napoli, consente di manipolare, spostare, ingrandire e ridurre, con un sistema di *gesture control* che impiega una tecnologia *leap motion*, i modelli 3D delle diatomee elaborati dai designer Antonia Auletta e Giacomo Cesaro a partire dai SEM prodotti dai biologi nel corso della ricerca FIRB per le simulazioni scientifiche. Persino la traccia sonora che ha accompagnato l'esposizione è il risultato di un processo di design ibrido, poiché è stata composta sulla base delle caratteristiche ottiche delle diatomee dal coordinatore dell'unità di ricerca di fisica ottica Edoardo De Tommasi. L'obiettivo di diffondere il più possibile i risultati del progetto ha condotto a esportare alcuni frammenti della mostra in diverse esposizioni internazionali.

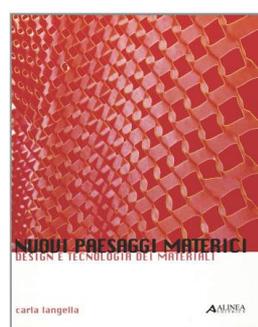


Figura 15: Brainzoom installazione interattiva, realizzata da Francesco Sacerdoti e Enrico Esposito per gli aspetti relativi alle tecnologie e all'interazione, con il contributo di Nicola Esposito e Matilde Merciai per il design.



Figura 16 : Semotility, installazione interattiva, progettata e realizzata da Antonio Grillo e Filippo Sessa del FabLab Napoli, consente di manipolare, spostare, ingrandire e ridurre, con un sistema di gesture control che impiega una tecnologia leap motion, i modelli 3D delle diatomee elaborati dai designer Antonia Auletta e Giacomo Cesaro a partire dai SEM prodotti dai biologi nel corso della ricerca FIRB per le simulazioni scientifiche.

Attualmente una selezione dei prodotti sviluppati è in mostra permanente nell'Incubatore di Città della Scienza. L'esperienza descritta dimostra come un progetto di ricerca interdisciplinare finanziato dal Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca possa coinvolgere non solo la ristretta comunità scientifica raggiunta dalle pubblicazioni di settore ma anche un pubblico molto più ampio e variegato amplificando l'impatto della ricerca sulla società e rendendola patrimonio diffuso di conoscenza.





[NUOVI PROFILI PROFESSIONALI IBRIDI]

Alla luce di questi scenari evolutivi e della complessità delle problematiche progettuali affrontate dalla biomimetica, il designer deve essere in grado di gestire l'estensione del suo ambito di intervento con competenze tecnico-scientifiche più ampie, con maggiore elasticità, conoscenza del metodo scientifico, spirito di sperimentazione e capacità di prefigurazione (Yen et al., 2014). Le scuole e le università devono adeguarsi alle nuove esigenze formative e mirare a costruire nuovi profili professionali ibridi dotati di strumenti e competenze adeguati a gestire processi di intersezione disciplinare, a intuire futuri possibili indotti dalla scienza e a tradurli in innovazioni possibili.

A questo scopo, nell'ambito del Corso di Laurea in Design per l'Innovazione erogato dal Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale dell'Università della Campania "Luigi Vanvitelli", è nato uno specifico insegnamento dal titolo "Bioinnovation Design" volto a fornire agli allievi competenze e approcci metodologici che consentano loro di integrare conoscenze di design con conoscenze scientifiche legate alla biologia, e di giungere all'elaborazione di progetti di artefatti biomimetici, dalla fase di scenario fino a quella di prototipazione. Il corso è nato con l'obiettivo di offrire agli studenti gli strumenti critici e metodologici per delineare strategie e forme di innovazione di prodotto ispirate alle scienze bio, facendo riferimento alla intelligenza dei sistemi biologici per definire nuove generazioni di artefatti più evoluti in termini di sostenibilità (Vezzoli et al., 2017), ottimizzazione, adattabilità e flessibilità al variare delle esigenze, delle tecnologie e degli stili di vita contemporanei.

Durante il corso gli allievi imparano a consultare la natura con un approccio scientifico, superando il confine dell'imitazione formale e attingendo alla letteratura specializzata di settore più attendibile e aggiornata, e ad interrogare le banche dati e i motori di ricerca specifici cercando di appropriarsi di terminologie e metodi degli scienziati. La didattica è il veicolo più efficace per favorire l'evoluzione della biomimetica e per garantire la traduzione di una tendenza progettuale in nuove modalità produttive utili nel migliorare la qualità della vita delle persone. Saranno i futuri designer formati in questi anni a veicolare la transizione e a ridurre il divario che ancora oggi sussiste tra progetto dell'uomo e progetto della natura (Santulli, 2012).

[RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI]

- AL-GHOUTI, Mohammad A., et al. Adsorption behaviour of methylene blue onto Jordanian diatomite: a kinetic study. *Journal of hazardous materials*, 2009, 165.1-3: 589-598.
- ANTONELLI, Paola; ALDERSEY-WILLIAMS, Hugh; SARGENT, Ted. *Design and the elastic mind*. The Museum of Modern Art, 2008.
- BADARNAH, Lidia; KADRI, Usama. A methodology for the generation of biomimetic design concepts. *Architectural Science Review*, 2015, 58.2: 120-133.
- BAUMEISTER, Dayna, et al. *Biomimicry resource handbook: a seed bank of best practices*. Missoula, Montana: Biomimicry 3.8, 2014.
- BERNAL, José, et al. Advanced analysis of nutraceuticals. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 2011, 55.4: 758-774.
- BOTELLA, Marion; LUBART, Todd. Creative processes: Art, design and science. In: *Multidisciplinary contributions to the science of creative thinking*. Springer, Singapore, 2016. p. 53-65.
- CONTI, Sergio. The Dynamic of the Industrial System in a Backward Region. Crisis and Industrial Innovation in the Italian Mezzogiorno. In: *Industrialization in Developing and Peripheral Regions*. Routledge, 2017. p. 149-174.
- CRUTZEN, Paul J. The "Anthropocene" (pp. 13 -18). *Earth system science in the anthropocene*. Springer Berlin Germany, 2006.
- DE STEFANO, Mario; LANGELLA, Carla; AULETTA, Antonia. Back to the future, in *Illustration*. Science, 2010, 327.5968: 946-948.
- DE TOMMASI, Edoardo, et al. Biologically enabled sub-diffractive focusing. *Optics express*, 2014, 22.22: 27214-27227.
- DE TOMMASI, E., et al. Intrinsic photoluminescence of diatom shells in sensing applications. In: *Optical Sensors 2009*. International Society for Optics and Photonics, 2009. p. 735615.
- DE TOMMASI, Edoardo; GIELIS, Johan; ROGATO, Alessandra. Diatom frustule morphogenesis and function: a multidisciplinary survey. *Marine genomics*, 2017, 35: 1-18.
- FARRELL, Robert; HOOKER, Cliff. Values and norms between design and science. *Design Issues*, 2014, 30.3: 29-38.
- FAYEMI, Pierre-Emmanuel, et al. Biomimetics: process, tools and practice. *Bioinspiration & biomimetics*, 2017, 12.1: 011002.



- FERRARA, Maria, et al. Diatom valve three-dimensional representation: a new imaging method based on combined microscopies. *International journal of molecular sciences*, 2016, 17.10: 1645.
- GEBESHUBER, Ilse C.; DRACK, Manfred. An attempt to reveal synergies between biology and mechanical engineering. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 2008, 222.7: 1281-1287.
- GEBESHUBER, Ilse-Christine; CRAWFORD, R. M. Micromechanics in biogenic hydrated silica: hinges and interlocking devices in diatoms. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 2006, 220.8: 787-796.
- HELMS, Michael E., et al. *Problem-driven and solution-based design: twin processes of biologically inspired design*. 2008.
- ISO/TC 266 (2015) *Biomimetics-Terminology, Concept and Methodology*.
- ITO, Joichi. *Design and science*. *Journal of Design and Science*, 2016.
- KOKTURK, Gulden; ALTUN, Tutku Didem (ed.). *Interdisciplinary Expansions in Engineering and Design With the Power of Biomimicry*. BoD-Books on Demand, 2018.
- LANGELLA, Carla. a dissoluzione del confine tra biologico e sintetico"/"The blurry edge between biological and synthetic. *DIGIMAG*, 2017, 12-18.
- LANGELLA, Carla. Collaborative intersections. *Confluenze creative*, in LANGELLA, C.; RANZO, P. *Design Intersections*. Roma, FrancoAngeli, 2007.2012.
- LANGELLA, Carla. *Design e scienza*. ListLab, 2019.
- LANGELLA, Carla. *Hybrid design. Progettare tra tecnologia e natura*. Franco Angeli, 2007.
- MYERS, William. *Bio design*. Museum of Modern Art, 2012.
- OSTERWALDER, Alexander, et al. *Value proposition design: How to create products and services customers want*. John Wiley & Sons, 2014.
- OXMAN, Neri. Age of entanglement. *Journal of Design and Science*, 2016.
- RANZO, Patrizia, et al. Italian fashion network between companies, university, research and educational system. In: CIMODE, 3° International Fashion and Design Congress. Escola de Engenharia Universidade do Minho Guimarães 2016, 2016. p. 2889-2896.
- SABBE, Koen, et al. Apomixis in *Achnanthes* (Bacillariophyceae); development of a model system for diatom reproductive biology. *European Journal of Phycology*, 2004, 39.3: 327-341.
- SANTULLI, Carlo. *Biomimetica: la lezione della Natura*. CIESSE Edizioni, Padova, 2012, 112.
- USSING, Anne P., et al. The Colonial Diatom *Bacillaria Paradoxa*": Chaotic Gliding Motility, Lindenmeyer Model of Colonial Morphogenesis, and Bibliography, with Translation of OF Müller (1783), "About a Peculiar Being in the Beach-water". Gantner, 2005.
- VEZZOLI, Carlo, et al. *Product-service system design for sustainability*. Routledge, 2017.
- YEN, Jeannette, et al. *Adaptive evolution of teaching practices in biologically inspired design*.

Franco Lodato

Franco Lodato is an accomplished and global recognized creative leader, he has expansive success in integrating nature inspired design, human-centered innovation and technical insight into design-driven solutions that results in meaningful and dynamic products that improve the lives of users.

His comprehensive industry expertise includes corporate, startups, and design consulting agencies across industries including: personal and health care, lifestyle and luxury, education, consumer electronics, and wearable and mobile technologies.

Lodato has extensive experience in full concept to market product design in diverse contexts—from home environments (Herman Miller and Gillette) to consumer-high tech (Motorola- Google) to high-end consulting (Pininfarina, Continuum). He was recognized as “Master Innovator” at Motorola-Google and holds 71 U.S., and International invention patents, including the first wireless ECG, a multi-blade conformable razor (precursor to Gillette’s Mach3), and the Motorola i833.

His academic assignments include: Associate Professor at the University of Montreal School of Design, Designer in Residence at the University of South Florida, Visiting Lecturer at the MIT Media Laboratory, and Vice President of the Industrial Designers Society of America (IDSA), Florida Chapter. He is executive member of the U.S. National Academy of Inventors.

As of 2019 he is SVP Design & Innovation for Kids2, one of the fastest growing baby product companies in the world and was appointed as research associate at the Florida Institute of Human Machine Cognition Lodato is also a published author and a Tedx Talk speaker “What Woodpeckers, Sharks and Snakes Teach Us About Design”



Bionics in Action

Franco Lodato | franco.lodato@gmail.com



“The waves of the sea, the little ripples on the shore, the sweeping curve of the sandy bay between the headlands, the outline of the hills, the shape of the clouds, all these are so many riddles of form, so many problems of morphology, and all of them the physicist can more or less easily read and adequately solve. Nor is it otherwise with the material forms of living things. Cell and tissue, shell and bone, leaf and flower, are so many portions of matter, and it is in obedience to the laws of physics that their particles have been moved, moulded and conformed.”

D'Arcy Wentworth Thompson,
On Growth and Form, 1917

[DESIGN]

Design has been with us as long as man has been creating his own tools. Design is about tools; tools for work or tools for pleasure, and, at best, tools for both. And design is about purpose and creation. In effect, design means translating a purpose into a tool. This confers a double meaning on the word design: It stands for the result – the tool – as well as for the process that created it. Man's first designs – the knife, the axe, the bow and arrow – and later, the ship that took him along the river or across the sea – have a sense of inevitability about them. In their simple form, they were tools making the best use of the materials available, and tools in a natural way matching the body and mind of the user.

Yet, these tools did find their form thanks to the act of a single designer. They were created over many generations via a series of minor adjustments in a long trial-and-error process that ultimately gave a design classic like the Viking ship its archetypal form. It was this vessel that took the first Europeans to North America more than a thousand years ago, now cooperating with, now struggling against, the forces of nature – the kind of demanding environment that inevitably leads to the best designs. Or as Jørn Utzon, the architect, puts it: 'Everything on a good ship has the right form and is made from the right material'.

Industrialization and the emergence of a multitude of new processes, new materials and new purposes changed the nature of design. From being a long and largely unconscious process, industrial design became a here-and-now activity, featuring the new ways of making things and new purposes. Design – industrial design – became a conscious process. Yet, the basic meaning of the word remains: Good design is the craft and the art of translating a purpose into the best possible tool.

[DESIGN DIMENSIONS]

Creating the best possible tool is a multidimensional task. By its very nature, design is not about maximising any one of these properties but of achieving the best possible, or optimum, mix of them all. Good industrial design is always achieved as a balance between six different design dimensions:

- Purpose
- Construction
- Manufacturing
- Function
- Relationship to the user
- Relationship to the environment

Each of these design dimensions may, in its turn, be subdivided in order to create a subtler description of what design is all about. Yet, the basic structure remains the same.

PURPOSE is where it all starts. A good design only reaches its full potential when it is a solution to a problem worth solving. It loses its real meaning if the purpose it fulfils is not really worth pursuing.

CONSTRUCTION is about the right form and the right materials, and about how the different



components of a product work together, both under normal and critical conditions.

MANUFACTURING concerns the way a product is made. It is based upon the technology available, and changes with the technology in a never-ending game, where new technology and new materials inevitably foster new designs.

FUNCTION is about how well the tool works. Its efficiency, its safety and reliability. In short, how well it fulfils its practical purpose.

The relationship to the **USER** is a short designation for the harmonious interplay with the body, the mind and the spirit of the user – and, at its best – the factor that links work, play and meaning. In some lucky instances, it all boils down to a single principle: Observe life, and then the design will take care of itself. Finally, the relationship to the **ENVIRONMENT** marks the link to the people, other products and processes the new product will have to relate to, and to the nature and quality of this relationship. Sometimes, this interplay, and not the product, is the real design. In their turn, the concept of purpose and all the other design dimensions are linked by two common denominators: Economy and ecology.



[DESIGN IS A LANGUAGE]

Design is a language. It is a statement of our purpose and goals and of the values we hold, which is understood across the boundaries of the different languages of the world, and sometimes across the barriers of culture. Design is not only a visual language. Design caters for all of the senses: Vision, sound, smell, touch, taste. And when working at its best, all of these design dimensions help define the product and distinguish its nature and create a coherent product personality. The door slam of a new motorcar is part of its personality – and a detail revealing the quality of its engineering and manufacturing.

The smell of the cabin could be that of cheap plastics or of well-tanned leather. The texture and touch of the steering wheel could be just right for the hands and the action, with all handles and switches within easy reach. And the look of the car, of course, give an image of the guiding principles, if any, behind it. A design statement can be as revealing as any spoken statement.



Pininfarina have designed Ferrari cars for five decades – effectively inventing the archetypal form where the shape of the car mirrors the passion for action and speed. In some cases, the product is mainly a vehicle for advertising or a fashion statement: Look at me, I am 'in', this is what I would like to be. Design may have many purposes, one of which is to steal the show. At other times, the message is the low-key statement that this is just an excellent tool. A tool the user feels confident with to such a degree that he may forget about the tool and just concentrate on the job at hand.



[SIMPLICITY, COMPLEXITY AND THE TIMELESS WAY]

Any design inevitably carries an imprint of the age and the culture and civilisation in which it was created. Yet, there may also be a timeless way, a guiding principle that connects all good designs, irrespective of the time of their creation. That guiding principle is simplicity. Good design was always about achieving more by means of less – without cutting corners or compromising function. Sometimes, the best-designed component is the one which is not there because intelligent design has made it superfluous. The art is to achieve the simplest possible solution to the problem without violating the inherent complexity of the task.

That is: The demands stemming from the sum of interests relating to purpose, engineering, manufacturing, function, interplay, environment and economy. This makes 'design the timeless way' a delicate balancing act between complexity and simplicity. The art is to bridge the gap between the complexity of the task and the simplicity and elegance of the solution. And that, in turn, according to Kenji Ekuo, the Japanese designer, 'is a game that can be played again and again, with new purposes and new technology without the good designer ever getting tired of it'.

[DESIGN FOR COMPETITIVE ADVANTAGE]

Industrial design, finally, is about competitive advantage. Any industrial product is sold in competition with other products. The basic rule is the survival of the fittest. The winner, ultimately, is the product and service that – in the eyes of the user or buyer – provide most value for the money.

This process takes place in an atmosphere of never-ending gambling, the core principle of which is creating and communicating value. Including branding, in today's lingo. Both technology and design – and the combination of the two in innovation – play crucial roles here. Technology is an essential incentive of development, yet it rarely does it alone. We have much more new technology at our disposal than can be put to good use, and in addition we suffer from an urge to do things, whether they are useful or not, just because they have become possible.

In a sense, new technology is a solution looking for a suitable problem. This is a matter of intelligent innovation, not just in the products and services of a company, but also in the processes and life of the entire enterprise. Designing the enterprise is ultimately what industrial design is about.

[NATURE'S WAYS]

Why do living organisms and physical phenomena in nature take the form they do? That is the subject of one of the most famous, and most poetic, books ever written about the natural sciences, D'Arcy Wentworth Thompson's 'On Growth and Form', first published in 1917.

D'Arcy Wentworth Thompson (1860-1948) was Professor of Zoology at the Scottish University of St Andrews. According to legend, he was offered a choice of professorships in three disciplines as different as classics/philosophy, mathematics, and zoology. He excelled in all three, both as a scientist and a writer. 'On Growth and Form' hardly uses the word design anywhere. Yet, it is not only about the natural sciences, it is also about design. To the design students at the legendary Hochschule für Gestaltung in Ulm, Germany, the book was mandatory reading.

In the title of his book, Wentworth Thompson brings together the two fundamental aspects of nature's designs, growth and form. He goes on to state that any portion of matter, whether living or dead, and the changes of form which are apparent in its movements and in its growth, may in all cases be described as due to the action of force. In short, the form of an object is a 'diagram of forces' at play. This is the basic principle, which Wentworth Thompson explores in the analysis of living cells and cell structures, the wings of insects and birds, the shell of insects and the skeleton of larger animals, raindrops, bees' cells and the spider's web, and in many other of nature's designs.

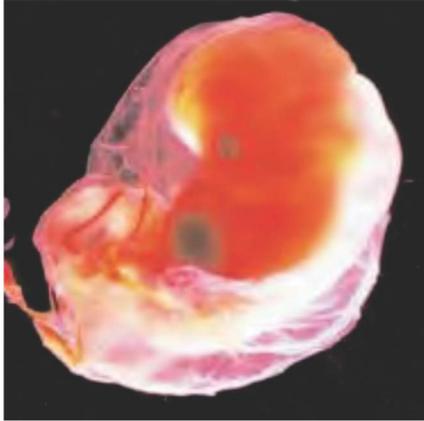
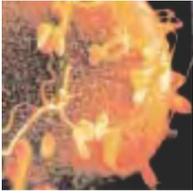




[THE LONG SEARCH]

Life on Earth is a long search. It was initiated by the emergence of the first living cells maybe three billion years ago, and continues as a never-ending story. In the process, one single cell in the warm sea became an organism consisting of several cells, later to form the nuclei of a flora and fauna of immense richness of form and variety, finally inhabiting the entire 'Spaceship Earth'.

And in each individual case, it happened – and is happening – in a striving for the form and organization best suited for life in the relevant environment.



[DESIGN FOR COMPETITIVE ADVANTAGE]

In his book, 'The Long Journey', the writer and Nobel laureate Johannes V Jensen describes a decisive phase in the development of the forests that covered the Danish landscape after the last Ice Age. The land, at the time of Johannes V Jensen's story, was covered with oak forests from coast to coast.

Yet, a new competitor was arriving from the South, in the shape of the beech tree. At first as a couple of beechnuts, carried by man or animals. The oak at first welcomed the new entrant that took root on the forest floor under the open crowns of the oaks. The next year, the young beech started to grow, producing leaves two weeks before the oak, and casting a shadow due to the mosaic of the leaves. That was a further setback to the young oaks, which were already handicapped by being late. And so the story goes on. In the end, what was once a landscape covered with huge oak forests became a landscape covered with beech forests.

Life in nature is a matter of survival. And survival, in turn, is a matter of competitive advantage. That is the guiding principle in The Origin of Species: 'Survival of the fittest' in Charles Darwin's famous words, (a principle which almost amounts to a circular definition). Survival among the plants is a matter of competition. That also applies to the cohabitation of plants and animals that feed on plants (herbivores). And the same thing is true about the cohabitation of these animals and the animals that feed on other animals.



[SIMPLICITY, COMPLEXITY AND THE TIMELESS WAY]

In the philosophy of the natural sciences, one principle emerges again and again, viz the principle of simplicity. The basic idea is that if two theories are both able to explain the same phenomenon, the simpler one is the true one. Yet, simplicity is always opposed to complexity in the sense that a valid theory cannot be simpler – have fewer dimensions – than the phenomenon it sets out to explain.

Nature prefers simplicity. Yet, it achieves simplicity in a demanding way by always acknowledging the complexity of the purpose at hand, whether in one single organism or in the interplay between a multitude of living species in a habitat. That is the guiding principle of the designs of nature. That is nature's timeless way.



The seashell applies a minimum of material to achieve a maximum of volume and stability. It is, at the same time, a picture of its own growth pattern by always adding the next cells at the same angle to its centre. The curve formed by this pattern of growth is mathematically well defined: It is a logarithmic spiral.

[THE LANGUAGE OF NATURE]

Nature's designs are also communication designs. To describe two basic phenomena in nature, zoologists and botanists use the terms 'camouflage design' and 'advertising design', both of which refer directly to communication.

The flatfish, whose skin structure and pattern blend with the colours and texture of the seabed, is protected from predators by melting into the background. This is camouflage design. And the brightly coloured flower with the alluring fragrance that attracts the attention of insects is actually engaged in a bargaining process: Here I am, come and drink my nectar – and in return take pollen to the next flower. That is advertising design. The twitter of a songbird is there to attract the interest of a mate, or to mark off its territory (if you can hear my song, you are invading my preserves). Or simply, maybe, to say 'I am happy'.

Sometimes, a design in nature may serve both camouflage and advertising purposes. The stripes of a flock of zebras in movement confuse the attacking lion. Yet, with each pattern being unique in the eyes of a zebra female, it is also a way for her foal to identify its mother. Communication in nature may even convey misinformation, like the harmless serpent whose colour pattern mimics the pattern of a poisonous snake and thus scares away enemies. The design language of nature appeals to all of the senses, vision, sound, smell, touch and taste. And what is camouflage and what is advertising design, be it true or false, is always a question of context.



Now-you-see-me, now-you-don't. These horses are protected by the pattern of their skin that helps them melt into the background. In contrast to this camouflage design, flowers apply an advertising design to attract the business of bees and other insects. pattern of growth is mathematically well defined: It is a logarithmic spiral.

[ECONOMY AND ECOLOGY]

In its designs, nature again and again achieves a stunning elegance and beauty – designs that go far beyond what man has ever been able to achieve. Yet, the source of this beauty is not aesthetics but economy. Natural economy is about achieving more by means of less. In the case of the sea urchin, the shell achieves maximum strength by a minimum use of materials, in this case chalk. That is achieved by means of the overall shape and the variations of the thickness of the walls – in the formulation of Hans J Wegner – by 'taking away material where it is not needed'.

Yet, the economy of the designs of nature goes far beyond the best use of materials. A related theme is the choice of the most suitable materials. Like the water-resistant coating of a beetle's shell or the extremely strong and flexible strands of a spider's web. Another related theme is the combination of different materials in a single construction, inevitably 'the right materials and in the right shape'.



And further, the intelligence and economy with which the different parts of a living organism interact mechanically, chemically and electronically via signal and feedback.

In his groundbreaking book on signal and feedback, 'Cybernetics' (1948), Norbert Wiener tellingly added a subtitle: 'On the Control and Communication in the Animal and in the Machine'. He thus linked the phenomenon of control in the man-made world to that in nature. In nature, the principle of control and communication goes far beyond the single organism. It is also a basic feature in the interaction between different organisms – plants and animals – in a given habitat. Here, economy and ecology, time and again, emerge as two aspects of the same principle.



The underlying principle of beauty in nature is economy and its sister concept, ecology. pattern of growth is mathematically well defined: It is a logarithmic spiral.

[NATURE'S DESIGN DIMENSIONS]

Finally, the theme of design in nature is weighing different interests against each other. Power versus speed, strength versus weight, specialisation versus generalisation and many other aspects where nature's aim is to achieve an optimal combination of properties rather than a maximum value for any one property.

The designs of nature invariably balance such different interests as:

- Purpose
- Materials and construction
- Birth and growth
- Function
- Interplay
- Environment



All contained within the framework of:

- Economy
- Ecology

Such is nature's way, the common denominator behind all of its variety. And described under the very same headings as its sister concept industrial design.



[BIONICS]

[ISTITUTO EUROPEO DI DESIGN]

Design inspired by nature is nothing new in Italy. The 69 km of Roman aqueducts that, like a river, brought life to remote settlements, are an early example of mimicking an ecosystem. In modern times, the architecture of the engineer/designer Pier Luigi Nervi directly mentions the bony trabeculae as first described by the 19th century natural scientist Karl Culmann as an inspiration for his patent on the construction of reinforced concrete floors.

Yet, more than any, Leonardo da Vinci's studies and drawings of phenomena in nature and his inventions from early Renaissance times are, in a sense, two sides of the same idea. And for many years, a large number of Leonardo's inventions have been on show, not just as drawings but also as 3D models at the Leonardo da Vinci Museum in Milan. So it does not come as a surprise that the world's leading design school, taking inspiration from nature as its basic idea, was located in Italy, in Milan.

The European Institute of Design, under the leadership of Professor Carmelo di Bartolo, made bionics – the technical transformation and application of structures, procedures and development of biological organisms and systems – its core subject in the training of young designers. Another guiding principle for Carmelo di Bartolo was creating close links between the bionics and design theory and industry – an idea he has since brought further in his new venture, Design Innovation Italia.



[A TASTE OF BIONICS]

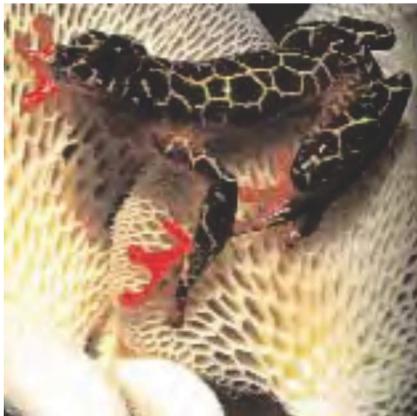
At a lecture at a conference in Milan in 1984, Professor Carmelo di Bartolo had a young designer in the audience, Franco Lodato, a graduate from the Venezuelan Institute of Technology, and a design researcher at the Venezuelan Research Institute, IVIC. Lodato had just moved to Milan, helped by a UN scholarship, and on the lookout for a next step in his studies. Carmelo di Bartolo's keynote speech



on bionics struck him like a revelation, the missing link in his own education. In 1987, he signed up for the 2-year graduate bionics course at Istituto Europeo di Design.

This course opened a new world to Franco Lodato, to the designs of nature and how they could inspire the designs of man. It gave him an introduction to identifying basic features and order within the chaos, with eg the shark, the ichthyosaurus and the dolphin presenting a classic example: They are swimming animals, surprisingly similar in form, yet, one is a fish, one a reptile and one a mammal. Another lesson was an indirect one, on how Carmelo di Bartolo had the skill of orchestrating the creation of big ideas by using ideas from all of his students.

Finally, briefing was essential, based on a careful analysis of the problem at hand, next, talking to a highly qualified scientist – when you talk about nature, you need to have specialist knowledge – and then creating meaning, objectives and a process path that includes both the engineering and design of the product and the communication to go with it. And best of all, the studies were intermingled with work for leading industries and designers: Studies of the movement of the skin and muscles of living animals that inspired the way in which Mario Bellini completely covered his unupholstered LIRA chair in hide. Communication with the blind at the Milan underground via a textured floor covering made by Pirelli, and also working for the Italian branch of the American chemicals firm DuPont de Nemour.



[GETTING TO GRIPS]

The handle is a crucial part of a frying pan: It has to provide a good and safe grip, also when the pan is hot, and it has to fulfil the demands set by technical standards, which require the application, at 230°C, of a 5 kg load at the middle of a handle 16-18 cm long. This has caused conventional handles typically to be made from reverse C or U-shapes, obtained by pressing thermosetting resins, making them thick, heavy, expensive and often difficult to clean.

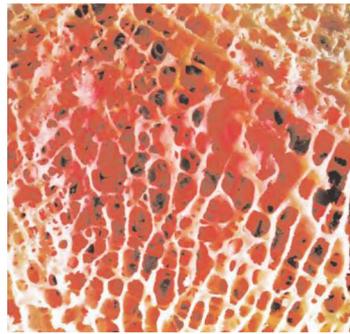
How does nature solve the task of providing a light and strong construction that would last for a lifetime? Lodato chose the femur's biophysics which, although it is hollow, is structured to resist up to a hundred years of considerable stress.

The design solution featured a hollow body of an elliptical cross section, which gives a safe grip. The manufacturing process uses a gas-injection technique that leaves the contact surface unchanged, ensures mechanical strength, and improves thermal insulation.

The practical realisation of the design was made possible by a DuPont polyester resin. Rynite® is highly heat-resistant and also resists the products, including the detergents, that are used in the kitchen. And it gives a high-quality appearance to the finished product. At the same time, the material



has several advantages for manufacturing: It can easily be pigmented in bulk, the handle is easy and economical to make, and it allows for a more pleasing design.



Panhandle, designed for La Termoplastica, Italy. The handle is hollow like the human femur and elliptical in cross section. The femur, like other parts of the bone structure, is designed to carry heavy loads by means of a material of minimum weight – and last for a lifetime. This is, as in nature, achieved by using the right material in the right form.

[FLYING THE SCOOTER]

The scooter – immortalised in the 1953 film ‘Roman Holiday’, starring Audrey Hepburn and Gregory Peck – has become an Italian national icon. After WW II it literally put a whole generation on wheels as an economical, swift, feminine and lightweight version of the motorbike. And even after millions and millions of Fiats, it still maintains its status as a vehicle suited for the narrow streets and crowded street scenes. Accordingly, in today’s leaner and greener times, it has ecological advantages such as minimal fuel consumption and low CO2 exhausts.

Yet, aerodynamics leaves something to be desired. And so does the comfort of this open-air vehicle in rainy weather. So why not add one of the little extras, the transparent screen and roof all scooters need when it rains, in the right material and in the right shape? That was the problem statement. In tackling this joint design and technology task, the innovation team sought inspiration from the world of insects, from the flight of beetles, which would change their geometry when taking off in order to use their protective shell to create good aerodynamics when flying.

The client was Piaggio, the Italian scooter manufacturer, with DuPont sponsoring the model-making and the first experiments, under the design guidance of Luciano Marabese, the designer and Franco Lodato for the bionics input. The Piaggio Spazio was launched as a prototype at the 1994 Bologna Motor show. It combines a sleek and rounded aerodynamic body and a transparent screen protecting the driver from the front and over the head. In the rear, the PC/ABS roof was supported by a slender pylon that added to the safety of the vehicle. Altogether, the supporting structure applied a principle always used in nature: Take away the material where you don’t need it.



[CLIMBING ICE MOUNTAINS]

Whereas many products have undergone little change over the last generation, nothing is as it was within the field of tools for sports. As in the case with military equipment, the crucial factor is winning, often in the fundamental sense of surviving. And that means going to extremes in the choice of materials, construction and shape in order to achieve the all-important competitive advantage.



The Italian firm of CAMP had been in the business of manufacturing tools for mountain climbing for 100 years when Franco Lodato met the owners in Como, Italy, in 1989. During all of these years, CAMP had been manufacturing axes with handles of metal.

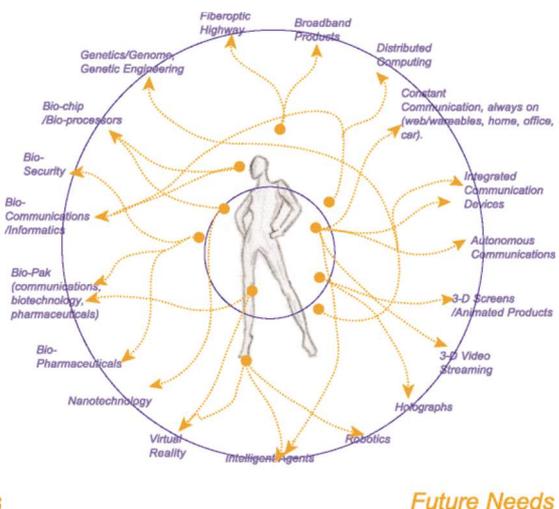
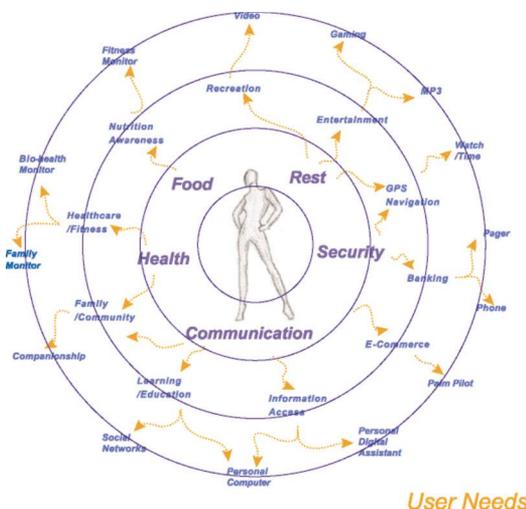
With his DuPont background, Lodato's obvious question was: Why not celebrate the first century in business by looking for a material that could replace the metal and create advantages to the user. And in the process, look for the optimal shape of your ice axe. The design brief said: Create a multifunctional ice axe that can work in various positions, is light, possessing high structural strength, with a good grip, also under difficult conditions for mountain climbers and materials. The ice axe was to be used even en altitudes of 5 km, and in temperatures as low as -20°C .

When initiating his bionics research, Lodato contacted the director of the Natural Science Museum in Milan with an obvious question: What is the best example of a hammer in nature? Dr Moja was not in doubt, there were two candidates: A rock lobster, which, when hammering mussels on rocks, produces sound waves of over 120 dB. The woodpecker was the other intriguing example. The woodpecker can make up to 25 hits per second with an impact of 25 g/mm², without damaging its spine or brain. This is achieved owing to the shape of its spine and the fact that it uses its tail as a spring.

The handle of the woodpecker CAMP ice axe is shaped like the woodpecker's spine, and injection-molded in dual-density neoprene. The head is made from a titanium alloy and stainless steel, and more or less shape like its beak, but with a tooth-like profile added.



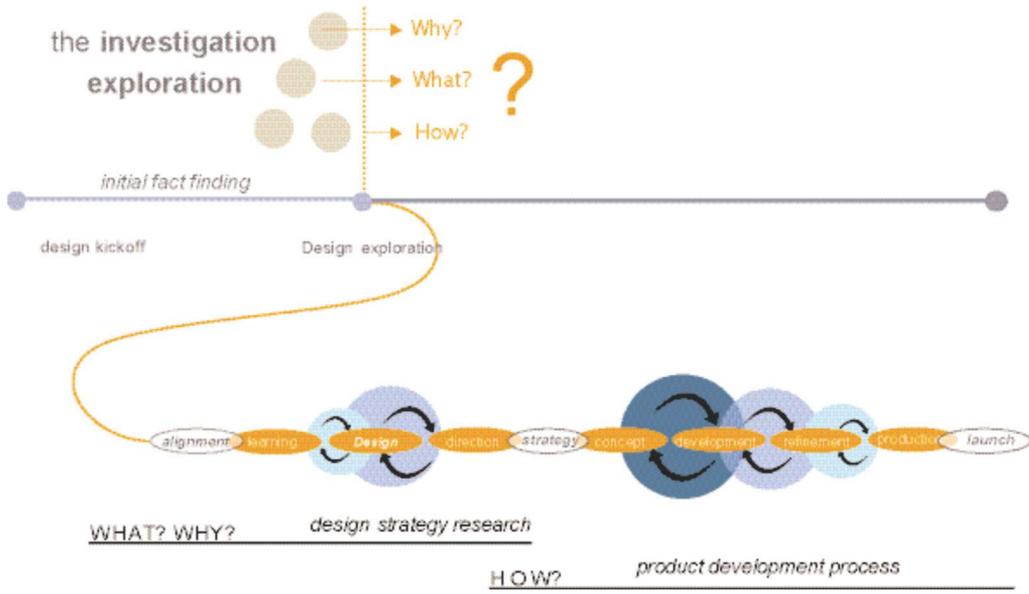
CAMP (I) ice axe Woodpecker, design Franco Lodato, with the handle shaped similar to a woodpecker's spine. When interviewed on TV, the world famous French extremist skier Pierre Tardivel said: 'The secret of my success is being really careful. This axe is the best in the world'. The Danish Crown Prince opened the Danish Design Centre in January 2000 just days before embarking on an expedition to Greenland. As a 'good journey' greeting from the DDC, he received a CAMP ice axe.





Design process

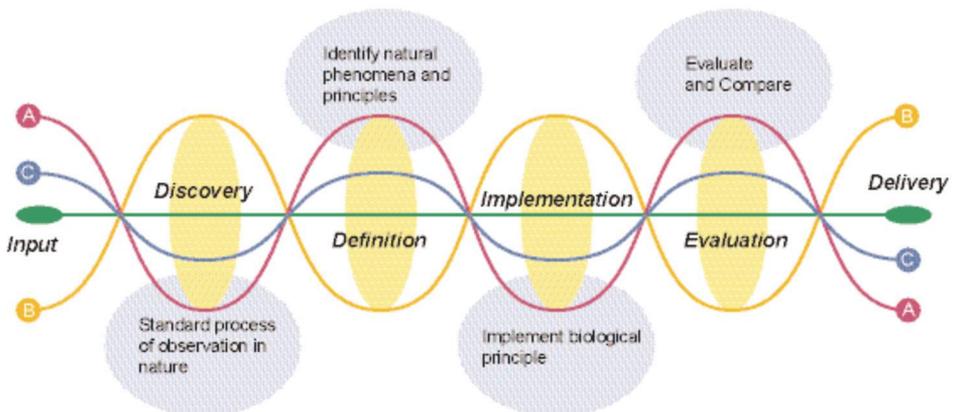
Copyright Design Continuum, Inc



Biodesign process

By Franco Lodato

Integrating biodesign



Francisco de Assis Sousa Lobo

Chico Lobo é designer, graduado pela UFMA; mestre em design com ênfase em biônica pelo Instituto Europeu de Design de Milão. Doutorando do Programa de Pós-graduação da UNESP Bauru. É professor adjunto do curso de Design da UFMA, atualmente leciona as disciplinas de Estética aplicada ao design, Semiótica aplicada ao design e Projeto integrado. Desenvolve trabalhos de consultoria em design para várias instituições que compõem a Amazônia legal. Seus trabalhos exploram a tênue linha que define arte/design e aplica com propriedade fibras e madeiras das regiões com outros materiais sustentáveis.



CRIED: vivência e fundamentação na construção de um pensar sobre design

Francisco Lobo | franciscodeassissousalobo@gmail.com



Eu não acho que haja alguma verdade. Existem apenas pontos de vista

Allen Ginsberg

O CRIED foi, certamente, a realização de um dos sonhos de Carmelo di Bartolo. O compromisso com a realização das pesquisas e o profissionalismo na administração, foram o resultado da sua dedicada e permanente presença, estudantes estrangeiros, era reconfortante o convívio próximo. São gratificantes as lembranças de Carmelo viabilizando a melhor maneira de realizarmos os estudos: os critérios na escolha dos profissionais para a realização dos seminários; as visitas técnicas; as viagens de estudos; o entusiasmo ao transportar em seu carro, todo o equipamento da minha tese para testar no Idroscalo de Milão e lago de Garda. A alegria com que entrava na sala, durante o verão, distribuindo sorvetes; o contentamento nos levando para esquiar; experiência ímpar para nós que chegávamos dos trópicos. São tantas as lembranças boas. Depois de refletir sobre o convite para participar dessa publicação que registra esse período significativo para a história do design, achei adequado relatar minha experiência dividida em três momentos: minha origem *amazônida*[1], minha experiência com a biônica e os desdobramentos na minha vida profissional e acadêmica.

[ANTES DE CHEGAR AO CRIED]

Nasci e cresci em uma *gated communities*[2] dentro da Floresta Amazônica. Meu pai trabalhava em uma empresa de mineração chamada ICOMI[3]. Fora o manganês[4] que era extraído, nenhuma dependência existia da floresta; ela apenas emoldurava o entorno do conforto absoluto em que vivíamos. Era objeto de admiração e contemplação permanente; tema imprescindível de nossos trabalhos escolares.

Cursei Design na UFMA[5]. Cumpri uma grade curricular com forte influência funcionalista. Os docentes afirmavam que a beleza era consequência da performance técnica (considerando-se todas as etapas projetuais). Na disciplina de biônica (ministrada sem a riqueza que teria no CRIED), deparei com as possibilidades bem fundamentadas de reflexão sobre figura e conteúdo. Graduado, fiz especialização em design náutico, integrando a equipe que projetou a lancha de 80 pés para transportar os funcionários do CLA[6]. Essa lancha foi fabricada com materiais compósitos e tinha como propulsão hidrojatos castoldi.



A formação técnica bem pautada com resultados pré-definidos não me satisfazia mais. Pelo contrário, me instigava a querer entender mais sobre a *maestria italiana* de fazer design. Foi quando o Ministério de Educação e Cultura do Governo brasileiro, ofereceu bolsas de estudos em design, com o objetivo de implementar as pós-graduações em design, aqui no Brasil [7].



[RECEBIDO NO CRIED]

Comecei meus estudos no CRIED no início de 1990. Milão, como sempre, borbulhava Design! Assistimos palestras de Ettore Sottsass, Alessandro Mendini, Andréa Branzi, Enzo Mari, Paolo Deganello, Ron Arad e de tantos outros talentos. Os estudos em biônica fundamentaram nossa compreensão sobre as origens da beleza a partir da natureza. Minha origem amazônica, favoreceu as possibilidades de entendimento e aplicação. Entre tantas visitas guiadas, a mais curiosa foi ao Museu Cívico de História Natural de Milão, quando percebi que a grande maioria do exótico que nos foi explicado, de fato, eram parte do meu repertório desde a infância. Fizemos visitas às fabricas, e participamos de Workshops. Visitamos a Escola de Design de Lausanne (Suíça), guiados por Carmelo, e também ao Instituto de Estruturas Leves na Universidade de Stuttgart (Alemanha).

Sob a indicação de Carmelo, meus trabalhos de tese foram orientados por Paolo Orlandini. As etapas que ele estabeleceu foram todas um grande aprendizado. Era preciso com um modo próprio de fazer design; completamente diferente de tudo que eu havia vivenciado até então. Para minha satisfação tive a companhia do amigo Paulo Bago D'Uva, um apaixonado por náutica, que estava presente, sempre que possível. Tudo se construiu de maneira prazerosa e intensa. O seminário com Aldo Mantú foi significativo. Me fez entender as possibilidades de sentir o fluxo dos acontecimentos através da natureza. Norteou meu *pensar sobre design*.



Teste no Lago de Garda.



Modelo do Catamarã.



Defesa da Tese.

Os anos de prática e reflexões me propiciaram a identificação de alguns padrões de procedimentos. Corrêa et al (2013) alegam que para Lawson (2011).

“projetar é uma habilidade altamente complexa e sofisticada. Não é um talento místico concedido apenas aos que têm poderes recônditos, mas uma habilidade que tem de ser aprendida e praticada, como se pratica um esporte ou se toca um instrumento musical”. Essa afirmativa contribui para a certeza de que uma abordagem científica seja possível no modo de idealizar produtos. Barbosa et. al (2008) esclarecem que:

“(…) o pensamento científico do designer não é um pensamento convencional puramente racional, pois o emocional e o racional interagem e convergem para um ponto de equilíbrio. Isto pode ser classificado em uma 'lógica' baseada na percepção, nos fatores emocionais e racionais. Uma espécie de raciocínio não-consciente e não-linear, mas organizado com associações mentais de informações com um propósito definido.”



Luminária EUCA



Aromatizador de ambiente FARO



Vaso ANAUÁ

Figura 1: Peças autorais. Fonte: Desenvolvido pelo autor.



Apresento, como exemplo, produtos de minha autoria que foram publicados na mídia especializada. Esses três trabalhos que chamei de Euca, Faro e Anauá são autorais, ou seja; não foram configurados a partir de demandas de mercado. Desses, apenas a Luminária Euca foi produzida em série limitada e comercializada. O aromatizador e o vaso são peças únicas.

A experiência vivida, até considerar que essas peças estavam finalizadas, é resultante de um procedimento pessoal de teoria e prática. Ferreira et al (2012) apud Buchanan (1992) afirma que:

“(...) a partir da reflexão sobre o seu campo de atuação, os designers poderão explicar o que é design. Quando desenvolvidas e bem apresentadas, essas explicações poderão transformar-se em filosofias do design. Para ele, essas explicações podem proporcionar uma moldura essencial para cada designer entender e explorar materiais, métodos e princípios da teoria do Design.”

Na minha explicação sobre esse pensar do design, farei uso de quadros esquemáticos para auxiliar a compreensão.

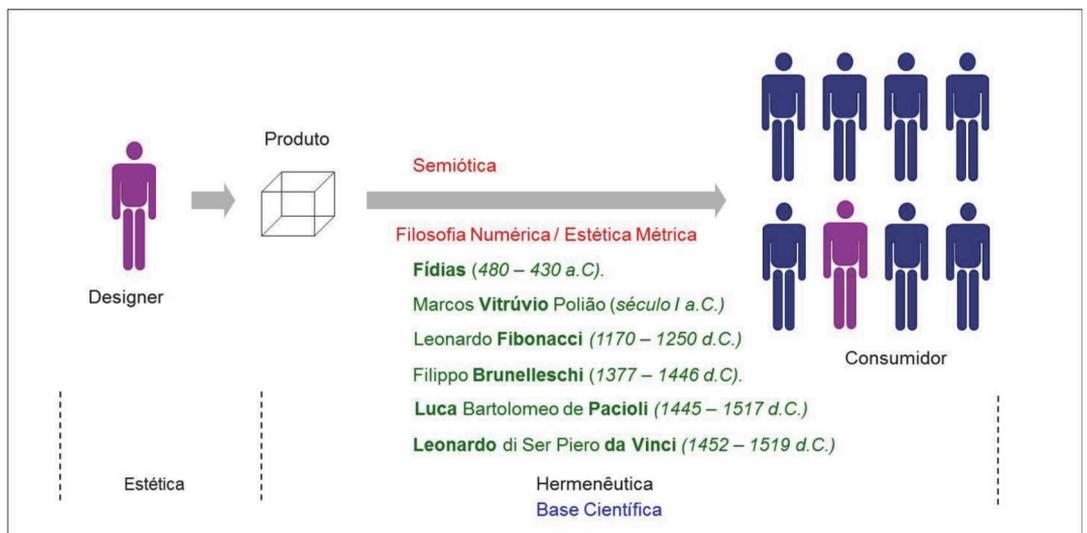


Figura 2: Estrutura do pensamento. Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Designers são consumidores que configuram produtos para o mercado. Somente esta sentença possibilita uma multiplicidade de análises e estudos. Porém meu objeto de interesse está pontuado no momento em que um novo produto se faz presente na mente[8] de um designer. Nesse átimo, o produto passará a existir; será um signo, poderá ser teorizado com a aplicação dos princípios semióticos e ser elaborado com o auxílio da estética métrica[9], empregando algoritmos, alterando medidas, aplicando regras de proporção. Com o intuito de simplificar o raciocínio, essas áreas de conhecimento foram posicionadas na hermenêutica[10] deixando a estética reservada à filosofia.

Faço-me valer do alerta que Ferreira et al (2012) ao citar Love (2002). Observam que para o autor, muitas das razões sobre o porquê de um campo unificado de teorias transdisciplinar não ser desenvolvido são bem conhecidas. Ele cita, entre outras, o fato de a teoria estar sendo atrelada a domínios únicos da prática ou à preocupante negligência nas questões epistemológicas e ontológicas na elaboração de teorias. Em termos gerais, afirma Love, há uma carência de fundamentação filosófica que afeta em muito o desenvolvimento de uma base transdisciplinar coerente, que seja confiável em termos teóricos, epistemológicos e terminológicos.

Conforme assevera Love (2002), teorias sobre projeto e design têm sido desenvolvidas por pesquisadores que utilizam uma variedade de perspectivas vindas de culturas disciplinares e subdisciplinares. Isso tem resultado em uma larga coleção de elementos teóricos, analíticos, conceituais e terminológicos individuais que, em muitos casos, são contraditórios, ambíguos ou limitados em uma disciplina que frequentemente clama por ser universal.

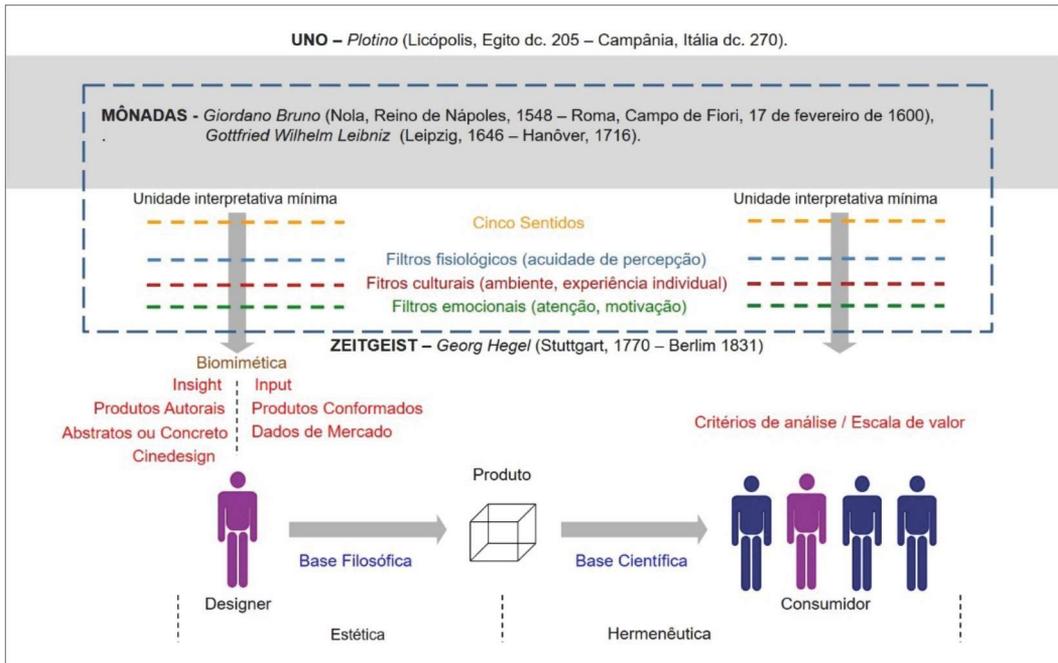


Figura 3: Processo de configuração. Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Existimos no universo e vivemos num mundo dinâmico[11], em que inúmeros acontecimentos se sucedem *ad infinitum*. A emanação divina do “Todo”, Plotino denominou de UNO. Giordano Bruno e, posteriormente, Leibniz definiram que o absoluto é composto por mônadas[12] interconectadas, e que podemos percebê-las através dos sentidos. Minha proposição é que a associação continua das mônadas que cada indivíduo realiza à sua maneira, são as bases para nortear nosso raciocínio e definir nossas atitudes. No momento em que os designers projetam, a unidade interpretativa mínima, para as combinações das mônadas, é composta de percepção sensorial e repertório; uma não existe sem a outra, as duas tem variações independentes, possuem características únicas em cada indivíduo, e podem ser estimuladas com novas experiências.

A percepção sensorial pode ser mais ou menos refinada; é imutável; é definida no momento em que as células se multiplicam durante a gestação. A pessoa nasce com sua matriz determinada (inteligência, talento). O repertório por sua vez, pode ser mais ou menos amplo. Ele irá, sempre, se ampliar ao longo de toda a vida consciente das pessoas. Dessa maneira, interagimos com o mundo. NIEMEYER (2009) define que “no processo de interação entram em ação os filtros fisiológicos, culturais e emocionais”. Como consumidores, definimos nossos critérios de análise, as escalas de valor, etc. Como designers, decodificamos comportamento, identificamos preferências, reconhecemos tendências, etc. Essa vontade coletiva, comum a todos os indivíduos, Georg Hegel denominou de *Zeitgeist* (espírito da época).

A meu ver, as expressões culturais que manifestam esses valores de forma imediata são a música, o design, e a moda; como afirma Kratz (2016) [...] a moda é algo dinâmico que varia em um breve espaço de tempo [...]. Os fundamentos da biomimética possibilitam interpretações de sinais pelos designers a partir da natureza, que se processa de duas maneiras: Input e Insight. Input quando é pautado por vivências reais como dados de Mercado, que são obtidos em pesquisas de campo, para o desenvolvimento de Produtos com demanda determinada e, Insight, quando ocorre de maneira espontânea, originando Produtos Autorais. Os Insights resultam de estímulos Abstratos e Concretos. Os Estímulos Concretos ocorrem a partir da observação e possibilidades de combinação de materiais, formas, elementos de adorno, textura, cor etc., e, os Estímulos Abstratos resultam do imaginário por meio de leitura, música, cinema, poesia; de um momento contemplativo ou a lembrança de um sonho.

Para que os alunos exercitassem a configuração de novos produtos de maneira controlada, vivenciando todas as etapas do processo; defini o *cinedesign* como método de ensino. A metodologia tem como objetivo propiciar aos participantes a experiência projetual. Consiste em delimitar os referenciais teóricos e imagéticos em uma determinada obra (os filmes são mais estimulantes); e a partir desta incitação, configurar produtos pré-determinados. Os resultados desse trabalho foram publicados no Congresso brasileiro de design em 1996.

Os estudos e reflexões sobre teoria e práxis do design continuam em construção; com resultados em sala de aula, e vinculados às instituições parceiras. Todos nós seguimos trabalhando, trazemos conosco um pouco de CRIED.



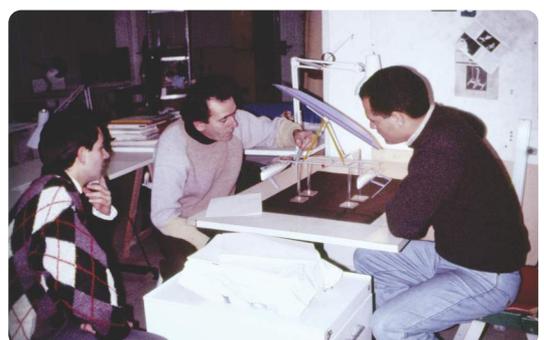
Figura 4: Cinedesign: Filme Metrópolis (1927) Direção de Fritz Lang.



Petisqueira



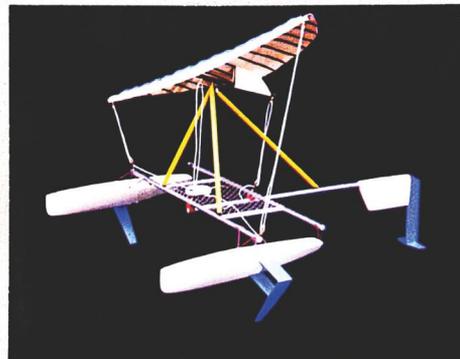
Fruteira





MASTER IN INDUSTRIAL DESIGN AD INDIRIZZO BIONICO

CATAMARANO SPERIMENTALE
CONSIDERAZIONI E RICERCHE BIONICHE



- [1] Termo adequado para referir-se à pessoas que nasceram e cresceram na Floresta Amazônica.
- [2] Lipovetsky define como cidades fechadas nascidas nos Estados Unidos que começam a se difundir pelo mundo todo, no Brasil, no Marrocos, na Europa. Cidades limpas, com regulamento interno, proteção, vigilância, em que não entra qualquer um: enclaves de classe seguros, onde se vive entre iguais, distante dos outros, considerados suspeitos ou perigosos.
- [3] <https://www.youtube.com/watch?v=f5Z4dZHMXno>
- [4] Símbolo Mn, número atômico 25 e massa atômica 55 u. Usado em ligas principalmente na do aço.
- [5] Universidade Federal do Maranhão.
- [6] Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) é a denominação da segunda base de lançamento de foguetes da Força Aérea Brasileira.
- [7] O primeiro mestrado estrito senso em design foi implementado no Brasil em 1993, na PUC Rio.
- [8] Etimologicamente, o termo vem do latim *mētem*, que tem o significado de pensar, conhecer, entender, e significa também medir, visto que alguém que pensa não faz outro que medir, ponderar as ideias. É um conceito bastante utilizado para descrever as funções superiores do cérebro humano relacionadas a cognição e comportamento. Particularmente aquelas funções as quais fazem os seres humanos conscientes, tais como a interpretação, os desejos, o temperamento, a imaginação, a linguagem, os sentidos, embora estejam vinculadas as qualidades mais inconscientes como o pensamento, a razão, a memória, a intuição, a inteligência, o arquétipo, o sonho, o sentimento, ego e superego.
- [9] Bomfim (1995) refere-se à filosofia numérica e estética métrica, como sendo o ramo que pode ser analisado através de algarismos.
- [10] Segundo a filosofia, a hermenêutica aborda duas vertentes: a epistemológica, com a interpretação de textos e a ontológica, que remete para a interpretação de uma realidade
- [11] Ingold afirma que a vida está sempre em aberto: seu impulso não é alcançar um fim, mas continuar seguindo em frente.
- [12] Deus, cuja existência é perfeitamente demonstrável, contém em si todas as verdades eternas e necessárias. Como ser infinito, pode conceber todas as essências possíveis e todas as combinações possíveis entre elas. Estas substâncias, que Leibniz chama de mônadas, Deus as cria em número infinito e contém todas as suas determinações. Expressam o mundo, são o mundo e permitem-nos, assim, percebê-lo. Como cada uma delas é espelho do universo, a ordem do mundo resulta da harmonia que Deus preestabelece entre elas. A teoria das mônadas e de suas combinações se articula com uma matemática formada por axiomas e regras que associam indissolavelmente matemática e metafísica.



[BIBLIOGRAFIA]

- ARLOTTI, G., PINNE & PENNE, Mondo Sommerso, Milão, 346, 32 - 47, março, 1991.
- BARBOSA, R. et al., A Lógica do Design: Pensar, Criar e Sentir. São Paulo, SP. 8º P&D – Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2008.
- BARROS, Bruno. Design, linguagem, retórica. Estudos em Design | Revista (online). Rio de Janeiro: v.17 | n. 2 [2009], |. Disponível em: <http://www.eed.emnuvens.com.br/design/article/view/38/35.PDF>. Acesso em: 11 de outubro de 2016.
- BAZZO, di Giuseppe, Bionica Dallo Studio Della Natura Nasce um Catamarano Sperimentale, IL PROGETTISTA INDUSTRIALE, Milão, 7, 42 - 48, julho/agosto, 1992.
- BOMFIM, Gustavo Amarante. Estética Aplicada ao Design [Apostila do curso ministrado para os docentes lotados no Departamento de Desenho Industrial no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba] – Campina Grande: Fotocópia, p.12, 1995.
- BOMFIM, Gustavo. Fundamentos de uma Teoria Transdisciplinar do Design: Morfologia dos Objetos de Uso e Sistemas de Comunicação. Estudos em Design, v. 5, n. 2. Rio de Janeiro: aend-br, 1997. p. 27-41.
- BRANDÃO, M.; Ullmann, C.; NEDOPETALSKI, S., BRASIL FAZ DESIGN – criatividade brasileira no cenário internacional. São Paulo: Editora Olhares, 2017. P.82.
- BRANDÃO, M., DA 14 PAESI DEL MONDO PRODOTTI PER IL 2000, ABITARE, Milão, 391, janeiro, 2000. P. 76.
- Brandão, Marilí [Coodenadora Editorial]. Catálogo: BRAZIL FAZ DESIGN COMPETITION., São Paulo, Fevereiro 2000 – P. 47.
- CORRÊA, Glaucinei Rodrigues; CASTRO, Maria Luiza A. C.SILVA. O Pensamento Complexo de Edgar Morin e o Design. Estudos em Design | Revista (online). Rio de Janeiro: v.21 | n. 1 [2013], p. --- | ISSN 1983-196x. Disponível em: <https://www.eed.emnuvens.com.br/design/article/view/103/100>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.
- DUPAS et al. Catálogo: ABITARE IL TEMPO: MOSTRE DI SPERIMENTAZIONE E RICERCA., Verona: Edizione Grafiche Zanini., Outubro 2000 – P.17
- ESTRADA, Maria Helena, A HORA E A VEZ DO DESIGN BRASILEIRO, ARC DESIGN, São Paulo, 10, 22 - 23, julho - agosto, 1999.
- ESTRADA, Maria Helena, DESIGN DÁ LUCRO TAMBÉM NO MARANHÃO, ARC DESIGN, São Paulo, 15, 42 - 43, julho - agosto, 2000.
- ESTRADA, Maria Helena, SETE ANOS DE TRANSFORMAÇÕES, ARC DESIGN, São Paulo, 38, 16 - 29, setembro - outubro, 2004.
- FARIAS et al. Catálogo: Amazônia – Design & Madeira., Coedição SEBRAE, FUCAPI, INPA., Dezembro 2002.
- FERREIRA, Patrícia Castro; COUTO, Rita Maria de Souza. “Sob o olhar do design”: a construção de um ponto de vista. Estudos em Design | Revista (online). Rio de Janeiro: v.20 | n. 1 [2012], | ISSN 1983-196x. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/19744/19744.PDF>. Acesso em: 10 de novembro de 2016.
- INGOLD, Tim. Trazendo as Coisas de Volta à Vida: Emaranhados Criativos num Mundo de Materiais. Revista Eletrônica Horizontes Antropológicos (online). Porto Alegre / RS: ano.18 | n.37, [2012], p. 37-38. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: 8 de outubro de 2016.
- KRATZ, Lucia. O processo criativo para o designer de moda. Estudos em Design | Revista (online). Rio de Janeiro: v.24 | n. 1 [2016], p. 37 | ISSN 1983-196x. Disponível em: <https://www.eed.emnuvens.com.br/design/article/view/302> . Acesso em: 22 de outubro de 2016.
- LEIBNIZ (Gottfried Wilhelm), GRANDE ENCICLOPÉDIA Larousse Cultural: nova cultura, v.15, p.3541
- NIEMEYER, Lucy. Elementos de semiótica aplicados ao design. Rio de Janeiro: Ed 2AB, 2009.
- LEON, Ethel, UM NOVO OLHAR SOBRE A NATUREZA, Globo Ciência, Rio de Janeiro, 4, 39, outubro, 1994. P. 24-31.
- LINDINGER, Herbert. La Scuola di Ulm. Genova: Ed Costa & Nola spa, 1988.
- LIPOVETSKY, Gilles. A estetização do mundo: Viver na era do capitalismo artista. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2015. P. 341.
- LOBO, Francisco, A difícil tarefa de criar, DESIGN Interiores, local da publicação, 10, 50, janeiro, 1996. P. 85-86.
- LOBO, Francisco A. S. O EMPÍRISMO NO LUGAR DA TECNOLOGIA. Estudos em Design. Anais do P & D. Rio de Janeiro, 1996. P. 29-36.
- Mineração no Brasil: Augusto Trajano de Azevedo Antunes, o homem que realizava / diversos autores. Rio de Janeiro: Léo Christiano Editorial, 2006.
- MORAES, D., ANÁLISE DO DESIGN BRASILEIRO – entre mimese e mestiçagem. São Paulo: Editora Olhares, 2006. p. 215.
- MONTÚ, Aldo. Sezione Aurea e Forme Pentagonali. Milão: Centro Stampa Ticinese, 1980.

João Luís Silva Rieth

Architetto e designer. Laureato in Architettura nel 1984 presso la Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasile, ed Master in Product Design presso l'Istituto Europeo di Design di Milano in 1990. Prima di venire in Italia, ha lavorato in aziende di mobili a Porto Alegre ed São Paulo e a Florianópolis nel Laboratorio Brasileiro di Design Industriale con Gui Bonsiepe. Ha anche partecipato all' Interdesign in Ungheria e dal 1990 al 1995, ha lavorato in studi a Milano, Modena (Gamma Due) e Lugano, Svizzera e come corrispondente all'estero per le riviste specializzate di Design . Rieth ha sviluppato prodotti per le aziende Polaroid, Fiat, Swatch, Nishizawa, Ventura. Nel 1995, è tornato in Brasile; è stato responsabile dello sviluppo del prodotto aziendale presso Cecria Ceramic Tiles di Criciúma fino al 1998, quando ha fondato la propria azienda. È consulente presso SEBRAE e A2D (Agency for the Development of Ceramic Design / UFSC), professore all'Università UNESC, nei dipartimenti di Architettura e Urbanistica, Ingegneria dei Materiali e coordina il Corso di Design sin dalla sua creazione in 2011.



João Luís Silva Rieth | rietharq@terra.com.br



“Design is not added value; design is value.”

Gui Bonsiepe

[Descrizione]

Il mio soggiorno al Centro di Ricerca Strutture Naturali presso lo IED di Milano è stato dal 1988 fino alla fine del 1990 e ha dato il via a una crescita personale e professionale significativa che è ancora rivisitata in molti dei miei progetti. La ricerca di un corso master è iniziata 4 anni prima dopo l'esperienza pratica nel mercato brasiliano, dove gli ultimi due anni ha avuto luogo presso il Brazilian Industrial Design Laboratory (LBDI) a Florianópolis, guidato da Gui Bonsiepe, che era il principale centro di ricerca nel design in quel momento. Ricercatori e tirocinanti di varie nazionalità hanno lavorato nel LBDI per brevi corsi di aggiornamento e tra questi, il designer messicano Fabrice Vanden Broeck, ricercatore in Bionica. Questo contatto mi ha influenzato positivamente e mi ha permesso di conoscere questo nuovo tema e ha stimolato la ricerca di possibilità per espandere la conoscenza. Per coincidenza, in questo stesso periodo, il governo brasiliano ha favorito la formazione di maestri e dottori in Design all'estero, per futuri aggiornamenti delle università. Anche senza una vasta esperienza accademica, ho deciso di candidarmi e mi è stata assegnata una borsa di studio di due anni, che ha reso possibile il viaggio. Carmelo di Bartolo, coordinatore del'CRSN, ha approvato il progetto di ricerca proposto e quindi il nuovo percorso era aperto. Prima di arrivare a Milano, ho avuto l'opportunità di partecipare al' Interdesign in Ungheria, promosso dal' ICSID e come rappresentante del secondo coordinatore del'LBDI, il designer Eduardo Barroso.

Le due principali difficoltà inizialmente incontrate sono state rapidamente superate: la lingua e un luogo di residenza. Poiché la classe di studenti era composta da professionisti di varie nazionalità, la comunicazione avveniva in diverse lingue, italiano, spagnolo, portoghese e inglese, ma presto la lingua italiana prevalse e permise anche una più vicina approssimazione della cultura, delle abitudini milanesi. Per quanto riguarda l'edilizia abitativa, il contatto con gli altri studenti dell'IED stesso ha facilitato questa impresa e, insieme al collega portoghese Paulo Uva, abbiamo scelto di affittare un appartamento vicino alla scuola, che privilegiava l'andirivieni, vivendo così con colleghi e studenti. L'attività accademica è stata intensa. Lo stesso Carmelo ha cercato di facilitare questo adattamento iniziale alla nuova vita accademica, promuovendo incontri divertenti nella sua residenza e introducendo la cucina siciliana.



Il Master è stato diviso in due fasi: nel primo anno, i contenuti di base nell'area di Biologia, Bionica e Metodologia applicata, Tenso Strutture, Computer grafica, Modellistica e Rendering, ma sempre accompagnati da verifiche nei processi di progettazione con sperimentazione fisica. Nel secondo anno, le attività si sono concentrate sul progetto di laurea, con ampie ricerche teoriche e sul campo, sotto la guida di Sérgio Grijalva. L'area fisica del Centro di Ricerca, sotterranea dello IED di Via Sciesa, più precisamente accanto al laboratorio di modellistica, ha



favorito la costruzione di modelli per la simulazione delle innumerevoli proposte che sono nate lì. E ce n'erano molti, dagli imballaggi ecologici per la spesa ai ponti leggeri, fino ai sistemi di impugnatura usa e getta, macchine volanti, uso di fibre naturali, nuove pentole antiaderenti per Dupont, una copertura mobile per il CRIED e un nuovo concetto di walkman per il concorso proposto dalla società giapponese Sony, sempre con un approccio "bionico".

Lo considero un grande successo di Carmelo di Bartolo, la sua capacità di avvicinare le aziende e l'iniziativa privata all'innovazione tecnologica attraverso soluzioni comprovate per migliorare la qualità della vita e il design del prodotto, anche concettualmente. In un ambiente di produzione competitivo e diversificato come Milano, il mercato era molto aperto a nuove possibilità creative: se la natura ha risolto così abilmente problemi strutturali di base nell'uso di materiali essenziali per determinati scopi, incluso lo smaltimento, come non portare questa conoscenza nel complesso mondo artificiale contemporaneo?

Un buon esempio di questo approccio favorevole è stato lo sviluppo del progetto di tesi di laurea, "Sedile di Guida per Autovetture" durante il 1989/90, con il sostegno della FIAT Torino. Sono state fornite varie risorse di informazione e ricerca per il supporto tecnico del progetto, preceduto da un corso di Car Design in Chianti, Italia, tenuto da designers del Centro Stile FIAT. La proposta principale del progetto era la progettazione di un nuovo sedile per l'auto, più ergonomico e adatto a più utenti nei viaggi brevi e lunghi, favorendo la ventilazione dello schienale e con una maggiore resistenza agli urti, nato dall'analogia con il sistema osseo di alcuni serpenti. Il suo processo di produzione ha fornito la compatibilità di vari materiali, soddisfacendo alcune condizioni tecniche e fisiologiche. Il risultato è stato anche assegnato al Concorso Internazionale ESAEDRO, promosso da ADI, Associazione Italiana per il Disegno Industriale. Dopo aver completato il master, la mia esperienza professionale è iniziata immediatamente, con stage in studi di architettura e design a Milano e Cadro in Svizzera, ed successivamente, mi sono trasferito nella provincia di Modena, più precisamente nella città di Sassuolo, per il ruolo di designer di prodotti e superfici allo Studio Gamma Due, un rinomato studio di ceramica. Questa esperienza ha permesso di applicare le conoscenze acquisite al CRSN, in vari segmenti produttivi, Dagli occhiali ai rivestimenti ceramici. Per 4 anni, si è svolta un'intensa attività progettuale, al servizio di aziende di varie regioni italiane e straniere, fino al 1995, quando la ditta Cecrisa Ceramic Tiles ha consentito il ritorno in Brasile per gestire il dipartimento di nuovi prodotti.

A quel tempo, il Brasile stava attraversando un periodo di apertura dei mercati che ha consentito l'espansione di molte società brasiliane e il miglioramento della loro capacità produttiva. Nel 1999 ho deciso di iniziare una carriera individuale, aprendo la mia azienda nella città di Criciúma, a Santa Catarina, nel sud del Brasile, e come consulente nel settore del design per le aziende, tra cui SEBRAE (Micro e Small Business Support Service). L'ingresso nell'area accademica avvenne un anno dopo, inizialmente nel corso di architettura e successivamente nei corsi di ingegneria di materiali e design. Nel 2010, l'UNESC, Università di Far South Catarinense ha deciso di offrire una laurea in Product Design, della durata di 4 anni e dal 2012, sono anche il coordinatore. La costruzione del suo progetto pedagogico ha recuperato gran parte delle conoscenze apprese nel CRSN e in Italia, in generale, associando la sperimentazione pratica e l'osservazione dei fenomeni naturali al processo del progetto, basato su conoscenze scientifiche e di mercato. La disciplina di Bionica è presente nel curriculum, focalizzandosi anche sulla sostenibilità e sulla tutela ambientale. Le aziende regionali sono partner del Corso di Design e i loro problemi reali vengono affrontati nelle aule sotto la forma di soluzioni innovative. Oggi, dopo 20 anni di attività, la mia società Projects & Products Architecture & Design ha rilassato le sue attività, collaborando con altri professionisti e concedendo in licenza il marchio Joao Rieth Arquiteto per prodotti sostenibili che utilizzano materie prime riciclabili.

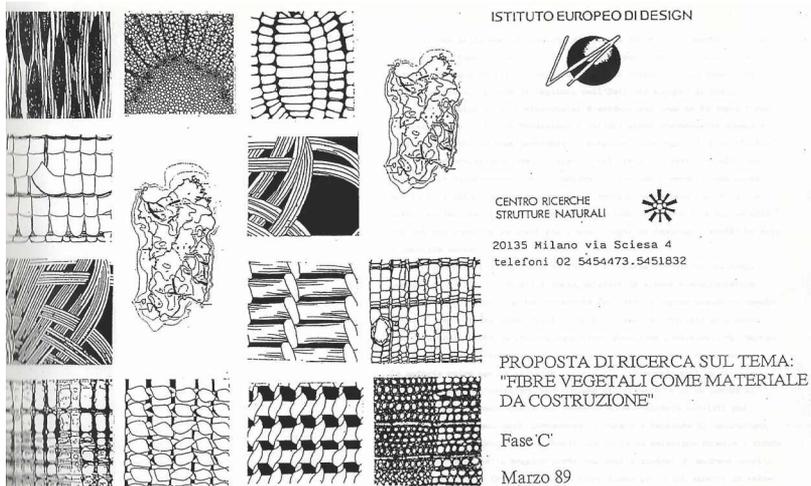


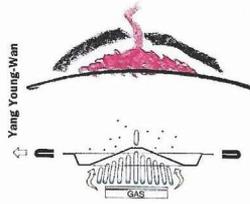
Figura 1: Fibre Vegetali (Cagliari,1989)



Sistemi di cottura

Cooking systems

Sistemas de cocción



Una serie di oggetti per la cucina caratterizzati dall'applicazione del materiale sintetico antiaderente Teflon e dalla concezione innovativa delle modalità d'uso. La varietà dei progetti nasce dal risultato di un concorso interno, cui hanno partecipato dieci progettisti con l'obiettivo di sfruttare al meglio le proprietà meccaniche e termiche del rivestimento sintetico. Ne è nata una collezione di contenitori di diversa funzione. Tra essi una vaschetta in plastica termoformata per alimenti surgelati, utilizzabile direttamente come contenitore da forno, progettata da Carlos Ortega Ayala. Sull'originalità della formula di cottura punta invece il progetto di Yang Young-Wan: un disco di alluminio fuso a pressione con Teflon, da collocare direttamente sulla fiamma per cuocere la carne. Il progetto di Franco Lodato coniuga invece materiale sintetico e tecnologia: la sua serie di pentole modulari è dotata di circuiti elettrici programmabili per la cottura differenziata.

1989 Progetti di Paulo Bago d'Uva, Alfredo Jefferson, Elisha Lewy, Franco Lodato, Carlos Ortega Ayala, Carla Pantoja Giuliano, Jan Puylaert, Joao Luis Rieth, Eduardo Sesti de Azevedo, Yang Young-Wan. Cliente: Du Pont de Nemours Italiana.

A series of objects for the kitchen characterized by the application of the nonstick synthetic material Teflon and by the innovative conception of their use. The variety of the projects arises from the results of an in-house competition: ten designers took part with the objective of fully exploiting the mechanical and thermal properties of the synthetic coating. The result was a collection of containers for various functions. From among these we have a small thermoformed plastic bowl for frozen food, able to be used directly in the oven, designed by Carlos Ortega Ayala. Instead the project by Yang Young-Wan concentrates on the originality of the cooking formula: a die-cast aluminum disk coated with Teflon to be placed directly on the flame for cooking meat. The project by Franco Lodato, instead, unites synthetic material and technology: his series of modular pots and pans embodies electric circuits which are programmable for differentiated cooking.

1989 Project by Paulo Bago d'Uva, Alfredo Jefferson, Elisha Lewy, Franco Lodato, Carlos Ortega Ayala, Carla Pantoja Giuliano, Jan Puylaert, Joao Luis Rieth, Eduardo Sesti de Azevedo and Yang Young-Wan. Client: Du Pont de Nemours Italiana.



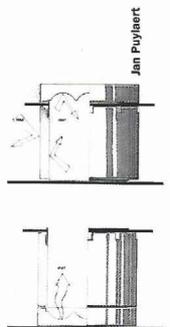
Carlos Ortega Ayala

Una serie de objetos de cocina caracterizados por el empleo del material sintético antiadhesivo Teflon y de la concepción innovativa de sus modalidades de empleo. La variedad de los proyectos nace de los resultados de un concurso interior, al que han participado diez proyectistas con el objetivo de explotar al máximo las propiedades mecánicas y térmicas de la capa sintética. Ha nacido así una colección de recipientes para usos distintos. Entre ellos una pequeña fuente de plástico calentable para surgelados, directamente utilizable como recipiente para horno, proyectada por Carlos Ortega Ayala. La originalidad de la forma de cocción se expresa en cambio en el proyecto de Yang Young-Wan: un disco de aluminio fundido a presión con una capa de Teflon, que va directamente sobre el hornillo para carne a la plancha. El proyecto de Franco Lodato casa material sintético con tecnología: su serie de cacerolas modulares están dotadas de circuitos eléctricos programables para una cocción diferenciada.

1989 Proyectos de Paulo Bago d'Uva, Alfredo Jefferson, Elisha Lewy, Franco Lodato, Carlos Ortega Ayala, Carla Pantoja Giuliano, Jan Puylaert, Joao Luis Rieth, Eduardo Sesti de Azevedo, Yang Young-Wan. Cliente: Du Pont de Nemours Italiana.

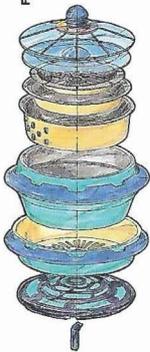


Alfredo Jefferson



Jan Puylaert

Franco Lodato



Eduardo Sesti de Azevedo



Joao Luis Rieth

Figura 2: Pentole per Dupont (Milano, 1989)



Walkman

Un'idea per il più popolare riproduttore sonoro dei nostri giorni che ne ribalta la tradizionale struttura a scatola: da contenitore chiuso della musicassetta, scatola nera caratterizzata da cerniere e chiodi, il progetto trasforma il Walkman in una forma adattabile alla presa dell'utente in modo non rigido. La mobilità, elemento concettuale fondamentale nell'idea di Walkman, viene esaltata e trasferita dall'uso alla forma stessa del prodotto, che diventa «mobile» essa stessa. Il materiale ipotizzato, una sorta di «gel» sintetico resistente ma malleabile in modo permanente, sfrutta la miniaturizzazione per contenere in una forma di base il minimo indispensabile di meccanismi e di circuiti, e punta per definirne la nuova immagine del prodotto su concetti inediti: un Walkman elastico, morbido, pieghevole, in cui le componenti meccaniche rimangono invisibili, «affogate» nel materiale di un involucro che non è una carrozzeria, mentre la cassetta, solo parzialmente chiusa tra le pareti espansive, diventa nell'immagine complessiva del prodotto il «cibo» di un Walkman organico.

1989 Progetto di Paulo Bago d'Uva, Elisha Lewy, Carla Pantoja Giuliano, Joao Luis Rieth, Eduardo Sesti de Azevedo, Yang Young-Wan.
Committente: Sony International.



An idea for the most popular sound reproducer of today which topples its traditional box structure: from the closed container of the music cassette, a black box characterized by hinges and bolts, the project transforms the Walkman into a shape suited to the hand of the user in a way which is not rigid. Mobility - this being the fundamental conceptual element in the Walkman idea - is exalted and transferred from the use itself to the very form of the product which in its own right becomes «mobile». The hypothesized material, a sort of synthetic «gel» that is resistant but also malleable in a permanent way, exploits miniaturization in order within a basic form to contain the minimum indispensable of mechanisms and circuits. It concentrates on new concepts in order to define the new image of the product: that of a Walkman which is elastic, soft and pliable in which the mechanical components remain invisible, «drowned» in the material of a casing which is not a body. The cassette, instead, is only partially closed between the expanded walls and in the overall image of the product becomes the «food» of an organic Walkman.

1989 Project by Paulo Bago d'Uva, Elisha Lewy, Carla Pantoja Giuliano, Joao Luis Rieth, Eduardo Sesti de Azevedo and Yang Young-Wan.
Client: Sony International.

Una idea para el más popular reproductor de sonidos que da un vuelco a la tradicional estructura en forma de caja: de recipiente cerrado de la cassette musical, caja negra caracterizada por bisagras y clavijas, el proyecto transforma el Walkman en una forma adaptable a la aprehensión del usuario, no rígida. La movilidad, concepto fundamental en que la Idea de Walkman queda exaltada y transferida del empleo a la misma forma del producto, que a su vez se hace «móvil». El material hipotizado, una especie de «gel» sintético resistente y maleable de modo permanente, explota la miniaturización para contener en una forma de base un mínimo indispensable de mecanismos y circuitos, dando una nueva imagen del producto con concepción inédita: un Walkman elástico, tierno, plegable, en que los componentes mecánicos son invisibles, «ahogados» en el material del estuche que no es carrocería, mientras que el cassette, sólo parcialmente encerrado entre las paredes expandidas, se transforma en la imagen de conjunto del producto en «alimento» de un Walkman orgánico.

1989 Proyecto de Paulo Bago d'Uva, Elisha Lewy, Carla Pantoja Giuliano, Joao Luis Rieth, Eduardo Sesti de Azevedo, Yang Young-Wan. Cliente: Sony International.

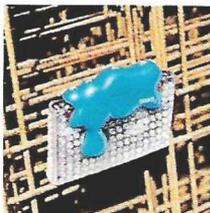
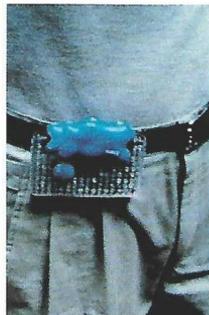


Figura 3: Walkman Bionico per Sony (Milano, 1989)



ISTITUTO EUROPEO DI DESIGN



CENTRO RICERCHE STRUTTURE NATURALI

BIONICA SEDILE DI GUIDA PER AUTOVETTURA

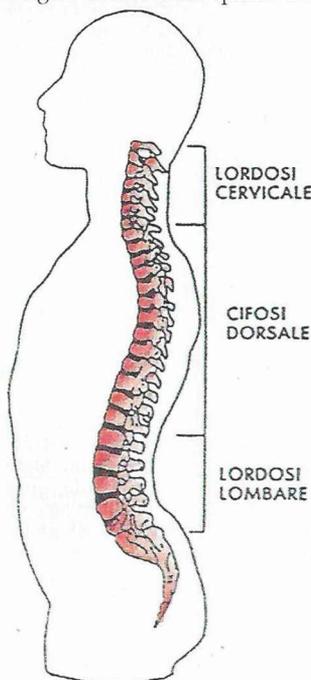
Candidati: Joao Luis Rieth,
Paulo Bago D'ava
Relatore: Sergio F. Grijalva I.D.
Correlatore: Arch. Ermanno Cressoni
Consulenti: Società di Ergonomia - Milano;
Clinica del Lavoro - Milano;
Prof. Attilio Marcolli (Facoltà di
Architettura);
Prof. Antonio Dal Monte;
Prof. Alessandro Berra;
I.D. Michael Robinson (Fiat Auto - Centro
Stile/Innovazione, Torino);
Prof. Ernesto Zerbi (Istituto Ortopedico
Galeazzi, Milano);
Ing. Gianluigi Arnaldi (Istituto Europeo di
Design, Milano).

L'automobile, intesa come abitacolo mobile, possiede un codice particolare che non si limita alla prestazione di un servizio. Specialmente quello della guida comporta per il conducente una serie di sensazioni e stimoli che sono collegati alla manutenzione della macchina. I comandi e il sedile (l'appoggio) sono elementi di interfaccia fra la macchina e quello che succede al di fuori; quanto più adeguati e meglio risolti sono questi ele-

menti, tanto maggiore è la probabilità di successo. La guida impone una unica postura giusta con movimenti limitati e precisi, per questo motivo le automobili così come sono concepite oggi presentano un errore significativo di fondo. Cercano infatti di rappresentare all'interno dell'abitacolo una struttura simmetrica suggerita dalla forma esterna; mentre l'uomo, come essere vivo, si presenta abbastanza limitato nella sua capacità di sopportare la situazione di disagio e sconforto senza subire danni. Muoversi è sempre indispensabile e si devono evitare le situazioni che possono provocare tensioni muscolari ed emozionali. Quindi il sedile nell'automobile deve diventare un luogo privilegiato di raccoglimento, un elemento con cui si instaura una comunicazione spazio-temporale, cioè una simbiosi con la macchina per un completo benessere.

Anatomia funzionale della colonna vertebrale

La colonna vertebrale è la struttura portante del corpo umano e assolve un ruolo statico di sostegno ed una complessa funzione cinetica. Essa è costituita da una serie coordinata di segmenti, ciascuno dei quali risulta a sua volta formato da due vertebre adiacenti e da tessuti interposti. Sul piano funzionale si configura come una struttura portante elastica, capace di garantire, in opposizione alla gravità, sia la stazione eretta che l'equilibrio delle forze necessarie ad ogni altra forma di attività cinetica fi-



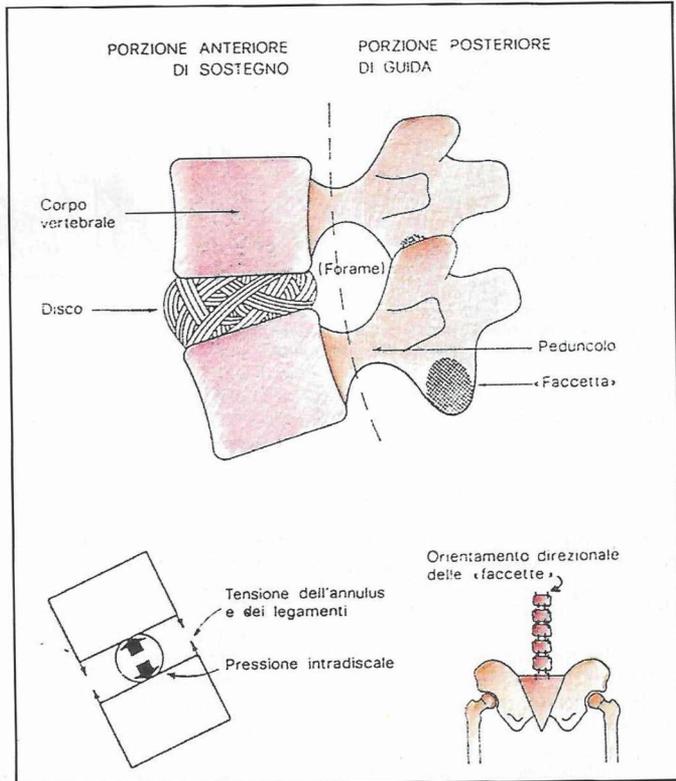
Anatomia funzionale della colonna vertebrale: struttura portante del corpo umano, assolve un ruolo statico di sostegno ed una complessa funzione cinetica.

di Pierfranco Pontrandolfo

Figura: 4a: Tesi di Laurea Sedile di Guida per Autovetture FIAT (Milano, 1990)



nalizzata, come per esempio nella guida dell'automobile. Il disco vertebrale è una struttura viscoso-elastica interposta tra i corpi vertebrali e serve a mantenere separate le due parti, ammortizzando le pressioni e le tensioni alle quali la colonna viene sottoposta. I legamenti funzionano come tiranti capaci di trasmettere sforzi da una vertebra all'altra e controllare la mobilità di ogni segmento di vertebra. Quando la colonna è in posizione eretta e in situazione statica ad ogni variazione dell'angolo sacrale corrisponde una variazione adattativa delle curve antero posteriori. Queste si accentuano o si riducono consensualmente, in misura tale da mantenere l'allineamento con la linea di appiombamento e garantire il mantenimento dell'equilibrio statico. Allo stesso modo, quando l'individuo è seduto durante la marcia dell'automobile, è necessario che la colonna vertebrale conservi una angolazione sacrale giusta nella postura di guida. Per ciò i movimenti del rachide e la relazione con le sollecitazioni che lo provocano dipendono soprattutto dalla postura di guida, dall'attività muscolare e dagli sforzi esterni. I movimenti della colonna vertebrale sono preparati ed iniziati dall'azione traente esercitata dai muscoli spino-dorsali profondi sui processi ossei trasversi e spinosi che offrono loro interazione. In questo modo, lo sforzo sulla colonna è maggiore quando ci si trova in posizione rilassata, poiché la pelvi in questa situazione si inclina indietro, decrescendo la lordosi lombare e la sollecitazione



Rappresentazione dell'unità funzionale lombare.

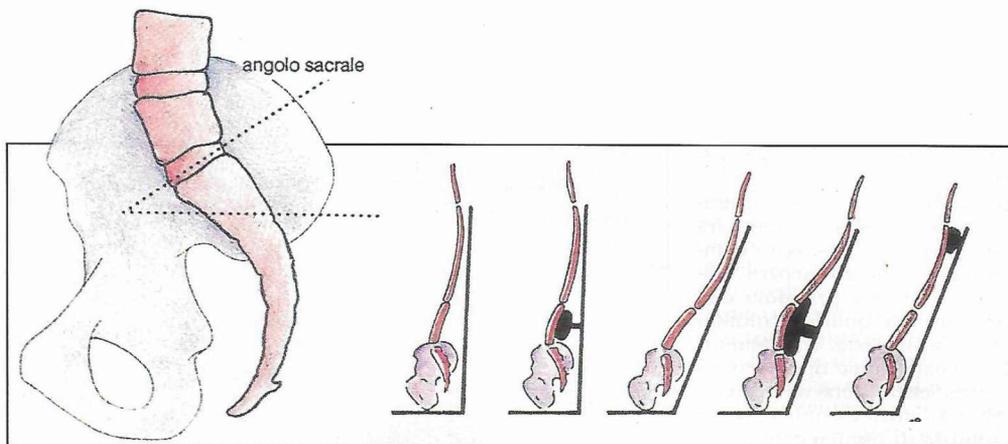
ne viene scaricata sulle ultime vertebre lombare e sacrale. Il 60-75% del movimento ha luogo a livello della giunzione lombosacrale ed il 20-25% a livello dell'interspazio della verticale 4 lombare. In presenza di obliquità pelvica, conseguente ad una differenziazione di lunghezza degli arti inferiori, il rachide lombare risulta deviato lateralmente rispetto alla linea d'ap-

piombamento con controdeviazione compensatrice a livello dorsale. Per questo motivo è importante che il cuscino d'appoggio lombare garantisca una postura corretta delle pelvi e che tutti gli arti siano mantenuti alla distanza corretta dagli strumenti di guida, anche quando in curva il corpo tende per forza di inerzia ad assumere una posizione scorretta.

Figura: 4b: Tesi di Laurea Sedile di Guida per Autovetture FIAT (Milano,1990)



BIONICA SEDILE DI GUIDA PER AUTOVETTURA



Schema che rappresenta il modo in cui viene alleggerita la pressione discale nelle diverse posture assise. L'applicazione di un cuscino d'appoggio lombare diminuisce molto la carica discale una volta che il peso del corpo è così scaricato.

Fisiopatologia meccanica del mal di schiena

Il mal di schiena è uno dei mali più comuni della nostra società. La maggioranza degli esperti è dell'opinione che la causa di questo dolore sia da ricercare nella caratteristica strutturale del disco. In particolare, in situazione di obliquità pelvica, si ha una sollecitazione di taglio a livello della 5^a vertebra lombare e della 1^a sacrale, quale risultante del carico ponderale e della forza di impulso di sollevamento della 5^a lombare sul pino inclinato rappresentato dalla base sacrale: tale sollecitazione agisce soprattutto sulle fibre elastiche dell'annulus. Durante la guida dell'automobile, è facile constatare la precaria postura cui spesso il sedile ci costringe.

Tanto la trazione sviluppata sulla pelvi dalla distensione dei muscoli posteriori delle cosce, quanto l'eccessiva distanza tra la base del rachide e lo schienale fanno sì che il tratto lombare si atteggi a flessione. In tale postura è precoce la comparsa di fasti-

dio e di dolori, sia a livello lombare, per la sovradistensione del legamento longitudinale posteriore, sia allo scopo, per la sovradistensione dei muscoli posteriori. In questa situazione gli effetti di maggior rilievo sono rappresentati dall'allargamento dell'interspazio, interdiscale con sovradistensione del legamento longitudinale anteriore, e dal suo restringimento posteriore, con avvicinamento delle faccette articolari. Questi stessi fenomeni

si producono in proporzione diversa anche ai livelli lombari soprapstanti, con un possibile pinzamento delle radici nervose nell'ambito del canale di coniugazione, per effetto di una ipertensione del rachide lombo-sacrale. In caso di impatto compressivo molto limitato, il dolore può essere avvertito solo alle natiche; invece, se l'azione compressiva interessa un tratto più esteso del nervo radicolare, il dolore è avvertito lungo la parte posteriore della coscia. Infine, se il nervo radicolare è coinvolto completamente, il dolore si propaga alla regione postero-laterale della gamba e al piede, sino a costituire un impedimento per una guida in sicurezza.



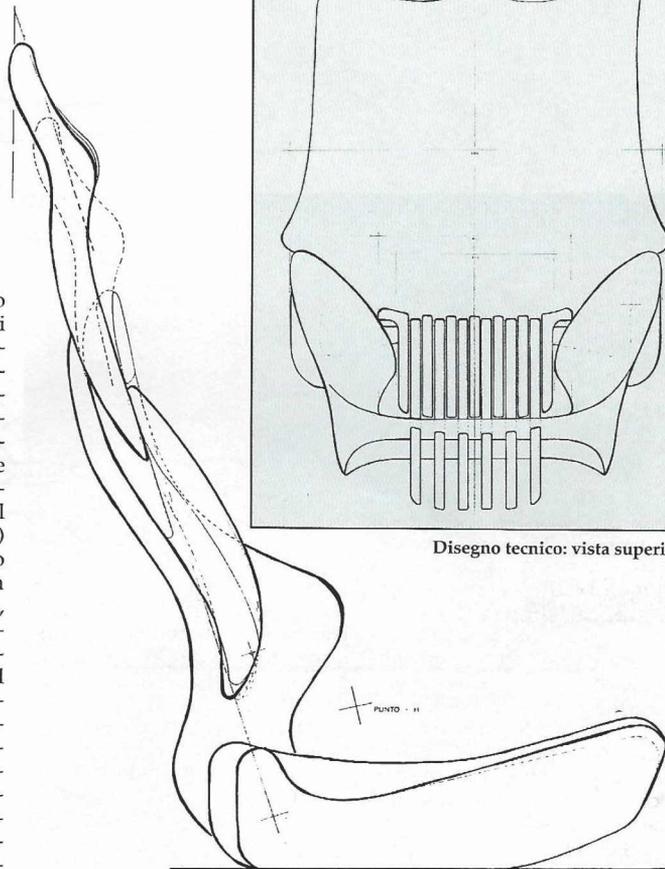
La più valida produzione contro lo stress e l'affaticamento precoce durante la guida, è data dalla capacità di mantenere la curva lombare adatta alla statura di ogni utente, mantenendo la regione lombo-sacrale e il bacino in avanti.

Figura: 4c: Tesi di Laurea Sedile di Guida per Autovetture FIAT (Milano,1990)



Comportamento dinamico del corpo sotto le vibrazioni

Le caratteristiche del corpo umano dipendono da variabili estrinseche e da variabili intrinseche. Nel primo caso dipendono dalla: 1) frequenza di vibrazione, 2) ampiezza della vibrazione, 3) variazione della vibrazione nel tempo, 4) direzione della vibrazione, 5) punto di applicazione, 6) interazione tra il corpo e la sorgente eccitante, 7) effetto dell'abbigliamento. Sono invece variabili intrinseche: la misura e la geometria del corpo, le caratteristiche di postura corporea, la tensione corporea. Sotto l'azione delle forze cicliche, il corpo umano soffre diverse ripercussioni fisiologiche che si riflettono in una diminuzione della capacità di lavoro e nell'insorgere di patologie di distinta indole. Il corpo umano è un sistema dinamico complesso, modellato minuziosamente per un sistema di massa a diversi gradi di libertà e ammortizzatori. Così il corpo si presenta con diversi tipi di vibrazione a seconda della condizione di postura, dell'abbigliamento, dei cambiamenti di volume della cavità addominale e della pressione esercitata sui polmoni, delle stesse condizioni fisiologiche (sonnolenza, stato di eccitazione, ecc). In particolare: il movimento di una parte del corpo subisce una variazione di frequenza quando si adatta ad una vibrazione diversa di un componente della vettura con il quale entra in contatto; l'atto di sedersi su un sedile cambia in generale le caratte-



Disegno tecnico: vista superiore.

Disegno tecnico: sezione verticale/regolazione dello schienale.

ristiche dinamiche del sedile; l'abbigliamento può accentuare o diminuire la trasmissione delle vibrazioni al corpo e di conseguenza la risposta dinamica allo stesso; in maniera analoga anche il rivestimento del sedile di guida diventa un parametro da verificare ed un vincolo del progetto; la risposta dinamica del corpo dipende dal peso, dalla sua altezza e dalle caratteristiche morfologiche e soprattutto dalla postura e dalla tensione corporea (se il corpo è in tensione muscolare oppure è rilassato).

Sicurezza ed ergonomia

Il sedile e le cinture di sicurezza fanno parte di due sistemi di sicurezza distinti: quello della sicurezza passiva e quello della sicurezza attiva. Per sicurezza passiva nella macchina si intende: avere uno spazio di sicurezza per i passeggeri in caso di incidente; avere la disponibilità di strutture in grado di assorbire l'energia d'urto, limitando le accelerazioni trasmesse ai passeggeri, e scaricare gli sforzi su vaste zone in modo da ridurre le

Figura: 4d: Tesi di Laurea Sedile di Guida per Autovetture FIAT (Milano,1990)



deformazioni localizzate; assicurare il funzionamento dei dispositivi di ritenuta (cinture e airbag); garantire la tenuta dell'impianto di alimentazione del carburante (pericolo di incendio).

La sicurezza attiva si articola invece sui seguenti punti: sicurezza di guida intesa come comportamento del veicolo durante la marcia; sicurezza delle condizioni del guidatore grazie ad un comfort completo, che evita o riduce l'affaticamento; sicurezza nei comandi e nella lettura degli strumenti, grazie ad un attento studio ergonomico. Per questo motivo la regolazione di un sedile di un'autovettura dovrebbe in genere garantire l'utenza sia maschile che femminile per:

- 1) una corretta configurazione articolare ed un corretto supporto del corpo;
- 2) il contenimento e il trattenimento del corpo, soggetto alle sollecitazioni trasversali e longitudinali impresse dalle variazioni di direzione e velocità dell'autovettura. In particolare nella progettazione di un sedile per automobile si deve tener conto sia delle differenti tipologie dell'assetto corporeo che viene assunto sia delle vetture di diversa concezione.

La regolazione della posizione e dell'assetto assunto dal corpo è indispensabile al guidatore per assicurarsi essenzialmente le migliori condizioni di visibilità all'esterno dell'auto e la possibilità di raggiungere i comandi ed i pedali. Per esempio la regolazione dell'inclinazione dello schienale serve principalmente per adeguare il sostegno del tronco alle diverse esigenze di

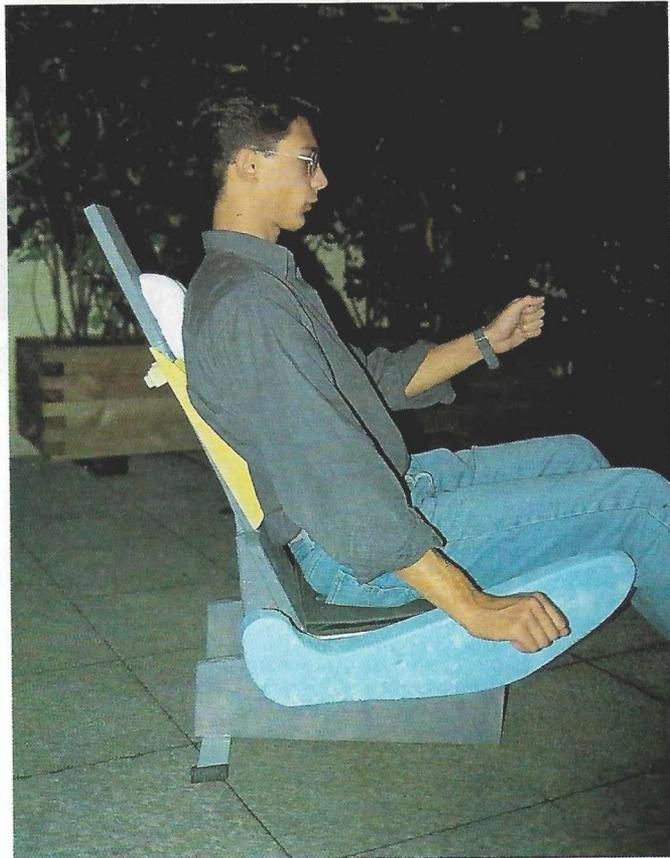


Immagine delle verifiche ergonomiche.

guida e di postura determinate dalla differente taglia e dalla diversa morfologia degli utenti. Per un corretto assetto di guida la regolazione dello schienale deve essere compresa tra 20 e 26 gradi rispetto alla linea verticale. La regolazione della lunghezza del sedile invece può risultare

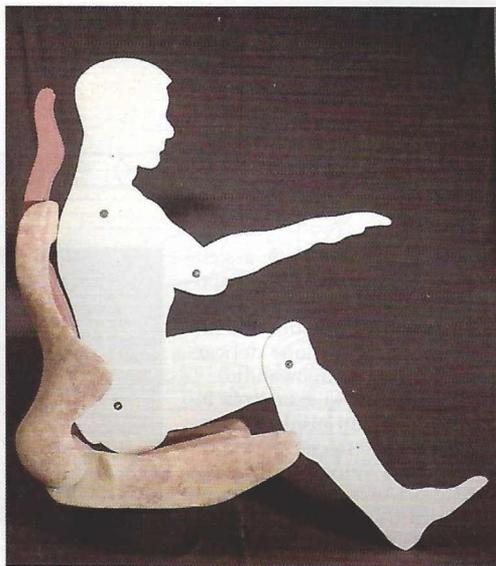
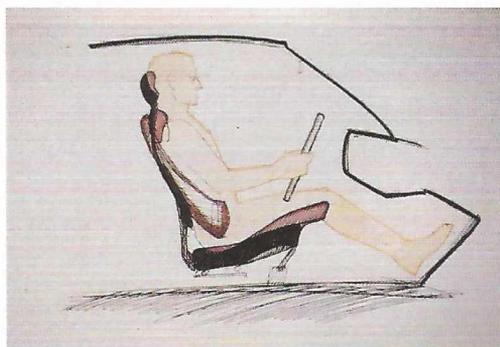
utile sulle vetture con basso punto H, che impongono una postura degli arti inferiori distesa (regolazione del bordo anteriore del cuscino per il sostegno delle gambe).

La regolazione della posizione longitudinale e verticale del sedile e della inclinazione dello

Figura: 4f: Tesi di Laurea Sedile di Guida per Autovetture FIAT (Milano,1990)



BIONICA SEDILE DI GUIDA PER AUTOVETTURA



Studio ergonomico: disegno e modello definitivo.

schienale possono essere attuate in modo indipendente oppure combinato. La sequenza logica di regolazione prevede in questo caso la scelta della posizione longitudinale del sedile, della sua posizione verticale e dell'inclinazione del cuscino. Regolazioni combinate possono essere previste con diverse condizioni di associazione, che consentono di privilegiare le differenti condizioni di postura.

Per quanto riguarda la regolazione della postura del tronco, il corretto profilo dello schienale può assicurare un sufficiente comfort di viaggio agli utenti anche in assenza di specifiche regolazioni del profilo del cuscino in corrispondenza della zona lombare e della zona toracica. La regolazione del supporto lombare consente di adeguare le condizioni di supporto del dorso per il miglioramento delle condizioni posturale della colonna vertebrale. La regolazione della sporgenza del supporto dovrebbe essere di 15-20 mm ad una quota di circa 190 mm dal bordo inferiore dello schienale. Dal



Modello definitivo in cui viene evidenziato il particolare del supporto del ginocchio destro e il sistema del supporto a livello lombare.

punto di vista della corrispondenza anatomica, sono da preferire nell'ordine i tipi di supporto: a lamina d'acciaio, conformate secondo la curvatura lombare; a superfici curve laterali alla colonna spinale; a cuscino d'aria con rigonfiamenti laterali per una regolazione quanto più possibile continua. La regolazione del catino toracico, unitamente alle regolazioni della sporgenza lombare e dell'angolo dello schienale, conferisce al sedile un elevato grado di adattabilità alle esigenze posturali e morfologiche degli utenti. Questa regolazione può essere ottenuta sepa-

ratamente, variando l'inclinazione della parte bassa dello schienale. Nelle più comuni condizioni di postura, con assetto corporeo eretto o rilassato, la regolazione del supporto lombare è prioritaria rispetto a quella del catino toracico. Anche l'appoggiatesta esercita una funzione di sicurezza per il guidatore e per il passeggero. Allo scopo di assicurare il corretto supporto della nuca, indipendentemente dalla taglia degli utenti si dovrebbero utilizzare appoggiatesta di altezza variabile. La collocazione dell'appoggiatesta rispetto alla nuca richiederebbe pertanto due distinte regolazioni: una verticale ed una orizzontale.

Il progetto

Rispettando le principali normative esistenti, lo scopo del progetto è quello di proporre una ridefinizione dei metodi costruttivi attuali e una analisi dei criteri ergonomici. L'automobile è diventata un mezzo di trasporto sempre più personalizzato e il sedile per primo deve risponde-

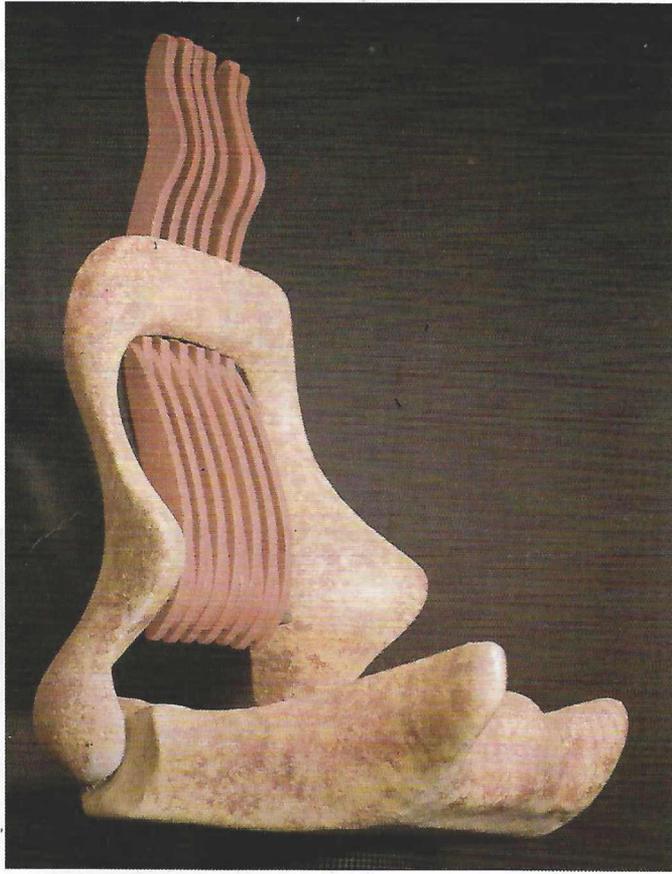
Figura: 4g: Tesi di Laurea Sedile di Guida per Autovetture FIAT (Milano, 1990)



re alle crescenti richieste di comfort di ogni individuo. Dopo una lunga giornata ci si abbandona sul sedile, scaricando la tensione muscolare, nervosa e psichica. Per questo motivo è necessario che l'utente senta il sedile come un sostegno personalizzato. In generale, il progetto propone una maggiore possibilità di regolazione dell'assetto del sedile in base ai seguenti criteri di caratterizzazione:

1) tipo di assetto corporeo richiesto in base alla missione dell'autovettura e grado di regolazione richiesto in base alla sua classe; 2) grado di adattamento posturale del tronco, richiesto in base alla classe dell'autovettura; 3) grado di adattamento del supporto del capo, in base alla classe; 4) grado di contenimento del corpo in base alle prestazioni dell'auto. Specificamente si propone: una maggiore sporgenza e regolazione d'altezza dell'appoggio lombare, adattabile ad ogni utente; un appoggiatesta e schienale che abbiano una certa flessibilità, per assorbire gli urti e minimizzare l'effetto dell'accelerazione e decelerazione brusca. Inoltre il progetto prevede la possibilità di liberare i movimenti degli arti superiori (distendere i muscoli e raggiungere la zona posteriore dell'abitacolo), oltre che un prolungamento della fiancata destra del cuscino, per assicurare un appoggio alla gamba che lavora di più nei lunghi percorsi.

La forma del cuscino è stata studiata in modo tale da offrire un supporto non troppo morbido alle ossa ischiatiche, evitando un infossamento scomodo, e svol-



Modello per verifiche ergonomiche della pressione esercitata sulle ossa ischiatiche.

gere nello stesso tempo una funzione di contenimento delle natiche, limitando lo scivolamento laterale durante le curve.

Così, basandosi sul modello della Fiat Uno, che è una utilitaria dal costo contenuto, sono stati indicati i seguenti criteri di progetto:

a) *Comfort fisiologico*

1) Postura corretta del rachide e della pelvi; 2) mobilità degli arti superiori e inferiori; 3) occasione adeguata (circolazione dell'aria attraverso lo schienale, all'interno del cuscino e del poggiatesta); 4) un perfetto campo di visibilità per ogni guidatore; 5) una buona circolazione a livello del sangue (principalmente per

il ritorno venoso) al fine di evitare la compressione dei nervi; 6) un appoggio al ginocchio destro (ergonomia dinamica);

b) *Sicurezza:*

1) diminuire l'affaticamento, evitando le possibili posture scorrette; 2) combattere la sonnolenza evitando un comfort eccessivo; 3) libertà di movimento (i fianchi non devono ostacolare l'uscita e l'entrata nell'abitacolo ma facilitare la rotazione e l'appoggio delle gambe). Per quanto concerne la fattibilità economica e i materiali, sono stati perseguiti criteri di economia di peso e di riduzione di costi (struttura alveolare a nido d'ape e ottimizzazione dei processi produttivi).

Figura: 4f: Tesi di Laurea Sedile di Guida per Autovetture FIAT (Milano, 1990)

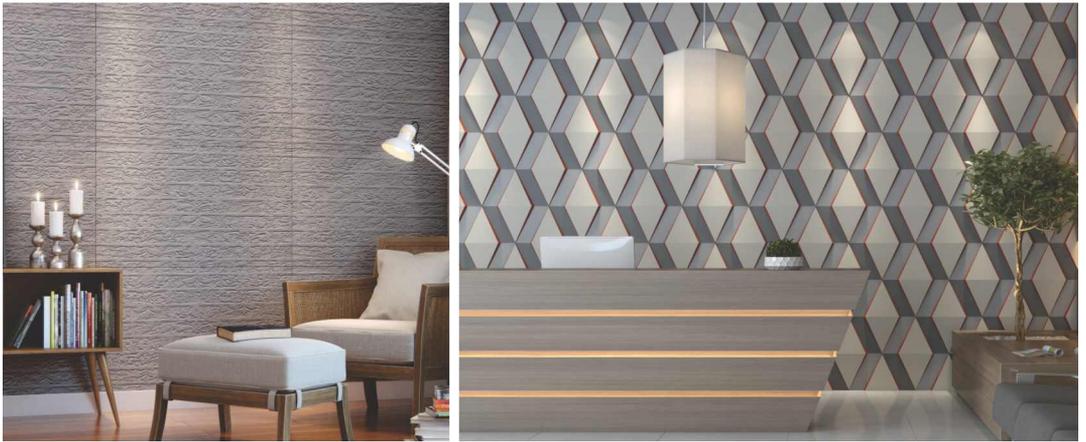


Figura 5: Design di Superfici per Revelux (Brasile, 2015)

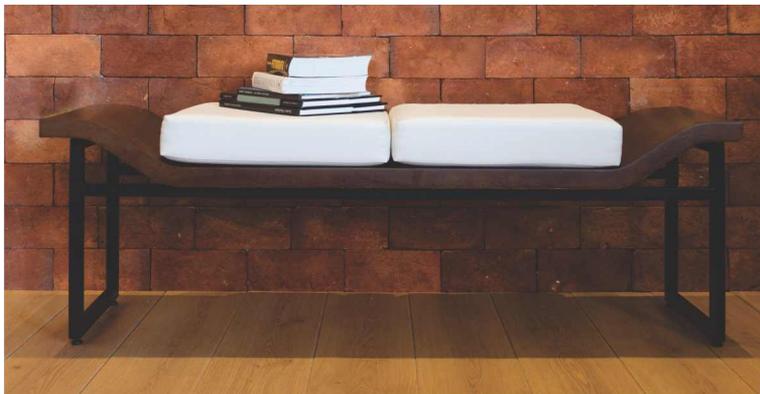


Figura 6: Sedile per Via Legno (Brasile, 2005)

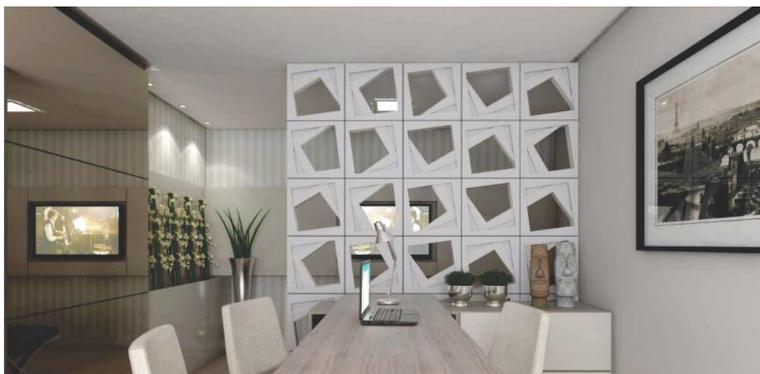


Figura 7: Design di Superfici per Cimentissimo (Brasile, 2016)

Paulo Bago D'uva

Paulo Alexandre. L. F. T. R. Bago De Uva, nasceu em Faro Portugal (24.05.1963). Formou-se em Design Industrial no IADE- Escola Superior de design, marketing e publicidade (Lisboa, 1986). Colaborou com algumas empresas de arquitetura e publicidade em Lisboa. Foi Cenógrafo na Produtora Atlântida Estúdios, para Televisão e Teatro em Lisboa. Em 1988 ingressa no mestrado em "Biónica aplicada à arquitectura e ao design" no Instituto Europeo di Design, CRIED-Centro de Investigação Aplicada, com tese final na FIAT e Alfa Romeo: 92/100 (Milão 1986), nos ficou 2 anos seguintes como docente e investigador. Em 1998 vence bolsa internacional da Swatch, SMH e conclui 2º mestrado na Domus Academy com avaliação de 100% (Milão,1999) Em Itália foi ainda designer na Fauciglietti ingeneering, Trabucco & Vechi e Lucci Orlandini. Em 1991 volta a Lisboa convidado pelo Centro Português de Design como consultor para a internacionalização e a implementar a disciplina de Design Management em Portugal, no IADE onde foi coordenador de Projeto e fundador do mestrado em Design Urbano e membro do Conselho Científico. Em 1992 foi convidado para Novo Design / Brandia, maior empresa de Design e Marketing da Península Ibérica onde foi director da área de design de produto e ambientes nas áreas de shopping, de telecomunicações, banca, transportes, Centro Cultural de Belém, Vodafone, entre outros. Em 1995 funda a Almadesign hoje a empresa relevante no setor de transportes públicos e aeronáutica. Participou nos espetáculos de abertura da grande exposição Universal de Lisboa 1998 com Grupo de Teatro O Bando e Escape Machine; Foi Prémio Nacional de Design pela concepção autocarro S. Caetano 1998. Saiu em 2000 para liderar equipas multidisciplinares de empresas e associações para a internacionalização com casos de sucesso na Modus Design, Câmara Municipal de Lagos, Região Turismo do Algarve, Instituto da conservação da Natureza, MGLASS, associação de empresas do setor vidreiro, cerâmico, calçado, housewere, automóvel, têxteis tecnológicos e compósitos e mobiliário, como foi o caso da representação de Portugal pela UA na Beijing Design Week. Integrou o Projecto Auto-interiores, de consórcio do Estado Português com as empresas do sector automóvel e universidades (Acecia, Inteli, IST, CEIIA Simoldes, AIS, Inapal, TMG, Sunviauto, Pinifarina design, entre outras, Lisboa 2004-2007), Recentemente na indústria náutica desenvolveu vários projectos com as marcas Obe&Carmen, Barcos Atlântico e Siaribs, Valiant, SanRemo, Navalria/ estaleiros de Viana com vários catamarans de turismo e avistamento de cetáceos como são os casos da AlgarExperience, Animaris, Dolphin Driven Sado Arrábida, Jamanta, Frota Belize e Espírito Oceânico com o estaleiro Nautiber. Nos últimos anos concilia a atividade de projeto com a paixão pela docência na Universidade de Aveiro desde 2011, onde foi vice-diretor fundador do mestrado em engenharia e design de produto orientando várias teses e lecionando design no mestrado de design de produto e serviços na Universidade do Minho, UBI, e ULusófona no departamento de cinema e artes. Professor Auxiliar Convidado na UBI e Professor Coordenador de Design Industrial e Design Management no IADE / Laureate, desde 1991. Lecionou como professor convidado na PUC- Rio, Fortaleza, João Pessoa e Milão. Júri de diversos Concursos Internacionais de Design.É Investigador do ID+, Instituto de Investigação em Design, Media e Cultura, é uma estrutura de investigação ancorada em três instituições: a Universidade de Aveiro (Departamento de Comunicação e Arte) [UA/DeCA], a Universidade do Porto (Faculdade de Belas Artes) [FBAUP] e o Instituto Politécnico do Cávado e do Ave (Escola Superior de Design) [IPCA/ESD].



Um Master entre Samambaias e Kinders-surpresa.



Paulo Bago D'Uva | paulo.b.uva@gmail.com

“A mais bela coisa que podemos vivenciar é o mistério. Ele é fonte de qualquer arte verdadeira e qualquer ciência. Aquele que desconhece esta emoção, aquele que não pára mais para pensar e não se fascina, está como morto: seus olhos estão fechados.”

— Albert Einstein —

[COMO TUDO COMEÇOU]

- Vamos fazer uma greve! Ainda não desenhamos nada com design italiano!!
Todos nós, verdes alunos latinos estávamos de acordo, afinal somos a geração das mudanças!.. Vamos combinar, e é hoje que Carmelo, foi às empresas e não está cá!...
Contudo havia um sujeito que abanava a cabeça serenamente:
- Maaaa..... (e depois, sempre depois de um breve silêncio que todos escutavam respeitosamente:
- Prima dobbiamo fare quello che il maestro ci ha chiesto, tutti! inseguito, aspettiamo e vediamo quello che succede... solo dopo vediamo se abbiamo ragione...
Era a sabedoria Coreana de nosso respeitado colega Yang Won Yen. Afinal já tinha sido pai, já fazia tempo e pacientemente aguardava a seu tempo, a hora do merecido encontro com a família.
De fato, é preciso preparar terreno, semear, regar e aguardar sem chatear a semente para germinar.. algumas serão, as repetidas estações até que se possam colher frutos...

É recordando o privilégio de alguns momentos aqui partilhados que me dou conta do quão presente permanecem, algumas raízes de pensamento e atitude que o Professor Carmelo di Bartolo lançou em nossos terrenos secos, sabendo que a chuva de motivações viria e se transformaria em terreno fértil de ideias e práticas, quando voltássemos às realidades de cada um de nossos países. Aí, a disseminação aconteceria quando e onde tivesse de acontecer, pela tomada de consciência de nossas particularidades e diversidade de contexto na realidade de nossos países.

É por isso que a minha humilde homenagem a Carmelo, que aqui partilho, passa não apenas por alguns projetos mais reais, outros mais utópicos, como também por dar lugar a alguns dos projetos de meus alunos que acabei por orientar, transmitindo de algum modo o eco das vivências de Carmelo. Com ele foram raros os momentos em que nos sentimos em aula, mas sim em auto-descoberta e abertura de consciência para o precioso fluxo, de que somos um todo frágil, teimando em fugir à sintonia com a natureza e com tudo o que tem para nos dar.

Podíamos não entender o porquê do entusiasmo daquele professor, meio acriançado, no sentido mais receptivo, curioso, experimentador, generoso e de "um porque não" sempre de brilho nos olhos com a perseverança e fé da mais salutar das crianças, da mais genuína. Podíamos entender pouco do que ele queria dizer com a tal da Biónica e suas experiências.. Mas desconfiávamos que não se trataria de desenhar coisas em forma de bicho ou de falsas sustentabilidades. Não se tratava de meros argumentos marketing, quer fosse para impingir apenas mais coisas que ataçaram as inveja dos ávidos consumidores, nem tampouco atirar foguetes com papers mais sexis para uma academia respeitosamente acomodada.

Levantar questões pertinentes à sociedade a partir do pretexto de resolver problemas práticos com os artefactos; sem fugir p utopias confortáveis em condomínios do saber ou da economia de um pos-modernismo egóico, ou forjar alavancas dissimuladas para um neo-liberalismo que não me parece que nos tenha trazido a bom porto. Tampouco nos treinou para navegar evitando ventos tentadores de novos rumos ilusórios para uma humanidade que não se resume a consumir, invejar, regurgitar velhas receitas de como inventar um mundo melhor, naquilo que estiver ao nosso alcance.

Proporcionar, através do projeto de coisas simples, uma oportunidade de reflexão sobre o caminho percorrido pela imaginação de novos horizontes de paz, fraternidade e respeito pela vida, seja como



for que ela se revele, ou que nos leve abrir uma fresta de ar fresco para uma sociedade de igualdade de oportunidades e que aprenda a colher tudo aquilo que vá para lá da mera matéria, arte, espiritualidade ou mera disponibilidade de coração para ouvir o outro ponto de vista, viver na pele do outro... Permitir-nos a respirar uma intuição que nos chega pelo sangue da nossa cultura ou pelo sonho da nossa imaginação, pouco interessa desde que seja genuíno, o fluxo daquilo que nos faz olhar, rir, acariciar, admirar, confiar e nos permitir sonhar...

Essas não são as coisas que se mostrem aqui, mas sim as recordações, vivas porque pertinentes e oportunamente afloram ainda hoje ao falar do CRIED de Carmelo Di Bartolo.

Aquele que nunca levou a sério que o tratassem por Professor, precisa saber aqui, que ainda hoje nos chega a sua fresca e espontânea gargalhada, qual desafio de criança para virar do avesso o brinquedo que temos em mãos, se quisermos que o nosso principal Dom, a Criatividade continue a germinar em espiral que nos sai das mãos e por novos horizontes, para que outros lhe têm novas vida; para que os novos se permitam a escolher novos significados para a matéria artificial mas sobretudo em Natureza.

[ENTRE SAMAMBAIAS E KINDER-SURPRESA]

No anos 1986/87, após concluir o curso de Design no IADE, a 1ª escola de design em Portugal e depois de ter trabalhado desde publicidade, arquitetura de interiores e equipamentos, eu encontrava-me na crista da onda das primeiras produtoras privadas de televisão e teatro, como cenógrafo na Atlântida Estúdios. Por graça e para preenchimento de horas vagas, frequentava na universidade da 3a idade, em frente ao palácio Pombal do italiano com a professora Dida Lassi que me mudou completamente a percepção do mundo e da cultura. Foi então que se proporcionou concretizar um sonho de conhecer o país das revistas Abitare e das músicas que meu pai que trabalhava com arquitetura guardava preciosamente.

Abdicar de um setor em franca ebulição como a televisão só poderia ser por impulso e lá fui parar a Milão na disposição de repetir a licenciatura no IED Istituto Europeo di Design já a conselho do Instituto Italiano de cultura na rua do Salitre em Lisboa. Entre o fascínio de uma cidade tão estimulante industrialmente, não deixava de me sentir perdido na fria neblina e nos gélidos degraus do Duomo horas a fio a desfolhar jornais na procura de apartamento, quando num dos albergues encontrei com um tipo ainda mais perdido que eu mas falando Português de novela, era o Ado Azevedo e de repente entendemos que frequentava no IED, onde me tinha inscrito lá minha licenciatura com o intuito de imergir na real cultura de projeto, diante da qual me sentia tão aquém. Aquele boleiro gaúcho frequentava numa cave com um pequeno grupo que não chegava a 10 alunos, um mestrado de design com um palavrão novo: uma tal de **Biônica aplicada ao Design e Arquitetura** como faísca e fio condutor da atividade de projeto e pesquisa baseada em estruturas naturais.

Foi num dia cinzento que assomei junto à porta daquela misteriosa sala da cave, por entre vasos de estranhas plantas e ainda mais estranhas pedaços de maquetas penduradas no teto paredes e no meio de meia dúzia de tipos crescidos teimam em brincar a dobrar papéis e ver como voavam aguentavam com uma garrafa de água em cima. No meio deles apesar da barba e cabelo encaracolado encontra-se aquele que parecia mais criança de todos à gargalhada e divertidíssimo a destruir aqueles tímidos castelos de papel a que chamavam projetos. Afinal era o professor CARMELO DI BARTOLO. Parou olhou para mim e convidou-me a entrar e fazer parte da brincadeira durante aquela semana. Dizia-se que tinha trabalhado com um tal Renzo Piano, (arquiteto do George Pompidou e Oceanário de Génova) e era pago para fazer aquelas frágeis engenhocas que eram passadas ao mundo real de gente séria... Aceitei o convite pois o ano letivo mal começara. Para grande surpresa minha o desafio não me parecia mais sério que o dia anterior. Constava de propor uma "maniglia", uma pega ou proteção para a mão ao segurar uma caixa de encomenda atada com corda ainda quando existiam correios que entregavam coisa...e agora?? que raio fazer? Socorremo nos das melhores fotocópias sobre ergonomia cabos e pegas de tudo e mais alguma coisa, uma boa mão cheia de folhas secas enrugadas como inspiração. Só lembro que tudo o que saía como ideia era indesejável e o desespero se instalou.

No dia seguinte a um par de horas da entrega ainda não havia nada. Ok. Não sirvo mesmo para isto..Meu refúgio foi um monte de lixo resto das obras de renovação, foi no olhar vago para aquele desperdício que naqueles tempos não era chique falar de reutilização, que ecoaram algumas gargalhadas do professor Carmelo Di Bartolo, quando as experiências falhavam e as soluções propostas eram ainda mais descabidas. Aquela risada ainda hoje é contagiante e a desconstrução do briefing germinava sempre num "Porque não?"

Assim em dois minutos, construí aquilo que para mim seria a última coisa que alguém pegasse para o que quer que fosse muito menos para uma "manilha" a procurada pega de proteção para os dedos no transporte e entrega das encomendas atadas por fio nos correios. Já que o professor torceu o nariz a



aquelas propostas ergonômicas e em forma de bicho ou folha do outono que lhe propus, iria ver o que lhe viria à cabeça optar por aquela proposta sem o mínimo denexo. E não é que, com toda a alegria e aos pulos, aquele louco me disse: **PaÙlo, vou falar com a direção e prof. Soldini, tu, ficas conosco!!**

Estava impossível encontrar quarto, com a mesma cara de perdido fui pedir dormida ao assistente social da paróquia de Santa Maria del Suffrágio ali ao lado hoje repórter...Giácommo Valenti que ainda ano passado me veio visitar na sua segundas núpcias a Lisboa. Carmelo desmanchou-se a rir quando lhe disse que tinham tirado uma montanha de máquinas de costura do campanile para me alojar e passou a dar a aula à partir da história daquelas maquinetas e sua importância na economia. Foi assim que por lá fiquei sem fazer ideia onde me tinha metido até meu parceiro João Rieth, que me levou a casa de um carioca que falava português de novela de TV com os olhos espantados de alegria com duas lichias na mão fascinado com a estrutura da pele daquele estranho fruto. Era Alfredo Jefferson no meio daqueles gaúchos alguns meses atrás estive na sua fazenda de plantação e produção de compotas de lichias entre outras, onde descansa da responsabilidade um dos líderes da PUC-Rio. Não lembro o que estudamos no curso, mas cada um que encontramos hoje tem estórias de todos os outros de morrer a rir. Do Carlito Mexicano que nos cortava o cabelo no meio do cortile ao som de ópera cantada por colegas, às exasperantes tentativas da porteira para que não amarrassem as bici aos tubos de gás do pátio que com o cigarro aceso devidamente encastrado na falta do canino nos dizia com olhos esbugalhados que a bici può fare BUMM!!! E logrados os argumentos veio de mansinho perguntar "giovanno, sai cos'è la estètica???" La bici non va bene lì!!!!" à qual obedecemos religiosamente para todo o sempre, deixando a bicicleta à descrição de qualquer criativo do bando para as noites de samba e burritos nunca se soube bem onde lá no meio do nevoeiro de Gorgonzola...Tudo era ricerca tudo era desafio tudo era o melhor dos awards, nunca foi preciso briefing, pelo menos em inglês!

Espero que me absolvam desta deriva emocional e tão pouco científica, mas acontece aos melhores começar a confeccionar o bolo pela cereja ou lambendo logo a colher, aliás não fora os brilhantes exemplos de pasticeria do Carmelo, ainda hoje estávamos por saber o que vem a ser isso do design..Na verdade a Biónica servia tão bem de fermento quanto de chantilly, desde que devidamente batido com as claras.. Não sei porque me veio à mente aquele livro lá pousado ao dado da coleção de kinders surpresa da sala do mestrado, cujo título era "Io speriamo che me la cavo" ainda me identifico com os mais criativos dos protagonistas... bem vamos ao que interessa: Lá me deram o papel timbrado com aquele raio sobre a bolinha vermelha e lá me fiz à Vida..Não foi difícil pois Carmelo encarregou-se de nos desafiar com estágio após estágio. O mais doloroso foi acompanhar o mestre a uma sessão de biónica para velhinhas da terceira idade que um honroso cliente nos tinha pedido a bem da inovação e empreendedorismo. Numa das semanas mais empenhadas do Carmelo não posso esquecer o seu exemplo de generosidade. Como diz o Poeta Português Fernando Pessoa, "Tudo vale a pena quando a alma não é pequena se, para ser grande, sê inteiro: nada. Teu exagera ou exclui. Sê todo em cada coisa. Põe quanto és no mínimo que fazes. Assim em cada lago a lua toda Brilha, porque alta vive. ò Sol, sem ti, que seriam as coisas senão aquilo que elas são". São frases que tomaram sentido na atividade de projeto em tudo o que fazemos e que agora pensando em Carmelo me vieram à memória e lhe dedico de coração.Na prática mais que recordar projetos passados, importa dar conta da tomada de consciência daquilo que ficou da convivência com o Professor Carmelo Di Bartolo e colegas. Este grande património que herdámos e que faz despoletar automaticamente a nossa maneira de pensar que vale a pena, mas também e quanto a mim se vem tornando o mais importante, aquilo que não vale a pena fazer para ser mais um, a coragem de dizer não a projetos que não convivem com a consciência de cada um, respeitando a dos outros. O não a projetos que atentam contra a dignidade humana, a seres do reino animal, vegetal ao planeta, à indústria militar, ou economias desenfreadas do lucro e rentabilidade irresponsável pelo equilíbrio e respeito pelo fluxo natural que dá sentido por sermos parte responsável do planeta mas sobretudo da comunidade local com consciência do impacto nos antípodas e simultaneamente o respeito e incentivo à diversidade, livre arbítrio e modo de despertar da essência de cada um de nós e daqueles que fizeram e fazem parte das três décadas de alunos e alunos dos alunos que vamos deixando nos nossos países e nos diversos cantos do mundo que tanto se estreitou, que nos levou a nos tocarmos outra vez graças a iniciativa do nosso caro amigo multifacetado Prof. Amilton Arruda; hoje cada vez mais Luso.

Quando a seu convite, pensávamos caminhando no Terreiro do Paço em Lisboa num sol de 42° nesta merecida e devida homenagem ao nosso Carmelo pensámos que para lá de uma recolha saudosista, faria sentido, com grande simplicidade, partilhar alguns resultados do nosso trabalho, quer como projetistas, quer como professores, aqueles que teimam em tentar sê-lo no verdadeiro sentido da palavra, sem grandes especulações ou defesas conceptuais mas deixando à curiosidade, generosidade, atrevimento e imaginação de cada leitor, que constate, livre de julgamentos, quanto do que aqui dissemos, se tem plasmado no resultados que contra as vicissitudes dos diferentes contextos, se materializou deste modo, desta vez: Permitam-me partilhar uma frase que recordo do mentor do IADE, Professor António Ferro, criador dessa escola pioneira do Design que escreveu um dia, a propósito dos seus alunos: "Devíamos chamar-lhes discípulos, se fossemos capazes de ser

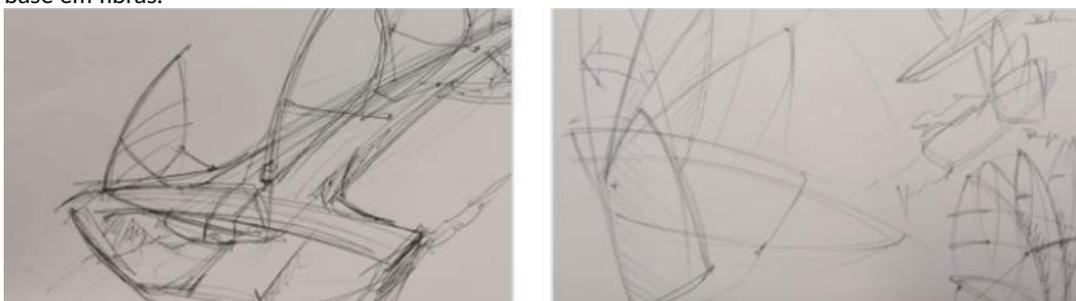


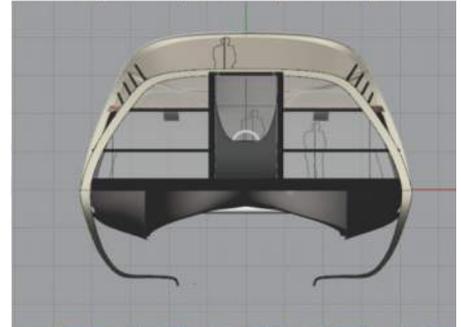
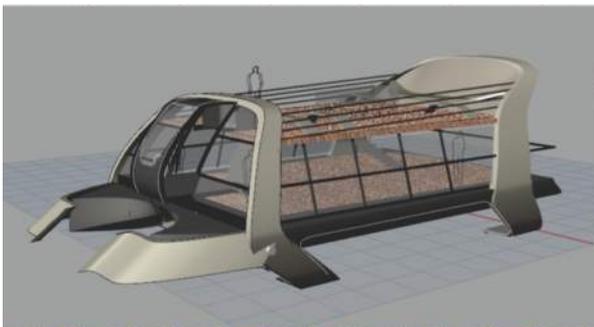
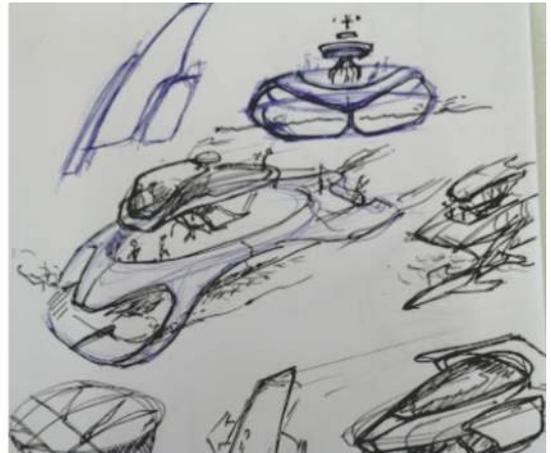
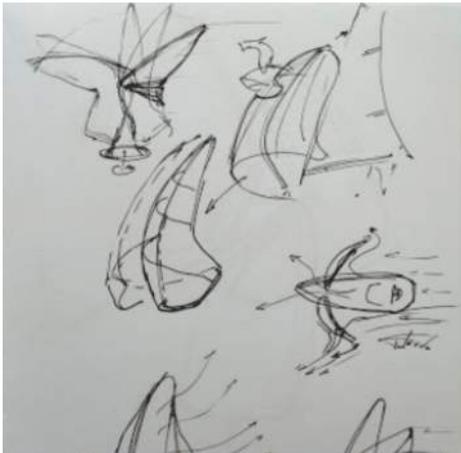
mestres.” quatro décadas depois, refletindo sobre a vida de Carmelo Di Bartolo, aquela frase assume especial nitidez e cujo brilho desse farol me revejo como eterno aprendiz, navegando num sistema cada vez mais nebuloso em que urge plantar novos faróis, questionar a eficácia e pertinência dos nossos GPS, quer social, que das nossas emoções e mentes pessoais, como alerta a obra do basco Ramon Andreu Anglada e Goleman.



Espírito de equipa da turma em diferentes cenários: Casteluccio di Pienza, Toscana; Entrega dos Prêmios DuPont, New York, um Fim de Semana na neve conduzido por Carmelo e hora do "Pizzolino" em minha casa e de João Rieth, frente ao IED com Yang Won Yan, Carlos Ortega Ayala, Ado Azevedo e Chica e Alfredo Jefferson de Oliveira.

Projeto de sistema de embarcações de velas biônicas: Um sistema de elementos compósitos semi-rígidos e controlados por sensores, baseados na mecânica evolutiva das asas de aves migratórias que otimizam uma navegação à bolina e que se transformam dinamicamente numa estrutura de geometrias e materiais mais compatíveis com a performance de uma ave de rapina bem mais potente, para navegação à popa e mareações intermédias adaptando-se ainda às condições atmosféricas. Um sistema de correção por sensores que tornará muito mais intuitiva e simplificada a navegação por não experts e um novo referencial de performance nas futuras embarcações ligeiras, nomeadamente a partir de sistemas de Hydrofoils, que nasceu dos estudos que desenvolvi com a colaboração de Carmelo, Paulo Orlandini e o novo colega e Francisco Lobo. Deram anos mais tarde a novas propostas como é o caso destas modelações com Eduardo Azevedo. Um projeto que ficou na gaveta pela inacessibilidade tecnológica mas que hoje se desenvolve a partir das Universidades de Aveiro e Minho, onde leciono há anos nos mestrados de Design do Departamento de Comunicação e Arte e como investigador do ID+, Instituto de investigação em design, media e cultura; Mestrado em Engenharia e Design de produto com DEM e Design de Produto e Serviços na Escola de Arquitetura da Universidade do Minho. Ainda no âmbito da Biomimética, como embaixador da Fibernamics-Green, Plataforma Internacional multidisciplinar para o desenvolvimento de produtos inovadores com base em fibras.





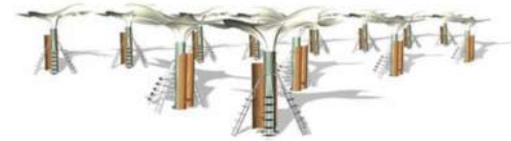
Eurocataplana. 1989. Projeto com a Dupont para novas aplicações de Politetrafluoretileno na cozinha. Projeto em muito suportado pelas consultorias profissionais de profissionais não académicos, neste caso um cozinheiro de renome que motivou uma série de propostas das quais resultou o primeiro prémio de Carlos Ortega com quem tive o grande privilégio de viajar para a América e Canadá junto do queridíssimo e insondável Yen Yang Won e Franco Lodato. Ainda recordo a Limousine que nos esperava no aeroporto em New York pela comitiva da Dupont América com os quais realizamos várias visitas a indústrias como a Adams graças excelente valorização do concurso de design que Carmelo foi conquistando com os diversos parceiros, precursor de um modelo de escola ainda hoje tão difícil de conseguir levar a cabo pelas universidades europeias.



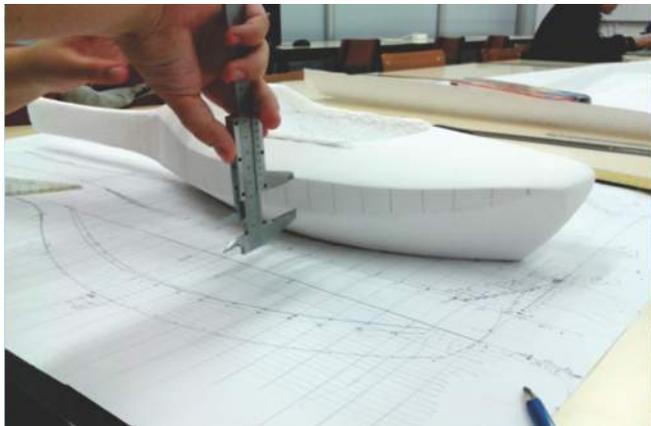
Assento para Automóvel Auto FIAT/ AlfaRomeo, com João Rieth a partir da geometria óssea do maxilar de serpente 1989/90.



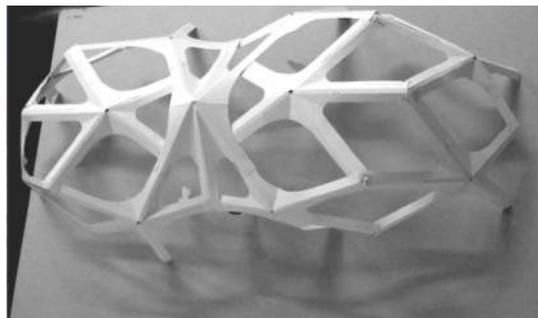
apresentação da tese na Domus Academy a Andrea Branzi, Paulo Deganelo, Isao Hosoe, Anna Castelli Ferrer, Dante, M. Trimarchi. Projeto que partiu do princípio de funcionamento vegetal anteriormente proposto no CRIED e que aqui tomou forma tendo merecido nota máxima. Milano 1991 com bolsa da Swacht indicada pelo velho companheiro João Rieth da equipe do Carmelo e fortemente apoiada por este enquanto nos arranjava uns estágios e trabalhos remunerados desde ter trabalhado com Lucci/Orlandini que tanto nos tinha ajudado no barco experimental de Hydrofoils de Francisco Lobo, todos éramos estimulados a participar nas teses dos colegas, até a ajudar a fazer protótipos na escuderia Lervolino um napolitano que perto da pista de Monza refazia autos de corrida.



Algumas das orientações de Projeto e Mestrados, desenvolvidos por alunos de Design e Engenharia de Produto do DeCA, - Universidade de Aveiro:

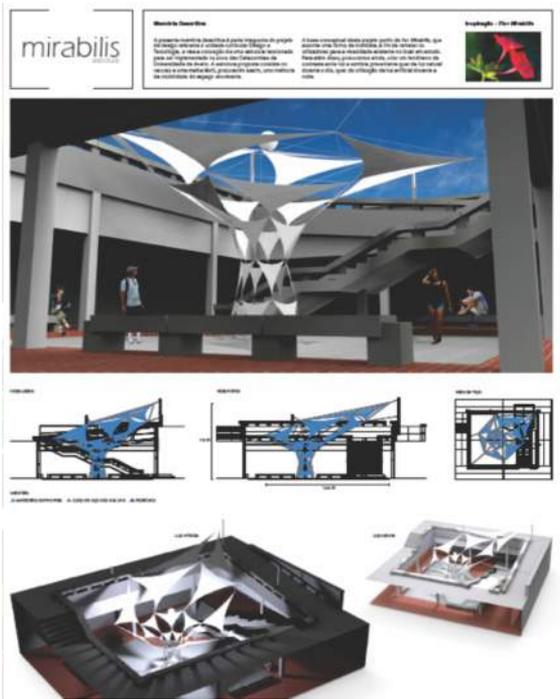


Protótipo para embarcação lúdica, biomimética. mestrado de Mara Fernandes. 2013 propunha-se o lançamento de embarcações lúdicas para parques aquáticos, movidos a propulsão humana através de simulação e visualização de princípios de locomoção de animais aquáticos inspirados na fauna local.

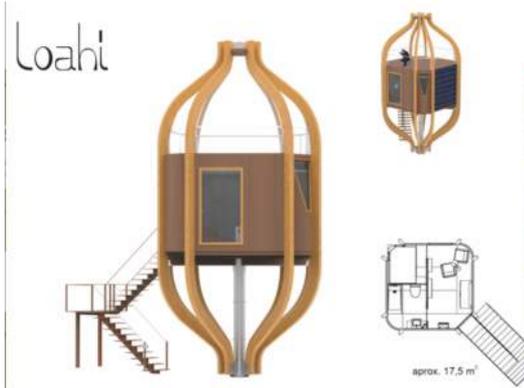


Projeto de cobertura biomimética insuflável sobre Jardim interior do das salas de aula nas caves do DeCA da Universidade de Aveiro por forma a dar visibilidade ao Campus sustentável, nas aulas de Design e Tecnologia. Cobertura em tensoestrutura nos acessos às lojas livraria e cantina na Universidade de Aveiro.

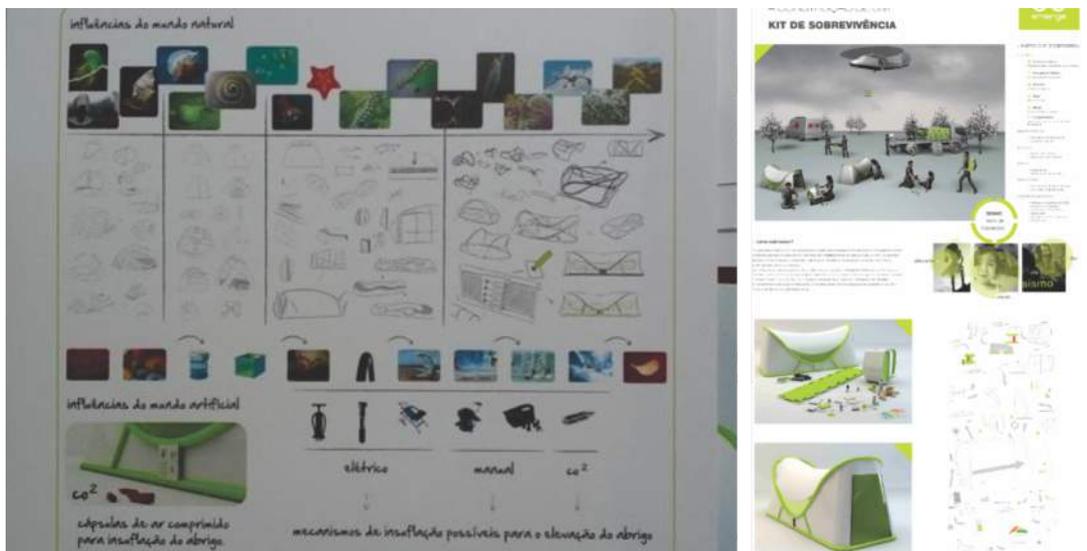
Maquete para Pavilhão de exposições a partir de análise Biomimética de organismos marinhos Claudia Alexandrino. disciplina Design e Tecnologia



proposta de campus sustentável da UAveiro. Tenso estrutura dos acessos e sapatilha desportiva baseados em sistemas de elementos e materiais naturais leves.



Tese de Habitáculos para turismo ecológico. Ana Lindade, desenvolvidos a partir de estratégias governamentais de proteção ao território do Norte de Portugal, após frequentes incêndios e conceptualmente baseados em estruturas naturais de sementes; co-orientado por Mónica Oliveira- DEM-UA.



Dissertação de mestrado, da Aluna Gisela Pinheiro orientada conjuntamente com Rui Roda do Politécnico de Milano e Universidade de Aveiro

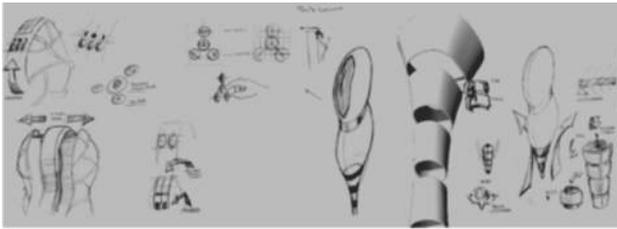


fig 135 - avaliação de soluções, comunicação e interação

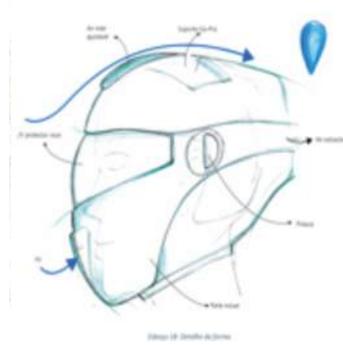
Depois de estudadas as possibilidades e criada uma relação entre os sistemas, é essencial a modulação virtual para desenvolver uma realidade tridimensional que nos aproxime do objeto que ambicionamos.



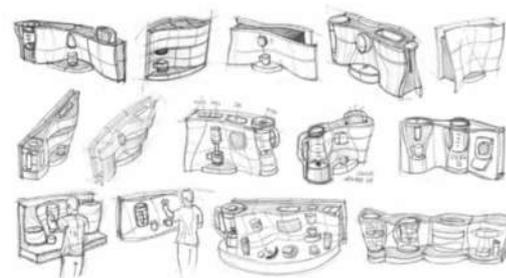
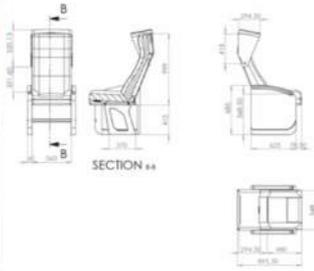
Fig 141 - posto de apoio em contexto real



Tese de mestrado. Equipamentos de estrutura biónica baseada na casca do amendoim e sistema de “pelos sensores” para prevenção e socorro a tsunamis e catástrofes naturais. Dissertação do Aluno Carlos Silva.



Capacetes de motociclismo e desporto pela aluna Ana Filipa Silva com estruturas interiores flexíveis após alguns estudos biónicos de antigas experimentações realizadas com Carmelo di Bartolo no CRSN.



Tese do aluno de MEDP, Alexis Almeida proposta de Assento para Comboio de longo Curso com elementos interiores cujo conceito partiu da observação de elementos vegetais naturais e interior de autocarro para trajetos municipais, Salvador Caetano 2017.



Estudos Para Carenages de automóvel pelo aluno João Montenegro em co-orientação com Francisco Providência.



Exoesqueleto chassi-Carenages para veículo elétrico cidadão baseado em sistemas ósseos e elementos naturais. Dissertação do aluno Emanuel Oliveira 2017 co-orientado por João Oliveira do DEM-UA, Um mestrado conjunto com o Departamento de Engenharia Mecânica que teve oportunidade de fundar com Teresa Franqueira



Veículo de combate a incêndios em aeroportos e florestas desenvolvido pela Empresa JACINTO. Ganhou o prémio de Inovação SEGUREX na FIL de Lisboa na primavera de 2019. Por ser o primeiro veículo do mundo com estas características Elétrico e com possibilidade de ser telecomandado na condução e no direcionamento e pressão dos jatos de água. É equipado com drones e fardamento de última geração. O Caminhão tem a particularidade de ser o único a ter um sistema tipo cardam a meio do chassi que o permite uma adaptabilidade extraordinária a terrenos de acesso difícil, cumprindo exigências análogas a situações de defesa militar.

O Aluno Rafael Oliveira desenvolveu o Design no âmbito da sua tese em design e engenharia do produto do qual foi vice diretor no lançamento do mestrado conjunto entre o departamento de comunicação e Arte conjuntamente com o DEM Departamento de Engenharia eletro mecânica da Universidade de Aveiro, no seio da qual oriento este projeto com o prof. Queiros de Melo no âmbito mais alargado de outras investigações aplicadas ao projeto de mobilidade e prevenção de catástrofes, onde o papel das novas tecnologias de comunicação, compósitos estruturais e têxteis tecnológicos e inteligentes se unem na representação de diferentes departamentos de universidades e empresas se agregam para novos sistemas de produtos-serviço a comunidade.



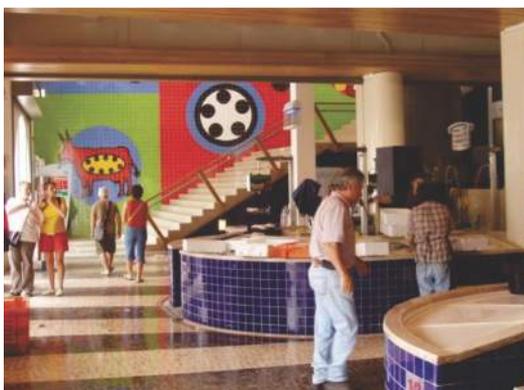
Projetos profissionais de Paulo B. D Uva como Designer:

Autocarro “Enigma Gold” encomendado para marcar os 50 anos daquela empresa, lançado em no Reino Unido distinguido posteriormente com o prémio Nacional de Design em 98 atribuído pela presidência da República Portuguesa e CPD sendo Presidente sua Ex.a o Prof. Jorge Sampaio e Ministro da Indústria, o Ex.mo sr. Eng Mira Amaral. Para a Salvador Caetano, desenvolvido em sequência de minha atividade como consultor daquela empresa pelo Centro Português de Design logo que regresssei de Itália em 1991 e que deu origem à ALMADESIGN fundada por mim, José Rui Marcerino e Carlos Castelo Branco após termos participado conjuntamente nas propostas para o Comboio da Ponte na NOVODESIGN com a CP e EMEFE. Lideravam o processo entre outros Carlos Coelho, Miguel Sequeira Braga e José Ferro Camacho que me convidou a integrar os projetos apoiados pelo estado com a INTELI e Pininfarina, liderado pelo Professor Manuel Heitor, atualmente sua Ex.a o ministro da Ciência e Tecnologia com Professor Paulo Ferrão (Atualmente preside a FCT Fundação de Ciência e Tecnologia em Portugal, entidade que atribui as principais bolsas de pesquisa e inovação a nível de Mestrados e Doutoramentos). Liderou as relações com a indústria e ligações ao MIT e visitas de trabalho a Detroit, Inglaterra e Alemanha, já com grande ênfase na responsabilidade do design na obsolescência e sustentabilidade das empresas associadas para o setor automóvel, atividades desenvolvidas com vários setores industriais do tecido empresarial português e cluster transfronteiriço com Galiza, também suportadas na sua essência pelo Eng. José Rui Felizardo mentor responsável pelo CEIIA, Centro de Excelência e Inovação para o setor automóvel e aeronáutica, hoje em Maia, Porto, onde alguns alunos de Lisboa, Aveiro e Guimarães tiveram a possibilidade de estagiar. Em torno destas áreas lembro alguns projetos como o Módulo assento P3, propostas de posicionamento estratégico para alguns dos parceiros das associações industriais como por ex. Amorim Cork Composites, Sunviauto, Ipetex, plásticos e metal, Simoldes, TMG- Automotive, entre tantas outras.

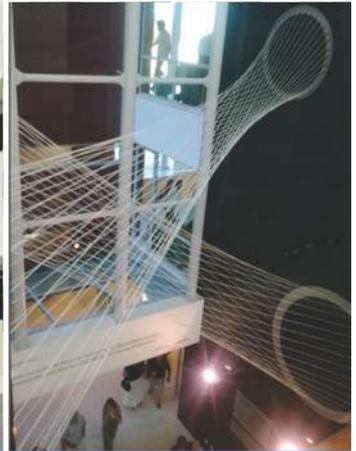
Salvador Caetano /Caetano Bus, Módulo assento /Tablier para Locomotiva EMEFE para a CP Comboios de Portugal, já na Almadesign. Frontal de Trem para a Siemens, um projeto europeu entre várias universidades, colaboração no desenvolvimento de Protótipo com a Empresa de Compósitos APM Antony Patric e Murta, com Guy Simmons, empresa que mais tarde forneceu os aquários para o oceanário, na altura em que na Almadesin se colabora com máquinas de cena da EXPO98, com o Bando e Scape Machinecom. Mais tarde com a APM desenvolvemos na Novodesign cabines urbanas para a Portugal Telecom, bem como alguns telefones e terminais ATM que rapidamente ficaram obsoletos com a evolução e democratização das telecomunicações digitais. Contudo mais tarde no âmbito da Universidade de Aveiro tive o prazer de participar do júri de concursos para a MEO, telefones e equipamentos para televisão digital.



Espaços Comunitários



Mercado da Ribeira em Lagos Colaboração com o Gabinete de Arquitetura MMA-Mário Martins Arquitetura e Camara Municipal de Lagos para remodelação do mercado da Ribeira 2005



Paços do Concelho, Lagos



Sinalética ICNF para Parques Nacionais e Iluminação Pública Schreder. Almadesign com Rui Marcelino e Carlos Castelo Branco com participação do António Carlos Silva de João Pessoa, Oeiras 2002



Autocarro Salvador Caetano com Almadesign



Autocarro CITADINO para a SALVADOR CAETANO



Autocarro Urbanos para STCP, rede de transportes rodoviários do grande Porto. Produzido pela Salvador Caetano e desenvolvido na Almadesign, finais anos 90.

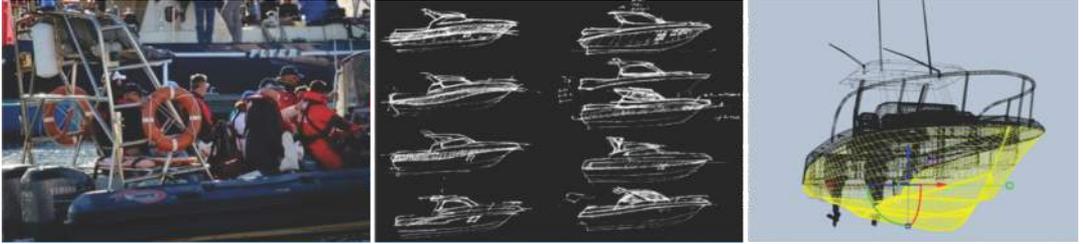


Poltronas de autocarro de Longo Curso com cinto de segurança para Sunviauto.

NÁUTICA:



Dois barcos em testes para homologação em doca na Foz do Guadiana Espírito Oceânico para a empresa Dolphin Driven e Belize III. Um barco veloz para avistamento de Baleias e Golfinhos ao longo da Costa do Algarve Costa do Algarve 2015/6. Embarcações desenvolvidas a partir do design de Paulo Bago Uva que desenvolveu uma tese sobre o design na criação do setor marítimo turístico em Portugal. Estas embarcações foram desenvolvidas pelos estaleiros da Nautiber com quem iniciei uma relação de consultoria no final dos anos 90, liderada pelo Eng. Rui Filipe Roque. O desafio seria sobreviver às drásticas medidas da Europa em sustentar financeiramente o abate das indústrias de pesca e agricultura, abrindo uma ligação a emergente atividade do turismo e interesse ambiental. A estratégia foi aproveitar o saber da excelente mão de obra existente algumas



Embarcações para a Sanremo Lda



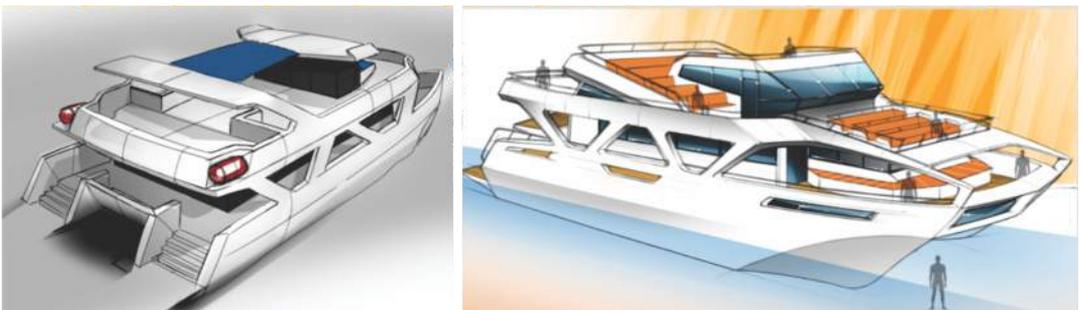
Embarcação rápida para transporte e atividades turísticas 13m. Catamarã de 17 metros de convés panorâmico, boca 8m e pontal 190m



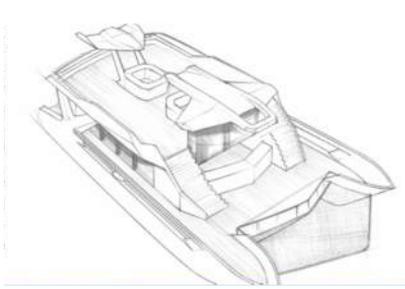
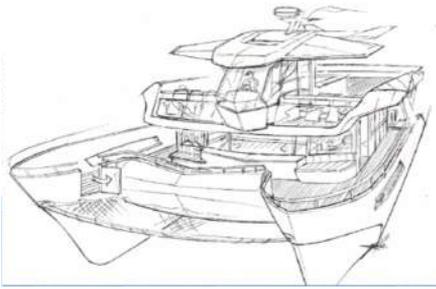
Renderings e Inauguração do Catamarã Jamanta para Animaris de José e Gonçalo Vargas na Ria Formosa, Sul de Portugal.



Esboços para nova versão de Belize IV, um redesign para a fórmula de sucesso conseguida em Belize II procurando uma identidade para a Frota da Algarexperience liderada pelos irmãos João e Pedro Bacalhau, iniciaram com um barco tradicional, hoje são a maior empresa do setor marítimo turístico Costeiro.



Esboços novas versões para novos operadores turísticos. Redesign em curso para novos modelos da frota Algarexperience p operar no Algarve e outras áreas de diferentes navegabilidades.



Primeiros esboços e Bota-abixo do Espírito Oceânico 2015



Os interiores e cuidada iluminação são uma característica determinante na liderança da oferta de atividade noturnas e sunsets-parties. Possui um Amplo salão fechado, de inverno casa de banho para deficientes. O Caráter versátil destas embarcações permite a sua transferência para empresas com características de serviços de transporte e lazer. O Dolphin Driven mede 15m e tem 5.30 de boca, Pontal de construção 1.60m. Está equipado com motorização de 2 motores de 296 hp.

Embarcação em PRFV (Poliéster reforçado a fibra de vidro e sanduíche de PVC expandido para atividade Marítimo-turísticas como avistamento de cetáceos. As suas proas avançadas permitem uma maior estabilidade e fluidez no deslocamento da embarcação e asseguram maior volume de flutuação à proa quando a maioria dos passageiros se acumula a frente numa maior interação com os golfinhos e baleias. Os Estofos foram criados de raiz para esta situação pela IETA,Lda



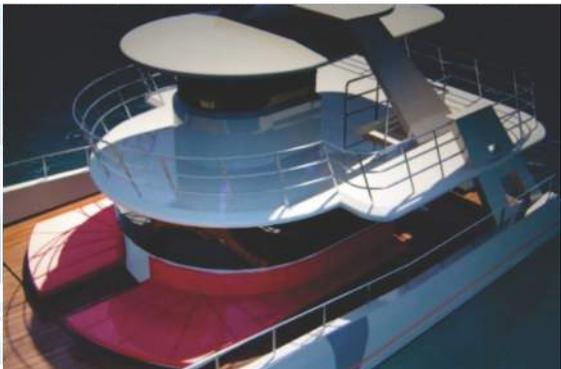
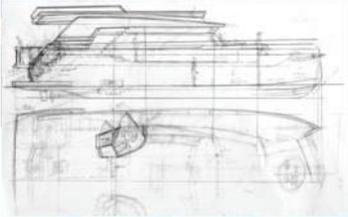
Catamarans Belize P Algarexperience: Biental Ibero-Americana de Design 2014

Embarcações catamarans destinados a atividades Marítimo-turísticas para a Empresa Algarexperience no Algarve. Esta embarcação de Turismo faz parte de um conjunto de projetos navais a pedido da Nautiber, Ida Estaleiros Navais do Guadiana. Longos anos de trabalho com este estaleiro desde há 20 anos, permitiram reconverter a indústria de construção de barcos de madeira para pesca para o sector marítimo-turístico com o intuito de colocar o Design como alavanca do cluster marítimo-turístico em Portugal, aliás tema da minha tese de doutoramento iniciada em 2010 na Escola de Arquitetura da Universidade de Lisboa sob orientação do caríssimo Prof. Fernando Moreira da Silva.

Este conjunto de projetos, estando a operar na nossa costa e alguns rios, pretende contribuir para demonstrar a importância do Design para a criação de setores de negócio alternativos e sustentáveis onde é reconhecida a notoriedade de Portugal em re-propor novos serviços onde confluem oportunidades provenientes das novas estratégias políticas vocacionadas para o turismo, o ambiente e atividades desportivas e lúdicas. Para a concretização de qualidade destes novos setores, potenciam-se a confluência de competências portuguesas já reconhecidas como as ligadas ao setor de componentes automóveis e mobilidade, têxteis tecnológicos, compósitos, cortiça, tecnologias de informação, entre outras.

No presente caso estas embarcações são construídas essencialmente por painéis em sanduíche de fibra de vidro e pvc ou poliuretano expandido e reforçada a resina de poliéster mas integrando a experiência dos sábios artesãos de madeira do setor marítimo Português que acumula uma experiência secular e de interação com outros territórios. Belize II, foi projetada para passeios costeiros e eventos especiais com 3 áreas de solário distintas e grande salão central com bar e dois Porões de vista submarina permitindo a observação do meio marinho subaquático, com lugares sentados e em perfeita segurança. Porões estanques e acesso a passageiros de mobilidade reduzida.





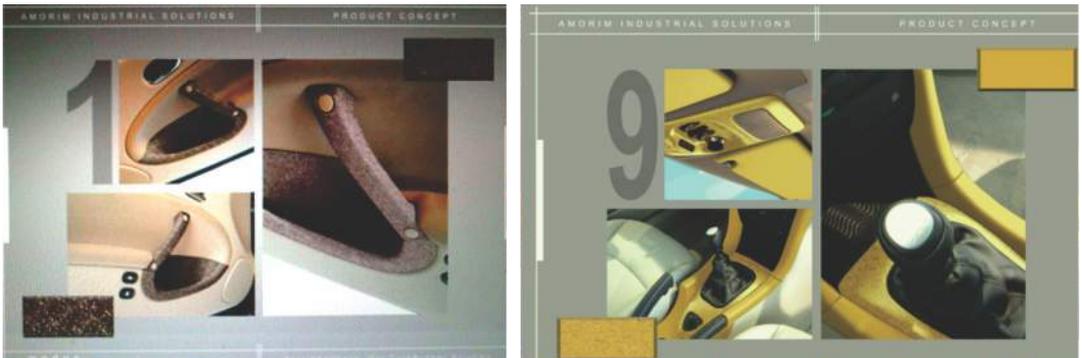
Embarcação rápida para transporte e atividades turísticas 13m e Catamaran de 17 metros de convés panorâmico, boca 8m e pontal 190m.



Peça que desenhei e produzi para a Jasmim, Ltda e Levada como representação do design de produto a Qintien na China promovida pelo instituto Confúcio e Universidade de Aveiro.

A experiência como Designer consultor e formador para designers e quadros superiores da indústria vidreira em Portugal Vitrocristal que deu origem à marca MGLASS, foi dos períodos mais ricos em que se resgatou um precioso saber fazer dos fantásticos vidreiros Portugueses em vários programas promovidos pelo estado no centro de Portugal, com vista à internacionalização.

Outro período intenso de envolvimento com clusters estratégicos para a economia Portuguesa foi o programa ARTONCHAIRS Promovido pelo município de Paredes e Universidade de Aveiro com a Sete Pés, que venceu o prémio de empreendedorismo europeu. Diversos concursos internacionais foram levados a cabo envolvendo as comunidades locais e empresários numa sinergia que culminou com a representação do cluster do mobiliário na Beijing Design Week em 2015 envolvendo as embaixadas dos dois países.



Projeto para SAAB com a Amorim Industrial Composites e Modus Design com Cruz Rodrigues para interiores de automóveis Saab 1999. Foi determinante o estudo de texturas Biónicas para a tatilidade e percepção visual de determinados componentes.



Um dos primeiros equipamentos para a SIBS- Sociedade Interbancária de serviços, desenvolvida na Novodesign aprox. 1993/4, ainda Hoje em serviço, tal como equipamentos para terminais de pagamento eletrónico e sinalética dos pontos de atendimento. Equipamentos eletrónicos para a Portugal Telecom desenvolvidos na Novodesign Foto Miguel Aboim Borge. 1993/4.





Poltrona OCA - Mobiliário em fibra de vidro para exteriores e interiores moldado a partir de velhos sofás obsoletos já com estórias marcadas nas suas superfícies. Na génese deste produto esteve uma questão que me fez reportar também à ideia de escola de Carmelo: Porque atribuímos tamanho protagonismo a novos produtos inflacionados de significado e valor semântico, inventando pseudo-memórias, quando elas estão diante de nós e as lançamos ao Lixo? Ao me deparar com o velho sofá do casal vizinho colocado para recolha, pensei: Quantas memórias estarão ali para o lixo? Quantas horas de mão de obra? Que condensado de vivências...E provavelmente, serão trocadas por outro sofá na mesma lógica!

- Porque pagar todo um custo da concepção à produção destes produtos, buscando valores simbólicos de status, quando se podem resgatar vivências e memórias vincadas num sofá jogado ao lixo? Porque não dar-lhe uma segunda vida mantendo as rugas da sua história, libertando-o de todo o peso visceral de décadas de soma de processos e componentes interiores, quando hoje temos um tecnologia como os compósitos onde a pele e estrutura se fundem no mesmo propósito de descartar o desnecessário? Esta abordagem, não tendo qualquer apelo a criatura animal ou vegetal, considero-a herança de uma dieta das conceções e processos produtivos; propósitos subjacentes ao pensamento do nosso caríssimo Carmelo Di Bartolo. Lógicas que tantas vezes esbarravam no marketing emergente das escolas de Design, às quais não são alheios os equívocos e sobressaltos de propósitos forjados e de sentidos voláteis de tantos cursos e teses que hoje proliferam no ensino do design e que nem sempre criaram alunos e consumidores conscientes, felizes e verdadeiros. Mérito seja dado aqueles genuínos que estão a reinventar a sociedade sabendo selecionar propósitos e metas de interesse verdadeiramente comunitário e não de insuflar egos e protagonismos que apenas se lhes reconhece valor pela grife ou assinatura.

Neste caso já em 2010 para a Bienal Ibero-Americana de Design, propus um produto que resultasse da renúncia ao processos de construção, peso e custo de estruturas e espumas internas e tecidos agrafados que escondem o resultado de ofícios "menores". O aproveitamento de épocas baixas de produção na indústria de embarcações, permitiu uma guinada na vocação de pequenas empresas que incorporando fibras vegetais nos processos decorrentes dos compósitos, recuperam velhas formas obsoletas em superfícies estruturais marcadas pelas anteriores vivências, neste caso de um sofá e repõe ao uso da sua volumetria interior para acondicionamento de livros e outros objetos pessoais, resultando numa nova relação de certo modo irônica e crítica de um velho modo de fazer e estar.

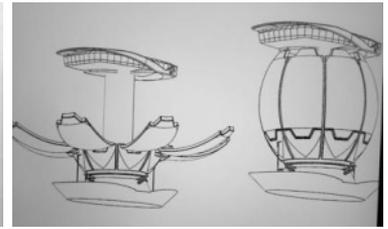
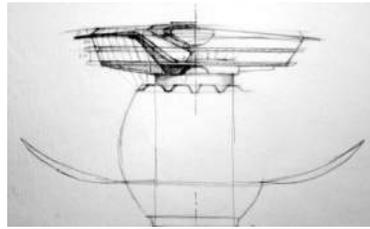
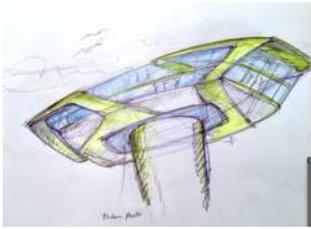


P3-Módulo Assento para viatura monovolume. desenvolvido entre outros parceiros institucionais, O Instituto Superior Técnico, INTELI, CEIIA, U Minho, Pininfarina para associados da Indústria automóvel. A anterior tese desenvolvida no CRIED do IED supervisionado por Carmelo Di Bartolo e representantes dos Centros Stile FIAT e Alfaromeu, foram decisivas na escolha para integrar a equipe, tendo assumido a área do design. Jamanta: uma primeira embarcação de transporte e um verdadeiro salão flutuante para a precursora empresa Animaris de José Vargas desenvolvido na Nautiber com o arq. José Vargas.

Jamanta: uma primeira embarcação de transporte e um verdadeiro salão flutuante para a precursora empresa Animaris de José Vargas desenvolvido na Nautiber com o arq. José Vargas.



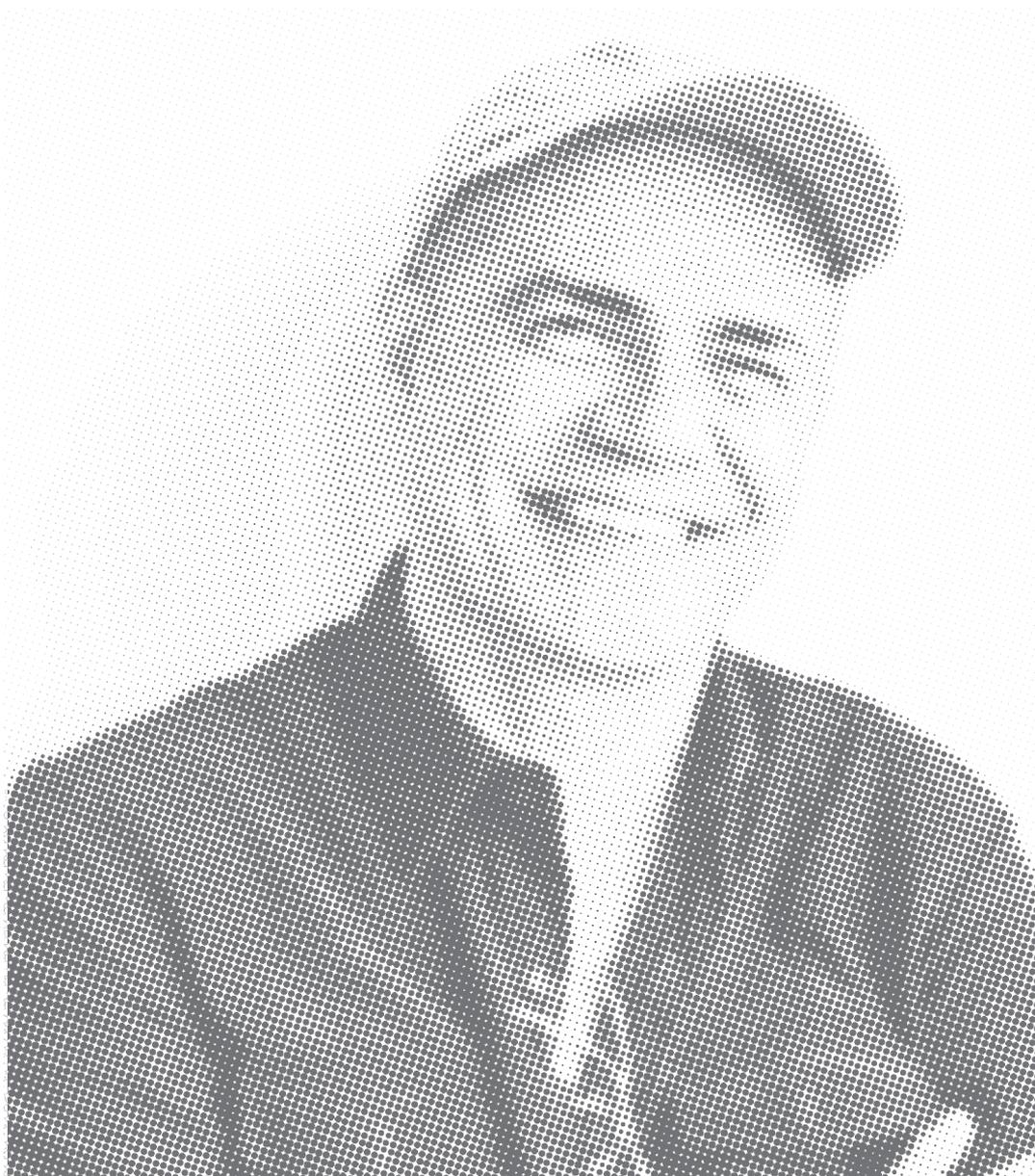
Barcos Cabinados para pesca desportiva para a marca Atlantico, Lda 2011



Esboços e modelação de um conceito do líder da Navalria e grupo Martifer, Eng, Carlos Martins que propunha um gigantesco sistema de espetáculo multimédia com restaurante de 2 andares e miradouro para a cidade de Lisboa no topo. 2017

Luís Roberto Marques da Silveira

Laureato presso la Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Porto Alegre (FAUPA) - Faculdades Integradas Ritter dos Reis nel 1986, ho iniziato le mie attività come professionista autonomo, sviluppando progetti e opere nella regione e sulla costa. Dall'adolescenza ho lavorato con arti visive, un'attività che segui in parallelo per alcuni anni.. Con la crisi dei primi anni '90, sono partito per l'Italia per il Master in Bionica. Dall 1994, poco dopo essere tornato in Brasile, cominciai a lavorare nel Departamento de Arquitetura e Urbanismo dell'Universidade Federal de Santa Catarina, concentrandomi sull'insegnamento della progettazione architettonica e del design, con particolare attenzione allo studio dello spazio pubblico ed architettura bioclimatica di filo moderno.



Esperienze italiane

Luís Roberto Marques da Silveira | luismarq@arq.ufsc.br



“Siamo continuamente indotti a credere in questa possibilità di trattare con il pianeta, che è la nostra casa comune, come un altro prodotto di una civiltà che si è spostata così lontano dalla sua origine, dalla sua memoria ancestrale, che è sempre più dipendente da invenzione di nuovi prodotti, nuovi manufatti, per farci distrarre, per farci funzionare.”

————— **Aílton Krenak** —————

Sono molto distanti quegli anni italiani. La mia ricerca di un corso nel campo del disegno industriale al di fuori del Brasile è avvenuta nel pieno dell'epoca Collor, annunciata dalle vanterie di un play boy testardo e da tutto ciò che questo rappresentava. Il presidente cacciatore di marajà, che avrebbe sofferto l'impeachment da lì a poco, aveva prelevato i risparmi dei brasiliani all'inizio degli anni '90. Molti piani vennero sospesi con quel furto, inclusi alcuni progetti d'architettura che si sarebbero svolti sotto la mia responsabilità.

Pochi mesi prima, nel primo semestre del 1989, avevo sviluppato il progetto grafico per l'evento Design italiano: Arte e Tecnologia, promosso dalla società SINERGIA/Grupo Württemberg, di Rio Grande do Sul, per la qual occasione ho avuto modo di entrare in contatto con alcuni dei relatori tra cui Angelo Cortesi, Claudio Salocchi, Ernesto Gismondi e Giotto Stoppino. Tale evento accadde in contemporanea con la fiera di divulgazione del Sistema Italia nella città di São Paulo, capitale dello stato brasiliano con la più grande popolazione di discendenza italiana.

Nello stesso periodo, lavorando a Porto Alegre, progettai una casa di campagna per la famiglia Ducceschi, italiani emigrati in Brasile nel dopoguerra. Fu in quell'occasione che iniziai i miei studi d'italiano con Dona Francesca. Il Master in Bionica del Centro Ricerche Strutture Naturali – Istituto Europeo di Design – è sorto in quel contesto come mia possibilità di allontanamento, rimozione e rinnovamento. Ho ritenuto, come architetto, che fosse giunto il momento per conoscere l'architettura greco-romana.

Ricordo le amicizie, l'atmosfera fraterna e molteplice di quel piccolo centro di studi che ci offrì una nuova prospettiva per osservare la natura come fonte di creazione, in contrasto con un mondo artificiale ed imperfetto. Penso che, fra chi si rivolse al CRIED e di varia provenienza, esistesse l'inquietudine che nasce in chi nutre in sé stesso la curiosità, e l'aspettativa, di trovare nuove strade per la progettazione. L'approccio usato ed il campo d'indagine pareva promettente in relazione alle questioni ambientali ed al tema della sostenibilità, in quanto proposta istigante in fase di costruzione.

Eravamo sulla stessa barca e liberi di fare esperimenti. Carmelo di Bartolo cercò di animare tutti, spingendoci in questa direzione degli studi, entusiasta degli sviluppi. In qualità di direttore del centro, creò le condizioni per un ambiente di lavoro cooperativo, nel quale cercammo di esplorare percorsi alternativi con creatività.



Figura 1: Momento di relax tra i ricercatori del Centro Ricerche (Milano, 1991)



Ho ricordo dei molti modelli di strutture disposti sui muri del laboratorio, degli studi su strutture naturali ritrovate nei più disparati ambienti e bioma, i cui concetti furono appresi per generare soluzioni plausibili alla composizione di nuovi manufatti e ricoveri. Gli studi empirici riusciti all'epoca, in gruppo o individualmente, ci hanno permesso di lasciare la zona di conforto per immergerci in contenuti nel campo della biologia, delle scienze naturali e dell'ecologia. Le partnership con l'industria ci hanno inoltre arricchiti nel confronto con altre esigenze ed aspettative.

La piccola struttura ci ha permesso di stimolare il dialogo con professionisti di molteplici aree, sempre molto utili e con qualcosa da dire. Era necessario vedere i punti di contatto, per staccarci da certi comportamenti guidati da una cultura tecnica che abbiamo riconosciuto presente in ciascuno di noi. C'era qualcosa di poetico relativamente all'immersione nello studio della natura e della complessità dei suoi sistemi, processi ed organismi. Bionica ci ha presentato una metodologia attraente tanto quanto imprecisa, se pensiamo che non tutto possa essere riassunto in un'applicazione pratica e biomorfica. D'altro canto è stato imposto dall'appello etico.

Carmelo ha anche permesso viaggi gratificanti per tutti coloro i quali vi partecipassero. Ricordo una visita all'Istituto Frei Otto dell'Università di Stoccarda. Una copertura innovativa a comporre un bellissimo spazio di lavoro, contrastante con le altre costruzioni del campus ed imponente nella sua eleganza e leggerezza. Un luogo in cui gruppi di architetti ed ingegneri, circondati da ricercatori, hanno studiato strutture con membrane tensionate, minimizzando le energie per generare forme frutto di conoscenza, discernimento ed ingegnosità. C'erano esperimenti di ogni genere: mockup che rivelavano forme organiche con il materiale più semplice.

Ci fu un vero interesse per le forme della natura, la sperimentazione nell'architettura e la ricerca della comprensione dei processi fisici. Per me, che qualche anno fa proposi una copertura del genere per l'Auditorium Araújo Viana a Porto Alegre, in collaborazione con i colleghi architetti Elza Reghelin e Ado Azevedo, senza avere molta esperienza o conoscenze tecniche in questo tipo di costruzione, conoscere l'Istituto tedesco è stato un altro elemento arricchente relazionato con quel lavoro ed i miei studi nel campo della bionica.

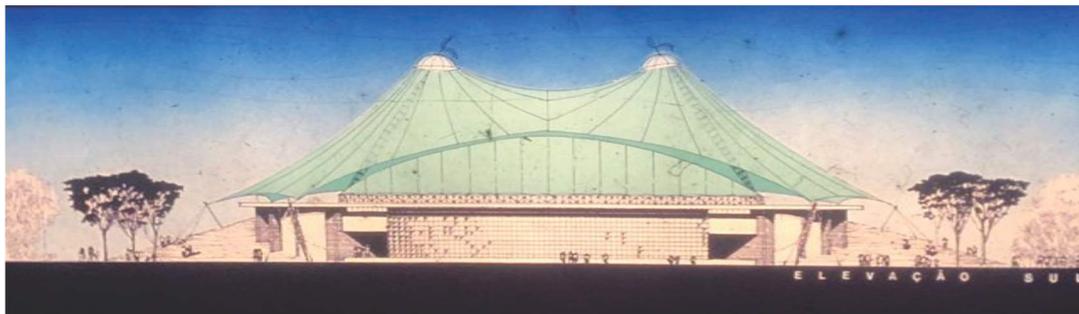


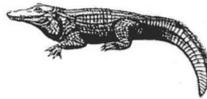
Figura 2 e 3: Illustrazione e modelo della proposta di copertura dell'Auditorium Araújo Viana (Porto

Tra le attività di quegli anni italiani, evidenzio alcune opere alle quali ho partecipato, come la ricerca sulle esigenze dei Vigili del Fuoco della città di Milano, il progetto Fiat auto-elettrica ed il Schwarzkopf Award 1992/ Contest on environment - Consious Design and Communication, contest che ci ha sfidati a proporre qualcosa in cui Bionica ci è servita come fonte di ricerca e sviluppo.

Anna Luísa de Sá Cavalcanti, Jörg Cruel ed io, tutti studenti del Centro Ricerche, abbiamo vinto il primo premio con la proposta Ballon.

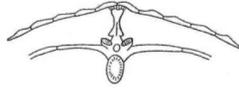
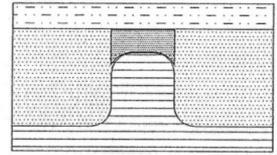


Il suo rivestimento è costituito da un carapace dorsale e da un piastrone ventrale. Il carapace è una cupola ossea formata da vertebre fuse e da costole allargate e fuse. Lo scheletro di una tartaruga mostra che le piastre cornee sono sostenute da ossa. Analogamente il coccodrillo possiede delle placche ossee che rinforzano la pelle del dorso, tale corazza si appoggia lungo le apofisi vertebrali. Tale sistema consente una maggior libertà di movimento.

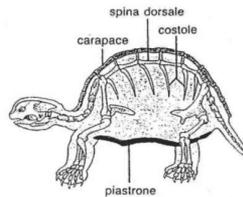
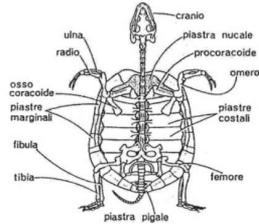


Sezione trasversale della struttura scheletrica del coccodrillo

Schematizzazione della struttura scheletrica del coccodrillo



-  MORBIDA
-  ELASTICO
-  RIGIDO/ELASTICO
-  RIGIDO



La proposta consente nel cambiare il concetto del supporto schienale, considerando che in diverse situazioni l'utente necessita di una attrezzatura più leggera che permetta il massimo movimento. Il casco presenta diversi proposte di alleggerimento strutturale con circolazione d'aria all'interno. La bombola è compatta, attaccata al casco e con una capacità limitata, adatta per l'intervento d'emergenza con possibilità di ricambio.

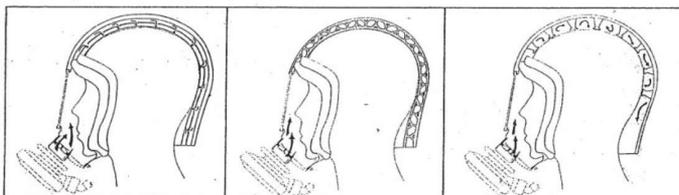
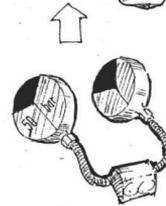
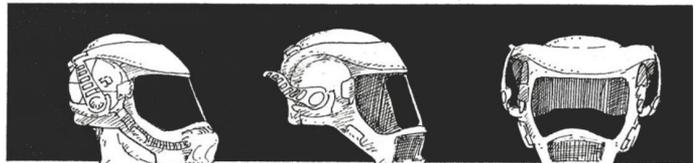


Figura 4 e 5: Qui sopra, in collaborazione con Anna de Sá Cavalcanti, dei disegni svolti dal sondaggio su scheletri e carapaci di alcuni rettili.



Figura 6 e 7: Sfortunatamente, restano poche copie dei disegni che ho sviluppato per la fase iniziale del progetto Fiat Auto-Elettrica. Il progetto era sotto il coordinamento di Ado Azevedo ed il lavoro ha visto la partecipazione di diversi collaboratori.

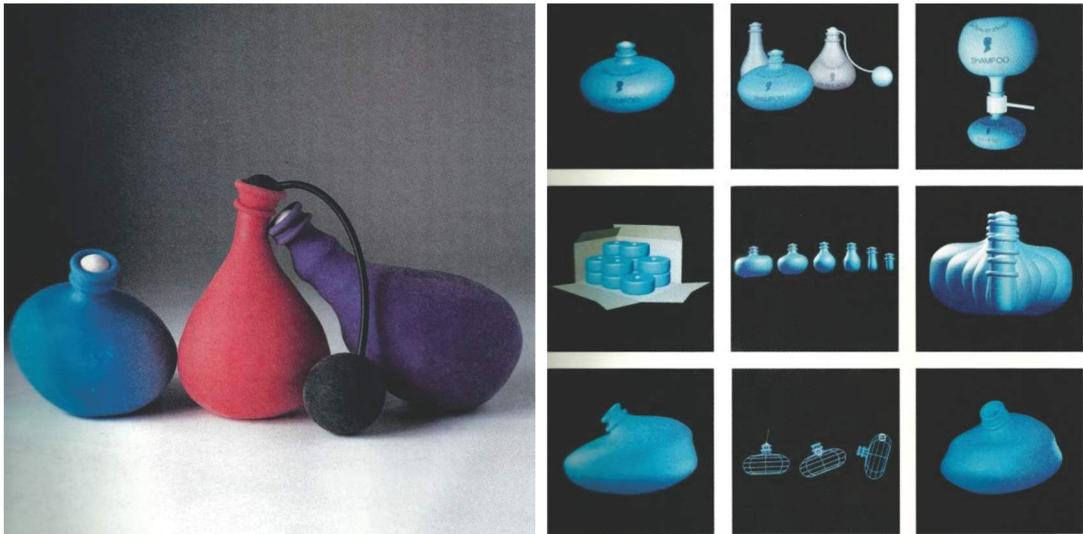
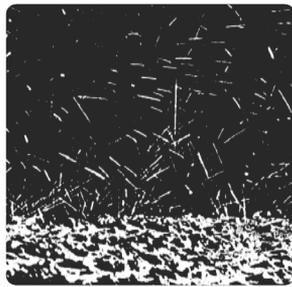


Figura 8 e 9: Risparmio di volume - Grazie all'elasticità della parete esterna di spessore minimo, il contenitore consente un riempimento sotto vuoto. Se, inoltre, lo shampoo è disidratato, i risparmi di volume realizzati per il trasporto possono essere stimati intorno ai 2/3. Riempimento - Metti il contenitore vuoto rugoso in tasca; alla stazione di rifornimento, il nome dello shampoo appare di nuovo nella sua dimensione completa nel palloncino di riempimento. Riduzione al minimo dei rifiuti - Se dopo molti utilizzi il contenitore della membrana viene alla fine gettato nella spazzatura, può essere accartocciato in una palla (di solito molto problematico per l'imballaggio in plastica). Guarnizione pneumatica - La sfera di riempimento riempita d'aria può essere realizzata con lo stesso materiale (gomma naturale). Sempre tendendo a salire, l'apertura si chiude automaticamente; dopo l'uso, sono sufficienti due dita per posizionarlo nello spazio tra gli anelli di bloccaggio.



Figuras 10 e 11 : Effetti dell'acqua battente sul terreno

Nel mio passaggio per il CRIED, mi dedicai allo studio dei fenomeni di movimenti franosi verificatisi con una certa frequenza sulle pendici delle zone centrali delle città più popolate del paese, principalmente a causa dei conflitti derivanti da processi antropici. Alcuni di questi eventi si sono verificati in quote elevate di difficile accesso, colpendo prevalentemente gli strati di reddito inferiori delle metropoli delle regioni tropicali e subtropicali. Tale ricerca mi ha permesso di comprendere la dimensione di questo problema socio-

ambientale: i suoi fattori, i tipi, la portata, le caratteristiche, le dinamiche, il grado di prevedibilità e le alternative, ponendo l'accento su certe condizioni del territorio brasiliano. Il lavoro venne organizzato in quattro capitoli: il primo si avvicinò all'ambiente e all'azione erosiva; il secondo considerò il progetto di pendii stabili; il terzo si occupò di Bionica e design; e nell'ultima parte presentai un sistema per il contenimento di pendii soggetti all'erosione della pioggia, paesaggistica e protezione ambientale.

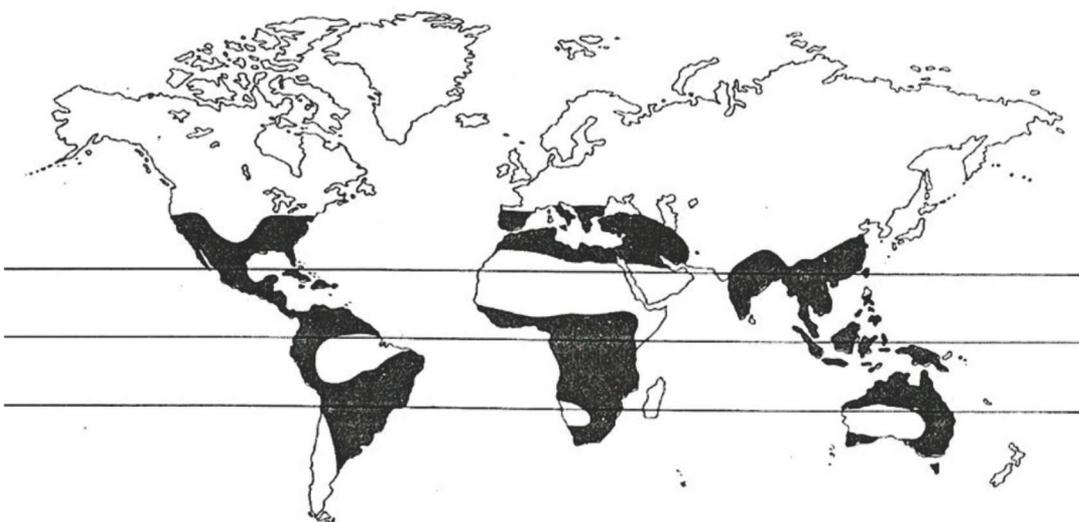


Figura 12: Il conflitto fra l'ambiente naturale e gli interventi dell'uomo si verifica in modo più intenso nelle regioni tropicali ove la dinamica dei fenomeni naturali è maggiore, particolarmente rispetto al clima.



Figura 13: Il profilo del suolo è composto da diversi strati orizzontali, chiamati orizzonti, che col variare della profondità variano anche composizione, tessitura e colore. O - materiale organico (húmus), A - sostanza minerale ma ancora con attività biologiche, B - subsuolo-zona di accumulo e C - parte del materiale della roccia originale

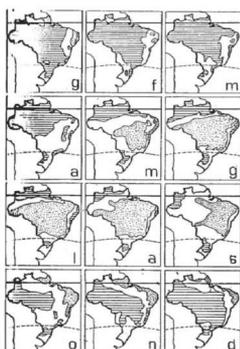
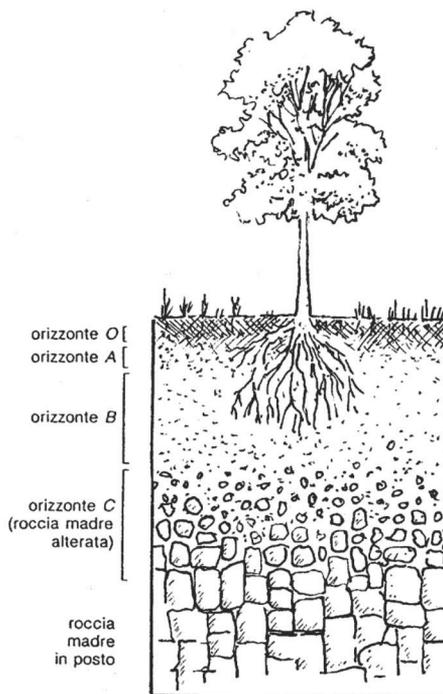


Figura 15: Distribuzione delle precipitazioni luviometriche

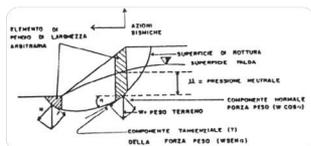
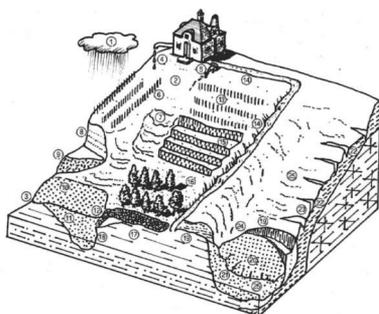


Figura 16: Schematizzazione delle forze nell'equilibrio di un pendio



Figura 14 : Caratteristiche generiche del territorio brasiliano. L'estensione territoriale e il posizionamento geografico conferisce al Brasile cinque tipi di clima: equatoriale, tropicale, clima semi árido, tropicale di altitudine e subtropicale

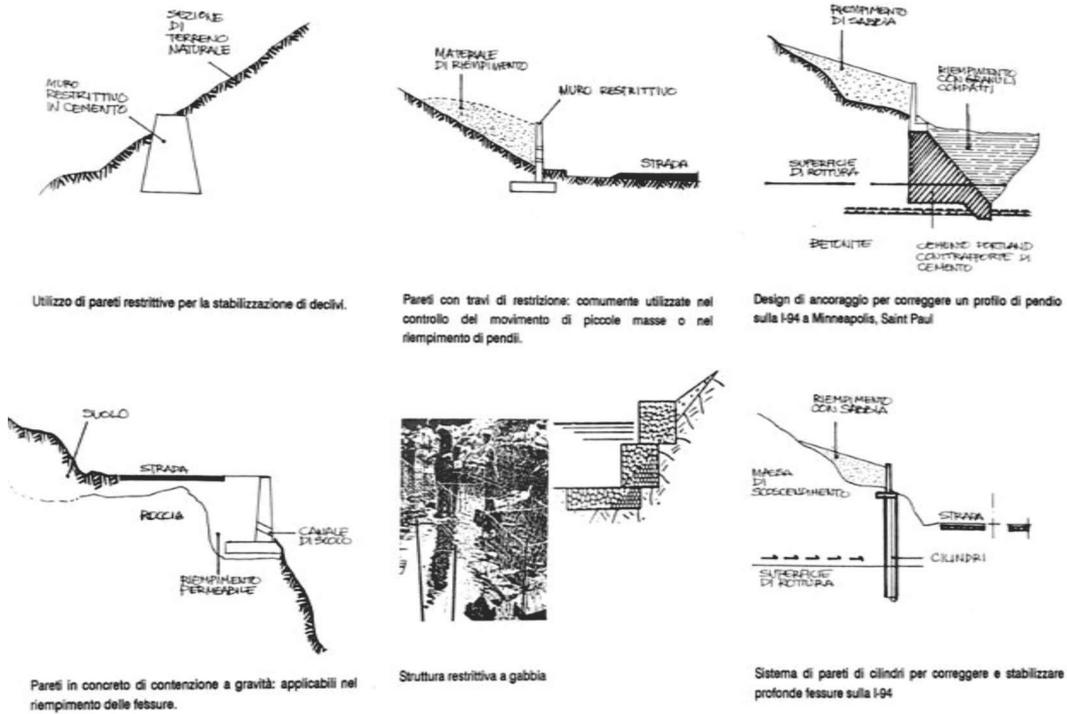


Fattori d'erosione (1-12)
 Fattori di resistenza all'erosione (13 - 18)
 Conseguenze dei fattori dell'erosione (19 - 25)



Figura 17: Illustrazione di scivolamento avvenuto nell'area metropolitana di Belo Horizonte/MG, Brasile

Figura 18: Fattori di resistenza all'erosione e conseguenze dei fattori dell'erosione: schema elaborato dal Manuale di Geologia Tecnica delle Frane/ Colosimo



Utilizzo di pareti restrittive per la stabilizzazione di declivi.

Pareti con travi di restrizione: comunemente utilizzate nel controllo del movimento di piccole masse o nel riempimento di pendii.

Design di ancoraggio per correggere un profilo di pendio sulla I-94 a Minneapolis, Saint Paul

Pareti in concreto di contenenza a gravità: applicabili nel riempimento delle fessure.

Struttura restrittiva a gabbia

Sistema di pareti di cilindri per correggere e stabilizzare profonde fessure sulla I-94

Figura 20: Tabella di riferimenti bionici

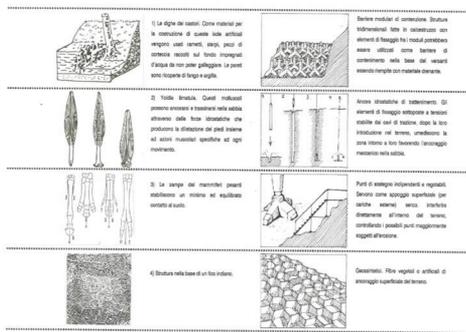


Figura 21.A: Tabella di riferimenti bionici

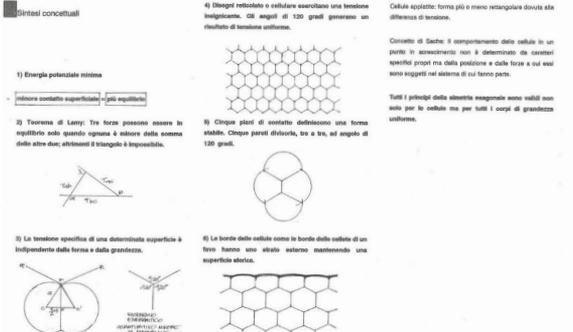
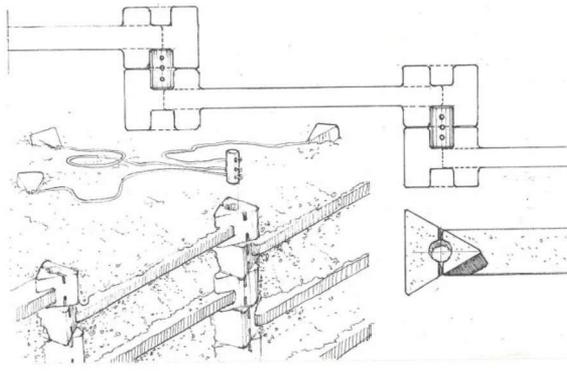
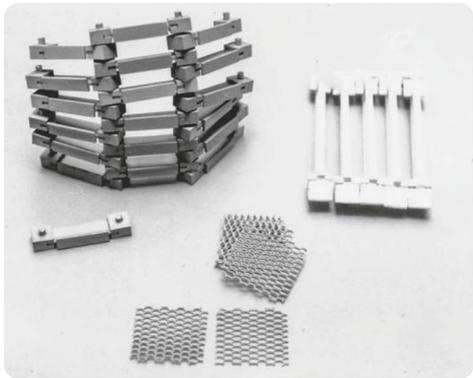
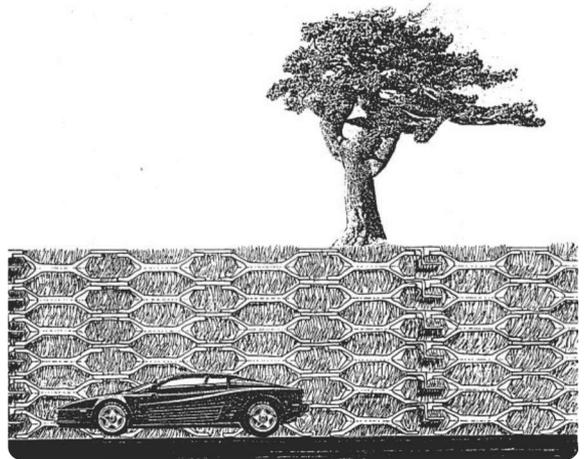
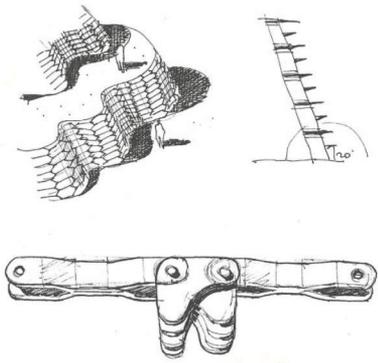


Figura 21: Sintesi concettuali





Figuras 22, 23, 24 e 25: Modelli e schizzi di studio di parti articolate

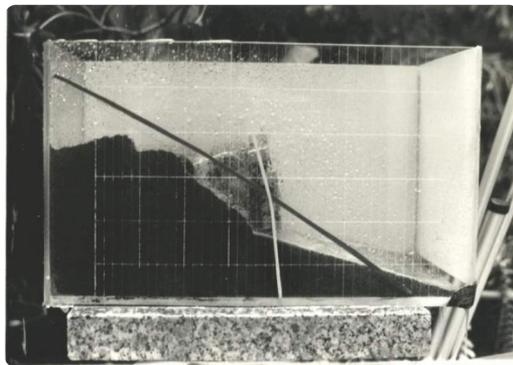


Figura 26 : Fotogramma 1/ 3. Minuto

Figura 27: In questa fase di progettazione ho cercato di valutare in termini quantitativi i concetti di trattamento ottenuti dai riferimenti bionici. Le fotografie sono state fatte consecutivamente alcuni ogni 15 secondi ed altri ogni 30 secondi, ottenendo dei campioni durante un periodo di prova a tre minuti.

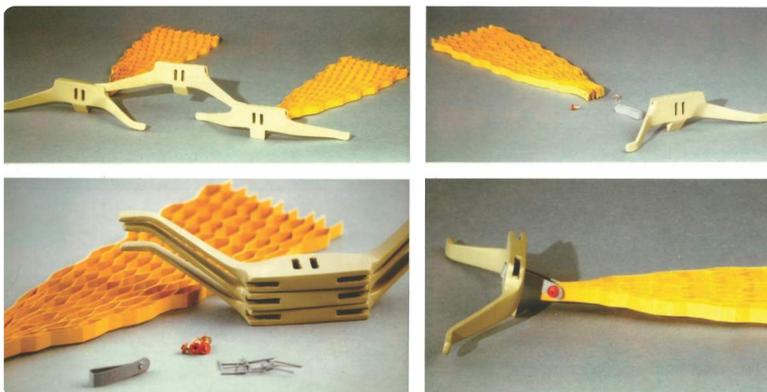
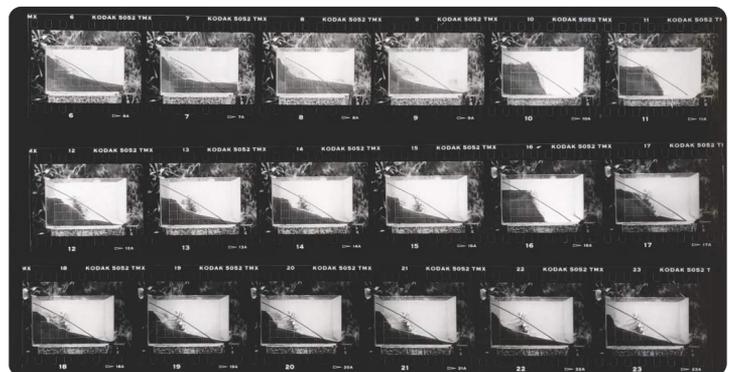
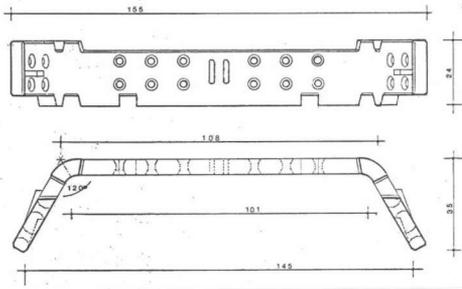
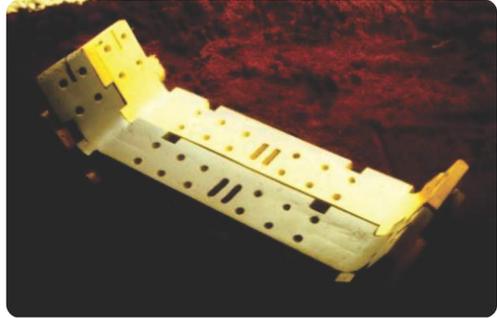


Figura 28 : Studi preliminari dei moduli di bloccaggio a 120 gradi e dei componenti di assemblaggio del sistema di contenimento. Le reti di trattamento sono costituite di fibre sintetiche, posizionate in strati diversi all'interno del terreno e collegate ai moduli



Modulo di bloccaggio - misura in centimetri



Elementi di assemblaggio del sistema

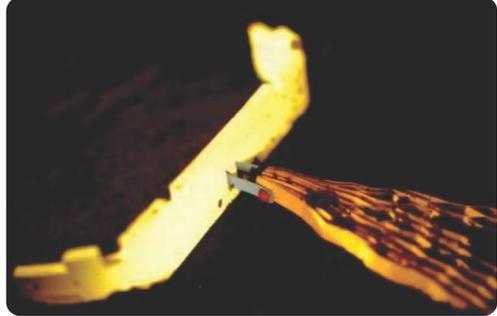


Figura 29,30,31 e 32 : Il modulo di bloccaggio permette la composizione di arrangiamenti diversi per la costruzione dei muri e terrazzamenti.



Figuras 33, 34, 35 e 36: Modelli di studio del sistema di contenimento dei pendii soggetti all'erosione pluviale. Il montaggio è realizzato secondo un progetto specifico di recupero o costruzione del pendio per ottenere un'adeguato fattore di sicurezza. La base dell'insieme è costruita sopra una fondamenta in roccia o cemento. Eseguita la línea basilare del pendio coi moduli di bloccaggio superficiale, il terreno è compattato fino a stabilire il piano per la collocazione delle reti di trattenimento, che seguono la dimensione determinata dal progetto di stabilizzazione. Lo stesso procedimento è applicato negli strati superiori fino a comporre delle linee di forze perpendicolari (reti orizzontali) alle linee che tendono a provocare le forze di ribaltamento del suolo.



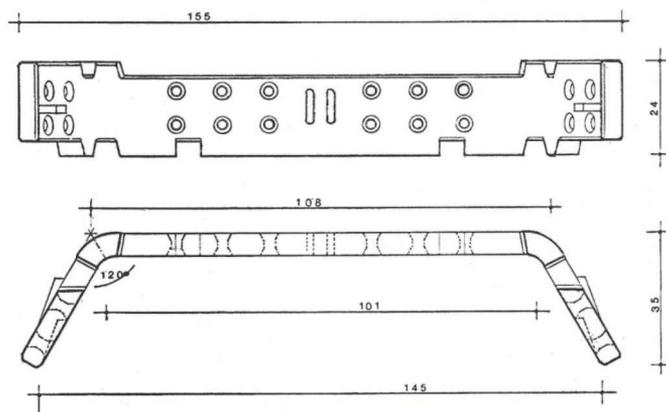
Pochi anni dopo, a Florianópolis, assistetti a forti piogge concentrate nel dicembre del 1995. Scesero 463 mm di acqua in meno di 34 ore, causando danni consistenti alla città ed un morto. Questi fatti mi portarono ad occuparmi nuovamente del tema, coordinando il progetto Ocupação de encostas: dinâmica urbana, modos de vida e cultura do habitar, parte del progetto di ricerca dal titolo Habitação de Interesse Social na Região da Grande Florianópolis: Contribuições para a Melhoria do Setor, che ottenne finanziamenti dal Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e dalla Financiadora de Inovação e Pesquisa (FINEP), tramite il programma Habitar.

La ricerca che si sviluppò presso il centro ricerche servì come base per lo studio imposto dalla forza delle circostanze. Questa esperienza mi ha permesso una lettura critica dei molteplici fattori che corroboravano il fenomeno in città, concentrandosi sull'impatto nell'insediamento a basso reddito che occupa la porzione meridionale del Morro da Cruz, nei pendii orientali sul bacino idrografico di Itacorubi nell'Isola de Santa Catarina. In Brasile, a seguito di un'eredità di schiavitù, le condizioni di rischio di scivolamento sono associate, oltre alle condizioni climatiche e alle caratteristiche geomorfologiche, all'incostanza delle azioni urbanistiche ed alle politiche pubbliche rivolte a questa parte della popolazione, un quadro ancora tragico e difficile da superare in ambito politico. Anche se in possesso di conoscenza e tecnologia, la segregazione sociale e urbana fa parte della complessa realtà brasiliana.

Anche se in seguito non ho seguito l'approccio bionico nelle mie opere e ricerche, molti dei valori con cui mi sono identificato in quei tempi si sono aggiunti ad altri che hanno formato la mia visione del mondo e che condivido nelle mie attività d'insegnamento e di ricerca nell'area di architettura e urbanistica presso l'Universidade Federal de Santa Catarina.

Colgo pertanto l'impegnativa occasione per ringraziare degli avvenimenti accaduti quasi trent'anni fa ed i cui ricordi di quel periodo in Italia tengo a cuore, che mi arricchirono sotto molti aspetti e particolarmente nella dimensione culturale legata alla vita quotidiana: gastronomia, architettura, letteratura, musica, amicizie e convivenza nel bar di Giorgio di Via Bezzecca...

Tra i valori che riconosco importanti per il lavoro collettivo, e che il Centro Ricerche ci ha fornito in quegli anni, ritrovo la sperimentazione e la scommessa sull'interdisciplinarietà come parte fondamentale del processo di costruzione della conoscenza. Ma forse il valore più importante è proprio la dimensione dell'affetto: la complicità che è stata stabilita dalla gioia, dal buon umore e dal modo in cui guardiamo la natura, fonte di ispirazione per ciascuno di noi. Per chi, come me, ha frequentato per qualche tempo il Centro Ricerche Strutture Naturali, questa dimensione comune si è rivelata in un contesto nel quale Carmelo ha permesso ai nostri sguardi di convergere nella medesima direzione.



Modulo di bloccaggio - misura in centimetri



Elementi di assemblaggio del sistema

Fabio Giudice

Fabio Giudice è ricercatore e docente di Metallurgia presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Catania. In precedenza ha svolto attività di ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale della stessa Università nei settori della Progettazione Industriale e delle Costruzioni Meccaniche. Laureatos in Ingegneria Meccanica, ha conseguito il Master in Design e Bionica presso il Centro Ricerche dell'Istituto Europeo di Design di Milano, e il Dottorato di Ricerca in Meccanica Strutturale presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Catania.

Conduce attività di ricerca nell'ambito della struttura e del comportamento meccanico dei materiali metallici, della selezione ottimale dei materiali per applicazioni ingegneristiche, della progettazione del ciclo di vita del prodotto e del Design for X. In relazione a questi campi di ricerca ha pubblicato più di 50 articoli su riviste internazionali e nazionali, curatele, e atti di convegni. E' primo autore della monografia "Product Design for the Environment: A Life Cycle Approach" (Taylor & Francis, 2006).



Riflessi di bionica in un percorso attraverso il progetto dell'ambiente artificiale

Fabio Giudice | fabioguidice@gmail.com



“L'insegnamento giunge solo a indicare la via e il viaggio; ma la visione sarà di colui che avrà voluto vedere.”

Plotino

“La ricerca bionica analizza le strutture in natura e le soluzioni elaborate nell'evoluzione di vegetali e animali per escogitare idee utili alla produzione industriale, per capire come costruire con il minor impiego di energia e materiali e il massimo dei risultati”. E' stata questa frase, più di altre, ad attirare la mia attenzione leggendo un articolo che promuoveva una nuova edizione del Master in Design e Ricerca Bionica del Centro Ricerche dell'Istituto Europeo di Design di Milano. Era la fine del 1998, e da circa un anno avevo iniziato un corso di dottorato di ricerca, dopo aver conseguito una laurea in ingegneria meccanica. La propensione alla “ricerca” si era già manifestata, dunque, così come l'interesse per i temi della sostenibilità ambientale nella progettazione industriale, che erano stati oggetto della tesi di laurea. Ma questa definizione di “ricerca bionica”, che inizialmente mi aveva colpito forse più per le suggestioni che riusciva a trasmettere, mi suggerì un punto di vista differente: più che progettare cercando di salvaguardare quanto più possibile l'ambiente naturale, forse si poteva cambiare prospettiva e progettare secondo le “regole” stesse dell'ambiente naturale.

Il corso di master cui ho partecipato iniziò nel marzo del 1999, e si concluse l'anno successivo. E' stata un'esperienza troppo densa da potersi riassumere in poche righe. Tutt'oggi, dopo venti anni, mi piace ricordare alcune sensazioni dei primi giorni, legate al luogo fisico in cui il corso si svolgeva, uno stabile post-industriale, al cui interno l'elemento predominante era l'aria, e ai primi scambi con le persone che vi appartenevano e con quelle che come me erano anch'esse appena arrivate, oltre che alla città che sarebbe stata sfondo di questa esperienza. Carmelo Di Bartolo, che ci accolse come direttore, ma anche come creatore di qualcosa che al momento non riuscivo ancora a comprendere appieno, guidò il Centro solo ancora per alcuni mesi. Posso dire quindi che ne ho in qualche modo vissuto una parte non piccola di eredità: quella sorta di “fucina del progetto”, che custodiva una vasta mole di informazioni accumulate nel tempo, una vera e propria base dati che sembrava concepita per stimolare la curiosità e costituire fonte di ispirazione; e trasmetteva le idee portanti su cui era stata fondata, che in qualche modo mi avrebbero accompagnato nella prosecuzione del mio percorso.

Dopo la conclusione del master, questo percorso si è sviluppato lungo un sentiero ideale che ha attraversato la teoria e la pratica della progettazione integrata, ambientalmente sostenibile, orientata al ciclo di vita del prodotto, e parallelamente ha esplorato le proprietà e il comportamento dei materiali, i criteri e i metodi per la loro scelta ottimale, fino a indagare alcuni aspetti della scienza dei materiali metallici, dalla struttura, ai processi per condizionarne e modificarne le proprietà, alle potenzialità applicative, ai fenomeni di deterioramento. Quello che propongo a seguire è quindi una breve sintesi di informazioni e riflessioni, che hanno caratterizzato questo percorso, trattando alcuni aspetti in cui a mio avviso quello che si potrebbe dire il “modo di pensare” della ricerca bionica ha manifestato riflessi evidenti. Benché il mio percorso abbia compreso il breve ma rivelatore passaggio nel campo del design, che mi ha introdotto al “pensiero bionico”, esso si è per lo più sviluppato nell'ambito dell'ingegneria industriale, nel quale ho condotto larga parte degli studi, e successivamente mi sono applicato come ricercatore e progettista. Va inoltre specificato che il mio approccio al progetto, pur essendo stato anche quello del progettista, si è sviluppato maggiormente nella dimensione metodologica, nell'ottica di definire metodi e strumenti per affrontare alcuni aspetti del progetto, a vari livelli di specificità. A questa esperienza, e all'ambito in cui si è sviluppata, ho per lo più attinto nel delineare i contenuti e le riflessioni qui proposte.

Con queste premesse, il percorso si snoda dunque secondo tre fasi, diversificate nelle tre sezioni in cui è organizzato il testo, che per semplicità potrebbero essere ricondotte a tre differenti livelli del progetto, ma che in realtà non sono nettamente distinguibili, né strettamente sequenziali, poiché nella



ma esperienza si sono sempre interconnessi vicendevolmente, sia in termini concettuali, che temporali. Una differenza sostanziale risiede comunque nel campo di azione: la prima sezione guarda all'ambito del progetto di sistemi complessi, benché sia evidenziato come i concetti di fondo possano essere trasferiti alla concezione della dimensione sistemica del prodotto; la seconda sezione raccoglie contenuti prevalentemente teorici e metodologici legati alla progettazione di prodotto e del suo ciclo di vita; infine le osservazioni e riflessioni sul modo di concepire e utilizzare la materia, raccolte nella terza sezione, possono invece estendersi a tutti i campi del progetto; da queste ultime sono nati e continuano a nascere gli spunti che ho trovato essere più radicali, e che in qualche modo, anche se più recenti in termini temporali, stanno diventando fondativi, nella prosecuzione ma anche in una reinterpretazione dei passi iniziali, mossi in questo percorso personale.

[01. BIOMIMESI SISTEMICA: SIMBIOSI, ECOLOGIA INDUSTRIALE, IBRIDAZIONE]

Quando nel 1959, presso la città di Kalundborg, fu avviata la costruzione della prima unità della centrale elettrica a combustibile fossile che sarebbe poi diventata la più grande in Danimarca, non era immaginabile sarebbe diventata anche il fulcro del primo esempio di "simbiosi industriale": un sistema di entità, tutte nello stesso ambito territoriale, interconnesse mediante una rete di scambi di energia, materie prime e seconde, scarti di produzione, in modo da incrementare l'efficienza dei singoli processi produttivi e ridurre l'impatto ambientale complessivo del sistema. Oggi noto come Ecosistema Industriale di Kalundborg (Figura 1), è costituito da quattro nuclei produttivi principali (attorno alla centrale elettrica sono nate una raffineria, uno stabilimento farmaceutico, e una fabbrica di semilavorati in cartongesso), e da un sistema di entità satellite che consumano, trasformano e commercializzano risorse energetiche (nelle forme di elettricità, vapore, e calore), sottoprodotti, flussi di rifiuti [1]. La ramificata rete di interconnessioni consente all'ecosistema industriale un risparmio annuo di migliaia di tonnellate di risorse naturali in input, un contenimento delle emissioni in atmosfera, e una drastica riduzione dei rifiuti solidi.

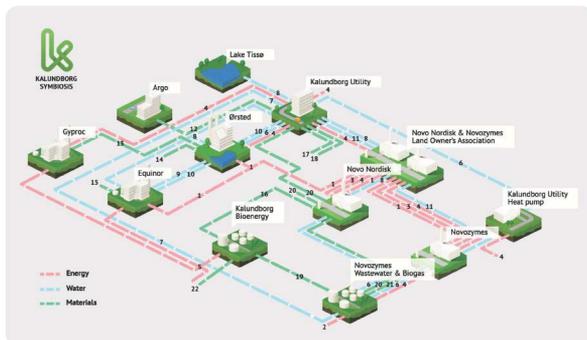


FIGURA 1. Sistema di Kalundborg.

I nuclei produttivi principali (la centrale elettrica, la raffineria, lo stabilimento farmaceutico, la fabbrica di semilavorati in cartongesso, cui si è aggiunto successivamente un centro di biotecnologie) scambiano flussi di energia, acqua, e materiali, tra loro, e con un impianto che da sottoprodotti e residui di processo ottiene biogas e fertilizzanti, uno stabilimento per il trattamento dei rifiuti, e un impianto per il trattamento delle acque che raccoglie, tratta, e ridistribuisce acque di processo agli impianti, e acqua potabile alle utenze cittadine. (Fonte: www.symbiosis.dk)

Benché oggi siano noti altri casi significativi di "parchi eco-industriali" (il Burnside Park di Halifax, in Canada, e l'EcoPark di Hong Kong), e la Gran Bretagna abbia avviato già nel 2005 il National Industrial Symbiosis Programme (NISP), prima iniziativa di simbiosi industriale su scala nazionale, il sistema di Kalundborg è particolarmente significativo per una peculiarità che lo rende unico rispetto alle esperienze successive: esso non è nato da una pianificazione (urbanistica, industriale), ma si è sviluppato in maniera "fisiologica": le varie entità che nel tempo si sono aggregate vi hanno preso parte sulla spinta dai vantaggi derivanti dalla dimensione sistemica, poiché hanno intuito quanto i meccanismi di simbiosi industriale potessero consentire di realizzare la riduzione dei costi di produzione attraverso l'accesso a risorse secondarie ed allo smaltimento remunerativo degli scarti di processo. Lo sviluppo dell'ecosistema industriale si è dunque generato autonomamente e poi "auto-sostenuto".

Il meccanismo che ha reso possibile questo sviluppo spontaneo, non pianificato, non è altro che una manifestazione di un principio ben noto nella campo della fisica e della biologia, il principio di minima azione: nei fenomeni naturali, l'azione viene sempre minimizzata. Ovvero, nel compiere un mutamento tra uno stato iniziale e uno finale (una trasformazione), la natura sceglie sempre il cammino più efficiente: ottiene il massimo risultato impiegando il minimo sforzo.

La terminologia utilizzata nel descrive questa tipologia di sistemi industriali (ecosistemi, simbiosi), e il richiamo al principio di efficienza che governa i processi in natura, delinea l'analogia con i sistemi naturali alla base dei concetti di Metabolismo e Ecologia Industriale, che abbracciano una ampia varietà di aspetti, comprendenti anche i meccanismi simbiotici che hanno reso emblematico il caso di Kalundborg.

La trasposizione dei principi organizzativi dei sistemi naturali in quelli industriali nasce dalle potenzialità prescrittiva della "metafora ecologica" nel dare impulso allo studio dei modelli naturali per la pianificazione dei sistemi industriali, imparando dai primi, per migliorare i secondi, secondo un



approccio "biomimetico", con l'obiettivo di delineare soluzioni per migliorare i sistemi industriali sulla base delle dinamiche organizzative dei sistemi naturali.

Entrambe le tipologie di sistemi, naturali e industriali, condividono alcune caratteristiche:

- la struttura sequenziale della vita (concezione, nascita, sviluppo, maturità, fine vita)
- la funzioni di tipo metabolico (ingestione di risorse, trasformazione, crescita dei sistemi)
- la capacità di riutilizzo e riciclo delle risorse (rifiuti potenzialmente nulli in termini sistemici)

Sia i sistemi naturali che quelli industriali sono dunque caratterizzati da cicli di trasformazione delle risorse, ma con una differenza sostanziale: i primi sono sistemi a ciclo chiuso, in cui la materia viene impiegata al più alto livello di efficienza possibile, circola e si trasforma con continuità, senza generare rifiuti; i secondi sono inefficienti e lineari, in quanto impiegano risorse, che trasformano in prodotti e rifiuti.

Queste caratteristiche di inefficienza e linearità dei sistemi industriali, alimentate dai meccanismi economici che le sostengono, comportano le ben note derive in termini di consumo di risorse e generazione di rifiuti. L'attuale sistema di produzione industriale può essere considerato come un organismo che inghiotte risorse prelevate dalla natura, le sottopone a processi di trasformazione, produce oggetti, ed espelle rifiuti, affetto da un'insaziabile bulimia fisiologica: l'indicatore del suo benessere è la quantità dei beni prodotti, con la conseguenza che maggiore è l'incremento delle risorse che inghiotte e trasforma, maggiore è l'incremento degli oggetti che produce e dei rifiuti che scarta, migliore è il suo stato di salute, anche se quest'ultimo non coincide con quello dell'uomo e della biosfera.

L'analogia con i sistemi naturali suggerisce la necessità di concepire i modelli di attività in termini di ecosistema industriale, in cui il consumo di materiali ed energie è ottimizzato, la produzione di scarti è minimizzata, e i sottoprodotti di un processo diventano materia prima per un altro processo [2]. L'ecosistema industriale deve allora tendere al modello ideale chiuso e a massima efficienza ben rappresentato dagli ecosistemi biologici: le piante sintetizzano le sostanze nutritive che alimentano gli erbivori, che a loro volta alimentano la catena dei carnivori, i cui resti organici e rifiuti vanno ad alimentare altre generazioni di piante; analogamente in un ecosistema industriale ideale un pezzo di acciaio può essere impiegato un anno in contenitore, l'anno successivo in un componente di autovettura, e poi ancora nella struttura di un edificio.

Ritenere ammissibile la fondatezza della metafora ecologica, e le sue potenzialità prescrittive, può sorreggere un cambiamento che ha tutte le potenzialità per segnare l'inizio di una nuova era industriale, non più basata sull'idea di cosa sia possibile estrarre dalla natura, ma piuttosto di cosa sia possibile imparare da essa [3]. Questa nuova visione ha condotto in prima istanza al concetto di Metabolismo Industriale [4], basato sull'affinità tra la biosfera e il sistema economico-industriale nella trasformazione delle risorse materiali, per poi trovare la sua formulazione completa nel concetto, e nella ormai consolidata disciplina ad esso correlata, entrambi noti come Ecologia Industriale [5-7], che nella sua forma compiuta contempla diversi aspetti:

- studio dei flussi e delle trasformazioni di materiali ed energia;
- cambiamento nella concezione dei processi di trasformazione, e transizione dal modello lineare (aperto) a quello ciclico (chiuso);
- emulazione, nella strutturazione dei sistemi industriali, dei più efficienti e sostenibili sistemi naturali;
- armonizzazione dei sistemi industriali con quelli ecologici.

I riflessi dell'Ecologia Industriale, e del concetto di Sviluppo Sostenibile che con chiara evidenza ne è propulsore e parte integrante, si estendono allo sviluppo di prodotto. L'approccio biomimetico alla concezione dei sistemi complessi ben si presta allo sviluppo di sistemi-prodotto ispirati al concetto di interconnessione simbiotica nella pianificazione dei flussi di risorse e di rifiuti. In quest'ottica l'Ecologia Industriale può essere interpretata come un supporto concettuale allo sviluppo di prodotto, fortemente orientato alla sostenibilità ambientale (Figure 2 e 3).

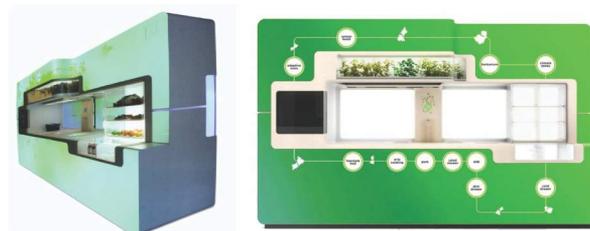


FIGURA 2. Kitchen Eco System (Whirlpool). Sistema per la cucina che si basa sull'utilizzo integrato degli elettrodomestici, e sull'ottimizzazione dell'uso del calore e dell'acqua: un'unità di filtraggio posta sotto il lavandino separa l'acqua pulita e la convoglia per l'irrigazione dell'herbarium, e in un apposito serbatoio di raccolta, per alimentare la lavastoviglie; i flussi di calore vengono gestiti tra forno, piano cottura, cappa di aspirazione, herbarium.

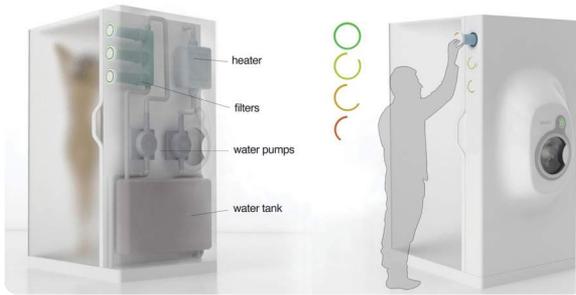


FIGURA 3. Wash-It (Berk). Sistema bi-funzionale composto da una cabina che include sia la doccia che un vano lavatrice per indumenti. L'impianto è costituito da un sistema idraulico chiuso alimentato mediante pompe, tre differenti stadi di filtraggio, un dispositivo UV per l'abbattimento della carica batterica, un riscaldatore, e una unità di accumulo. Mentre l'utente fa la doccia, l'impianto raccoglie l'acqua dal fondo della cabina, la filtra e la raccoglie affinché possa essere utilizzata per fare una doccia successiva, o per lavare i vestiti. (Fonte: www.berkilhan.com)

La progettazione, che sostanzialmente consiste nel plasmare flussi di materia ed energia al fine di soddisfare i bisogni dell'uomo, diviene un processo di trasformazione in cui i bisogni che la stimolano vengono tradotti in combinazioni di risorse, contestualizzate negli schemi dei sistemi naturali, da cui assimilano i principi organizzativi. Contestualizzazione che si può spingere fino a una vera e propria ibridazione naturale-artificiale, che si concretizza in sistemi-prodotto in cui alcune funzioni vengono svolte da sottosistemi biologici, veri e propri componenti viventi che si integrano nel sistema artificiale per svolgere anche la stessa funzionalità primaria (Figure 4 e 5).



FIGURA 4. BioLogic (Whirlpool). Sistema per il lavaggio degli indumenti la cui funzione primaria è svolta da agglomerati di piante acquatiche idroponiche. Il sistema si ispira a un approccio "slow wash", basato sui processi ciclici di rigenerazione naturale. I cestelli di lavaggio sono immersi nell'unità contenente le piante, che purificano le acque grigie del lavaggio. (Fonte: Barbero S, Cozzo B, Ecodesign, Ullmann, 2009)



FIGURA 5. Bel-Air (Le Laboratoire Paris/Harvard University). Purificatore d'aria per interni che si avvale delle capacità di purificazione di alcune piante (gerbera, filodendro, spatifillo). Ispirato a una ricerca promossa dalla NASA per migliorare la qualità dell'aria all'interno degli space shuttle. (Fonte: www.mathieulehanneur.fr)

[02. CICLO DI VITA: PROGETTO E PRODOTTO]

Nato nell'ambito degli studi sui sistemi biologici, il concetto di "ciclo di vita" si è ampiamente diffuso come modello per l'analisi e l'interpretazione di fenomeni caratterizzati da processi di cambiamento. Gli ambiti di applicazione sono svariati, dalle scienze sociali ai processi di innovazione tecnologica. In particolare questo secondo caso rappresenta uno degli esempi più interessanti di utilizzo della metafora di evoluzione biologica nel campo della gestione delle attività industriali [8]. A partire da questo tipo di esperienze il modello del ciclo di vita, applicato allo sviluppo di prodotto, diviene un fattore chiave nella gestione dell'innovazione tecnologica, nell'ambito della quale è stato riconosciuto come un efficace strumento di analisi e supporto nelle fasi decisionali del progetto. Esso si basa sulla metafora dei fenomeni di crescita organica tipici della biologia evolutiva, dei quali mette in evidenza due caratteristiche peculiari [9]:

- la progressione degli eventi (event progression), caratterizzata da una sequenza unitaria, cumulativa (in cui ogni fase intermedia è un precursore necessario alla fase successiva), e connettiva (le fasi sono



correlate come se derivassero da un programma condiviso); secondo questa visione, ogni fase del ciclo contribuisce allo sviluppo del risultato finale, e deve svolgersi secondo un ordine prestabilito, poiché il suo contributo è necessario allo svolgimento delle fasi successive;

- la forza di generazione (*generating force*), costituita da una forma, una logica, un programma predefinito, insito nel soggetto che evolve, che ne orienta l'evoluzione; questa caratteristica, che definisce il meccanismo di generazione e guida del cambiamento, chiarifica la relazione tra il fattore evolutivo interno al soggetto, e l'ambiente in cui esso nasce e si sviluppa, con quest'ultimo (l'ambiente naturale nel caso dei sistemi biologici; la società, il mercato, le istituzioni nel caso dei sistemi tecnologici) che influenza il modo in cui il soggetto esprime la sua trasformazione, ma pur sempre con la mediazione di quel "programma immanente" che governa lo sviluppo dell'entità.

Con queste premesse, in linea di principio il modello del ciclo di vita può essere applicato a qualsiasi sistema che attraversa una serie di cambiamenti nel corso della sua esistenza. Allo stato attuale il suo utilizzo come supporto decisionale è ben consolidato nell'ambito del management del prodotto, soprattutto per quel che riguarda alcune questioni strategiche nella gestione della produzione industriale: la gestione delle strutture organizzative delle attività produttive; l'analisi e le previsioni sul mercato in base all'evoluzione delle tecnologie; lo sviluppo e l'introduzione di nuovi prodotti nel mercato. La prospettiva evolucionistica, che vede non solo le attività produttive, ma anche le tecnologie e gli stessi prodotti svilupparsi secondo un percorso evolutivo che attraversa fasi diverse, si è ben radicata nella gestione dei prodotti in relazione alle dinamiche di mercato [10], nel cui ambito il ciclo di vita viene inteso come il periodo durante il quale il prodotto è presente sul mercato, ed è caratterizzato dal susseguirsi di quattro fasi principali: introduzione, crescita, maturità, declino. In questo caso il modello del ciclo di vita diviene supporto per la rappresentazione della storia del prodotto nel mercato, con l'obiettivo di descrivere il comportamento del prodotto dallo sviluppo al ritiro, per ottimizzarne il valore e le potenzialità di profitto in relazione a ciascuna fase del ciclo [11], e guidare le scelte decisionali della funzione manageriale in relazione alle possibili strategie di intervento (azioni di marketing, calibrazione del prezzo di mercato, definizione delle strategie di servizio, upgrading, sostituzione del prodotto).

Le stesse premesse concettuali del modello del ciclo di vita ne evidenziano le potenzialità di utilizzo anche nella gestione di altri aspetti, con particolare riguardo al processo di progettazione e sviluppo di prodotto [12]. Considerando allora il prodotto come unica entità che ne comprende la dimensione astratta (bisogno, concept, progetto) e quella concreta (prodotto realizzato), il suo ciclo di vita può essere inteso come sequenza prestabilita di fasi evolutive (*event progression*), in cui ogni fase è necessaria allo svolgimento delle fasi successive, e contribuisce in modo diverso allo sviluppo della vita del prodotto finale. La sequenza evolutiva comprende tutte le fasi dalla concezione e progettazione del prodotto, alla fabbricazione, distribuzione, utilizzo e dismissione. L'intero ciclo di vita che tale sequenza rappresenta, è costituito quindi da due parti:

- *development cycle*, che comprende la prima parte del ciclo di vita dell'entità-prodotto, inteso nella sua dimensione astratta, ovvero l'intero processo di progettazione e sviluppo, per mezzo del quale il bisogno viene tradotto in concept, e successivamente nel progetto completo;
- *physical cycle*, che costituisce la successiva parte del ciclo di vita dell'entità-prodotto, inteso questa volta nella sua dimensione tangibile, in quanto prodotto realizzato, e che comprende tutte le fasi che vengono attraversate dal prodotto nella sua vita fisica (produzione, utilizzo, dismissione).

In questa visione, inoltre, i bisogni alla base dell'idea di prodotto e i requisiti progettuali vanno a interpretare il ruolo di fattori generanti e fattori evolutivi interni all'entità-prodotto (*generating force*). I requisiti di progetto si traducono in proprietà del prodotto, che idealmente ne possono condizionare il comportamento durante l'intero ciclo di vita, e quindi ne possono guidare l'evoluzione in relazione ai diversi ambienti in cui l'entità-prodotto evolve (non solo il mercato, ma l'intero sistema economico, la società, l'ecosistema).

Ne deriva una prospettiva che guarda al sistema progetto-prodotto come a un organismo vivente (il prodotto) intrinsecamente connesso al suo processo di crescita organica (il progetto) (Figura 6): la progettazione del prodotto crea la *generating force* mediante la definizione dei bisogni che il prodotto deve soddisfare, e lo sviluppo delle proprietà che il prodotto acquisisce come diretta conseguenza delle scelte progettuali; creata e accumulata durante la parte astratta del ciclo di vita, quella appunto dello sviluppo progettuale, la *generating force* si manifesta successivamente nel ciclo di vita fisico del prodotto attraverso le proprietà di quest'ultimo, che ne condizionano il comportamento nelle fasi di produzione, utilizzo, dismissione, in stretta relazione con l'ambiente (socio-tecnologico, economico, ecologico) in cui queste fasi si sviluppano.

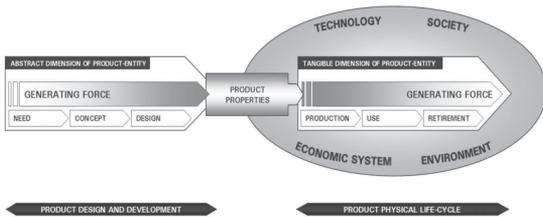


FIGURA 6. Sistema organico progetto-prodotto. Il prodotto evolve dalla dimensione astratta del progetto a quella fisica dell'artefatto realizzato, secondo una sequenza di fasi (event progression). L'intero processo evolutivo è guidato dal programma (generating force) che anima l'idea di prodotto, dà impulso al progetto e determina il comportamento del prodotto realizzato nel suo ciclo di vita. (Fonte: Giudice F, La Rosa G, Risitano A, Product Design for Environment: A Life Cycle Approach, Taylor&Francis, 2006)

Uno dei frutti di questa visione, e dei ruoli che i requisiti, le scelte di progetto, e le proprietà del prodotto assumono nel rapporto tra sviluppo di prodotto e ciclo di vita fisico, consiste nella piena espressione dell'approccio al ciclo di vita nella progettazione di prodotto, alla base dell'impostazione metodologica del progetto nota come Life Cycle Design, che promuove un'esperienza progettuale orientata a tenere conto delle necessità correlate a tutte le fasi del ciclo di vita del prodotto (dallo sviluppo, alla produzione, distribuzione, utilizzo, manutenzione, dismissione e recupero) nell'ambito dell'intero processo di sviluppo del progetto, dalla definizione del concept, allo sviluppo del sistema, alla descrizione dettagliata di forme e materiali che ne costituiranno le parti [13-16].

Il concetto stesso di progettazione evolve. Essa non deve solo limitarsi a trasformare un bisogno nella descrizione dettagliata del prodotto che lo soddisfa. Deve anche garantire che tale trasformazione avvenga tenendo in considerazione la vasta gamma di requisiti legati alle diverse fasi del ciclo di vita che il prodotto attraverserà. Per supportare questo approccio multi-requisito, e gestire i possibili conflitti tra requisiti contrastanti, nasce il Design for X, dove la X di volta in volta sta per un diverso requisito di prodotto, che ne caratterizza il comportamento in relazione a una o più fasi del suo ciclo di vita [17-20]. Tra gli esempi più noti: il Design for Assembly and Manufacturing, che orienta il progetto allo scopo di semplificare la fabbricazione dei componenti, e facilitarne l'assemblaggio; il Design for Serviceability, che mira a facilitare gli interventi di servizio e manutenzione durante l'utilizzo del prodotto; il Design for Adaptability and Upgradability, che predispongono il prodotto all'estensione della vita di utilizzo, mediante possibilità di riadattarlo o aggiornarlo al mutare delle necessità; il Design for Disassembly and Recovery, il cui obiettivo è quello di definire soluzioni di progetto mirate a facilitare le operazioni di smontaggio e separazione a fine utilizzo, e il recupero mediante riutilizzo di componenti o riciclo dei materiali. Col supporto di questi strumenti, i prodotti prendono forma in rapporto a come il progettista prefigura debbano attraversare le fasi del ciclo di vita, esaltando alcuni requisiti piuttosto che altri (Figure 7 e 8).



FIGURA 7. Mirra Chair (Herman Miller). Progettata secondo i principi del Design for Disassembly e Design for Recycling, è costituita da componenti separabili in acciaio, alluminio, polimeri, schiume, e materiali tessili, con un totale di materiali riciclati del 42%. A fine vita consente una frazione di riciclo fino al 96%. (Fonte: Bhamra T, Lofthouse V, Design for Sustainability: A Practical Approach, Gower Publishing Limited, 2007)



FIGURA 8. EVA (Scavolini). Sistema modulare per la cucina costituito da differenti unità multi-funzione, adattabili a esigenze differenti, in modo da costituire un sistema dinamico, flessibile al mutare delle necessità. Il modulo di asciugatura delle stoviglie può essere utilizzato come credenza, il piano di lavoro può essere convertito in tavolo, la cassettiera può costituire un'unità mobile indipendente. Il progetto porta alle estreme conseguenze i presupposti del Design for Adaptability. (Fonte: Barbero S, Cozzo B, Ecodesign, Ullmann, 2009)



[03. DENTRO LA MATERIA: STRUTTURA, TRASFORMAZIONE, IMMATERIALE]

L'atto del "progettare" ha le sue radici nell'attitudine dell'uomo a manipolare la materia e l'ambiente naturale per soddisfare i propri bisogni, ideando e realizzando un vero e proprio ambiente artificiale. E' dunque un'attività finalizzata a cambiare realtà esistenti in modo da realizzare le condizioni che si preferiscono, e si concretizza in processi di trasformazione di risorse materiali (oltre che conoscitive, umane, economiche), finalizzati alla traduzione di un insieme di necessità in realizzazioni fisiche (artefatti, dispositivi, sistemi), in grado di soddisfare tali necessità [21]. Lo stretto rapporto tra materiali e progettazione, che originariamente si basava sullo sfruttamento dei materiali presenti in natura, si è via via evoluto con la capacità di trasformare la struttura stessa della materia, modificandone le caratteristiche, fino a creare nuovi materiali. Da allora il rapporto è diventato biunivoco: le proprietà dei materiali ispirano il progettista e lo orientano verso nuove soluzioni, e allo stesso tempo le necessità della progettazione guidano lo sviluppo di nuovi materiali [22]. Una dinamica di stimolo biunivoco, che lega la scienza dei materiali e l'esperienza della progettazione, mediante il ruolo svolto dalle proprietà dei materiali [23]: quello di legame tra struttura e composizione della materia, e comportamento prestazionale del materiale nelle realizzazioni costruttive.

Nella pratica del progetto, dunque, la scelta dei materiali guarda ad essi nella loro capacità di assolvere le funzionalità richieste, nelle condizioni di esercizio previste, basandosi sull'analisi delle loro proprietà e delle potenzialità che queste ultime nel loro insieme possono conferire ai componenti da realizzare. A meno che il paradigma venga invertito, nel qual caso il materiale, con le sue proprietà, ispira il progettista e lo guida nella concezione del prodotto. In entrambi i casi, i materiali sono comunque percepiti come insiemi di proprietà, che possono rispondere a un'esigenza, o ispirare la creatività; proprietà intese separatamente come singole potenzialità, o tutt'al più come combinazioni significative in relazione a specifiche applicazioni [24-25]. Questa visione cristallizzata, ma istintiva, "pratica", che si è dimostrata fruttuosa dal punto di vista realizzativo, mostra dei limiti se si guarda alle proprietà intrinseche dei materiali, e della stessa materia che, allo stato nativo o per trasformazione, li compone, secondo "regole" o pattern che si ripetono, e che sostengono i processi naturali di nucleazione, crescita, trasformazione.

L'intima natura della materia, benché lungamente indagata, rimane sfuggente. L'atteggiamento della scienza fisica a riguardo è tutt'oggi pragmaticamente "agnostico": alla luce dell'impossibilità di proporre un'interpretazione univoca, l'interesse si rivolge piuttosto a come si possa descrivere il comportamento della materia, per poter affermare che essa si comporta come se fosse fatta in un certo modo. La materia rimane dunque percepibile intuitivamente secondo un livello legato sostanzialmente alla sua apparenza, come ciò che dà sostanza alle cose naturali, e se ne può descrivere il comportamento mediante modelli accettabili della realtà fisica, ricondotti a livelli di organizzazione. Al livello più basso, dove si collocano le strutture più piccole, vi sono gli atomi. Al livello successivo, questi si aggregano in molecole, unità strutturali costituite da due o più atomi, uguali o diversi. A un livello superiore di organizzazione le molecole interagiscono tra loro per dare origine alle cellule, strutture complesse caratterizzate da una fondamentale proprietà: la vita. E' questo il punto della tassonomia organizzativa in cui la materia si differenzia: la materia vivente si struttura secondo livelli cui corrisponde una sempre maggiore complessità (tessuti, organi, apparati, organismi, popolazioni, comunità, fino agli ecosistemi, insiemi di comunità e dell'ambiente fisico nel quale esse vivono e interagiscono, e alla biosfera, comunemente intesa come la parte del pianeta in cui sono presenti organismi viventi).

Ciò che distingue la materia vivente, da quella inanimata, è la capacità di riprodursi, e di svilupparsi secondo un "progetto interno", ovvero la presenza in tutte le cellule di due tipi di biomolecole complesse: le proteine e il DNA. Ciò che invece accomuna la materia vivente a quella non vivente sono i livelli organizzativi di base: tutte le cellule che costituiscono gli organismi sono costituite a loro volta da molecole, formate da atomi legati tra loro; atomi e molecole presenti nelle cellule obbediscono alle stesse leggi della fisica e della chimica che governano la materia inanimata. A questo livello, dunque, ogni corpo, vivente o meno, è costituito da atomi, che rispondono a leggi indipendenti dalla natura stessa della materia. Questi ultimi sono ben lontani dall'esserne il componente di base, ovvero corpuscoli compatti e indivisibili, come si pensava nell'antichità. Essi sono costituiti a loro volta da particelle subatomiche (nuclei, elettroni), subnucleari (protoni e neutroni), via via fino alle entità attualmente indagate dalla fisica delle particelle elementari. Di questa natura corpuscolare della struttura atomica, alcune caratteristiche vanno evidenziate, poiché esse si trasmettono anche ai livelli organizzativi superiori (molecole, cellule, organismi e sistemi viventi): tra una particella e l'altra vi sono interstizi enormi, rapportati alle dimensioni delle particelle stesse, il che significa che la materia, vivente o non vivente, è costituita prevalentemente da "spazio", più che da "corpi pieni"; questi ultimi, di natura corpuscolare, sono in continuo movimento, quando non instabili (soggetti a cicli continui di emissione e riassorbimento); ciò che tiene insieme la materia, in entrambi i casi, sono i legami che costituiscono una sorta di tessitura di corpuscoli nello spazio, ovvero l'energia di questi legami.



Le indagini sulla struttura più intima della natura ci forniscono allora una visione della dimensione materiale che sfugge alla percezione strettamente sensoriale: essa è, più di ogni altra cosa, energia. Evidenza questa che era stata prefigurata nel secolo scorso mediante la formulazione di quella che è forse diventata l'equazione più famosa della fisica ($E=mc^2$), in cui si esprimeva la relazione diretta tra massa e energia, rivelando la natura puramente convenzionale della loro distinzione. Anche se il dominio dell'energia sulla materia in verità era già stato assimilato ben prima dalle conoscenze tradizionali: "È un Sole nascosto in un atomo: improvvisamente apre la bocca. I cieli e la terra si sgretolano in polvere davanti questo Sole quando sorge all'improvviso" (Jalal al-Din Rumi, Mathnawi, XIII sec.).

Riflettere sulla natura dei materiali, e sulla stessa materia solida (caratterizzata dalla tendenza a conservare integrità strutturale e forma) che li compone, estende la visione oltre le sole proprietà, gettando forse le basi per nuovi modi di pensare e plasmare i materiali, e ottenere nuove forme del mondo artificiale che tendiamo a crearci. Pur presentandosi sotto forme estremamente diverse, dunque, e anche nelle forme più compatte, la struttura intrinseca della materia si rivela discontinua, dinamica, e sorretta da energia.

Ancora l'energia ha un ruolo fondamentale anche rispetto alla stabilità della materia: questa è appunto stabile quando si trova in una condizione di "minimo energetico", e si trasforma secondo processi che evolvono da una condizione di "energia maggiore" a una di "energia minore", ovvero tendendo al minimo energetico. Quest'ultimo comportamento è anch'esso espressione del principio di minima azione che, come detto in precedenza, governa tutti i processi in natura.

Risulta così che ad esempio i metalli, cioè i materiali percepiti come solidi stabili per eccellenza, protagonisti dello sviluppo delle realizzazioni dell'uomo fin dall'antichità, allo stato nativo (così come si trovano in natura) o ottenuti per processi di trasformazione, in condizioni di purezza o in lega con altri metalli differenti, sono sempre costituiti da strutture cristalline a geometria regolare, in cui gli atomi si dispongono nello spazio in posizioni ben precise, come risultato di interazioni reciproche che si stabilizzano nella condizione di minimo energetico. Il ripetersi delle strutture cristalline nelle tre dimensioni spaziali costituisce i grani, che si orientano in maniera diversa e condividono superfici di confine, secondo una topologia che richiama le geometrie poliedriche tipiche delle formazioni cellulari, come evidenziato da ben noti studi seminali sulle strutture naturali [26]. Anche a questo livello le configurazioni di stabilità sono rispondenti a meccanismi di minima energia, del tutto analoghi a quelli che guidano i processi di aggregazione osservabili in natura (Figura 9).

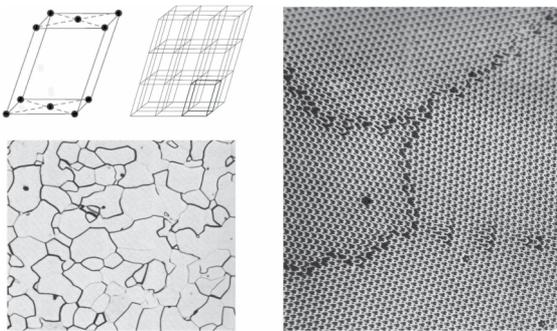


FIGURA 9. Atomi metallici posizionati secondo una specifica tipologia di struttura cristallina (monoclinica a base centrata), che si ripete nelle tre direzioni spaziali. Aggregazioni cristalline orientate in maniera differente costituiscono grani contigui, che si interfacciano ai bordi di grano. Questo modello di struttura metallica su scala atomica è ben rappresentato dall'aggregazione spontanea di bolle di sapone (a destra in figura), che per i noti meccanismi di equilibrio tra forze di tensione superficiale formano anch'esse "bordi di grano" quando si incontrano zone di differente orientazione. (Fonte: Smith CS, A Search for Structure, MIT Press, 1981)

La morfologia microstrutturale che nasce da trasformazioni radicali, come i cambiamenti di fase, assume geometrie anch'esse plasmate da processi a minimo energetico, del tutto analoghe a morfologie riscontrabili in natura, come ad esempio nelle trasformazioni di alcuni composti organici (Figura 10).

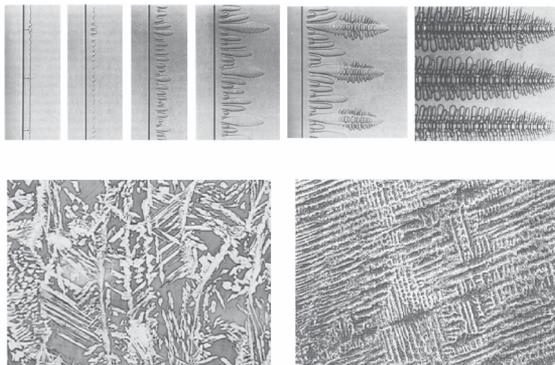


FIGURA 10. Nella solidificazione delle leghe metalliche, sotto determinate condizioni, possono svilupparsi strutture con una tipica morfologia ramificata detta dendritica, comune nei processi di solidificazioni di composti chimici di varia natura (in alto nella figura, la nucleazione e crescita dendritica nella solidificazione di molecole organiche in soluzione). Nelle leghe metalliche la morfologia dendritica può essere ramificata (in basso a sinistra), o equiassica (in basso a destra), a seconda della composizione della lega e delle condizioni di raffreddamento. (Fonte: Campbell FC, Elements of Metallurgy and Engineering Alloys, ASM International, 2008)



La materia che il progettista trasforma in artefatti è una matrice per lo più costituita da “spazi vuoti”, in cui i “pieni” creano strutture stabili mediante una tessitura di legami a minima energia. Intendere i materiali come combinazioni non più di proprietà fisico-chimiche, ma di “pieni”, “vuoti”, e legami energetici, è un punto di vista che presenta delle potenzialità da esplorare. Ad esempio, rimanendo ancora nel campo delle leghe metalliche, è possibile comprendere appieno la natura degli effetti che noti processi di miglioramento delle prestazioni hanno sulle proprietà del materiale (Figura 11): l'incremento di proprietà tangibili come la resistenza, non dipende da un rafforzamento delle masse particellari, ma da un riassetto energetico della struttura secondo nuove configurazioni più efficienti e stabili; a conferma del ruolo dell'energia, inoltre, non è un caso che tali processi siano innescati per lo più da innalzamento di temperatura, cioè da immissione di energia termica nel sistema, o dall'applicazione di forze deformative, cioè da immissione di energia meccanica. E' evidente che una corretta interpretazione di questi processi, e dei fenomeni intrinseci che li governano, diviene basilare per poter “progettare” un materiale, pianificando processi di trasformazione che agiscano in maniera prevedibile sui legami energetici, al fine di ottenere proprietà specifiche.

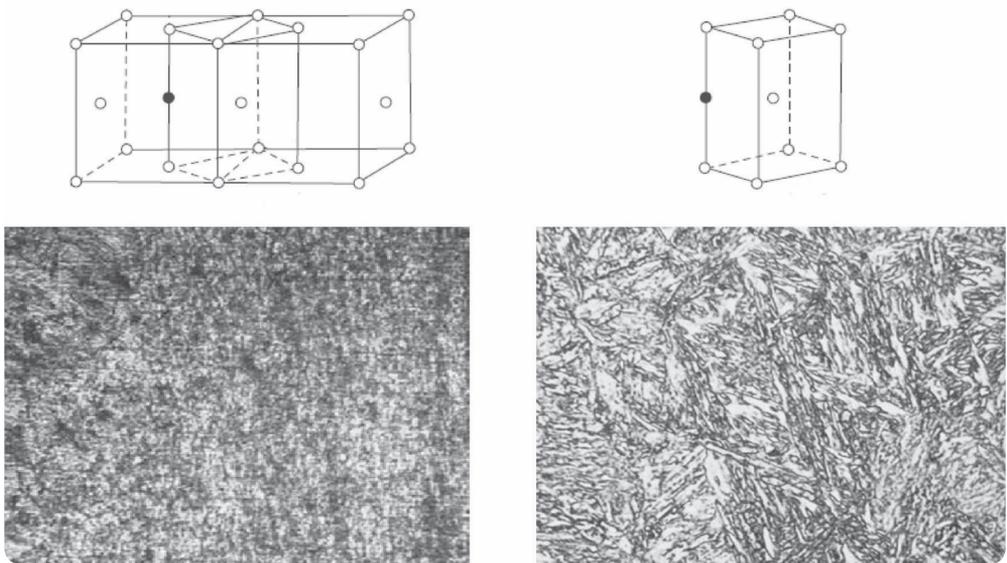


FIGURA 11. Nel noto trattamento di tempra degli acciai, la struttura austenitica (a sinistra in figura), ottenuta mediante riscaldamento e poi sottoposta a rapido raffreddamento, si riconfigura secondo una nuova struttura, detta martensitica (a destra). Meccanismi di distorsione del reticolo, che si innescano per mantenere la continuità della struttura durante la trasformazione, determinano la morfologia aciculare tipica del tessuto intragranulare della fase martensitica (in basso). Dal riassetto energetico, innescato dall'innalzamento di temperatura, si ottiene un sensibile incremento delle proprietà di resistenza e durezza. (Fonte: Campbell FC, Elements of Metallurgy and Engineering Alloys, ASM International, 2008)

E ancora, pur presentando delle potenzialità certo non paragonabili a quelle della materia vivente, anche i materiali inorganici, condividendone la struttura di base, dalla “vitalità” della prima possono arrivare a trarre ispirazione nella loro evoluzione (Figura 12).

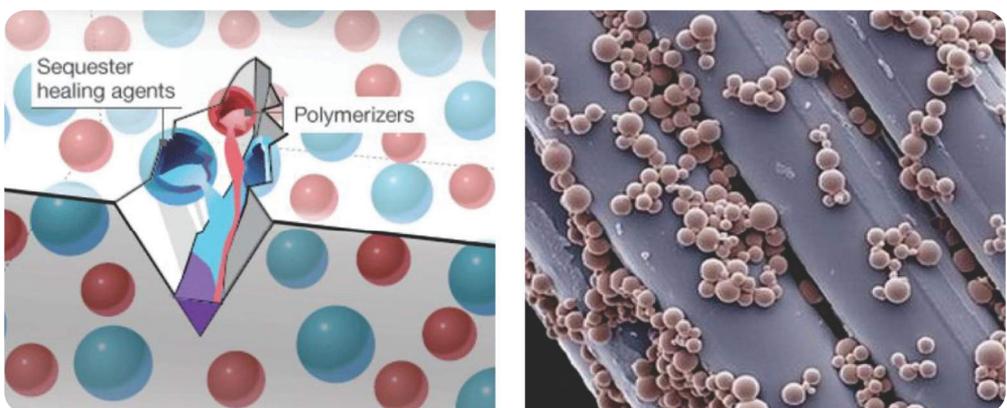


FIGURA 12. Lo sviluppo dei materiali self-healing si ispira alla capacità di auto-riparazione di tessuti e organismi. Predisponendo all'interno del materiale delle microcapsule in cui sono segregati separatamente un “agente guaritore” (solitamente un polimero), e un secondo agente che attiva il primo (una sostanza catalizzatrice che attiva la polimerizzazione), all'insorgere del danneggiamento del materiale le microcapsule si rompono, rilasciando le sostanze che reagiscono tra loro riempiendo e “sanando” la frattura. (Fonte: www.bbc.com/news/science-environment-19781862)



L'interpretazione della natura intrinseca della materia è in continua evoluzione, e ci fornisce modelli sempre più raffinati. Si pensi ad esempio al caso dell'interpretazione quantistica, che attribuisce alla materia simultaneamente caratteristica sia particellare che ondulatoria, dunque esaltandone il comportamento dinamico. Al di là di qualsiasi modello interpretativo, l'essenza della materia è spazio, movimento, legame, energia; superato il limite oltre il quale gli occhi del progettista, come di chiunque altro, non vedono, questi elementi immateriali sostengono tutte le cose, e sono i veri custodi delle proprietà che le caratterizzano. In ultima istanza, allora, l'osservazione della natura ci insegna che le potenzialità della materia che il progettista plasma per dare forma alle sue idee vanno ben oltre ciò che è visibile e strettamente "materiale", ma piuttosto (e se vogliamo, paradossalmente) risiedono in ciò che ne costituisce la componente "non-materiale".

Aggiungere i versi finali, che erano riportati nell'articolo originario:

"Portami un frutto da quell'albero."

"Eccolo."

"Aprilo."

"L'ho aperto."

"Cosa vedi al suo interno?"

"Dei piccoli semi."

"Aprine uno."

"L'ho aperto."

"Cosa vedi al suo interno?"

"Nulla."

"In verità, figlio mio, da questo nulla, da questa essenza così fine che tu non puoi percepirla, nasce quest'albero maestoso. Da questo nulla è costituito ciò che esiste: esso è il reale, è il sé di tutto. Tu sei quello (Tat tvam asi)."

(Chandogya Upanishad)

[BIBLIOGRAFIA]

- [1] Ehrenfeld J, Gertler N, *Industrial Ecology in practice: The evolution of interdependence at Kalundborg*, Journal of Industrial Ecology, 1, 67-79, 1997.
- [2] Frosch RA, Gallopoulos NE, *Strategies for manufacturing*, Scientific American, 261, 94-102, 1989.
- [3] Ayres RU, *Industrial metabolism*, in Technology and Environment, Ausubel, J.H. and Sladovich, H.E., Eds., National Academy Press, Washington, DC, 1989, 23-49.
- [4] Benyus JM, *Biomimicry, Morrow*, New York, 1997.
- [5] Jelinski LW et al., *Industrial Ecology: Concepts and approaches*, in Proceedings of National Academy of Sciences, Colloquium on Industrial Ecology, Washington, DC, 89, 1992, 793-797.
- [6] Graedel TE, Allenby BR, *Industrial Ecology*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1995.
- [7] Ayres RU, Ayres LW, *A Handbook of Industrial Ecology*, Edward Elgar, Cheltenham, UK, 2002.
- [8] Abernathy WJ, Utterback JM, *Patterns of industrial innovation*, Technology Review, 80, 40-47, 1978.
- [9] van de Ven AH, Poole MS, *Explaining development and change in organizations*, The Academy of Management Review, 20, 510-540, 1995.
- [10] Massey GR, *Product evolution: A Darwinian or a Lamarckian phenomenon?*, Journal of Product and Brand Management, 8, 301-318, 1999.
- [11] Ryan C, Riggs WE, *Redefining the product life cycle: The five-element product wave*, Business Horizons, 39, 33-40, 1996.
- [12] Giudice F, La Rosa G, Risitano A, *Product Design for the Environment: A Life Cycle Approach*, Taylor & Francis/CRC Press, Boca Raton, FL, 2006.
- [13] Alting L, *Life-Cycle Design of products: A new opportunity for manufacturing enterprises*, in Concurrent Engineering: Automation, Tools and Techniques, Kusiak A, Ed., John Wiley & Sons, New York, 1993, 1-17.
- [14] Ishii K, *Life-Cycle Engineering Design*, Journal of Mechanical Design, 117, 42-47, 1995.
- [15] Molina A, Sánchez JM, Kusiak A, *Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, Models and Technologies*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, 1998.
- [16] Wanyama W et al., *Life-Cycle Engineering: Issues, tools and research*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 16, 307-316, 2003.
- [17] Keys LK, *System life cycle engineering and DF²X*, IEEE Transactions on Components, Hybrids, and Manufacturing Technology, 13, 83-93, 1990.
- [18] Bralla JG, *Design for Excellence*, McGraw-Hill, New York, NY, 1996.
- [19] Huang GQ, *Design for X: Concurrent Engineering Imperatives*, Chapman & Hall, London, 1996.
- [20] Kuo T-C, Huang SH, Zhang H-C, *Design for manufacture and design for 'X': Concepts, applications, and perspectives*, Computers and Industrial Engineering, 41, 241-260, 2001.



- [21] Simon HA, *The Science of the Artificial*, MIT Press, Cambridge, MA, 1981.
- [22] Ashby MF, Drivers for material development in 21st century, *Progress in Materials Science* 46,191-199, 2001.
- [23] Dieter GE, *Engineering Design: A Materials and Processing Approach*, McGraw-Hill, Singapore, 2000.
- [24] Ashby MF, *Materials Selection in Mechanical Design*, Pergamon Press, London, 1992.
- [25] Ashby MF, Johnson K, *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.
- [26] Thompson DW, *On Growth and Form*, Cambridge University Press, Cambridge, 1961.

[RINGRAZIAMENTI]

Ritornando con la mente a quei primi passi mossi nel campo della bionica, a quell'esperienza in cui l'osservazione della natura è diventata guida e ispirazione, non posso che concludere riconoscendo quello che è stato il valore aggiunto, che l'ha impreziosita: le persone con le quali l'ho condivisa. Ringrazio quindi i miei compagni non solo di master, ma di quel tratto di vita, Maria Paula, Barbara, Andrea, Giorgio, che sono stati, ciascuno a suo modo, i migliori che potessi avere; i docenti del corso, e in particolare Carlo Vezzoli, relatore della mia tesi di master; gli amici del CRIED, che mi hanno accolto con calore; tra questi, un ringraziamento particolare va a Matteo e Cristina, che mi hanno fatto sentire parte di quel tutto, e uno supplementare va ad Amilton, promotore di questo progetto editoriale, che ha voluto condividere anche con me; ringrazio infine tutte le persone incontrate durante quell'esperienza, che hanno sorriso a me e con me.



Giorgio Marco Grandi

Architetto, Interior Strategist e Innovation Consultant, si laurea al Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, dove dal 1996 collabora alla didattica e alle diverse attività di ricerca del Dipartimento BEST (Building Environment Science & Technology). Consegue nel 2000 un Master in Design e Ricerca Bionica al CRIED Centro Ricerche Istituto Europeo di Design di Milano. Diventa docente e lecturer presso l'Istituto Europeo di Design di Milano per il Corso Triennale di Interior Design dove, dal 2004, è Coordinatore del Corso Master IED RSP in Interior Design _ Professional Level | Full English, per cui è anche docente. Dal 2001 è consulente strategico e progettista per il mondo Corporate, per il quale cura anche diversi eventi, installazioni e concept volti alla sperimentazione applicata di materialità e linguaggi contemporanei (tra i più recenti: HAUSMANN, CITY LIFE Shopping District, IED , BEST WESTERN, TERVIS, GROHE, ABITARE il TEMPO e Cooperativa IMOLA). Dal 2010 è parte attiva del team E3_Cube, diretto all'approccio multidisciplinare al progetto dell'energia per un uso evoluto del suolo. Dal 2007 al 2009 ha assunto la direzione creativa della società Well Made Factory Srl, per il quale ha affrontato numerosi progetti relativi al Contract, all'Hospitality, al Food, all'Exhibit e soprattutto al Wellness Design. Dal 1997 è titolare dello studio di progettazione GGASTUDIO, in Milano, con cui si occupa di Architettura, Interior Design (HO.RE.CA e Wellness) e Styling applicato al progetto-prodotto (RIZOMA, IKEA, ELLE DECOR Italia, Hitachi, Ballarini, Taplast, Whirlpool, BOSCA). Ha vinto diversi premi internazionali, tra cui il Contractworld 2001 (Concept MAGMA, Best Concept SPA & Lighting Integration), il Best Luxury Hotels and Spa Award (TI SANA Detox Retreat & Spa| 1711, Best COUNTRY SPA ed Best Medical SPA in the World) e nel 2014 l'EBA Certificate of Excellence (TI SANA SPA|1711, Categoria Innovation in Medical Tourism).

www: www.ggastudio.design

Linkedin: www.linkedin.com/in/ggastudio/

Facebook: www.facebook.com/GGASTUDIO/

Instagram: www.instagram.com/ggastudio/

Pinterest: www.pinterest.it/gugu71/ggastudio



Adamo è morto. Cy-born life vs Bio-aptic environments

Giorgio Marco Grandi | ggastudio71@gmail.com



“We don't have the power to stop our extinction.”

Paola Antonelli

“Architecture needs style. Styling is a driving force in evolutionary processes. Just like car designers are involved in automotive styling, architects involve themselves in e-motive styling.”

Kas Oosterhuis

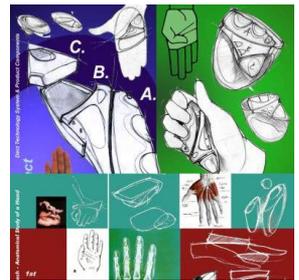
[INTRODUZIONE]

Il mio viaggio nella Bionica è iniziato con una inserzione pubblicitaria per una borsa di studio Curriculare CRIED che sembrava arrivare nella mia vita come un'opportunità unica: un fulmine a ciel sereno, una scarica elettrica (il logo IED) giunto ad energizzare il mio mondo creativo Politecnico, appena giunto a maturazione, ma ancora tutto da modellare. In una pubblicità vista per caso, e nel miraggio di un mondo Bionico fino ad allora soltanto visto in televisione come telefilm, un'avventura cercata come sfida con me stesso (un nuovo progetto di me), desiderata per la fascinazione di un mondo bio-riferito che sembrava completare la mia già innata passione per la natura. Una via assaporata nel suo evolvere come la reale forma di pensiero “laterale” che avrebbe costituito la mia spina dorsale come progettista, come architetto e, oggi, addirittura come docente e coordinatore didattico IED Master [1].

Istituto
Europeo
di Design



Dalla prima esperienza progettuale legata al “proteggere un uovo” da una caduta libera di 3 piani, un anno di esplorazione continua e caleidoscopica tra carapaci simulati, tensioni superficiali saponose e simulazioni tenso-muscolari di fauci rettilari, iniziato con discorso di benvenuto di Carmelo Di Bartolo da fare venire i brividi, soprattutto ad un neo-laureato “tutto stralli e profilature HEB” come il sottoscritto, e presto diventato “metodo, approccio e ricerca”. Designer, architetti, ingegneri, ricercatori (il mitico Amilton) riuniti attorno al microscopio, alle resine bi-componente e alle termoformature più ardite per un nuovo senso del progetto e del “pensare il progetto”.



L'aura di Carmelo è rimasta costante nel mio immaginario di designer oltre che nel mio cuore come “amico” (oggi) e maestro stimato, attraverso l'emozione di tutte le ore passate in un Archivio Fotografico CRIED a scrutare, esaminare, sezionare tessuti, epiteli e esoscheletri naturali fino ad allora



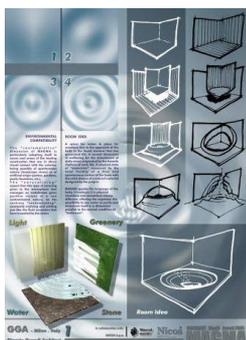
soltanto osservati su National Geographic, se non ammirati nel mio già sviluppato amore entomologico per il micro-mondo naturale. Se fino a quel momento il Manuale dell'Architetto era stata la mia Bibbia disciplinare, la scoperta di un *modus creandi* da esercitare attraverso l'osservazione, la ricerca, l'analisi e la reinterpretazione simulata, testata e "dedotta" si apriva davanti a me nello stupore di un neofita ai suoi primi passi con la creatività. E a poco a poco, i progetti che si generavano dai miei segni sembravano raccontare una metamorfosi lenta, inaspettata ma irresistibile del mio credo, del mio linguaggio e della mia identità. "Dal cucchiaino alla città" cominciava ad essere per me "da una pentola all'organismo architettonico" ... ma questo ancora non lo potevo sapere, mentre brand e marchi come Hitachi, Ballarini, IKEA e altri sfilavano davanti ai nostri tavoli nella sfida mentale di un "ripensare" il progetto stesso di sé, prima che immaginare un prodotto.



Riguardare oggi la pubblicazione integrale della mia Tesi di Master su una delle riviste europee più avanguardistiche del mondo del progetto ("*Sistemi bionici di architettura spontanea*", *Experimenta*, n.31, 2000) mi riporta con emozione alla Conferenza in Barcellona che mi ha consentito, per la prima volta, di trasmettere in quegli anni la mia nuova religione progettuale, diffondere la mia visione bionica su una ricerca parametrica del tutto "nuova" che stava aprendo nuove dimensioni nell'approccio concettuale all'architettura organica e al processo bio-mimetico del costruire involucri.



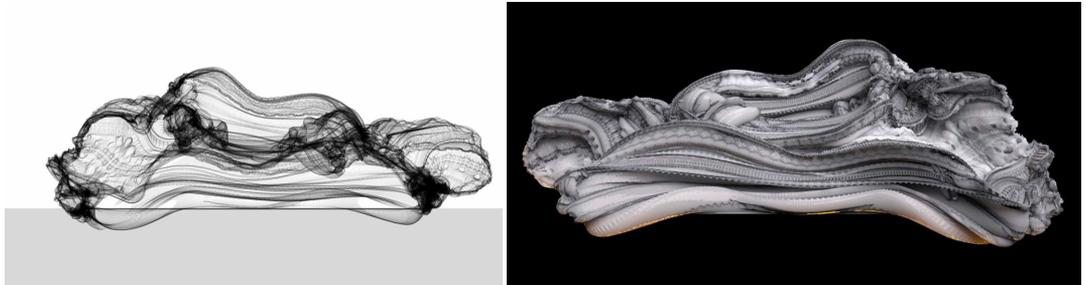
Il mio contributo di queste prossime pagine è inconsapevolmente (ma inconfutabilmente) il seguito, la versione 2.0 di questo mio "incipit" metodologico visualizzato con un DNA geneticamente ibridato, oggi diventato non solo pensiero ma vero e proprio "codice progettuale" che permea ogni fase, scala e applicazione della mia stessa professionalità in GGAStudio, la mia attuale e quotidiana "forma" disciplinare. Il paradosso reale è che il mio Maestro (Carmelo) scoprirà soltanto attraverso queste pagine, con tutta probabilità, la finale fioritura di un'inseminazione didattica avvenuta su Giorgio come "uno" nel numero dei suoi iscritti, ma alimentata e maturata nel seno dell'Istituto che mi ha chiamato a sé in qualità di "formatore", per giungere oggi a diventare alfabeto virale e contaminante di ogni mio più incontrollato spunto concettuale dei miei lavori creativi. E' nel concetto di wellness bio-morfico nato per Nicos, proprio durante il Corso Master, che nel 2001 il concept MAGMA è stato concepito e insignito del premio CONTRACTWorld Award ad Hannover [2], trasformando un'intuizione sperimentale iniziale in un vero e proprio format progettuale innovativo, che mi ha portato a confrontarmi con il mondo architettonico delle SPA e del benessere con riconosciuta distinzione (TI SANA SPA & Detox Retreat, 2009 - Best Country Luxury Spa & Best Medical Spa in the World) [3].





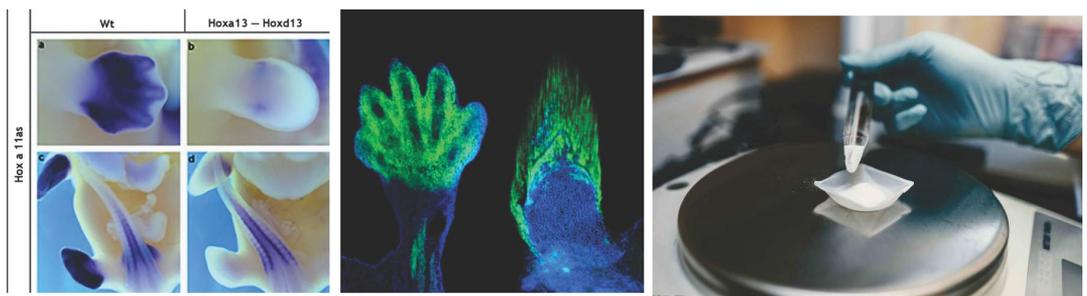
Questo scritto, dopo 20 anni di confronto silenzioso e "a distanza" è un affettuoso grazie, per questo cammino che oggi sento profondo e soprattutto pieno di stima.

Estinzione. Resetting. Rigenerazione. Parole, azioni, concetti che sembrano ineludibilmente legati al concetto di evoluzione, trasformazione profonda di un codice generativo a livello sistemico in grado di spegnere una forma di presenza per dare origine ad una nuova condizione e organizzazione in grado di garantire sopravvivenza.



[EVOLUZIONE VS ESPRESSIONE]

Nel suo paper TED a Delft, "Towards a new beauty" (2011) [1], Kas Oosterhuis parte proprio dal concetto di evoluzione transgenica per documentare e illustrare un processo insito nel concetto di innovazione che oggi permea non solo il design ma ogni singolo processo di aggiornamento tecnologico e sistemico. E' chiaro e percepibile che l'evoluzione diffusa ed estesa a cui da sempre il genere umano è obbligato a sottostare ha portato e porta costantemente con se' il cambiamento radicale anche del modo in cui percepiamo e consideriamo l'evoluzione, non solo nei modi in cui la agiamo o la controlliamo (per quanto ci sia dato tecnologicamente o eticamente). In molti campi e aspetti dell'intervento umano sul suo habitat l'invenzione e l'innovazione hanno soltanto costituito l'espressione formalizzata e materiale di un adattamento strumentale (prima che cognitivo e percettivo) alle condizioni dell'intorno. Conoscere per trasformare è diventato via via sentire per trasformarsi. E' del 2016 la scoperta rivoluzionaria del team di Maria Kmita e Neil Shubin (Shubin Lab), presto diffusa attraverso le piattaforme scientifiche più qualificate [2], di un vero e proprio interruttore molecolare (riconducibile in parte ai geni Hoxa 11, Hoxa-13 e Hoxd-13) coinvolto dell'input generativo delle cartilagini tipiche delle pinne in tessuti ossei e articolazioni proprie del codice genetico dei tetrapodi (fig.1 e 2).



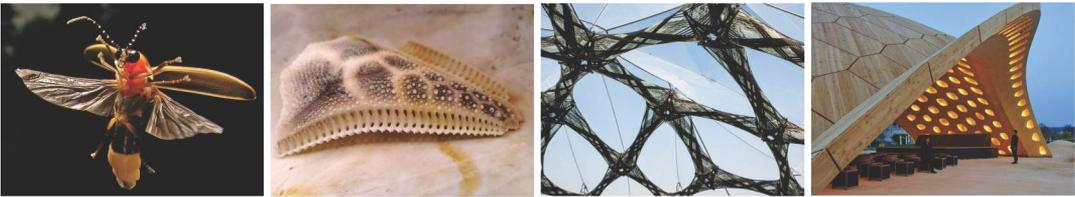
It suggests that this major morphological change did not occur through the acquisition of new genes but by simply modifying their expression [amount of a gene produced]" spiega il Dr. Kmita. L'aspetto strabiliante di questa scoperta è proprio insito nell'azione spontanea del modificarsi, spostando concettualmente il focus della nostra attenzione da una logica di aumento e potenziamento dei nostri strumenti genetici per addizione esterna ad una diversa strategia intrinseca di diversa espressione delle potenzialità generative del nostro corredo interno. Da sempre infatti, la bionica – così come l'ingegneria, il design, la botanica – ha investigato su logiche imitative o protesiche, di innesto migliorativo ed espansivo, piuttosto che su approfondimenti processuali di natura eugenetica come quelli che nel XXI° secolo sembrano dominare il reale contributo scientifico. L'espressione biomimetica della nostra progettualità – in questo senso – ha dovuto forzosamente confrontarsi in questi primi 20 anni di indagine con il più normale processo conoscitivo del nostro cervello (da fuori a dentro, dal tangibile al processuale, dal concreto al concettuale) e passare attraverso un normale percorso esplorativo che da un approccio strutturale e addizionale ha condotto lentamente ad una capacità integrativa e condizionante per il disegno del "nuovo". Dalla pelle al battito da un guscio esoscheletrico al suo dna generativo, dalla misura di un corpo all'anima del suo esistere.



Il tema del Padiglione, come microarchitettura capace di sposare la gestibilità della scala con l'agibilità temporanea di processi e sperimentazioni, risulta forse essere tutt'oggi l'ambito in cui il progetto bionico ha espresso al meglio le sue potenzialità imitative e scenografiche, pur nella sfida continua alla natura nei suoi diversi aspetti e costruttivi. Ne sono espressione le recentissime sperimentazioni bio-mimetiche dell'Università di Stoccarda per il BUGA (Bundesgartenschau Horticultural Show, fig.3) 2019 a Heilbronn, in Germania [3].



Il livello di sofisticazione raggiunto nella trasposizione compositiva e strutturale dei cosiddetti BUGA Pavilions è visibile e percepibile da subito nella scrupolosa rilettura di un esoscheletro di echinoderma così come nell'analisi microscopica di un'apparato elitrato di coleottero. I traguardi raggiunti nelle diverse fasi della ricerca condotta negli anni hanno oggi consentito la messa a punto di un vero e proprio sistema costruttivo – nel caso del Wood Pavilion - riutilizzabile, modulare ed espandibile, oggi in grado di coprire luci fino a 30 mt di diametro con le sue 376 placche lignee esagonali (17000 giunti in totale), congiunte con una precisione sub-millimetrica da due robot. Di pari stupefaccenza, e forse ancora di maggiore magia, il Fiber Pavilion, in grado di testimoniare l'estrema versatilità di un sistema robotizzato di tessitura strutturale estremamente leggero (7,6 kg/mq) in grado di coprire luci di 26 mt e di scalzare definitivamente normali pratiche cantieristiche di casseri e saldature fino ad oggi ben poco sostenibili (fig.4).



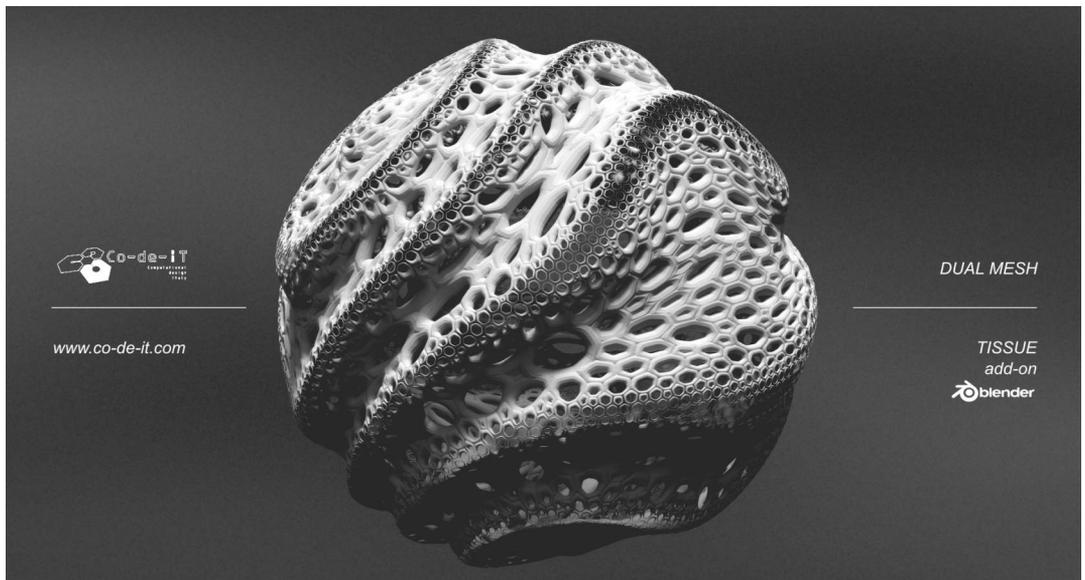
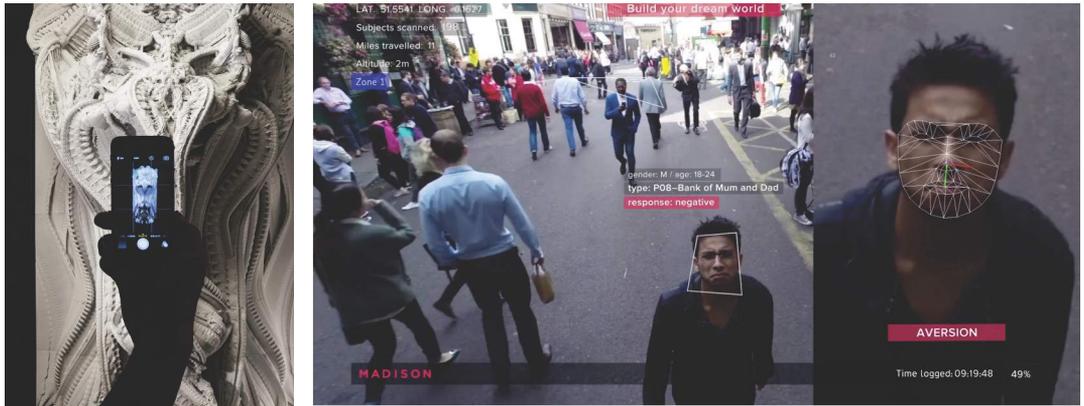
Sul versante più propriamente protesico e medico, come detto, è piuttosto di tipo "implementativo" il recente traguardo raggiunto nell'esplorazione bionica da Dani Clode alla London's Royal Academy of Art sul tema "Third Thumb". Il progetto è la prova più evidente di quanto estendere una funzione, un processo e un'abilità "non data" dalla natura stia ponendo l'uomo sul piano ideale di un maieuta generativo in grado di rileggere di base il senso del suo esistere, non solo le modalità del farlo (fig. 5). Aumentare la realtà parte proprio da questo bisogno fisico.



Abbiamo quindi copiato, integrato, moltiplicato, esteso, implementato e potenziato concettualmente tutto ciò che ci ha reso possibile migliorare, dominare e scandagliare la realtà in senso esplorativo, iniziando a poco a poco a sviluppare mondi paralleli e immateriali in cui cominciare a considerare un punto di vista esterno, "altro" su noi stessi, per poi ripartire a considerarci il reale e sfidante obiettivo del nostro evolvere. In altre parole, non più da noi al nostro intorno ma sempre più da un iper-noi verso il nostro interno. La tensione a fisicizzare e a confrontarci con il nostro "extra-ego", a mappare e addirittura a gestire gli importanti e stimolanti processi che regolano il sistema reciproco delle propriocezioni e delle esterocezioni corporee ci ha portato a trovare nei droni il "terzo occhio" che concettualmente abbiamo sempre saputo di poter avere in modo intuitivo sulla realtà e su noi stessi (fig.6). Noi ci basta più conoscerci fisicamente: dobbiamo elevarci, mapparci, esprimere e poi



oggettivare (sublimandole) le nostre sensazioni per interagire con esse e strumentalizzarle, condividerle e generarne un nuovo tipo di linguaggio remoto, profondo, transgenico.



La scansione continua della realtà come espressione della vita è diventata stimolo e ossessione per generare attorno a noi iper-paesaggi di dati sensibili e informazioni parametriche (data-scapes) in cui muoverci e su cui ri-programmare comportamenti, tendenze, sinergie e mutevoli scenari di relazione, emozione, comunicazione, interazione. La natura remota di questo continuo investigare e registrare analiticamente l'habitat ci ha connesso con la contemporaneità dei suoi processi, rendendo ogni scambio e ogni quadro psico-fisico al contempo sinottico e complesso. Il tempo è entrato a tutti gli effetti nel concetto di progettualità, e i processi stessi di analisi crono-riferita hanno condizionato l'espressione morfologica e la natura genetica del nostro conoscere per progettare. La cronofotografia e la cosiddetta fotografia 4D di Alex Nye (fig. 7) [5] hanno dilatato e modellato l'elemento tempo trasformandolo in un parametro processuale e progettuale di infinite potenzialità, non solo modificando il modo di esprimere la realtà raccontata ma di base espandendo i limiti produttivi della nostra arte nella capacità di rappresentare e fissare in un frame una sequenza, una trasformazione, una reazione comportamentale.





nuove forme di arte, e la poesia data-cinetica di Dimitris Ladopoulos ne è la perfetta interpretazione[6].

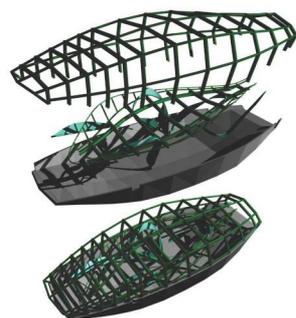
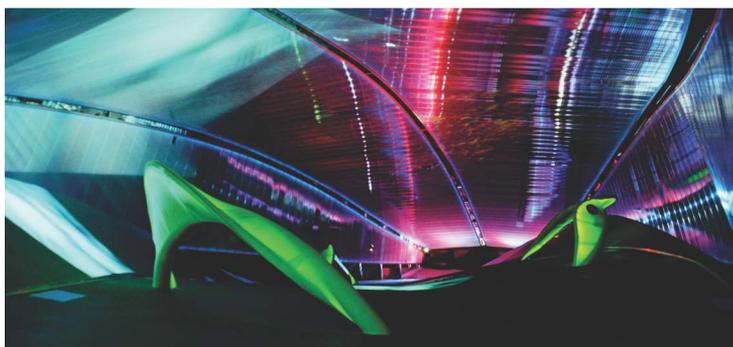
[PARAMETRI DI CAMBIAMENTO: E-MOTIVE BODIES]

"Il lavoro di un artista è dare un'anima alla tecnologia" Björk

Il concetto di "real-time performance" è stato quindi il passaggio immediato e successivo verso l'evoluzione produttiva di oggetti, capi, architetture e ambienti capaci inizialmente di replicare, reagire, leggere, monitorare e manipolare le informazioni raccolte, per poi esprimerle ed esternalarle in forme comportamentali bio-mimetiche molto eterogenee, più o meno funzionali. Esprimere emozioni attraverso la messa in scena delle tensioni e delle contrazioni muscolari e tendinee di un corpo cinetico (perfino architettonico) diventa la reale sfida bionica sottesa alla ricerca e-motiva dello studio ONL e di tanti altri studi che nella programmabilità delle deformazioni topologiche aprono la ricerca alla bio-mimesi reattiva. L'analogia tra la sintesi polimerica e sculturale 3D prodotta da Stratasys per la maschera Rottlace ("senza pelle") della cantante Bjork (2016), nata dalla scansione tridimensionale e sotto-cutanea del suo cranio, e il sistema di muscoli fluidici di Bubble Tech per il Muscle Body NSA di ONL (2003) sono la prova di questo incredibile avvicinamento transdisciplinare a sfondo tecnologico (fig. 8).



Arte e architettura tornano a dialogare nello spazio cinetico di una ricerca parametrica ibrida e digitale, dove lo spazio diventa a tutti gli effetti interfaccia elettronica e interattiva dell'esperienza: un vero e proprio circuito sinaptico artificiale dove la corrispondenza tra stimolazione e reazione assume sempre più attitudini e modi metabolici propri di un'organismo "vivo", e-motivamente reattivo. Nelle parole di Kas Oosterhuis, "(...) a building is a set of fixed and moving components, a totality giving form and substance to the flow of information passing through it. The moving parts are the doors, windows, switches - actually the doors are switches too, they are either on or off, open or closed-- when they are open they let through information, when closed the flow of information is obstructed" (op. cit.). L'affinità di uno spazio architettonico con un circuito metabolico in grado di controllare, gestire, rispondere spontaneamente al programma genetico dato riporta la natura di questi iper-corpi (Hyper-bodies) al senso del loro progettista come enzima catalizzatore di processi, nella lettura di Paola Antonelli [7]. Le architetture non hanno più corpi, sono essi stessi corpi. Corpi bionici programmabili capaci di cambiare forma e contenuto in tempo reale. Per fare questo, non hanno più bisogno di interfacce esterne e a posteriori, ma integrano e diventano essi stesse interfacce estese e aumentate, e-motive e reattive, in grado di avere comportamenti... E' il caso del pionieristico Saltwater Pavilion e della sua Hydra (ONL, Neeltje Jans, 1997), dove workstation e sensori processavano e performavano, aumentandola, l'elaborazione in tempo reale degli stimoli meccanici e climatici del mare aperto, offrendo al navigatore interno l'esperienza di una percezione immersiva totale del mondo acquatico, virtualmente esperita come attraverso il corpo fluido e interattivo di un'Hydra, architettonicamente "imprigionata" nel guscio di un baccello mediatico misterioso (fig.9 e 10).



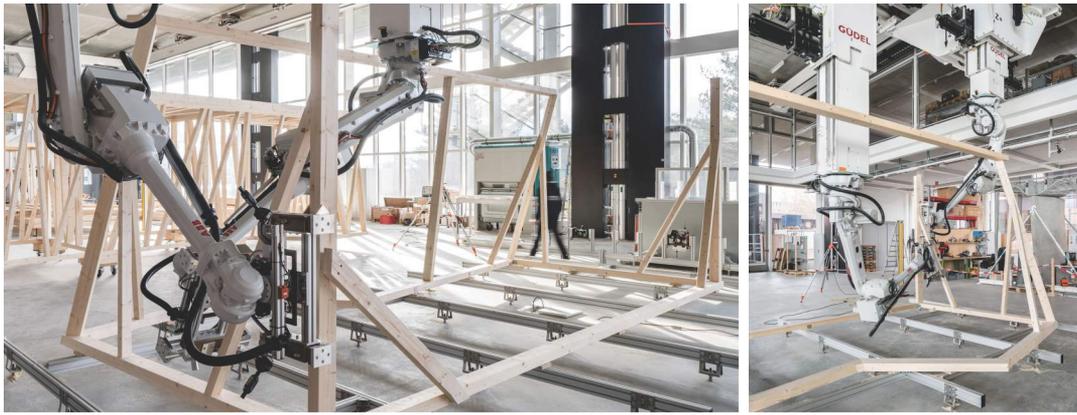


E nella navigazione e nel controllo di una percezione, l'uomo (Adamo) ha messo mitologicamente in crisi il proprio ego auto-riferito rileggendo nella macchina (Eva) l'estensione protesica di sé, il confronto analitico e amplificante delle proprie reazioni, la parte (la sua costa) capace di generare un nuovo tutto, un nuovo iper-corpo, una nuova vita sintetica. L'Eden non è più "dato" come risorsa concreta e strumentale, ma come panorama informazionale strabiliante, immateriale, dinamico e ancora tutto da sintetizzare. Proprio il controllo parametrico del "dato" ci attribuisce oggi, alla luce delle capacità raggiunte nel controllo eugenetico dei processi, un ruolo di spicco (oltre ad una grande responsabilità etica) nella catena della vita come specie in grado di interiorizzare l'evoluzione, assumerla e processarla (sintetizzandola) per "ridare la vita" in mondi paralleli al nostro: mondi fino a ieri artificiali e virtuali, oggi profondamente bio-logizzati e iper-reali.

[NON-STANDARD COMPUT-ACTION: FABRICATION TO FARMING]

"Post-digital architecture will be rough, provisional and crafted by robots" Owen Hopkins

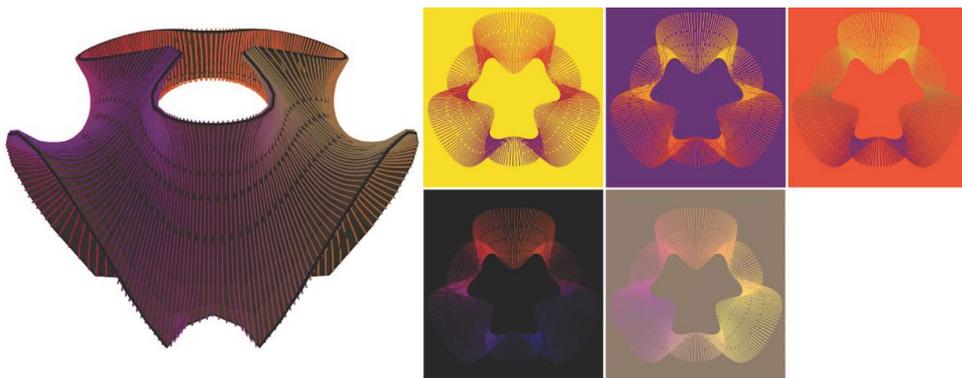
Sembra quindi del tutto chiaro che il modo in cui l'architettura stessa viene decodificata e riprocessata come luogo, non solo per il corpo ma anche della mente, sta diventando sempre più non convenzionale, non lineare, non-standard. Non solo vivere e attraversare l'architettura diventa quindi un fattore di esperienza, ma anche il riconsiderare il suo processo generativo come viaggio algoritmico e maieutico che interpreti le tecniche e le tecnologie contemporanee come risorsa nuova diventa pregnante. "Non-standard indica dunque il superare le tradizionali modalità di ideazione, gestione e comunicazione dell'architettura, usando la rappresentazione per scardinare le consolidate abitudini" (Carlo Deregibus) [9]. La sfida che però si apre con l'era post-digitale è la piena e omogenea fusione dei mondi digitale e analogico in tutte le fasi della progettazione e della realizzazione, anche laddove oggi la digitalizzazione copre oggi quasi esclusivamente la parte progettuale e la predisposizione componentistica della fabbrica. (fig. 13-14).



La visita di uno degli studi che attualmente cavalcano tale trasformazione mostra e porta alla superficie la naturale e radicale evoluzione di un atelier di progetto, oggi certamente più identificabile con un fan-lab collaborativo e robotizzato piuttosto che con un pensatoio di Leonardo Da Vinci. Lo stesso glossario che tra i banchi di lavoro definisce le azioni della nuova fabbrica robotizzata esprime appieno questo nuovo ibridarsi delle tecniche e delle ispirazioni tecnologiche: concrete knitting, carbon-fiber weaving, collagen cultivations. I padiglioni già citati dell'Università di Stoccarda sono figli di questo nuovo tipo e modello di fabbrica, dove l'arte di "tessere e rivestire" uno scheletro architettonico hanno sicuramente richiami e influenze mimetiche più dirette dal mondo naturale dei banchi tessitori che non da forme di artigianato locale o di particolare esperienza. Nello specifico, la ricerca sottesa al padiglione ICD/ITKE Research Pavilion 2016//7 (mirabile tettoia di circa 12 mt di oggetto, rivestiti con oltre 180 km di tessitura di fibra di carbonio resinata e a filo continuo, fig. 15-16) fonde in sé l'eccezionale sofisticatezza raggiunta dalla tecnologia elettronica (ICD - Institute for Computational Design e ITKE - Institute of Building Structures and Structural Design) con l'affinamento degli studi di Paleobiologia e Biomimetica dell'Università di Tubingen (Institute of Evolution and Ecology).



E ancora su questa linea, la recentissima applicazione "tessile" sperimentata a Mexico City da Zaha Hadid (ZHCode), unitamente con l'Istituto ETH di Zurigo, di certo non fa che spingere ulteriormente in avanti i successi appena citati, sviluppando a tutti gli effetti nel 2018 una nuova tecnica robotizzata e bio-riferita, KnitCrete, in grado di ribaltare ogni limite o cautela fino ad oggi riservata alle opere cementizie di genere amorfico. Nella visione dello stampo "tessuto" KnitCandela [10] re-interpreta il linguaggio di Felix Candela con un telaio ligneo che ben poco si addice ad un processo parametrico digitalizzato in grado di modellare entità scultoree e superfici topologiche al limite del pensabile.



COLOUR & PATTERN STUDIES
EVEN LINES - U DIRECTION GRADIENT



Le sperimentazioni stereo-litografiche dei blob amorfi del nuovo millennio hanno definitivamente lasciato il campo ad impalcature provvisorie riutilizzabili, telai multi-materici di impronta più "artigianale" e bracci KUKA trasportabili di precisione chirurgica e dai colori sgargianti. Da un lato quindi la progressiva e già vissuta scomparsa dell'umano dal cantiere (e non solo, come vedremo), dall'altro (e nella riapertura della ricerca bionica) l'inizio di un'era post-human verso la bio-tipizzazione dei robot e delle pratiche ad essi riferite. Jonathan Rossiter, esperto di robotica all'Universita' di Bristol, in una recente intervista a OpenMind [11] ha dichiarato che il futuro della ricerca robotica sta trovando la sua rivoluzione nei "soft robots", entità elettroniche bio-simili realizzate con materiali intelligenti, flessibili e adattabili per ottimizzare le proprie performance in modo spontaneo come vere e proprie creature organiche. Dagli attuali cyborg (organismi cibernetici) a robot bio-ibridi che saranno in grado di incorporare tessuti biologici, diventando in grado di riprodursi e perfino di morire. Anche in questo ambito, la sfida più entusiasmante per la ricerca è rappresentata dalla possibilità di rendere bio-funzionale l'apparato robotico fino al suo interno, affinando i metabolismi sintetici fino a bypassare la necessità di "ricaricare o alimentare" tali organismi, che diventeranno sempre più in grado di trasformare autonomamente le risorse ambientali del proprio intorno in energia, nutrendosi da sole. ROWBOT, sviluppato dallo stesso Rossiter, è un'organismo "pulitore" del tutto simile ad un'Hydrometra Stagnorum, o meglio, ad un ibrido improbabile tra questo e un Cetorhinus Maximus (squalo elefante)(figg.23-25).



Si libra infatti sul filo dell'acqua, alimentandosi di inquinamento e generando esso stesso l'energia necessaria alla sua attività, attraverso una pila a combustibile microbiologica in grado di catabolizzare e neutralizzare alghe indesiderate e perdite di petrolio. Se è vero però che l'attualità vede queste intelligenze sintetiche come principalmente indirizzate all'agricoltura e alle coltivazioni intensive spesso in condizioni ambientali limite (incluse quelle ipotizzate per nuove colonie su altri pianeti), di certo la frontiera bionica della sperimentazione non si è fermata qui, spingendosi - anche per il settore dell'architettura e della costruzione - ad immaginare un modo per sostituire motori, pistoni e tensori con cellule muscolari, tendini sintetici e tessuti organici in grado di riprodursi. Lo spostamento concettuale da impiegare robot per la coltivazione alimentare alla coltivazione di tessuti organici per la generazione e l'auto ri-generazione di robot bio-ibridi è quindi alle porte. Mentre ad Harvard (2012) già da qualche anno meduse e razze robotiche rivestite di cardiomiciti (cellule miocardiche "vive") ci testimoniano che Terminator non è lontano.

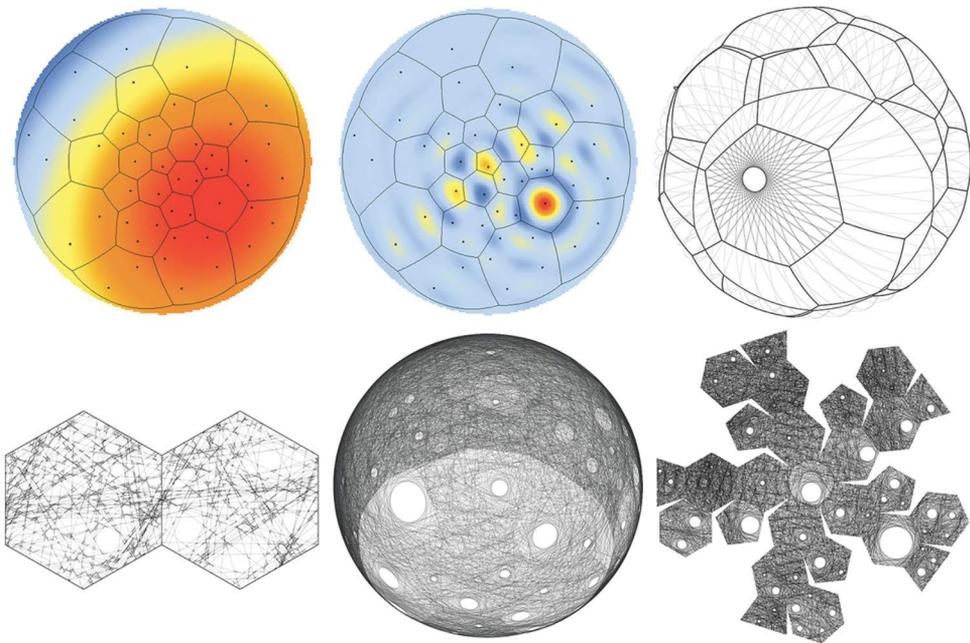
[MEDIATED ECOLOGIES. AUTONOMIE GENERATIVE]

"We're now moving from a world of parts, of separate systems, to architecture that combines and integrates between structure and skin" Neri Oxman

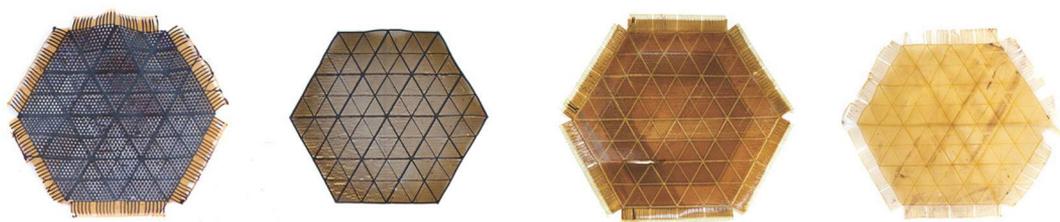
Dove stiamo andando quindi, in un momento disciplinare in cui Adamo - come sembra - si ritrova di fronte alla questione ontologica dell'"allevare e riprodurre" organismi per produrre forza lavoro (seppure sintetica), così come del "coltivare e ibridare" (seppur a scale microscopiche) per ricavare dal suo intorno risorse materiche di cui vestirsi o proteggersi e per modellare le proprie interfacce d'uso?. Da sempre siamo abituati a pensare al senso ecologico nell'ottica della riduzione del nostro impatto sul nostro habitat. Oggi è il caso di cominciare a guardare all'Ecologia in modo completamente nuovo, sicuramente integrativo e adattivo rispetto ad un naturale decoro del nostro esistere sul pianeta, ma forse più sensibile al rispetto utilitaristico di ciò di cui siamo parte come ospiti, e non creatori. Il lavoro di Neri Oxman sicuramente è anticipatore e premonitore (oltre che provocatore) di nuova



questa forma olistica di pensiero sistemico, nel suo particolare e unico approccio all'addomesticare e impiegare "ecologie" viventi per vestire, fertilizzare, ibridare e generare veri e propri sistemi ecologici atti a diventare spazi, oggetti, vestiti e perfino apparati bio-integrativi al nostro corpo. Dal 2010 infatti il lavoro incredibile del suo team ibrido al Media Lab [12], che lei stessa gestisce in prima persona, ha reso concreta e esperibile la visione di un sistema ambientale planetario come organismo vivo e in continua trasformazione: l'evoluzione di cui Adamo è figlio e parte attiva deve trovare nuove forme di espressione consapevole e adattiva in grado di contribuire producendo, e non solo di sfruttare, risorse. A poco a poco, nell'attenta analisi del suo lavoro, è possibile riconoscere il tentativo di recuperare il tempo perso come genere umano, ricercando nelle pieghe delle tecnologia di cui ci siamo attornati e serviti lo strumento per salvarci, per aprirci dei varchi di sopravvivenza eco-attiva.



Se il suo Silk Pavilion (2013), nella sua unicità di "opera vivente", sembra avere costituito infatti una sfida organica ai padiglioni tessuti analizzati in precedenza, è sicuramente nel recentissimo Aguahoja I (2018, Sustainable Design Award of the Year 2019 e Design Project Award of the Year 2019) che diventa sensibilmente palpabile il livello di sofisticatezza progettuale e analitica raggiunto nell'ibridare processi di coltivazione microbiologica con azioni di generazione organica, sovrapporre assunti di creatività biologica con tecniche computistiche di controllo materico. In un oggetto scultoreo affascinante e sensuale di 5 mt di altezza, viene messo in scena il racconto performato di una nuova progettualità disegnata dall'acqua e destinata geneticamente a consumarsi nell'acqua, dove oggi microplastiche e inquinanti stanno alterando in modo irreversibile gli equilibri dei nostri habitat. In un unico corpo ibrido tra architettura e design, la rappresentanza ecologica dei bio-polimeri più presenti sul nostro pianeta (cellulosa, chitosano e pectina) diventano materiale vivo per abitare il nostro ecosistema madre, stampato da robot ma generato dalla nostra coscienza ambientale.





L'esercizio primario e l'obiettivo della sperimentazione è inerente il comportamento spontaneo e la performance strutturale di un pattern strutturale, una trama in grado di modificarsi in rigidità e cromia a seconda degli stimoli ambientali come la luce, il calore e l'umidità. Aguahoja I è un baccello bio-compatibile al 100%, al limite tra fauna e flora, fra involucro ed epitelio, fra sistema e subsistema: un'organismo vitale, capace di integrare gli equilibri ecologici del suo intorno ma anche di consumarsi, spegnersi e terminare così il proprio ciclo di vita fondendosi con esso. Al di là della bellezza o della sensualità dell'elemento infatti, l'aspetto sicuramente più rivoluzionario e responsabile rimane la completa programmabilità genetica della sua decomposizione, rendendo per la prima volta controllabili bionicamente non solo processi generativi ma anche cicli catabolici e vitali in grado di sequestrare carbonio, migliorare l'impollinazione, e fertilizzare l'habitat nutrendo i micro-organismi del suolo circostante.

[BE THE LAST CHANGE]

"Our best chance is to design our own really elegant extension, so that we will leave a legacy that means something, and remains, in the future" Paola Antonelli

"Siamo giunti a una nuova era della creatività, che ci porta da un design ispirato alla natura ad una natura ispirata al progetto" (Neri Oxman): a poco a poco la natura entra nel progetto non soltanto processualmente come ispirazione o come riferimento, ma viene ospitata e integrata dallo stesso come codice e materiale organico per la vita dello stesso. La natura diventa apparato, si modifica per mano dell'uomo e sembra ritrovarsi ospite programmato di corpi sintetizzati dalle sue stesse creazioni. E' questo, del resto, il significato di Living Mushtari (Mediated Matter Group 2014), ancora una volta provocatoria installazione "wearable" a ponte tra protesi bio-couture performante e interfaccia indossabile per la sopravvivenza su nuovi mondi da colonizzare, forse a seguito delle catastrofi generate sul pianeta Terra. I suoi 58 metri di tubo trasparente a sezione variabile ripropongono in modo evidente un microhabitat gastro-intestinale concepito come habitat batterico chiuso e autonomo, in grado di nutrirsi, riprodursi e supportare vite ospiti coadiuvando normali funzioni metaboliche o regolandone le performance in senso migliorativo. In una vera e propria microbial factory simbiotica, un processo fotosintetico integrato e reso coadiuvante per colonie batteriche compatibili in grado di sintetizzarne gli effetti per produrre e trasferire nutrienti per il corpo umano trasportante.



La domanda, in chiusura e a fronte di tutto questo viaggio, che ritorna come urgenza per l'attuale stadio evolutivo che disegniamo come post-umano è proprio inerente il controllo e la controllabilità futura dei sistemi autonomi che generiamo, inconsapevolmente, per affiancare ad Adamo una nuova Eva. Una copia di noi di cui non ci basta più la presenza collaborativa, ma di cui vogliamo essere Creatori in senso assoluto. La recente mostra Broken Nature. Design takes on human nature curata da Paola Antonelli ha sicuramente acceso un'attenzione particolare verso un punto critico di non-ritorno dove sembra ormai accettata e scontata la presa di coscienza in merito alla nostra scomparsa in senso evolutivo. Nelle sue parole, "siamo solo una delle specie presenti sulla Terra, ma siamo anche una sola delle specie ipotizzabili nell'Universo".

Il titolo con cui ho voluto sintetizzare questo mio viaggio analitico sulle attuali tendenze dell'architettura bionica vuole rappresentare una provocazione personale (anche deontologica) ad un senso inconsapevole e arrogante di controllo e di dominio che nella figura di Adamo sta diventando ossessione e orgoglio, senza bilanciate valutazioni sulle ragioni di un'attitudine. Se è pur vero che numerosi e inequivocabili sono gli effetti di questo apparente illimitato potere che la tecnologia ci ha dato, è anche diventato innegabile il bassissimo livello di controllo sistemico che agiamo e immaginiamo sull'intero eco-sistema, di cui controlliamo la materia, i geni, perfino le forme espressive di vita ma non i comportamenti, le regole incomputabili e forse l'equilibrio.

Ed è proprio sulle espressioni aggettivali del bilanciamento spontaneo che la parola equilibrio rappresenta per Treccani ("aequus" - "libra") che mi soffermo, con pensiero critico, per dare anche a me stesso il peso di una responsabilità progettuale cui tutto dobbiamo ormai guardare come countdown: statico, dinamico, stabile e instabile, e ancora elastico. Di tutti, uno mi sembra quello realmente prioritario, per capire il senso bionico necessario al nostro evolvere relazionandolo con il nostro contesto: "indifferente". "equilibrio indifferente: quando ogni possibile posizione del corpo è di equilibrio".

Adamo non è forse riuscito a trovare una sua posizione coerente, ma la natura non ha mai perso il suo equilibrio indifferente. Forse il senso reale del nostro atto creativo è quello di gestire l'impatto generato fino in fondo, anche nel nostro stesso passaggio. E la bionica, in questo, può insegnarci ancora tanto.

"Chi vuol muovere il mondo, prima muova se stesso" Socrate



Note

1. www.tedxdelft.nl/2011/12/kas-oosterhuis
2. Kherdjemil, Y., Lalonde, R., Sheth, R. et al. Evolution of Hoxa11 regulation in vertebrates is linked to the pentadactyl state. *Nature* 539, 89–92 (2016) doi:10.1038/nature19813
3. www.dezeen.com/2019/05/08/university-stuttgart-biomimetic-pavilion-bundesgartenschau-horticultural-show
4. www.daniclodedesign.com/thethirdthumb
5. <http://alexnyart.com>
6. <http://dimitris-ladopoulos.xyz>
7. <http://www.brokennature.org/>
8. <http://www.ozeloffice.com/>
9. "Non-standard architecture. Inversioni di ruolo tra rappresentazione e progetto" / Deregibus, C.. - In: *ARC 2 CITTÀ*. - ISSN 2240-7553. - ELETTRONICO. - (2013)
10. <https://www.zaha-hadid.com/design/knitcandela/>
11. <https://www.bbvaopenmind.com/en/articles/robotics-smart-materials-and-their-future-impact-for-humans/>
12. <https://www.media.mit.edu/>



GGA Studio
www.ggastudio.com

Fernando Contreras Wood

Nacido en la ciudad de Viña del Mar, Chile, estudia Diseño en la Universidad de Valparaíso. Posteriormente cursa el Master en Biónica e Industrial Design del instituto Europeo de diseño en Milano 1999, con el proyecto de tesis "Biomás" orientado al diseño de materiales para la industria forestal Masisa bajo la guía de Carmelo di Bartolo. En la primera etapa trabaja en la oficina On Design, participando en proyectos para empresas del sector metalmeccánico y servicios tales como CTI, Falabella, Banco Santander, Comercial Inversierra, entre otros. Junto a Matteo Ragni funda Sofar, startup bi-oceánica para el desarrollo de objetos que preservan elementos culturales locales entre Chile e Italia. Juntos desarrollan la colección somemory, una serie de objetos para el hammam de Torino, propuestas de branding para la ciudad de Mantova, un sombrero de cobre y caña para Fabric Action, entre otras actividades. Junto a Italo Rossi funda comercial Futuria, oficina de diseño y marketing estratégico, en 2007 atendiendo a empresas como CMPC Maderas, Industrias Fernando Mayer, Norden Dental Care. Junto a Marco Zanini desarrolla proyectos de innovación en diversos sectores industriales. Fernando ha diseñado productos, proyectos de branding, asesorías en design direction y proyectos de interiorismo para numerosas empresas tales como: Masisa, Ignisterra e Infodema todas ellas del sector forestal. Cem, Cemco, Splendid, Lioi e Inppa del sector metalmeccánico y minería, entre otros. Su trabajo ha sido publicado en Chile y el extranjero. Ha realizado conferencias y participado como jurado de Concursos; Conferencia en Bienal de Arquitectura, Jurado Concurso de Diseño Masisa, Conferencias en Universidad Finis Terra, Universidad Federico Santa María, Universidad Adolfo Ibáñez, Museo Nacional de Bellas Artes, Metro Santiago, Centro cultural ruinas de Huanchaca, entre otros. En el plano académico ha sido parte de numerosos Workshops y como docente en cátedras de Diseño de productos, diseño para ingeniería, marketing estratégico y design direction en la Universidad Federico Santa María, Marítima de Chile, Duoc U.C., Universidad Uniacc,



De peluquero a chef

Fernando Contreras | fercomwood@gmail.com



“El proceso de construcción de identidad es circular: Una red de producciones metabólicas producen una membrana que hace posible la existencia misma de la red. Esta circularidad es una autoproducción única de la unidad viviente a nivel celular. La “autopoiesis” designa la organización mínima de lo vivo.”

Francisco Varela

Conocí a Carmelo en los 90' durante una conferencia que realizó en Chile. Su discurso sobre la naturaleza y el centro de investigación fueron ingredientes suficientes para encandilarme a un siendo aún estudiante de diseño.

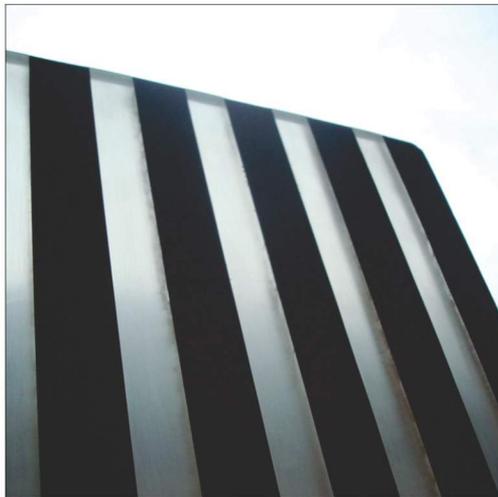
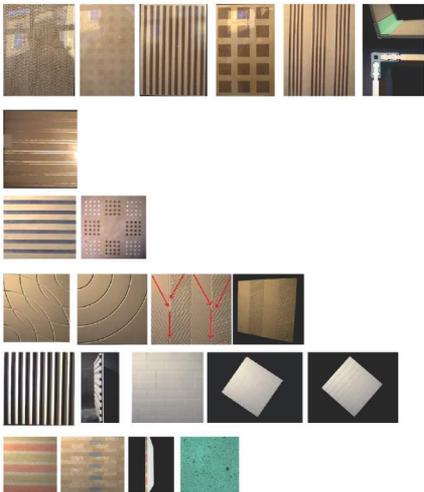
Fui alumno del master en Biónica entre 1998 y 1999 en las antiguas dependencias de via Pietrasanta, un lugar fantástico donde Carmelo ocupaba una oficina que se emplazaba en un altillo desde donde cada cierto tiempo, bajaba y nos comentaba sobre “la biónica como una excusa para el proyecto”. Algunos de nosotros, formados en un sistema escolástico ultra riguroso y rígido, sentíamos esa libertad como un terreno pantanoso donde el camino había que inventárselo. El curso se dividía en una primera fase formativa con clases regulares y una segunda fase de tesis para el desarrollo de un proyecto nacional.



Tuve la fortuna de tenerlo como profesor guía y digo la fortuna porque además de darme las directrices del proyecto nacional, consiguió que una empresa chilena auspiciara mi proyecto de tesis, así se gestó el proyecto Biomás [1] para la empresa chilena Masisa con la cual mantuve una relación de trabajo por al menos 7 años y cuya vinculación me permitió mantener otros tantos años de proyectos con la industria forestal de mi país. Al mirar hacia atrás, el paso por el Cried con todos los profesores que allí ejercían y la influencia de Carmelo concuraron en cierto modo mi actividad laboral hasta el día de hoy. He pensado bastante en la naturaleza y de vez en cuando la he utilizado para divagar, entretenerme y también como una excusa de proyecto.

He percibido la línea que existe entre lo todo lo que hacemos y el karma de lo natural, he escrito algunos pensamientos como homenaje a Carmelo di Bartolo que, si bien no poseen rigor científico, dan cuenta de un vínculo indisoluble entre lo cotidiano y el mundo natural a la luz de una vigencia cada vez más plausible.





[1] Con Carmelo di Bartolo como profesor guía en 1999 "BIOMAS", Proyecto de tesis para el master en Biónica Empresa Masisa, Chile

[DE PELUQUERO A CHEF]

Todos los días y en todas partes del mundo se modifica el entorno. Tomar el té, vestirse, organizar la casa, rasurarse, etc. en todas estas acciones se varían las condiciones inmediatas bajo el prisma del sentido común, costumbre u otro criterio. Por qué mirarse al espejo y ordenar la ropa, para qué rasurarse de tal o cual modo. Qué clase de necesidad está detrás de aliñar la comida o pintarse las pestañas. ¿Existe un nexo entre peinarse el cabello y sobrevivir?, ¿Qué clase de contenido obliga al ser humano a organizar el entorno bajo el sentido del gusto y nalmente que es el gusto?

Un objeto se define como "contenedor" en la medida que exista un límite entre interior y exterior que permita acceder a él mediante algún tipo de mecanismo o bien en la medida que sea soporte de otra cosa. Ocupar un lugar en el espacio conlleva una vivencia interior protegida y conocida sólo por el organismo en su instancia más íntima, por otro lado, la superficie, con distintos niveles de protección. La superficie es una vía de mediación con el ambiente circundante que, a su vez, la modela, contiene y modera en conjunto con la intención del individuo. Bajo este prisma, todo es contenedor y al mismo tiempo contenido. En el modelo del universo expansivo que va ocupando un espacio a razón de 73,2 km/s por megaparsec (un megaparsec = 3,26 millones de años luz), existe una secuencia de dimensiones siderales de contenedores y contenidos. En todo contenedor existe un criterio o una voluntad de dosificación que se manifiesta como crecimiento o intercambio de algún tipo.

Así, ordenar el cabello albergado en la piel que cubre el cráneo puede tener como objetivo cumplir una suerte de acuerdo estético que permite sociabilizar, buscando "la armonía de la especie". Aliñar la comida, tiene por objetivo experimentar algún placer gustativo también sujeto a una idea colectiva o personal de sabor y que permite mover el ánimo hacia estados superiores. Es decir, que entre peinarse y agregar sal a la comida no habría mucha diferencia en términos de objetivo. Lo interesante de este pensamiento radica en la idea de que el "criterio", nalmente requiere de un mecanismo biológico (sentido) cuya existencia nos faculta percibir, medir, evaluar, concluir y nalmente actuar. En este caso, nuestro mecanismo de dosificación de un contenido "aliño"



sería un mecanismo operado por lo sensible[2].

Los mecanismos deben mantenerse en condiciones óptimas y en la medida que son ejercitados desarrollan habilidades superiores así nace un peluquero y un chef. De este modo si un contenedor de sal fuese un objeto modelado en la naturaleza después de haber ejercitado la operación cientos de miles de veces, tendría la capacidad reconocer al usuario y entregar sal en función de su gusto. Una especie de voluntad centrada en la estadística cuya base de datos proviene del recuerdo. A este punto un humilde contenedor de sal estaría vivo.



[2] Estudio de lo natural para el diseño de un salero

[HOJA DE VIDA]

El primer ser consciente de este planeta, ese que se dio cuenta de sí mismo, aquel que observaba y contaba a sus congéneres lo visto mediante dibujos; tuvo que bautizar gran parte de lo que lo rodeaba. Probablemente su gran salto, fue esgrimir el concepto de "individuo", la capacidad de entender que se es un "uno" y que ese uno no radica solo en sí mismo, sino que en todo aquello unitario; piedra, semilla, pájaro, árbol, hoja.



[3] Todas las palabras habitan el mismo árbol. Subyace la idea de que a partir de un elemento natural es posible desarrollar un lenguaje completo.



Probablemente, aquello que condujo a la idea de individuo fue la posibilidad de concebir la propia existencia como un fenómeno. Y ese ser primitivo que observo una hoja y vio que había otras "iguales", así como otros hombres iguales a sí mismo, pero "distintos" en tanto rostros y que observó que la hoja era igual a otra en tanto perteneciente al mismo árbol, pero distinta en tanto tipología de árbol, vio su forma y entendió la idea de "especie" y comenzó a "clasificar".

Al mirar de distintas posiciones entendió que existía lo "amplio" y lo "estrecho", el alto y el ancho y comprendió la existencia de un "borde" y que ese borde tenía una forma propia y que sus congéneres también tenían borde y entendió la "silueta" y al bautizar la sombra creo la "profundidad" y entendió el "espacio".

Y al desgarrar un fruto comprendió que existía un "dentro" y un "fuera" y que el adentro tenía partes y entendió la palabra "contenido" y la palabra "superficie". Y vio surcos y creo la palabra "línea" y vio semillas y creo la palabra "punto" y vio círculos, triángulos, elipses y comprendió que algunas líneas permanecían siempre juntas y otras se separaban. Y vio el "color" y le puso nombre y toco y comprendió que su mano sentía de modo diverso y creo la idea de "suave", "áspero" y todo lo intermedio.

Separó semillas percibiendo la idea de "número" y compartió y al compartir "dosicó". Cuando aquella hoja lo protegió de la lluvia, entendió la idea de "transformación" y comenzó a intervenir y creo el "utensilio". Pero primero existió el gesto probablemente acompañado de un sonido y ese sonido de un contexto y en el compartir dio paso al "recuerdo" y del recuerdo nació la "palabra", porque todas las palabras habitan el mismo árbol. [3]



[CARRETERAS IMAGINARIAS]

Despertar una mañana muy temprano cuando los rayos del sol comienzan a asomarse detrás del cerro, sobresaltado por un chillido de un pequeño pájaro existe la opción de lanzarle zapato, y también de escucharlo.

En una fracción de tiempo aparece otro sonido similar pero más lejano y otro y otro más. Luego de unos minutos, se ha creado una columna sonora que parte desde la ventana y se enla por las ramas de los árboles hasta lo más alto del cerro. Por qué gritan?...Nosotros los humanos no gritamos cuando despertamos, si, nos estiramos, bostezamos, pero no gritamos. Será acaso una condición ciudadano aéreo? Los pájaros vuelan a gran velocidad entre espacios imposibles, no tienen luces indicadores de posición, menos instrumentos de navegación, será acaso que construyen un mapa auditivo? Armado gracias a la colaboración de cada ciudadano de la colonia? Qué maravillosa manera de construir el entorno, cada día los pájaros construyen sus carreteras aéreas colectivamente, que muestra de civilidad en el centro de la ciudad una carretera cuyos límites no son paredes de cemento sino caminos recordados a través de sonidos recordados. Que suerte escucharlos y observarlos desde la carencia del prejuicio.



[SILUETAS Y VOLUNTADES TRASLUCIDAS]

No sabemos porque una nariz es así y la otra al revés, una larga y otra ancha con un prominente escalón en el centro o con la punta mirando al cielo. Genética, ¿cromosomas? De acuerdo...pero no los vemos. En nuestra pequeña escala de contornos solo vemos lo que ocupa espacio, el resto es una ilusión [4].

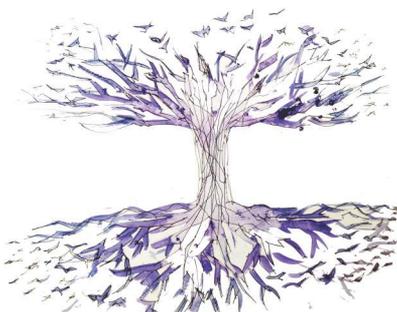
En un punto lejano de un aparente centro y en otro más distante pero contiguo al anterior y otro y otro más, unos van más lejos que otros. La nariz de una madre, la montaña de la ciudad, la oreja de del amigo y la bahía de Valparaíso parecen iguales.

Preguntándonos lo mismo. Como adolescentes, mujeres, niños o enfermos al borde de la muerte, hasta dónde llegaremos? Como si la silueta de las cosas fuese la resultante de la suma de voluntades de cada parte innitamente pequeña.

Una or no es bella porque quiera serlo, su silueta, su color y suavidad, son aquello que pueden ser, lo que les está permitido. Modelados por el entorno y el interior como una especie de acuerdo entre el adentro y el afuera donde nosotros tenemos poco que decir, una oreja se transforma en bahía y una nariz en montaña, la piel en un valle, el pelo en un bosque y un bosque en una cabellera.

La piel se avergüenza cambiando de color, el cabello se eriza aumentando de volumen, los músculos se contraen, las manos sudan, el cuerpo siente y como una antena avisa si lo visto y observado armoniza con la estructura psíquica del individuo. El sentido no engaña, pero muestra una parte de la verdadera esencia de lo que nos circunda, así congruamos un ecosistema personal y único. No sienten lo mismo respecto de la luna dos personas en un lugar distinto del planeta sin embargo la experiencia es traspasable al otro en la medida que la emoción navega, saltando de un individuo a otro como una fuerza invisible y transparente.

El límite de las cosas (el contorno y la supercie) se relaciona de modo íntimo con el universo sensible de cada cual entregando informaciones sutiles sobre el estado de lo interior congruando un lenguaje en sí mismo que se entremezcla con la razón, traspasando el umbral de lo físico a lo psíquico de modo constante congruando la evolución de lo vivo [5].



(4) Estudio de lo natural para el diseño de una copa con una ilusión gravitacional (Homenaje a violeta parra)



(5) Dibujo ilustrativo sobre el límite de las cosas y el juicio sensible de la realidad y la evolución de lo vivo a partir de las sensaciones

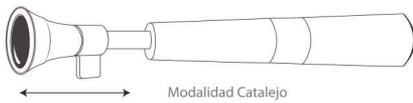
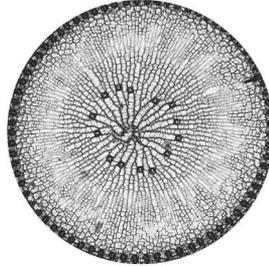
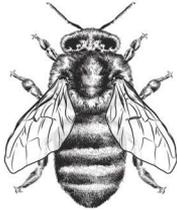
[INTEGRACIÓN FUTURA DE LO BIOLÓGICO]

En un futuro donde convergen las tecnologías en un ciber-modelo de automatización con la dramática disminución del trabajo humano, la **observación de lo natural** tiene tanto espacio de reacción. En jornadas de trabajo reducidas, puede ser un compañero de viaje para el tiempo de ocio o bien como ecosistema que dena los criterios de vinculación de múltiples fábricas remotas. Como una ruta de diseño para sistemas autónomos, los criterios biónicos podrían denir caminos para una serie de procesos que, evaluando grandes cantidades de datos denan la mejor opción productiva, el ciclo de vida más adecuado para un producto y probablemente más adelante, las actividades humanas necesarias para dichos procesos. En el futuro la lógica de lo vivo tendrá mucho que aportar al presente de las sociedades en prácticamente todos los ámbitos. La condición planetaria actual obligará hacia esa dirección y la lógica del pensamiento uirá hacia una consciencia global solidaria en pos de lo vivo. La creación humana se fusionará con lo natural a través del advenimiento de un mundo artificial con habilidades sensoriales basadas en lo colectivo a través de artefactos cuyo proceso productivo será fruto de un cruce de lo biológico y lo mecánico. Transformamos las montañas en kilómetros de vigas y cables, los bosques en miles de metros cuadrados de tejidos, papeles y bras, los océanos en silenciosas montañas de sal. Llegará el día en que dicha transformación se realizará en la medida de lo necesario, la modicación del recurso natural será realizada por entes autónomos cuya matriz algorítmica tomará desiciones basadas en la naturaleza de lo natural.

La bionica como sistema operativo y enlace entre estos dos mundos congruarán una evolución sin precedentes para la raza humana y el planeta. La subvención de los procesos de transformación de la materia por parte del planeta entrará en una relación íntima regulada por el análisis de millones de datos confrontados con la lógica de lo viviente. La regulación de los volúmenes de producción estará dada por cálculos ecuánimes organizados en la losofía de lo evolutivo. Sin embargo el planeta nalmente cambiará y la naturaleza como la conocemos hoy será otra. Tal vez a la manera de las aves que construyen sus carreteras a travez de sonidos o bien la fusión entre lo natural y lo artificial dará paso a nuevas palabras y nalmente a un lenguaje totalmente distinto. Las voluntades transparentes darán origen a un caldo creativo colectivo de procesos y decisiones ultra veloces acompañadas de tecnologías más rápidas aún. Por último cuando esto de paso a la transparencia de las emociones llegaremos a un futuro tecnológicamente cariñoso, exacto y prodigioso sin mas objetivo que la existencia misma.

[FCW]





[TRISCOPIO: UTENSILIO DISEÑADO PARA LA OBSERVACIÓN DEL ENTORNO NATURAL]

Permite observar lo lejano a partir de su función 12x30. Lo pequeño utilizado como monóculo o lupa amplificando de 2 a 3 veces y lo diminuto con un aumento de 10 veces el tamaño original. El principio es simple y consiste en un catalejo desmontable que utiliza diversos lentes como objetos independientes o combinados entre sí para observar el entorno en diversas profundidades. La herramienta está confeccionada en madera, cobre, cristal; materiales articulados entre sí gracias a piezas magnéticas de neodimio que le permiten auto-centrarse y mantener el foco.

Carlo Dameno

Industrial designer, inizia come ricercatore nel campo della bionica applicata, formazione che lo indirizza verso progetti di concept design per aziende orientate all'innovazione.

Matura un interesse verso il prodotto che lo porta a fondare con Monica Ferrigno il doppio segno; uno studio di design che mantiene una doppia identità: una rivolta al disegno per l'industria ed una alla ricerca e alla sperimentazione.

Insegna Bionica applicata e design in diverse Università a Milano, Torino, Madrid, Saragozza, Aveiro.



Il design su due binari

Carlo Dameno | carlo@ildoppiosegno.com



“Al mondo esistono tre categorie di uomini. Quelli che pensano giusto, quelli che pensano sbagliato e quelli che pensano come me.”

Tenente Colombo

IN PRINCIPIO FU “LA DIA” [1995]

Terminata l'università, il mio esordio nel mondo del lavoro ha avuto come protagonista il CRIED: Centro Ricerche Istituto Europeo di Design; fondato e diretto da Carmelo Di Bartolo.

All'inizio il mio compito principale era orientato alla ricerca bionica, o meglio, mi occupavo di tutta quella fase “propedeutica” alla ricerca e al progetto che andava dal re-intelaiare le 1200 diapositive dell'archivio, al fotocopiare e reimpaginare dispense, al restauro di qualunque tipo di oggetto fisico potesse essere rimesso in sesto con un po' di colla, al furto (presso i “cugini” della sede principale IED) di materiale utile a rendere più confortevole l'ambiente del Centro Ricerche, alla guida, carico e scarico del furgone per traslocare l'intero studio, materiale di ricerca compreso, nella nuova sede di via Ripamonti.

Tra una fotocopia e l'altra però, ho avuto il piacere di conoscere Carlo Bombardelli (in quel periodo la vera anima scientifica del Cried) che è riuscito a trasferirmi in maniera molto paziente informazioni, dati, conoscenza e, soprattutto, una metodologia che mi ha consentito di crescere all'interno dello studio e di occuparmi davvero di ricerca bionica cioè di affinare la capacità di estrapolare e trasferire contenuti dal mondo naturale a quello artificiale del progetto. Grazie a Lui, sono diventato in breve tempo il trait d'union tra i dati chiusi dentro l'archivio e la speciale equipe di progetto dedicata in primis al mondo dell'automotive composta da eccellenti concept-designer; voglio ricordare tra tanti Marco Valente, Marco Vendrame e Massimo Pavan.

L'anno successivo ha sancito il mio incontro con Carmelo (fino ad allora impegnato sul fronte Iberico con la nuova sede IED a Madrid). Un incontro che ha determinato un radicale e repentino cambiamento di mansione all'interno dello studio. Ancora una volta con un ruolo cuscinetto, ma in questo caso mi trovavo tra lo studio e le aziende committenti. Una sorta di “interprete”, con il compito di tradurre le strategie che la natura utilizza in per la propria sopravvivenza in progetti di vario tipo, legati al prodotto, ma soprattutto al concept e ai progetti strategici.

Quasi superfluo dire che la natura offre infinite occasioni di imitazione..

Dal punto di vista strutturale pensiamo alla flessibilità unita alla resistenza degli esoscheletri degli insetti, alle strutture complesse delle diatomee, alla leggerezza delle ossa cave degli uccelli, fino all'uso intelligente del materiale a differenti densità nei gusci dei crostacei.

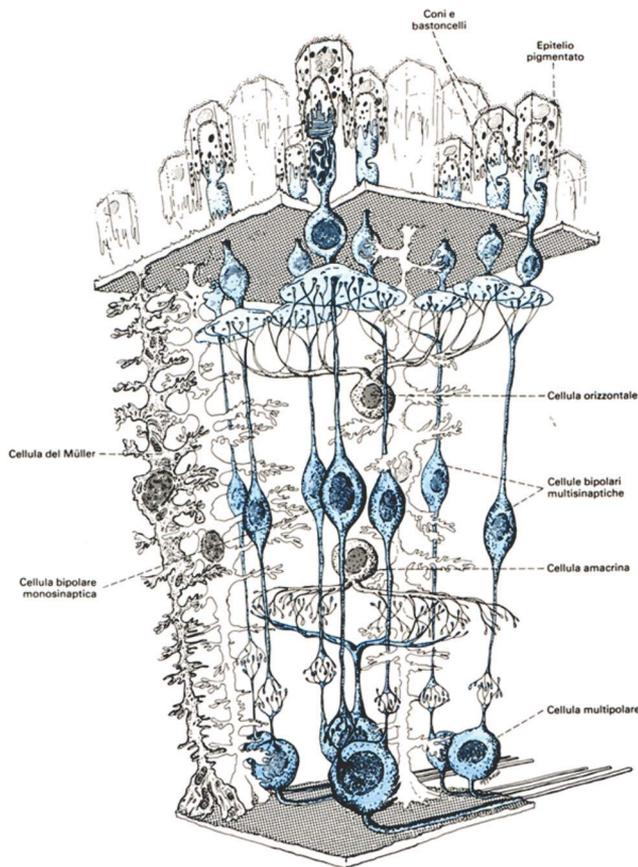
Dal punto di vista funzionale esistono infiniti sistemi di adattamento al contesto che permettono a molte specie animali di sopravvivere adeguandosi alle condizioni più estreme: dal mimetismo, al sistema di doppia messa a fuoco che permette agli anfibii una buona visibilità sotto e sopra l'acqua, al pelo dell'orso polare che veicola il calore dei raggi solari verso la cute, ai semi a dispersione aerea che riescono ad allontanarsi parecchio dalla pianta da cui cadono per garantire la disseminazione su una maggiore area di territorio, fino a sistemi più o meno complessi per la dispersione o il recupero di calore corporeo.

Abbiamo lavorato, in parecchie ricerche, focalizzandoci sulla pelle degli animali che rappresenta il confine tra l'essere vivente e il contesto in cui vive; esattamente come, parlando di design, la



superficie degli oggetti è la principale interfaccia di relazione- interazione con l'utente, tramite vista, tatto, udito ed olfatto.

Quello che a mio parere è ancora più interessante è stato superare il concetto di analogia funzionale (ovvero sfruttare una data funzionalità naturale applicandola concretamente ad un prodotto) arrivando ad individuare delle "analogie strategiche" (ossia analizzare nel mondo naturale anche aspetti più articolati quali il sistema nervoso o la relazione simbiotica tra individui o tra comunità di individui). Scopriamo spesso sistemi molto complessi, ma quasi mai complicati. Ed è proprio ragionando attorno a queste parole assonanti, ma il cui significato è quasi opposto, che abbiamo affrontato non solo progetti funzionali, ma anche (e soprattutto) progetti strategici, dove la necessità primaria è stata quella di gestire la complessità ed evitare la complicazione.



La struttura del organo della vista associata ad una foto dell'occhio, complessità strutturale, semplicità ed efficienza funzionale

02. INFOCAR, RITORNO AL FUTURO [1998]

Tutto il bello di condividere uno spazio creativo con 15-20 colleghi tra i venti e i trent'anni.

Incomprensioni, giornate lavorative che terminavano all'una di notte, pareri costantemente in contrasto, tanta inesperienza e presentazioni pronte all'ultimo secondo.

Il progetto Infocar, il mio primo progetto importante sotto la direzione di Carmelo Di Bartolo, era dedicato alla creazione di un'interfaccia: si trattava di portare le nuove tecnologie a bordo di un'auto di piccola cilindrata.

Normalmente le novità, soprattutto tecnologiche, migrano dalle ammiraglie più costose alle utilitarie dando modo al prodotto innovativo di diventare più maturo, più diffuso e di conseguenza più economico.

L'approccio differente del gruppo Fiat, rispetto alle altre case automobilistiche europee, era quello di portare l'innovazione direttamente sulle auto di piccola cilindrata; la sfida tecnologica a marchio italiano diventava ancora più impegnativa perché già condizionata in partenza da un limite economico. Il progetto Infocar coinvolgeva, tra noi del CRIED e Fiat, più di quaranta persone tra progettisti, ergonomi, consulenti ed ingegneri.



Lo scopo principale del progetto era portare la tecnologia della navigazione satellitare a bordo di una piccola auto con costi davvero contenuti, la seconda sfida, non meno importante, era declinare la tecnologia rendendola fruibile a tutti. Una piccola auto è destinata infatti ad un'utenza allargata: può essere guidata da un neopatentato, da un guidatore esperto, da chi viaggia in autostrada, da chi si sposta solo verso il supermercato a due passi da casa.

Una tecnologia estesa a tutti, si tenga conto che l'intera esperienza si colloca alla fine degli anni 90, agli albori di internet. Un periodo davvero di grande cambiamento, pensiamo alla data ufficiale di nascita del World Wide Web (1991).

Se prima del 1995 Internet era dunque relegata a essere una rete dedicata alle comunicazioni all'interno delle comunità scientifiche e tra le associazioni governative e amministrative, il vero al boom arriva negli anni 2000 con centinaia di milioni di computer connessi in rete.

Considerando l'idea di avere un navigatore di bordo connesso in rete, un'intelligenza artificiale al servizio di pilota e passeggeri su una piccola auto con un costo che non doveva superare quello della vernice metallizzata, forse riusciamo a percepire il valore e il calibro della sfida del progetto Infocar.

01.1

Nella bocca di tutti

Come creare un'interfaccia talmente democratica da mettere d'accordo l'utenza così allargata di una piccola Fiat?

Dal pilota d'aereo, al giovane neo patentato, alla casalinga (questi alcuni tra gli utenti presenti nel focus group e i primi a testare un modello-bozza fisico completamente riconfigurabile dell'interfaccia).

La risposta era sotto gli occhi di tutti, anzi, nella bocca di tutti.

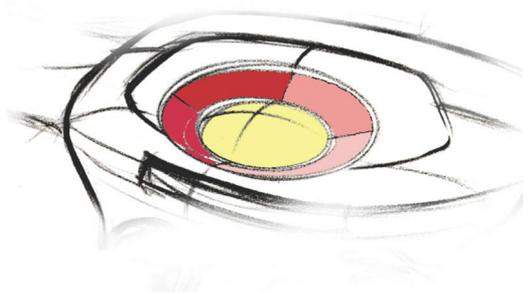
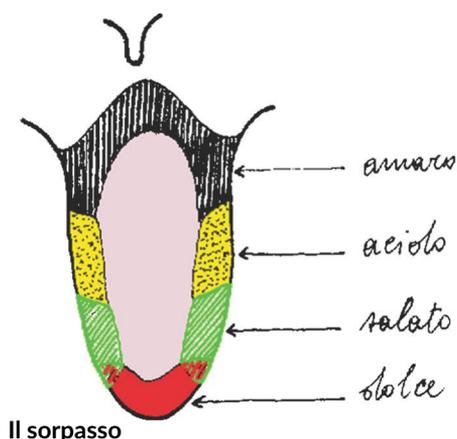
Come funziona il nostro organo del gusto? Come riesce ad assaporare, suddividere e gestire le molteplici informazioni all'interno del palato?

Un zona neutra centrale e una zona perimetrale con sensori specifici per il dolce, l'amaro, il salato. Ecco questa fu la semplice, ma allo stesso tempo risolutiva, idea che convinse proprio tutti i partecipanti al progetto. L'interfaccia di infocar doveva assomigliare per struttura concettuale, non per forma, a una lingua. Una zona centrale neutra in cui posizionare la mano del guidatore che muovendosi andava alla ricerca di tasti-funzione texturizzati senza mai distogliere lo sguardo dalla strada.

Più facile a dirsi che a farsi.

In quel periodo di lavoro a stretto contatto con Carmelo, su e giù per la Milano - Torino ho davvero compreso il suo talento nel saper gestire progetti complessi.

Comprendere fino in fondo le vite dei collaboratori, o meglio delle "persone" coinvolte in un progetto così grande, le loro aspirazioni, le loro paure i loro ruoli. Avere una mappa mentale chiara del Tutto, non perdersi nel problema specifico, ma saper guardare l'insieme, muoversi con disinvoltura rispettando le gerarchie, ma glissando la burocrazia.. e solo su questa un'ultima frase si potrebbero scrivere diverse pagine.



Schema semplificato della lingua e uno dei primi schizzi della parte principale dell'interfaccia Info Car (Crf 1998).



Sembra il giorno della marmotta, autostrada MI-TO obiettivo Centro Ricerche Fiat, presentazione A3 con inchiostro ancora fresco. Direttamente dalla stampante al cruscotto della Fiat Multipla di CDB.

Ancora una volta sul filo del rasoio.

Abbiamo un'ora e mezza (di autostrada) per condividere la presentazione.

Ora prevista di arrivo.. circa trenta minuti dopo l'appuntamento prefissato, fuso orario CDB che, con tutta serenità, chiede se siamo in tempo per un caffè veloce in Autogrill....

L'ossimoro CDB, tradotto puntuale ritardo, perché la ricerca e l'innovazione riscrivono anche le leggi della fisica.

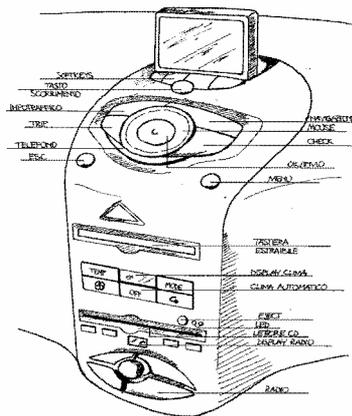
Se il tempo va dilatato, un modo per farlo lo si trova, si chiama creatività .

01.3

E così nacque Infocar

Lo studio dell'interfaccia per il prototipo Infocar nasce dall'intersezione di vari momenti fondamentali:

una fase di ricerca sulle possibilità offerte dai sistemi esistenti in quegli anni, navigatori di bordo presenti più che altro su modelli di auto più lussuose. In questa parte assume un carattere determinante la conoscenza di diversi prodotti come palmari, hand-held e computer portatili di ogni genere, progetti di aziende rilevanti del settore, come Casio, Nokia, Philips, ecc. che presentavano in quegli anni sul mercato i loro prodotti più innovativi.



Schizzi e modello dell'interfaccia Infocar (Crf 2008)

Una seconda fase di studio ergonomico **per avere** indicazioni e limiti sulla disposizione e uso dei comandi che porta alla modellazione di una prima plancia con strumenti e comandi magnetici utile a focus group in cui utenti eterogenei, potevano "giocare" configurando la propria plancia ideale. Le plance con diverse configurazioni venivano valutate in termini di usabilità percepita, tramite un'indagine svolta con un campione di 30 soggetti; l'obiettivo era quello di raffinare la ricerca sui parametri emersi dalla precedente indagine con esperti per quanto riguarda l'accettazione, l'apprendimento percepito, la sensazione di frustrazione, l'affidabilità del mezzo, la modalità di approccio.

La terza fase, **creativa** porta al progetto dell'interfaccia e alla produzione di due modelli di plancia funzionante. La zona più interessante della plancia sta nella parte centrale: una zona neutra in cui appoggiare la mano che trova un punto di riferimento stabile e può muoversi in tutte le direzioni alla ricerca di tasti texturizzati quindi riconoscibili al tatto senza l'ausilio della vista.



Per contestualizzare il progetto di cui stiamo parlando, ovvero gli albori della telematica a bordo, inseriamo di seguito, un articolo di una rivista di settore di quel periodo.

Auto e telematica

"Anche se non ce ne rendiamo conto, stiamo diventando tutti operatori telematici. Perché siamo schiavi del telefonino? Perché ci piace navigare in Internet? Perché invece di usare carta e penna "scriviamo" soltanto e-mail? Non solo. Questi sono gli aspetti più evidenti della realtà quotidiana. I nuovi, continui sviluppi della telecomunicazione sono tali da penetrare molto più profondamente nella vita di ogni giorno, in tutte quelle che sono le nostre attività, il lavoro, lo svago e, naturalmente, gli spostamenti.

Siamo abituati a considerare l'automobile un oggetto tecnologicamente progredito per la raffinatezza tecnica, per l'uso di tecnologie industriali avanzatissime e per l'ampio ricorso all'elettronica, ma soltanto negli ultimi anni le quattroruote si sono impadronite della telematica come di una loro componente fondamentale, "motore" di una evoluzione tecnica specifica, espressamente mirata alle necessità della nuova civiltà dell'auto. Solo qualche anno fa si pensava al computer in automobile come a un accessorio, più o meno come era stato per l'autoradio, un altro strumento, uno dei tanti, non indispensabile, inserito da qualche parte nell'abitacolo, come un optional. In qualche caso si aveva addirittura la sensazione che la preoccupazione maggiore fosse quella di stabilire dove collocare lo schermo e la tastiera di comando. «Per fare che cosa del computer?», si chiedevano i più riottosi. Per lavorare, scrivere, divertirsi. In pratica, un modo per fare in viaggio le stesse cose che si possono fare a casa o in ufficio. Poi, molto è cambiato e si è rapidamente capito che la telematica è una strada che offre opportunità straordinarie per facilitare la vita in auto e, più in generale, a chiunque usa l'automobile. Per citare soltanto alcuni casi, semplifica l'acquisto della macchina, la sua gestione e (quando verrà il momento) la sua vendita. In viaggio, grazie a un comune telefonino o all'impianto cellulare di bordo, si può avere accesso a qualsiasi informazione, in ogni angolo del mondo. Ormai è già matura, nella cultura dell'automobilista, l'immagine del "computer di bordo" come quella di un cervellone adatto a gestire qualsiasi "situazione", capace di esprimersi a voce attraverso altoparlanti o a vista attraverso uno schermo multifunzionale sul quale può apparire di tutto.

Non ci si sorprende più se addirittura si immagina di far scomparire il cruscotto reale per realizzare invece un "ambiente video" dove sia possibile rappresentare qualsiasi cosa, anche una normale strumentazione, purché, naturalmente, virtuale. La tastiera? Per carità, niente pulsanti, soltanto comandi vocali, come si chiacchiera con un amico attento e servizievole. Il passaggio dalla fantascienza al domani è stato incredibilmente rapido. Quello che l'oggi ci offre è già più che un anticipo. La strada è stata tracciata a cominciare dai sistemi di navigazione assistita, fino a sistemi di intelligenza superiore a cui possiamo chiedere di controllare tutti i più evoluti sistemi di bordo: come una puntuale e infallibile segretaria saprà gestire il telefono GSM con ricerca automatica dei numeri, registrare messaggi, controllare i sistemi sonori (radio, lettore CD), indicarci la strada più breve o i



percorsi alternativi e addirittura effettuare chiamate di emergenza in caso di incidente, come di un banale guasto. Il bello è che, come a una segretaria in carne e ossa, potremo dare tutte le indicazioni necessarie. Il cuore del sistema è formato da un telefono cellulare GSM e dal localizzatore satellitare GPS che fa parte del sistema di navigazione, l'insieme, potremmo dire la "collaborazione" fra i due sistemi offre possibilità infinite, che cominciano con la gamma di servizi informazioni su alberghi, benzinai e ristoranti, chiamate di emergenza (premendo semplicemente un pulsante), richiesta di assistenza stradale, navigazione, sia off-board, cioè guidati a voce sul percorso giusto attraverso il telefono, sia on-board, vale a dire impiegando il navigatore installato sull'auto; fino all'utilizzo di internet.

Una delle cose più ovvie quindi è l'eliminazione di tutte le "sorgenti" di bordo. Per esempio, sarà inutile avere il lettore CD per il sistema di navigazione e al limite anche l'autoradio perché tutto, dalle immagini televisive, alle cartine geografiche, alla musica, si potranno ricevere direttamente attraverso la rete."

Da: "La telematica sale a bordo" Il Quadrifoglio n° 74 Settembre 2000



Da: "La telematica sale a bordo" Il Quadrifoglio n° 74 Settembre 2000. Prototipo dell'interfaccia Infocar (Crf 2008).

Il tocco finale

Cried, ore nove.

È tutto pronto per la presentazione di Infocar alla delegazione FIAT e non è una presentazione qualunque, arrivano davvero i pezzi grossi.

La storia è questa, ci stiamo lavorando da più di dodici mesi, due plance in scala uno a uno, di cui una funzionante, il cervello (un pc portatile nascosto del baule dell'auto) gestisce i tasti in resina e il display, rigorosamente in bianco e nero, incastonati sulla plancia in poliuretano espanso Siamo Pronti !! Carmelo mi toglie dalla giacca un bel po' di polvere bianca frutto della classica scartavetrata finale al modello, salutiamo gli ospiti in arrivo. Gli altri progettisti sono dediti a una veloce remise in place del laboratorio, bidone aspiratutto operativo.. anche troppo.

Un rumore sinistro proveniente dal dietro le quinte ci mette in allarme..allarme che diventa rosso appena realizziamo: aspirati tutti i tasti della plancia appena approntati.

La faccia del colpevole Teo è di quelle che non si dimenticano.

Una inevitabile, ma provvidenziale applicazione pratica di quella particolare metodologia nota nel mondo del design come "il ravanare nella sporcizia" ci permette di risolvere brillantemente anche l'ultimo (ultimo ?) intoppo.



Modello dell'interfaccia Infocar (Crf 2008)

UN PO' SOGNO, UN PO' PROGETTO E UN PO' RICERCA [2008]

Il momento giusto per creare finalmente una realtà a mia misura, una realtà condivisa con Monica Ferrigno.

Con Monica ci siamo spostati sempre più verso il prodotto industriale quasi un voler esplorare dopo anni di ricerca, concept e scenari di vision, un terreno nuovo fatto di particolari, di problemi e dettagli microscopici se confrontati con le grandi tematiche a cui eravamo abituati al Centro Ricerche.



Lo studio ildoppiosegno , Staff 2012. Monica B, Victor, Chiara, Debora, Carlo, Monica F. , David.

Il nostro studio si chiama Ildoppiosegno proprio a voler sottolineare la nostra doppia identità: una, erede della nostra esperienza di ricerca con Carmelo e una, quella del prodotto, distante per metodologia ma altrettanto accattivante per motivi diversi, forse opposti.

La ricerca e la vision fanno sognare, si definiscono spesso "progetti ad ampio respiro" in cui davvero ci si spinge a immaginare scenari futuribili in cui "matchare" tecnologie emergenti, tendenze, nuovi bisogni.

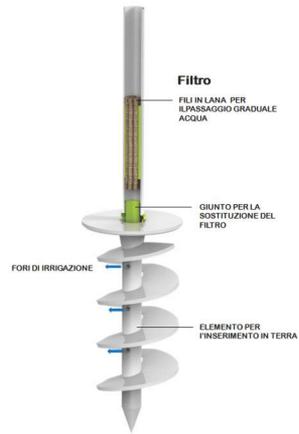
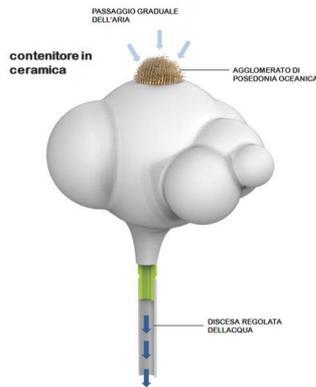
Viceversa, il design di prodotto è quasi soffocante con un percorso che sempre più obbliga alla rapidità: idea-progetto-ingegnerizzazione-prodotto-distribuzione; con i suoi piccoli dettagli, le micro-problematiche così minime e così apparentemente insuperabili, ma che soddisfazione quando la materia si plasma, diventa prodotto, reale. Lo tocchi, è tuo.

Come se questa doppia identità non bastasse a complicare le cose si è aggiunto un terzo incomodo: battezzato Moreno Dalca, l'anagramma di Carlo Dameno è il terzo socio, che non esiste in carne e



ossa, ma progetta anche lui, progetta con più libertà, svincolato dagli obblighi di una vera committenza, è un po' la valvola di sfogo, quella di cui tutti i progettisti hanno necessità. Moreno Dalca può creare liberamente e lui sì, al contrario di noi, riesce a mescolare ricerca e prodotto, scenari e materia; per ovvi motivi lo può fare solo nel tempo libero, il poco che rimane in uno studio di design.

Uno dei suoi progetti è Nuvola Nembo un prodotto che contiene un po' tutto.



Nuvola Nembo, distributore d'acqua per piccoli giardini, design: Moreno Dalca, ildoppiosegno.

Schema funzionale delle Nuvola Nembo

L'idea infantile di una nuvola che annaffia un piccolo giardino, la concretezza di un prodotto realizzato in serie e un'anima legata alla ricerca bionica. Presentata al Museo della Scienza e della Tecnologia a Milano, Nembo è una riserva d'acqua per piccoli giardini; una volta riempita, provvederà in autonomia ad annaffiare più piante, risolvendo così le necessità di accudimento del giardino domestico. La nuvola, realizzata in ceramica si chiude con un tappo composto da una "palla" fibrosa che si comporta come una valvola naturale ma intelligente in grado di modificare nel tempo la sua permeabilità lasciando passare più o meno aria all'interno della nuvola che, di conseguenza, erogherà una diversa quantità di acqua.

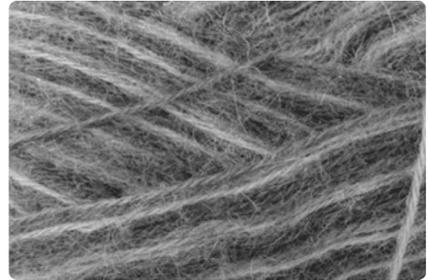
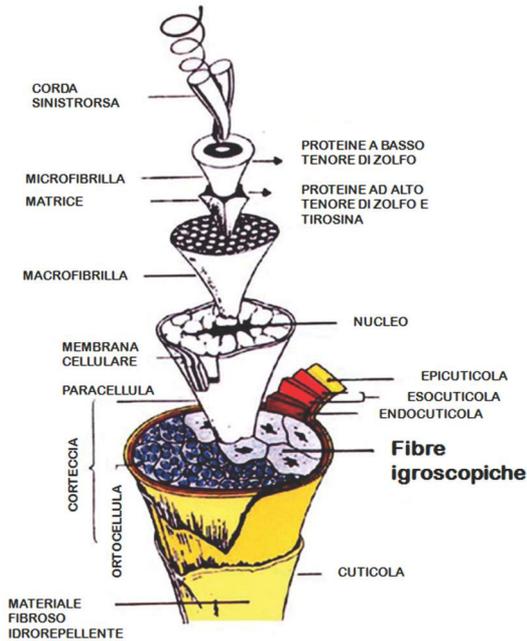


Egagropila; agglomerato sferico di consistenza feltrosa costituito da residui fibrosi di piante marine dei generi Posidonia e Zostera che si accumulano sui litorali, sospinti dalle onde. La formazione degli egagropili, comunemente noti come polpette o palle di mare, delile o anche patate di mare, è frutto dello sfilciamento dei residui fogliari fibrosi che circondano il rizoma della pianta e della loro aggregazione in forme tondeggianti ad opera della risacca marina.

Questa valvola naturale è composta da resti di Posidonia Oceanica, portati sulla spiaggia dalle mareggiate, è una pianta presente solamente nel mar Mediterraneo. La sua capacità di cambiare la propria permeabilità in relazione all'umidità fa proprio al caso nostro, creando una valvola automatica che rende Nembo sensibile all'ambiente.



L'acqua scende attraverso il tubo metallico e passa attraverso una seconda valvola naturale che ha il compito di ridurre al minimo il passaggio di acqua, 8 fili di lana garantiscono un'erogazione minima e abbastanza precisa di acqua all'interno del vaso in cui è inserita la nuvola.

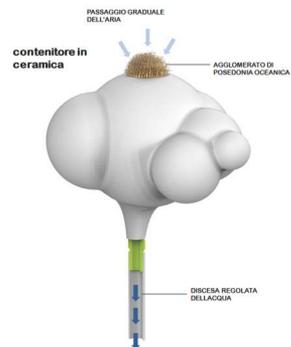


Semplicità e complessità in un filo di lana

Il progetto Nuvola nasce senza alcuna ambizione di trasformarsi in prodotto, forse la nostra "attitudine al concreto" ci ha portato a trasformarlo in tale. E' comunque un piccolo esempio a dimostrare la possibilità che strade diverse possano convergere. Progetto e ricerca, prodotto e concept, presente e futuro. Così come diverse esperienze professionali si possono incontrare in un libro come questo.



Nuvola Nembo



Matteo Ragni

Nato a Milano nel 1972. Si è laureato in Architettura al Politecnico di Milano. Dal 1994 progetta e si occupa di design negli ambiti più diversi dell'industria e dell'artigianato, con un interesse che si focalizza sempre di più sulla progettazione volta ad unire funzione e innovazione tipologica. Ha lavorato per molte aziende, per le quali ha spesso integrato all'attività di designer quella di creative director, dando vita a sistemi di comunicazione e produzione perfettamente sincronici. È stato uno dei più giovani vincitori del Compasso d'Oro a 29 anni, nel 2001, con la posata usa e getta Moscardino, disegnata insieme a Giulio Iacchetti. Nel 2014 riceve il secondo Compasso d'Oro, sempre con Giulio Iacchetti, per il design di una serie di tombini per Montini.



L'uomo bionico

Matteo Ragni | info@matteoragni.com



“il design è per me un atto eroico di poesia solida, frutto di un pensiero leggero e sofisticato che deriva dall'attitudine al cambiamento della società in cui viviamo. La capacità di indagare le esigenze contemporanee di un mercato in continua evoluzione è la chiave di un progetto buono e giusto.”

————— Bruno Munari —————

Ho conosciuto Carmelo quando, nel 1997, ricevetti l'incarico di coordinatore didattico nella meravigliosa sede cagliaritana dello IED. Io, 25enne laureando tardivo in architettura e o mista designer autodidatta, la presi come una missione speciale e giurai a me stesso che quella esperienza avrebbe cambiato la mia vita, avvicinandomi d'un fiato al magico mondo del design. Dopo poco meno di un anno, di ritorno a Milano, ritrovai Carmelo nel suo “habitat” naturale, ovvero al Cried, dove era direttore oltre che fondatore. Mi propose un'altra sfida: coordinare il master in design e bionica. A quei tempi la mia cultura in merito al design bionico si limitava purtroppo solamente alla nota serie televisiva della donna bionica, ma mi misi subito ad assorbire come una spugna da lui tutto quello che poteva essermi di aiuto per esplorare quel misterioso e magico mondo. Nella mia vita professionale ho sempre avuto la fortuna di incontrare persone eccezionali e ottimi maestri, leali e generosi con me come lo è stato Carmelo. Un maestro non accademico, ma una persona che, con il suo fare, mi ha dimostrato che se si coltiva una passione per qualcosa, tutto diventa possibile e i sogni diventano realtà. Nei due anni passati al Cried ho imparato che la Natura è la migliore designer di sempre e che anche la bellezza può essere funzionale. Ma la lezione più importante è stata quella di capire che “less is more”, il mantra di Mies van der Rohe che avevo imparato a recitare al Politecnico, altro non era che una pratica comune della Natura per costruire sistemi per la sopravvivenza della specie animale e vegetale. Così la mia attitudine al progetto si è plasmata grazie a queste lezioni “botaniche”, oltre che allo studio dei maestri del nostro bel design italiano.

Uno dei miei primi progetti è stato, ironia della sorte, un porta uova, oggetto tendenzialmente inutile ma ideato per sfidare la gravità con un semplice foglio di polipropilene fustellato. Una sorta di elogio alla tensione strutturale, figlio di una frase in la no che io, pessimo studente di statica e scienza delle costruzioni, avevo letto in un libro: “sic tensio ut vis” (che tradotto dal latino significa “dove c'è tensione c'è forza”). Così un semplice foglio è diventato uno strumento meccanico per sorreggere il peso di un uovo, “forma perfetta benchè fatta col culo” (cit. Bruno Munari). Negli anni ho intrapreso la mia professione di designer esplorando ben altre tipologie di prodotto, dai tombini stradali in ghisa alleggerita agli occhiali in legno e alluminio, cercando sempre di fare tesoro di quella meraviglia nel ricercare forme leggere che potessero rispondere al requisito “do more with less”. Grazie Carmelo, quello che sono oggi come designer lo devo anche a te, alla tua capacità di stupirti e di stupire davanti a una foglia o a un seme che porta dentro di sé il gene del futuro.





[MOSCARDINO]



MOSCARDINO | Posata biodegradabile. Pandora Design, 2000 con Giulio Iacchetti

[TOBEUS]



TOBEUS | Macchinine di legno. 2008

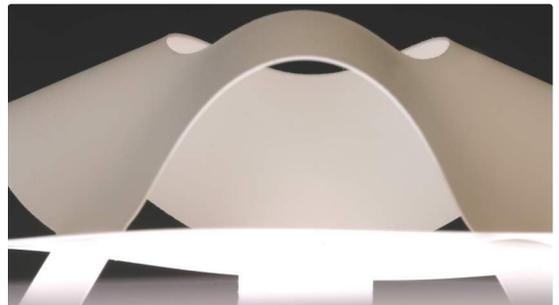
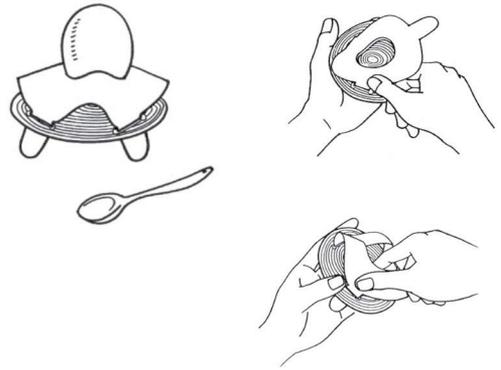
[TOMBINI MONTINI]



TOMBINI | Serie di tombini e caditoie in ghisa sferoidale



[UNOALD]



UNOALDi | Porta uovo da viaggio. Progetti srl, 1996

[W-EYE]



W-EYE | Occhiali in legno e alluminio. 2009



[PROGETTO HUB PER FANTONI]

struttura ossea svuotata che può essere arredata a piacere con piccole pareti mobili.

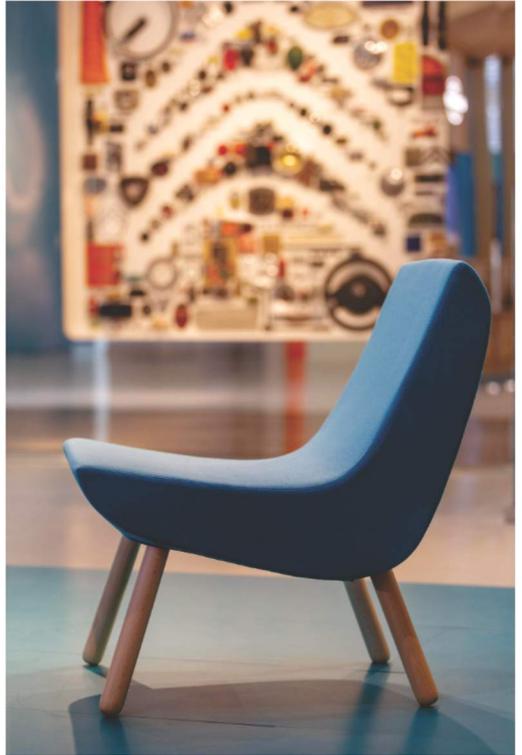


HUB | Sistema operativo e cooperativo per ufficio contemporaneo. Fantoni, 2014

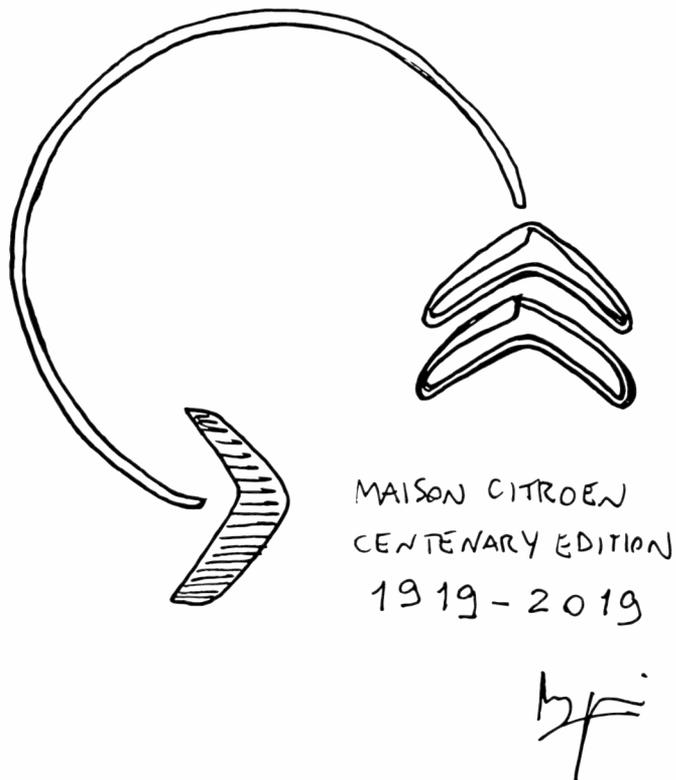
[PROGETTO POLTRONCINA C-VRON PER CITROEN]



C-VRON | Poltrona. Citroën con Very Wood, 2019



UNOALDi | Porta uovo da viaggio. Progetti srl, 1996



Monica Ferrigno

Accede grazie ad una borsa di studio allo IED di Milano dove si laurea nel 1996 al dipartimento di Industrial Design. Lavora come designer presso il Centro Ricerche dell'Istituto Europeo di Design di Milano dove segue diversi progetti, spaziando dalla progettazione di packaging e oggettistica, fino al concept design nel settore automotive.

Nei tre anni successivi è nello staff di designer di Gio Style nel settore dedicato a nuovi concept. Dal 2001 lavora per la Fratelli Mariani, azienda produttrice di tessuti metallici, alla creazione di un dipartimento di Architettura e Design, che coordina fino al 2010. Nel 2008 fonda con Carlo Dameno lo studio di design "Ildoppiosegno" dove attualmente lavora.

Al Centro Ricerche IED partecipa all'organizzazione dei corsi estivi dell'Istituto Europeo di Design, come coordinatore in Toscana ed assiste in particolare Glass Design e Stone Design.

Ha insegnato all'Accademia di Brera Laboratorio di disegno progettuale e seguito diversi corsi al Politecnico di Milano come cultore della materia alla facoltà di design.

Nel 2005 diventa Coordinatrice del nuovo corso di Transportation Design alla Domus Academy, dove segue due annualità.



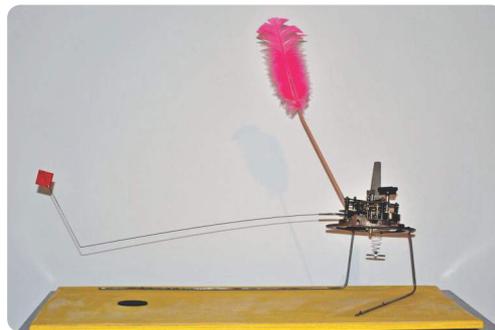


Monica Ferrigno | monica@ildoppiosegno.com

“ALBERO *l'esplosione lentissima di un seme.*”

———— Bruno Munari ————

Da piccola volevo fare la veterinaria, come la maggior parte delle bambine della mia età. L'altra parte della mia generazione voleva fare la ballerina e ancora non si parlava di calciatori e veline. Quando avevo 7 anni però mia mamma, maestra di asilo, mi ha portato a vedere una mostra di Bruno Munari. Era “le macchine inutili”. Lui, presente all'evento, era come sempre molto attraente, soprattutto per una bambina curiosa. Le ho chiesto subito chi era quel signore che aveva fatto tutte quelle cose e che da grande avrei voluto fare il suo lavoro.



BRUNO MUNARI, Macchina Aritmica, 1951

Incredibilmente io e Bruno (Munari) avevamo già delle cose in comune: entrambi collezionavamo sabbia da tutte le parti del mondo e il nostro giorno di nascita era il 24 ottobre, quindi entrambi cuspide tra scorpione e bilancia... Insomma alla domanda cosa vuoi fare da grande la risposta era già ben definita. La designer!

Andando rapida, dopo aver fatto il liceo artistico vinco una borsa di studio per frequentare l'Istituto Europeo di Design, non smentendo così il mio destino di progettista. Dopo lo IED non esco nemmeno dalla scuola e finisco direttamente nei sotterranei, dove, protetta da porte con codici segreti, vi era la sede del Centro Ricerche, fortemente voluto e creato da Carmelo Di Bartolo, allora Direttore anche della scuola, lo stesso che 4 anni prima mi aveva consegnato l'assegno per la mia istruzione. Lavoravamo tantissimo, ho sempre pensato che fosse un buon espediente per IED capitalizzare l'investimento che aveva fatto su di me pagandomi gli studi.

L'approccio era quello della ricerca. Google non esisteva e ricerca corrispondeva a progetti a lungo, se non lunghissimo termine per grosse aziende, che usavano il nostro lavoro come opportunità, in alcuni casi per allargare gli orizzonti verso soluzioni davvero innovative e in altri casi come scenaristica per capire dove le tendenze stessero andando.

E' durante questo periodo al CRIED che conosco Carlo Dameno e dopo i 5 anni di lavoro insieme passando dai sotterranei dello IED alla bellissima sede di via Pietrasanta, scopriamo una strana propensione a lavorare insieme. Entrambi, dedicati alla ricerca e al concept ma con il desiderio di misurarci finalmente con prodotti, produzione, stampi, meglio se in plastica.

Dopo qualche anno di lavoro nella cucina di Carlo, troviamo uno spazio e fondiamo lo studio Ildoppiosegno.



Il nome, appunto, sottolinea la doppia identità dello studio: una rivolta alla ricerca applicata e all'innovazione che rimane comunque ciò che abbiamo imparato bene e che siamo bravi a fare ed una rivolta al design di prodotto, nostra grande aspirazione. Nel passaggio dal Cried allo studio, lavoro nello staff di designer di Gio Style nel settore dedicato a nuovi concept e dal 2001 lavoro per la Fratelli Mariani, azienda produttrice di tessuti metallici, alla creazione di un dipartimento di Architettura e Design, che coordino per circa 10 anni.

In questo periodo inizio anche ad insegnare, inizialmente al Politecnico di Milano come cultore della materia alla facoltà di design, nei corsi di Metaprogettazione con Stefano Maffei e Giuliano Simonelli e di Progettazione con Antonio Macchi Cassia. Incontro, davvero per caso, Ugo La Pietra, che aiuto nel corso di Progettazione Artistica per l'impresa all'Accademia di Brera dove tengo anche il corso di Progettazione al primo anno.

Nel 2005 una nuova esperienza con Michele Capuani come Coordinatrice del primo corso di Transportation Design alla Domus Academy, dove seguo due annualità.

Intanto, per una strana coincidenza di eventi, in studio iniziamo a lavorare nell'ambito degli animali domestici (forse l'idea che avevo da piccola di fare la veterinaria non era stata abbandonata del tutto): oggettistica come cucce, ciotole, trasportino, ecc, prodotti soprattutto per la grande distribuzione, seguendo il progetto dall'idea iniziale fino ad una pre-ingegnerizzazione. Oltre al classico lavoro di industrial design, sviluppiamo un metodo per proporre workshop alle aziende. L'idea è quella di connettere giovani designer, addestratori cinofili, veterinari, comportamentalisti, negozianti con le realtà di produzione degli accessori per animali domestici; l'obiettivo è di fornire idee innovative in questo ambito in forte espansione.

Nel 2018 queste esperienze, unite ad una ricca bibliografia cartacea alla 'vecchia maniera' ci permettono di raccogliere un capitale di informazioni che decidiamo di raccontare nel libro "Design 4 Pets" interpretare il presente per progettare il futuro, edito da Lupetti.

I clienti dello studio Ildoppiosegno sono e sono stati: Piazza, Status, United Pets, Jimmy Choo, Magneti Marelli, Telecom, Relab, For Pets Only, Bayer, Mp Bergamo, iBarzaghi, Lineoarredo, Olways Mine, led Madrid, Agevoluzione, Appill, Flytoons, Coet....

01.

[PARTENDO DAL FONDO]

Ecco quindi che il libro diventa per me il punto ultimo ma più vicino all'inizio.

Dalla ricerca iniziale torniamo a voler guardare le cose da un punto di vista diverso, forse più alto ma in termini di spazio non di società, semplicemente guardando quello che ci succede dalla luna e non dal tavolo, un po' come quando iniziando a lavorare sui programmi a computer per design, la prima finestra che si apre ti chiede se vuoi lavorare in decimi di millimetri, millimetri, decimetri, metri o chilometri...

Così Design 4 Pets è una visione sul costante mutamento del mondo in cui viviamo, filtrato da occhi che per mestiere osservano con curiosità, ricercano, analizzano per poi immaginare, costruire e progettare, è una sorta di monografia illustrata sul mondo: com'era, com'è e come sarà partendo dal tema del pet, passando attraverso le relazioni umane fino ad arrivare ad una visione della società più allargata.

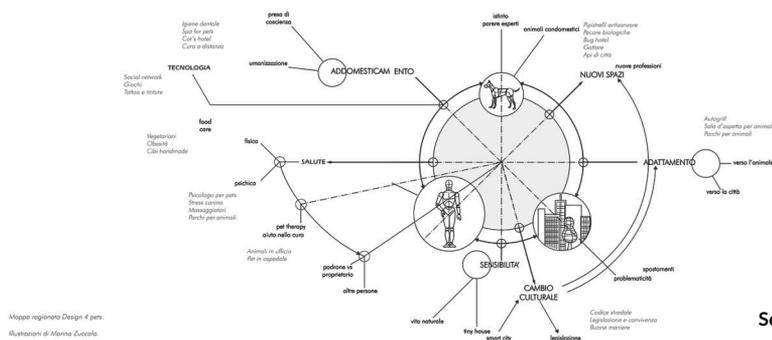


Copertina del libro "design 4 pets"



Già dalla quinta pagina del libro si può vedere come siamo rimasti legati all'approccio di ricerca appreso negli anni di Cried con Carmelo. Il testo prende forma grazie ad uno schema che mette in relazione l'uomo, il pet e il contesto in cui essi vivono, un "groviglio" di frecce, cerchi e correlazioni tra parole chiave, tipico del modo di lavorare di quegli anni.

Lo schema sottolinea i flussi di relazione che attraversano l'ambiente sociale in continua mutazione, come sottolinea il tema del viaggio, per analizzare poi la qualità di vita degli animali e dei proprietari, fino al complesso sistema di relazioni che li legano dal punto di vista psicologico, sociale, legislativo, emozionale. I prodotti sono una ricaduta evidente di questi flussi. Un indicatore che se osservato, ci aiuta a percepire i segnali di cambiamento dell'ambiente, soprattutto quello urbano.



Schema ed indice analitico del libro

Il libro lo abbiamo pensato e iniziato a scrivere nel 2014 ma poi per anni abbiamo scritto poco e niente fino a che con il primo capitolo anche già impaginato abbiamo trovato l'editore che ci avrebbe pubblicato, da lì abbiamo velocizzato la produzione del testo, con l'idea di finirlo a Giugno e pubblicarlo a Settembre 2018. A Marzo l'editore ci dice che gli sarebbe piaciuto che la prima uscita fosse in coincidenza con il salone del mobile, ad Aprile, così se in 3 anni avevamo scritto due capitoli, in 2 mesi abbiamo portato a termine gli altri due, inserito le immagini, impaginato e confezionato il tutto!

Qualche giorno prima della consegna, dove dormire era ormai un sogno, più che sognare dormendo, ci siamo resi conto che non avevamo una premessa; ci voleva qualcuno che ci conosceva bene e che in pochissimo tempo leggesse un po' di libro e ci facesse una degna introduzione... e chi se non Carmelo!

Lo abbiamo chiamato e gli abbiamo chiesto se voleva farci lui un'introduzione al libro. Lui molto tranquillamente ci ha detto subito di sì; ma era solo perché la domanda cruciale non l'aveva ancora fatta: "Per quando vi serve?" mmm "Domani, al più tardi dopodomani!"

Suonava strano come per una volta fossimo noi a dare una strettissima scadenza a lui, e non il contrario. E così ecco anche lui al lavoro! (la mail di risposta con l'introduzione arriva la mattina seguente orario 5.30) Vi riporto qui solo le prime frasi della sua introduzione al libro, per il resto dovrete comprarlo, ma vi assicuro che merita se non altro per l'innovazione che Carmelo ha inserito, non parlando del libro, non parlando di design e nemmeno di bionica... no, ha raccontato un fantastico scorcio della sua vita di relazione con il suo pet:

A CAPO

"Non chiedetemi di cani, tartarughe, criceti o cardellini; non ne so niente!
Ma di gatti... quanta leggerezza.
Vivo da otto mesi con una gattina di nove. Una vera XP*!
Fine luglio in autostrada, fermi per traffico, uscita Taormina.
Una mia amica la scorge, incredula, a bordo carreggiata mescolata tra secche foglie di oleandro.
Disidratata con miagolio insistente e una orecchia mozzata.
Asimmetrica e in sezione aurea, perfetta!"

XP ovvero esperienza per i meno introdotti nel mondo delle sigle, anche window XP derivava proprio dal termine inglese eXPerience.

Proprio Carmelo, no? Nel libro ovviamente non poteva mancare un capitoletto sulla bionica, del resto il bello di questo argomento è che è sempre attuale, anzi direi che oggi è proprio il momento di



massimo splendore.

Nel primo capitolo infatti raccontiamo proprio come nei contesti futuri le città stiano cambiando e passando attraverso energie rinnovabili e tecnologie avanguardistiche, arrivano verso la tutela e la valorizzazione dell'esistente. Si staglia una nuova geografia urbana condivisa in una natura fatta di animali non più visti come risorsa sfruttabile ma come parte integrante di un delicato ecosistema da preservare e condividere con essi.

Forti di una nuova consapevolezza ecologica ed etologica siamo pronti a recuperare rapporti amichevoli anche con specie che, fino a ieri, consideravamo moleste o, addirittura, nocive come api, pipistrelli, gatti randagi, capre, ecc.

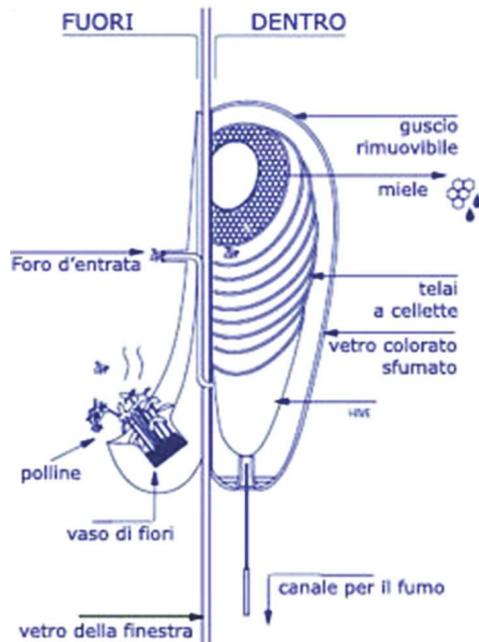
Questi animali che prima di oggi consideravamo selvatici, oggi entrano a far parte della vita pubblica così come recita la Costituzione Italiana: "Tutti sono tenuti a concorrere alle spese pubbliche in ragione della loro capacità contributiva" (Art. 53).

Vediamo quindi api che producono il miele sui tetti degli edifici pubblici delle capitali, pipistrelli che abitano in comodato d'uso una batbox sui condomini delle città per liberarli dalle zanzare, capre che aiutano nel giardinaggio, mangiando l'erba dei parchi cittadini, coccinelle ospitate in bughotel per liberare dagli afidi le piante da frutto e i corvi che raccolgono la spazzatura per le vie.

Gli animali in questione non appartengono ad una persona o ad una famiglia che ne dichiara il possesso, ma sono animali che oggi acquistano il pari diritto di far parte della comunità apportando un reale contributo, vengono adottati temporaneamente dall'intera comunità che li accudisce in cambio dei loro servizi. Una convivenza a vantaggio di entrambi, che abbiamo voluto sottolineare facendo spazio ad un termine che definisce questa categoria specifica come "animali domestici". Un neologismo coniato per colmare un vuoto di definizione per questa nuova tipologia di relazione tra cittadino e animale.



Concept di alveare urbano Philips



02. [MOSCA BIANCA O PECORA NERA]

Al contrario delle persone che sono passate nella vita di Carmelo attraversando la bionica, la ricerca le strutture naturali e metodi di strategia io, appena arrivata al CRIED, sono stata indirizzata a fare esattamente ciò per cui avevo studiato, design di prodotto.

Al Cried, acronimo di Centro Ricerche dell'Istituto Europeo di Design, come si può intuire dal nome, il design di prodotto non era esattamente il core business..

In qualche modo il mio percorso al Centro Ricerche viaggiava su un binario parallelo a quello della ricerca bionica e della maggior parte degli altri designer dello studio. Qualche incontro occasionale



c'era tra il prodotto di cui mi occupavo io e la ricerca di cui si occupavano gli altri, ma più che altro rispetto alla metodologia e all'approccio al lavoro.

Carmelo forse ha scoperto in me delle capacità di progettazione che nemmeno io avevo ancora notato, doti che non funzionavano altrettanto bene nella ricerca. E pensare che a me la ricerca e la natura interessavano veramente, ero decisamente propensa a studiare ogni forma di vita. Da piccola passavo ore a guardare come le api volassero da un fiore all'altro, portandosi via palline di polline, a vedere come i lombrichi disegnassero una traiettoria assurda sul terreno... Ma Carmelo sembra aver optato per il mio lato pratico e meno romantico.

Forse anche io ci ho messo del mio, convinta che la reale ed unica necessità di un prodotto fosse quella di assolvere alla funzione in modo diretto ed ottimizzato. Per anni ho pensato che questo fosse l'unico modo di fare design, ma ora dopo aver sperimentato molti campi in questa professione ne capisco le mille sfaccettature. L'aspetto formale o simbolico nella progettazione sono importanti tanto quanto quello funzionale.

Il risultato fu che mentre gli altri si occupavano di progetti di vision a lunghissimo termine io mi relazionavo sempre più con le aziende per progetti di prodotto: interfaccia, packaging ed oggettistica.

Insomma ero la mosca bianca, tanto per stare in tema naturale... O forse più una pecora nera?

Una mosca bianca salta all'occhio in mezzo ad uno sciame di mosche "normali". La definizione da vocabolario dichiara che si riconosce una "mosca bianca" per qualità di solito positive, o neutre, altrimenti si parla di "pecora nera".

In realtà, dal punto di vista scientifico, la mosca bianca è un parassita, non è albina, ma si tratta di un essere del tutto differente che in natura non troviamo mai a volare in un nugolo di mosche nere. Appartenente alla famiglia delle aleyrodidae è diffuso in tutto il mondo perché è particolarmente resistente ed in grado di adattarsi alle condizioni ambientali e climatiche più diverse.

Ha l'aria innocente, ma è tra i parassiti delle piante più conosciuti e temuti.



Mosca bianca

La lotta alla mosca bianca è estremamente dura perché resiste anche agli antiparassitari più "strong" e stende una pellicola cerosa per proteggere le proprie uova dagli insetticidi.

A questo punto pecora dalla lana nera in un gregge di pecore bianche o mosca bianca della famiglia delle Aleyrodidae, diventa quasi uno scontro tra pari, dove di qualità positive se ne vedono poche. Forse il designer di prodotto, come la mosca bianca, il mondo del progetto, un po', lo sta infestando, ma in natura tutto esiste con un ruolo e chi può dire cosa sia positivo o negativo?; è sempre una questione di prospettiva.

Ed io, nel mio ruolo di mosca bianca, sono stata fortunata ad avere la possibilità di lavorare al prodotto ma con una visione sempre allargata, appresa per osmosi, dalla ricerca della natura, un po' come se il prodotto fosse una cartina tornasole di come si muove il mondo, e io potessi aiutare ad andare nella direzione giusta.

La decisione di far sì che fossi io ad occuparmi di prodotto fu proprio di Carmelo, che devo ringraziare. In effetti se dovessi riconoscere la maggior abilità di Carmelo decisamente sarebbe la capacità di "scansionare" le persone e capire immediatamente le loro doti, i punti deboli e i punti di forza.. Con il suo modo gentile, sempre mostrando una particolare attenzione all'altro, ha sempre avuto la capacità di far sentire importanti per quello che si è e al tempo stesso far sviluppare le capacità per cui si dimostra maggior attitudine. Non per niente lui non veniva chiamato direttore, non



designer, non signor, ma sempre e solo professore.

Già, e chi è il professore? nel reale termine da vocabolario dal latino professor, derivazione di *professus*, participio passato di *profiteri* che oltre al significato di "dichiarare", ha anche quello di "rendere noto un ramo del sapere" quindi "insegnare", ovvero "far si, con le parole, con spiegazioni, o anche solo con l'esempio, che qualcun altro acquisti una o più cognizioni, un'esperienza, un'abitudine, la capacità di compiere un'operazione, o apprenda il modo di fare un lavoro, di esercitare un'attività, di far funzionare un meccanismo, ecc." questa la definizione dall'enciclopedia Treccani, dal latino **insignare*, ovvero «imprimere segni (nella mente)» e questo era esattamente quello che Carmelo faceva.

03. [LA BANCA DEL SEME]

Ho provato spesso ad entrare in quel mondo a me distante della bionica. Ricordo un'estate in cui girando per mercatini in Spagna ho incrociato la bancarella di un simpatico ragazzo messicano, che vendeva fagioli salterini.

Quale miglior regalo per Carmelo e per il suo archivio bionico di semi, rami, fiori...? Chi è entrato nel suo studio sa di cosa parlo.

Una sorta di banca dati di biodiversità ovvero un archivio di semi, frutti, strutture naturali, gusci di animali e quant'altro possa far nascere idee e ricerche per progetti "bionici" quali sistemi a dispersione aerea, strutture a guscio, spirali logaritmiche o moduli isomorfici ...



Un pugno di "fagioli salterini"

Anche se provengono dal Messico, patria dei fagioli, parlando con il ragazzo della bancarella, scopro che i cosiddetti "fagioli saltanti" non sono dei legumi. Si tratta infatti dei semi di un arbusto, della famiglia delle Euphorbiaceae, la *Sebastiania pavoniana*, che vive nei deserti e lungo i percorsi dei fiumi in secca delle regioni di Rio Mayo e Alamos, appartenenti agli stati messicani di Sonora e Chihuahua.

Una falena grigia, la *Laspeyresia saltitans*, conosciuta anche con il nome di *Cydia deshaisiana*, depone le sue uova all'interno dei semi della *Sebastiania pavoniana*. La larva, crescendo, divora l'interno del seme, ed utilizza il guscio vuoto per proteggersi dai predatori. La larva della *Laspeyresia* tesse una fitta rete di fili di seta all'interno del seme, dopodiché produce il movimento dei cosiddetti saltelli, afferrando i fili con le zampe anteriori e colpendo il guscio con la testa, fino a primavera, quando spacca il guscio ed esce trasformatosi in farfalla.

La leggenda dice che quando qualcuno vede nascere una farfalla può esprimere un desiderio, sicuro che questo volerà alto nel cielo fino a essere esaudito. Per far sì che questo avvenga i semi vanno presi in mano e coccolati, ogni tanto; essi avvertono le vibrazioni umane e si bloccano per paura, riprendendo a saltellare appena si sentono tranquilli. Ma perché dovrebbero fare tutto ciò?



Un esemplare di *Laspeyresia saltitans*



Le larve all'interno del guscio reagiscono alla luce e alla temperatura, quindi il loro singolare movimento è in realtà un metodo di trasporto per portarsi lontano dai raggi infuocati del sole tipici del deserto. Il movimento non è costituito da veri e propri "salti", quanto da piccoli movimenti fatti a scatti e dal rotolamento del seme. E mentre molte falene della stessa famiglia (ovvero quella delle *Olethreutidae*) sono molto dannose per l'agricoltura, la nostra *Laspeyresia saltitans* non crea alcun danno agli esseri umani, non attaccando "fagioli" di uso alimentare, potremmo definire questa intrusione della nostra falena una sorta di parassitismo nei confronti del seme.

Parassitismo è una delle parole chiave da imparare se studi bionica con Carmelo, si perché spesso questa sorta di interazione biologica fra due specie di organismi di cui uno è detto parassita e l'altro ospite, si riflette molto bene nella vita comune e se in natura spesso muta e diventa **simbiosi mutualistica** dove a differenza del parassitismo, sia parassita che ospite traggono un vantaggio biologico, questo non succede sempre nella vita quotidiana.

Anche nel caso della nostra falena *Laspeyresia saltitans*, che sembra decisamente un parassita, in realtà guardandola allargando lo sguardo fino alla pianta, non tutti i semi vengono abitati dalle falene, i semi che non hanno ospiti da soli non riuscirebbero a muoversi lontano dalla pianta in punti meno aridi, in realtà invece grazie ai vicini semi salterini anche quelli senza ospite si ritroveranno a percorrere una sorta di viaggio per la propagazione della specie: poter dare la possibilità di nascere e crescere a nuove piante su di un territorio più vasto possibile e sopravvivere durante le stagioni sfavorevoli.

Oltre all'osservazione di un seme, una foglia, un elemento naturale, quello che a me è parso evidente nella metodologia bionica, è un fattore importante nella ricerca come nel product: il "flusso" di energia che parte ancor prima dell'ipotesi di progetto, dall'individuazione del campo fenomenologico in cui il futuro oggetto si muoverà, fino alla successiva ricaduta dell'oggetto finale sul contesto urbano, sociale, ecologico ed etnologico. Parassitismo e simbiosi diventano quindi due termini che non riguardano solo i fagioli e la *Laspeyresia*, ma coinvolgono tutti quanti - e non solo umani - in un sistema di relazioni più che mai globale.

Chissà se le falene regalate a Carmelo sono poi nate e se i semini con il buco sono rimasti nell'archivio delle sue specie preziose e se sono diventate parte di un progetto strategico per qualche grande azienda di telecomunicazione o per un istituzione in cerca di rinnovamento.

04. [NUOVI ALLEVAMENTI]

Dopo anni di allontanamento dalla bionica, il mio interesse per la natura che da piccola tanto mi sembrava affascinante è tornato ad incuriosirmi.

Per i miei genitori il mio interesse da bambina per gli insetti e per l'arte, stranamente in abbinamento, è dovuto sostanzialmente al fatto che fossi figlia unica, in una famiglia di grandi lavoratori; la quantità di tempo libero che passavo da sola era moltissimo tanto da cercare nella natura una qualche forma di vita che potesse darmi emozioni e nell'arte una ricerca interiore che mi permettesse di sviluppare una creatività fatta di mondi paralleli dove potermi rifugiare di tanto in tanto.

Ricordo come fosse ieri la domanda imbarazzante di Andries Van Onck in una delle prime revisioni di progetto al corso del primo anno allo IED, mi chiedeva se fossi stata figlia unica. Evidentemente la mia propensione per mondi alternativi non era così nascosta.

Cercando di ritrovare una maggiore concretezza, sono diventata progettista, nella maniera che sembrava più conforme all'idea di designer: un'appartamento sul naviglio, aperitivi, feste, inaugurazioni, saloni del mobile e quant'altro si può abbinare alla vita di un giovane creativo milanese. Dopo 10 anni ho deciso (forse non l'ho proprio deciso), ma ho capito che non era quella l'unica direzione, o perlomeno non era la mia. Tornare ad una vita più lenta, meno pubblica, più salutare e fatta di reali relazioni.

Così ho acquistato uno studio con un giardino, in una Milano più a misura d'uomo e da lì ho ripreso ad interessarmi alle piante.

Ho fatto un corso di erboristeria, e lavorato in un negozio che vendeva prodotti di erboristeria il sabato e la domenica, con l'idea di poter capire come le piante possono aiutarci e curarci così come si faceva in passato, ho sviluppato una maggior sensibilità per la biodiversità, e le piante che abitano il giardino sono diventate quasi un simbolo di questa fase: un *Azzeruolo*, ovvero l'antenato della pianta di mela e un *Giuggiolo*. L'*Azzeruolo* è un albero, appartenente alla famiglia delle *Rosaceae*, che produce frutti buonissimi ma poco conosciuti, a tutti gli effetti un chiaro esempio di quelli che vengono considerati "frutti minori". E' un albero quasi in via d'estinzione e di tutto il territorio italiano, attualmente questa pianta si trova naturalizzata solo in Sicilia, mentre in altre regioni è coltivata solo



in ambito familiare. L'albero di Giuggiole invece è originario della Cina, ma ha una lunghissima tradizione anche in Italia, in particolare in Veneto, dove ho parte delle mie origini. Le giuggiole, il frutto di tale albero, sono molto amate, sia per il loro gusto particolare, che per le loro proprietà terapeutiche, in particolare mi ha sempre colpito il detto famoso di andare in "brodo di giuggiole". Ormai la pianta è grande e dà abbastanza frutti da poter produrre qualche litro di brodo di giuggiole, fortunatissimi i clienti, stagisti e designer amici dello studio che riescono ad assaggiarlo a fine di qualche cena.

Chiaramente in un giardino gli insetti non potevano mancare, ma in particolare negli anni sono stata attratta da uno non convenzionale. Era inverno inoltrato, quando inizia a fare così freddo da non permettere più a nessuna forma di vita di girare felice in cortile, ma una era ancora lì, giusto vicino alla casa di Zuppa e Brodo le tartarughe da terra ospiti del giardino, che stentava a stare in piedi. Una favolosa mantide religiosa, verdissima e molto grossa.

Secondo la mia indole di crocerossina di tutti gli animali, non potevo lasciarla al gelo, quindi l'ho adottata e portata all'interno dello studio e fatta riposare su di un ramo dell'enorme Ficus. Certo perché qui è fondamentale aprire una parentesi su Carmelo: c'è da dire che la passione di Carmelo per la natura non sfociava solo nella bionica ma anche nell'arredamento degli spazi di lavoro. Credo che nessuno si possa dimenticare l'imponenza della selva verde che dirompeva al CRIED!

Un gigantesca palma al centro di tutto! Il capannone, che adesso si ridefinirebbe loft in stile New Yorkese era inondato di piante, la mattina Carmelo passava ad innaffiarle personalmente! Non finiva qui, perché ogni 3 o 4 mesi bisognava rinnovare il look e cambiare la disposizione dei mobili, delle scrivanie, delle piante, che dovevano prendere la luce nelle diverse stagioni, quindi si posizionava sulla balaustra del soppalco a dirigere i lavori... più a destra... più in alto... Un po' più su, come a formare una diagonale immaginaria.

Le stesse parole ce le ripeteva davanti ad una presentazione, il titolo mettilo un po' più su... appena più a destra... Ma torniamo a noi, dove chiaramente appena aperto il nostro studio Ildoppiosegno con Carlo non poteva mancare un po' di verde: una piccola pianta di Ficus Bengemin che da un metro e mezzo che era quando siamo arrivati ora è alta più di 4 metri ed arriva fino al soffitto del nostro "loft in stile NY" per non farci mancare nulla.



Foto Renzo Piano studio - Cried studio - Ildoppiosegno studio

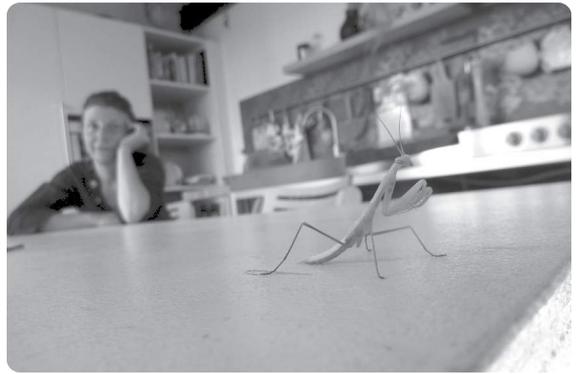
La mantide chiaramente in questa nuova location non era nel suo habitat naturale quindi avrei dovuto occuparmi io di procurargli il cibo e l'acqua, ma fortunatamente nel frattempo l'avvento di internet ci ha resi in grado di diventare esperti in qualsiasi cosa nel giro di poche ore, così ho imparato cosa mangia una mantide e come consentirle di vivere in un luogo chiuso. Da lì il passo è stato breve e ho scoperto che c'è un mondo dietro all'allevamento casalingo di ogni genere di insetti! La mantide purtroppo dopo poco tempo è morta, ma come avevo appreso nel corso dei miei rapidi studi sull'argomento, era il decorso naturale della sua vita, che dura solo un anno, come la vita della maggior parte degli insetti, come a segnalare una ritmicità nella vita stagionale della natura.

Incredibilmente però nella lettura intensa sulla vita della mantide ho scoperto anche che il fatto di essere così grossa, o meglio grassa, non dipendeva solo dall'essere adulta, ma anche dal fatto che appena prima di morire partoriscono per l'ultima volta i piccoli, così arrivata la primavera, con i primi caldi, ecco vicino alla solita casa di Zuppa e Brodo, un intero allevamento di piccole mantidi, che per anni hanno continuato a ritornare nello stesso punto a nidificare.

E fu così che per il mio 38 esimo compleanno il regalo di mia mamma, che mai si sognerebbe di non assecondare le mie passioni, anche quelle più strane, fu una fantastica coppia di insetti secco! Gli diedi i nomi: si chiamavano Spaghetto il più magro e Bucatino quello più grasso. Ci misi un po' per imparare a crearli il giusto habitat per potersi anche riprodurre, ma una volta capito il metodo la comunità diventò davvero un allevamento! Uno strano animale domestico, che può insegnare cose incredibili.



Insetto foglia sul libro Design 4 pets



Mantide tratta da design 4 pets

Ad esempio hanno una caratteristica favolosa: questi insetti mangiano foglie di rovo, ma non si sognerebbero mai di mangiare gemme o foglie piccole che si devono ancora sviluppare, sanno che se le mangiassero impedirebbero loro di crescere e quindi il loro bene primario finirebbe. Loro sanno aspettare, cosa che noi umani evidentemente non abbiamo imparato in anni di distruzione del pianeta.

Oggi è il 15 Marzo del 2019, la giornata mondiale per il clima "Fridays for future", dopo che Greta Thunberg ha parlato con il mondo intero creando il movimento che ha spinto studenti e associazioni a scioperare e riunirsi nelle piazze di ogni paese, per chiedere a gran voce risposte concrete sui temi dei mutamenti climatici che determinano il futuro del nostro pianeta. Una protesta che ha smosso le coscienze di molti, sia perché ormai continua da mesi sia perché la portavoce è una giovane determinata e ispirata. Greta, a dicembre 2018 ha tenuto un discorso molto importante alla COP24 in Polonia, che in breve è diventato virale, facendo il giro del web e diffondendosi in tutto il mondo. Le sue parole sono molto determinate e dure: il pianeta sta morendo e i governi devono fare qualcosa. Ma forse sarebbe interessante far sì che anche per gli uomini salvare il pianeta, così come per gli insetti stecco è salvare il loro cibo, possa diventare un imprinting, se non genomico quantomeno etologico....

Ovvero, non dico di parlare di una capacità intrinseca dell'uomo di salvaguardare l'ambiente dove vive, direttamente come espressione dei geni di origine materna o paterna data dallo sviluppo della specie ma avere almeno una minima forma di apprendimento prodotta dal tipo di educazione ricevuta. Teorizzato da Konrad Lorenz l'imprinting è sicuramente uno dei più grandi contributi dell'etologia: riscontrabile specialmente nei neonati degli uccelli e dei mammiferi, la particolare forma di apprendimento rapido e precoce di comportamenti ancestrali che salvaguardano la sopravvivenza dell'individuo. I piccoli nascenti riconoscono e seguono la madre o un suo surrogato durante il "periodo sensibile" ovvero i primi giorni e mesi di vita e da lei imparano le basi dello "stare al mondo" attraverso l'osservazione. Questo comporta chiaramente che i comportamenti degli adulti possano fare da modello ai loro piccoli, in breve la richiesta del movimento di Greta.



Monica con Spaghetto Bucatino e Bavetta

Ora la comunità dei Fasmidi è cresciuta e in studio vivono anche insetti foglia verdi (*Phyllium philippinicum*) ed insetti foglia marroni (*Extatosoma tiaratum*), oltre ai pronipoti dei primi stecchini: Spaghetto e Bucatino....

Italo Renzo Menegon

Nato a Sao Paolo nel 1974 e cresciuto a Rio de Janeiro, Renzo Menegon inizia la sua carriera professionale nel 1998 in Italia. Ha collaborato con aziende leader nel design tra cui ARTEMIDE, PHILIPS, ORAL B, DAINESE, WHIRLPOOL. Con laurea in design e bionica, lavora da oltre vent'anni allo sviluppo di prodotti e strategie di design nel mercato degli elettrodomestici a livello globale. Dal 2013 vive in Brasile gestendo il design di BRASTEMP e CONSUL, due prestigiosi marchi di elettrodomestici. Parallelamente disegna per il marchio zo_studio, di cui è creatore, che opera principalmente nel settore dell'Interior Design



La Bionica. Infinita risorse creativa

Italo Renzo Menegon | menegonrenzo@gmail.com

“C'è un libro sempre aperto per tutti gli occhi: la natura.”

Jean-Jacques Rousseau



[INTRODUZIONE]

Vorrei ringraziare l'amico e maestro Amilton per questa opportunità di 'salvataggio' storico e esercizio di memoria, perchè come si dice dalle mie parti 'ricordare è vivere'. Aver riattivato la memoria di questo periodo è stato senza dubbio un piacere. Detto ciò, intendo raccontare quale sia stato il mio percorso accademico e quale influenza abbia avuto la bionica nella mia formazione. Spero di far giustizia a questa nobile missione.

L'inizio: le prime idee sulla bionica e il progetto di un futuro "bionico".

Il mio primo contatto con la disciplina della Bionica risale al 1996. Non avevo mai affrontato questa tematica all'università, ma ho avuto la possibilità di avvicinarmi alla Bionica grazie al mio insegnante e maestro di allora, l'architetto Ado Azevedo. Ascoltando i suoi racconti della sua esperienza di lavoro in Italia, quando si occupava per la FIAT di un progetto di innovazione basato sull'applicazione della bionica, ho subito intuito quali opportunità ci sarebbero state se avessi provato a seguire le orme del mio professore...ed è andata effettivamente così.

Nel 1998, subito dopo essermi laureato, ho ottenuto il 'permesso economico' di restare per 4 mesi a Milano, presso il Centro Ricerche dell'Istituto Europeo di Design (in via Ripamonti...non mi ricordo il numero). E' qui che ho iniziato la mia avventura con la bionica, e nove mesi dopo il destino (...e la vendita della mia amata Opel Corsa!) ha voluto che conseguissi il master in bionica.

Mi ricordo come se fosse ieri... a darmi il benvenuto era stato un signore piccolino, che assomigliava un po' a Lucio Dalla... Un tipo sorridente, con la voce bassa, vellutata, e un modo di fare da maestro...tipicamente italiano!

Così ho conosciuto Carmelo di Bartolo, un personaggio di poche parole ma giuste, carico di passione e capace di incantare il suo pubblico. Pubblico assolutamente eterogeneo sia per nazionalità che per esperienza professionale: c'erano spagnoli, coreani, croate, italiani, colombiani, cileni e ovviamente brasiliani... e tra i vari mestieri c'erano architetti, designers, ingegneri..





Ci ha dato il benvenuto raccontandoci alcuni casi studio e ci ha sempre offerto delle prospettive positive...tutti al Centro Ricerche erano così; spiriti liberi, creativi e molto collaborativi.

Il maestro Carmelo da subito ha sottolineato quanto l'osservazione e lo sguardo trasversale su quello che ci circonda era il principio fondamentale da non trascurare mai per chi volesse fare questo percorso 'bionico' - parole sacre e premessa tutt'ora cruciale per i cosiddetti "designers bionici".

I principi che Carmelo mi ha insegnato, oltre ad ispirarmi, hanno confermato la mia convinzione rispetto al fatto che l'intuizione e le capacità associative sono fondamentali per poter collegare idee e concetti ai suggerimenti che provengono dalla natura - e così, convinto, sono partito con lo studio!

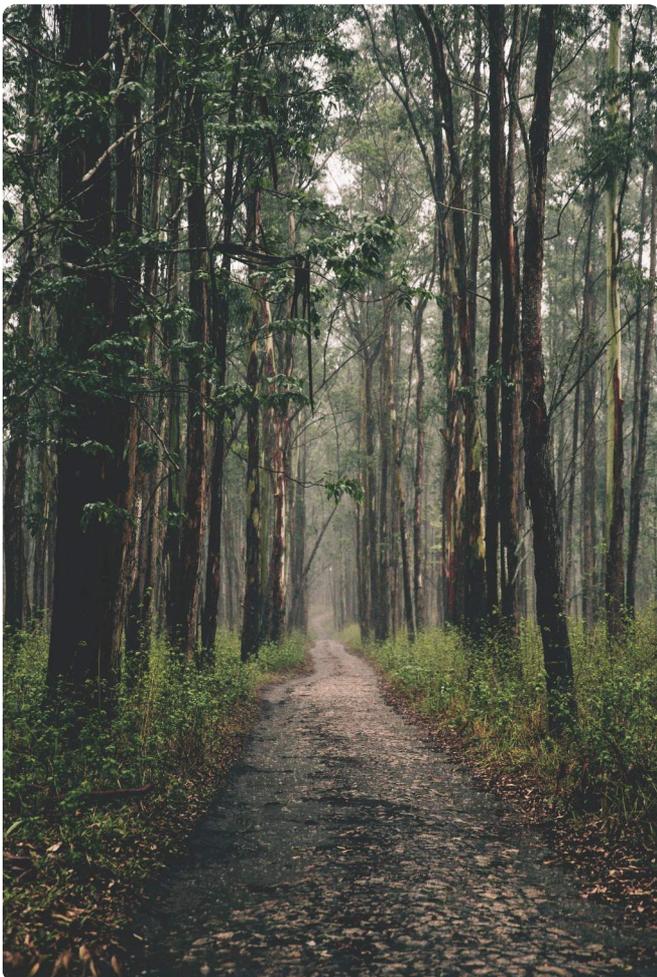
Entusiasta della scoperta ho iniziato ad approfondire certe riflessioni che tutt'ora si mostrano pertinenti:

La natura indubbiamente offre (gratuitamente!) l'eccellenza e intelligenza adattiva in tutti gli ambiti possibili e immaginabili per l'eventuale sviluppo di un prodotto. Spunti strutturali, concettuali, funzionali, estetici...sì, la natura ci offre continuamente tutto ciò, basta saper guardare!

Pensiamo alla composizione strutturale di un albero che si tiene in piedi per secoli, adeguandosi alle intemperie, sviluppandosi e nutrendo al tempo stesso intorno a se un micro ecosistema di parassiti. Oppure pensiamo alla bellezza e ai colori dei fiori che fa sì che le api vengano attratte dai fiori stessi e vadano ad impollinare altri fiori, consentendo così alle specie vegetali di perpetuarsi. Oppure ancora pensiamo alla famosa sezione aurea, simbolo dell'armonia e della proporzione presente in natura, che poi è stata riproposta nelle forme dell'arte e dell'architettura...

Il nostro senso del bello, dell'equilibrio, delle proporzioni... arrivano dalla nostra madre natura, e accettando queste convenzioni su ciò che è bello, noi accettiamo noi stessi, visto che apparteniamo al medesimo DNA strutturale evolutivo: siamo frutti di uno stesso organismo, la natura.

A questo punto, a me sembra evidente che progettare a partire dall'osservazione della natura sia un processo di consapevolezza e di umiltà nei suoi confronti. È capire la sua grandezza e l'opportunità di poterla osservare, per imparare e creare.



alcuni ricordi rimasti da quel periodo a Milano, tra i colleghi e la tessera dell'abbonamento settimanale per trasporti pubblici...era il 1998



[CONTRIBUTO DELLA BIONICA NEL PROCESSO CREATIVO]

L'importanza della bionica nel mio processo creativo proviene dalla possibilità di ingrandire gli stimoli attraverso l'osservazione e la ricerca dei vasti casi e situazioni che ci circondano. Molte volte non si tratta di situazioni strettamente legate allo scopo principale del progetto a cui sto lavorando, ma di dettagli che possono arricchire l'esperienza dell'utente. Sta nella capacità di leggere le informazioni strutturali, funzionali ed estetiche percepite in natura e di tradurle in spunti progettuali olistici al fine di trovare soluzioni a problemi specifici.



I fiori che attraggono l'insetti promuovendo la polinizzazione - colori e odore sono usati come strategie della natura per garantire la sua sopravvivenza. in alto: skizzi di una lampada da terra per ARTEMIDE light & design - creare un punto d'attrazione (elemento sferico) che suggestiona il contatto dell'utente. A partire da questa attrazione, 'la carezza' gestisce l'intensità della luce...come un'atto romantico...

Senza altro, da questo punto di vista, la bionica ha dato un contributo significativo alla formazione del mio profilo creativo. Sono ventun'anni che mantengo vivo questo *modus operandi* olistico-creativo nella concezioni di nuovi idee e prodotti.

Alcuni principi che valgono la pena condividere...

Il primo principio è stato la consapevolezza della capacità e dell'"intelligenza" della natura nello sviluppo - con eccellenza assoluta - di forme che esistono in quanto necessarie. Ognuna di esse è il risultato del bilanciamento ottimale tra la necessità di risorse utili alla sopravvivenza e la partecipazione ad un sistema in equilibrio costante (ecologico). E' la capacità di utilizzare il minimo delle risorse per produrre il massimo della performance: un principio di eccellenza evolutiva che continua a stupirci. Inoltre col passare del tempo anche la natura cambia in continuazione: siamo materia in continua evoluzione.





Poi c'è anche l'aspetto scientifico di ricerca della bionica, che può "chiedere aiuto" ad altre discipline come la matematica, la chimica, la fisica. Ad esempio, la ricerca di nuove tecnologie, l'analisi di strutture della natura come riferimenti di efficienza architettonica e via dicendo...

[LA BIONICA COME VANTAGGIO COMPETITIVO]

Nella creazione e sviluppo di prodotti bisogna considerare le interazioni tra l'utente e l'oggetto che si propone. È necessario "disegnare" l'esperienza capendo il problema che si vuole risolvere e come risolverlo. Partendo da questo principio, fa parte della responsabilità del designer il pensare all'oggetto non solo come ad un mezzo per eseguire una determinata funzione. E' infatti altrettanto importante avere consapevolezza del contesto e di come ciò che sta intorno può avere un impatto (positivo o negativo) nell'esperienza tra il binomio 'utente-prodotto'.

L'analisi con i consumatori, le ricerche, le interviste sul campo e il benchmarking di simili soluzioni nel mercato, sono strumenti che ci offrono un'ampia visione delle possibili direzioni di intervento.

Comunque, in questa fase di ricerca, e' importante non aver pregiudizi ma si, puntare sull'accumulo di informazioni.

La conoscenza del contesto d'uso schiude strade che vanno oltre alla semplice concezione estetica dell'oggetto.

E mettendo insieme queste procedure con il programma del master e l'insegnamento del gran maestro Di Bartolo, ho avuto la possibilità di confrontarmi con aziende leader nei loro rispettivi settori; Artemide, Philips, Whirlpool... un periodo ricchissimo data l'eterogeneità dei marchi e delle problematiche da affrontare, delle scoperte, delle proposte... un periodo di discussione, confronti e tanto apprendimento.

Tornando al processo... in questo esercizio creativo è importante partire dall'individuazione di un problema, e poi cercare attraverso l'osservazione e un approccio divergente le soluzioni che in qualche modo potrebbero direttamente o indirettamente diventare spunti progettuali che, se approfonditi, potranno tradursi nella forma di prodotto.

Pensare a questo processo associativo e creativo, mantenendo sullo sfondo la natura, apre potenzialmente ad un'infinità di soluzioni innovative relativamente a forma, funzione, colori, texture(...) rappresentando vantaggi competitivi per il business.

Col passare del tempo, questo approccio ha influenzato mio modo di lavorare. Questa base concettuale mi guida ed è per me un punto di riferimento importante che mi aiuta a confrontare, mettere in discussione e reinventare oggetti, reinterpretando, innovando...

La disciplina della bionica attinge ad un universo infinito di risorse, ma dipenderà sempre dallo sguardo curioso e connettivo del designer.

Grazie!

[APPLICAZIONI/ Progetti]

Progetto di Spazzolino da dente per Oral B

Bambini da 8 a 12 anni

Briefing: Sviluppare un'idea innovativa per un nuovo spazzolino da denti / a cura di Franco Lodato

Il progetto dello spazzolino per Oral B era rivolto a bambini dagli 8 ai 12 anni, un profilo utente in una fascia di età complessa e in transizione. Il pre adolescente vive l'ambiguità tra l'essere ancora un bambino (a casa) e un adolescente (fuori casa). E lo spazzolino avrebbe dovuto affascinare 'il bambino' da una parte senza togliere un carattere tecnologico e moderno dall'altra.

La prima cosa che è stata fatta è stato capire gli aspetti morfologici dello spazzolino, sezionandoli per parti e funzioni. Setole, testa e impugnatura, ogni parte ha rappresentato oggetto di riflessione e possibile area di intervento.

Setole: si presentavano in tutti i modelli con variazioni di colori, forme e dimensioni, e avevano la finalità di spazzolare e massaggiare denti e gengive.

Testa: seguivano forme che erano allineate alla forma dell'impugnatura...organiche, regolari, geometriche e piuttosto basiche.



Impugnatura. Gran diversità di forme, da quelle più semplici a quelle un po' "sovra-disegnate". Colori e materiali sempre presenti e in diverse versioni, trasparenti, opache monomateriche o bi-iniettati.

Alla fine, era evidente che esisteva un appello formale estetico e tecnologico nell'esecuzione degli spazzolini fondamentale come fattore di attrazione e direttamente legato ad una scala di costi.

D'altra parte, immaginavo che si poteva provare qualcosa di diverso considerando possibili nuove 'forme di esperienza' con il prodotto. Al di là di tecnologie 'pirotecniche' (volevo evitare pile e lucine...), ci tenevo a disegnare un'esperienza genuina che stimolasse l'atto di lavarsi i denti e allo stesso tempo che lo spazzolino fosse considerato un oggetto attraente a punto magari da volerlo collezionare.

Linguaggio formale. E' stata una verifica di quali erano i simboli riconosciuti dai ragazzi di quell'età in quel periodo. In questo modo si cercava di capire l'utente e di creare l'empatia necessaria affinché la proposta potesse essere considerata accattivante.



riferimenti in natura: per fare in modo innovativo ed efficiente e allo stesso tempo

concetto spazzolino da denti per Oral B. briefing: prodotto per bambini da 10 a 12 anni. La peculiarità del target (bambini 10/12anni) rappresenta un fattore decisivo nell'approccio del progetto*. Parallelamente era fondamentale analizzare e riflettere su aspetti costruttivo-funzionale dello spazzolino iniziando a capire potenziale aree d'intervento.

1.testa / 2.settole / 3.cavo

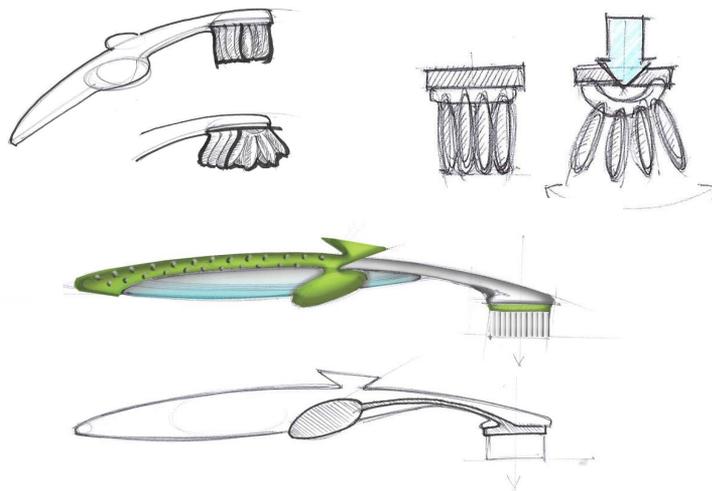
Rapporto tra l'oggetto e suo intorno. Un aspetto importante che va sempre considerato è il rapporto che esiste tra l'oggetto e il suo intorno - prima, durante e dopo l'uso. Capire queste dinamiche ha aiutato ulteriormente ad aprire possibili strade per disegnare una nuova esperienza nel lavare i denti.

Un prodotto differenziato, dalla forma dinamica e con elementi aggiuntivi trapiantati e legati ad una performance superiore...come le scarpe sportive. Colori, texture puntavano come parte di un linguaggio della strada, cosmopolita e impavido come se si dovesse garantire una certa sicurezza e forza... come Godzilla (film di quell'epoca).

Nel dettaglio l'oggetto doveva stupire in diversi momenti...

La pallina nella parte inferiore richiama il contatto, e quando la si schiaccia una spinta muove l'asta in avanti e fa sì che la superficie delle setole si apra come un fiore, aumentando notevolmente la superficie di contatto e creando una forma piuttosto circolare. In questo modo, la sagoma assume una forma adeguata al massaggio della bocca e della lingua. Basta tirare la pallina leggermente in dietro e le setole ritornano alla loro posizione originale, pronte per miglior pulire i denti e le gengive.

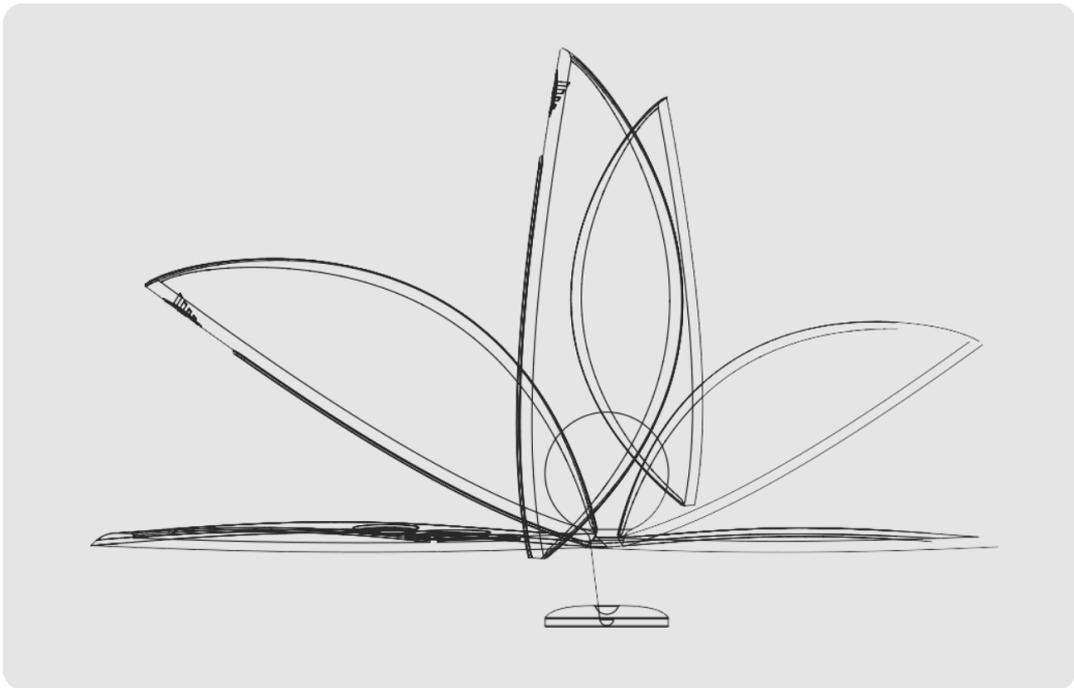
Quando ha finito di lavarsi i denti, il ragazzo può premere lo spazzolino contro lo specchio o contro una piastrella del bagno grazie alle ventose, 'ribellandosi' in questo modo al tradizionale porta spazzolini, e lasciando il proprio segno, la propria impronta, dove vuole (una riflessione psicologica coerente alla fascia d'età considerata).





[Concetto Essence per MINI countryman design contest (BMW) / Renzo Menegon, 2010]

Inspirata nella struttura di un fiore, l'idea consisteva in un sistema composto da petali articolabili, capace di conformarsi diversamente a seconda della necessità dell'utente. A partire dalla funzione basilica di appoggiabraccio si poteva far scorrere la struttura in avanti su un binario, consentendo di inserire una bottiglia oppure, tramite l'apertura dei petali, si suggeriva una superficie d'appoggio.

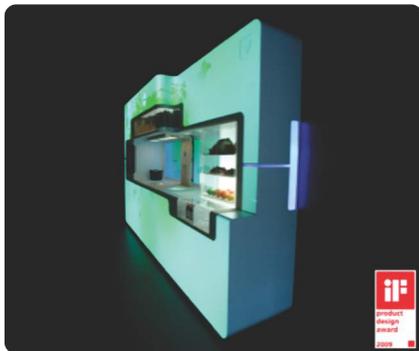
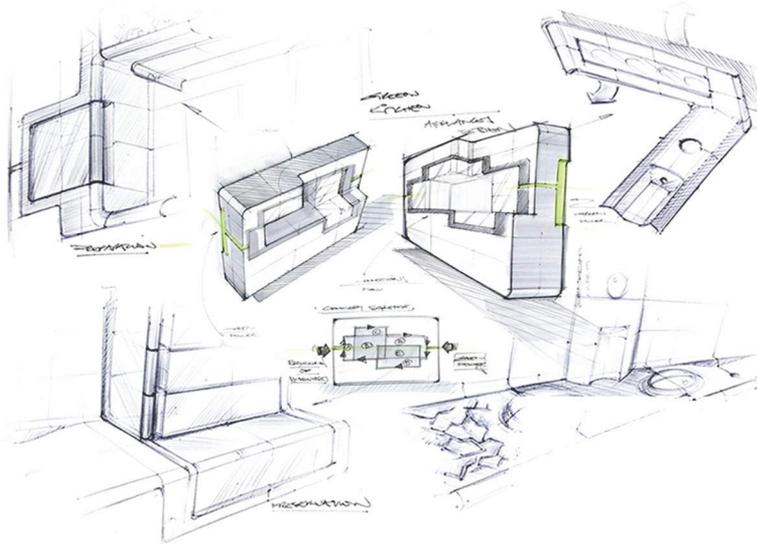


progetti come la serie contour lampada e tavolino hanno come caratteristiche l'essere guidati dalla funzionalità e dalla flessibilità, dando all'utente la possibilità di una gestione personale dell'oggetto (la lampada contour è stata premiata con la menzione d'onore al Museu da Casa Brasileira 31 Edizione - 2018).



[Green Kitchen Whirlpool Corp / Global Consumer Design Whirlpool/Renzo Menegon 2009]

Come la gestione delle risorse in natura, la cucina concettuale Green Kitchen di Whirlpool - prevedeva un sistema integrato di elettrodomestici che sfruttava tutte le risorse generate dai prodotti (caldo, freddo, acqua...) basandosi sul riuso per creare una cucina a basso impatto ambientale e massima performance. Il progetto avanzato ha sollevato l'attenzione della media e rinforzato il messaggio dell'azienda riguardo la sostenibilità. Più tardi, sono stati sviluppati altri progetti più vicini alla realtà di produzione odierna. <https://www.youtube.com/watch?v=mEwG0nJpz2g>



Incontro con prof. Amilton Arruda, nel museo da casa brasileira, nov. 2018 a San Paolo, Brasile

Valentina Perricone



Valentina Perricone è una naturalista e biologa marina, laureata in Scienze Naturali presso l'Università Federico II di Napoli e in Biologia Marina all'Alma Mater Studiorum, Università di Bologna. Collabora con la Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli, presso i laboratori e le infrastrutture di ricerca della sezione di Biologia ed Evoluzione degli Organismi Marini (BEOM).

Attualmente è dottoranda di ricerca in Ambiente, Design e Innovazione e membro dell'Hybrid Design Lab dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Aversa (CE). Con il supporto delle professoressa Carla Langella e Maria Daniela Candia Carnevali, sperimenta l'applicazione del metodo ibrido tra design e biologia in un progetto di dottorato a caratterizzazione industriale, incentrato su uno studio approfondito dei caratteri morfologici e strutturali degli echinoidi, con lo scopo di apportare nuove conoscenze specie-specifiche e innovazione dei prodotti industriali attraverso il design biomimetico.

Gabriele Pontillo



Gabriele Pontillo è un product designer italiano nato nel 1983 a Torre del Greco, in provincia di Napoli. Attualmente sta frequentando un dottorato a caratterizzazione industriale in Ambiente, Design e Innovazione, con sede ad Aversa (CE) presso l'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", all'interno della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base. Grazie al suo percorso accademico, triennale in Disegno Industriale e poi magistrale in Design per l'Innovazione, e alle conoscenze acquisite tramite l'esperienza lavorativa, focus della sua linea di ricerca sono i metodi della progettazione parametrica, biomedicale e bio-ispirata, e le tecniche produttive dell'Advanced Manufacturing. Il percorso di dottorato a caratterizzazione industriale gli ha dato la possibilità di far convergere la sede italiana del dottorato con una sede estera (situata a Madrid, Spagna) e con una azienda campana, con sede a Gricignano di Aversa (CE) al fine di progettare un sistema di dispositivi ortopedici innovativi customizzati su specifiche esigenze e pensato per il benessere e la salute medica di utenti eterogenei.

Ricerca biologica e ibridazione metodologica con il design

Valentina Perricone | valentina.perricone@unicampania.it
Gabriele Pontillo | gabriele.pontillo@unicampania.it



“Quello che non riesco a creare, non lo saprò mai capire”

Richard Feynman

Il modo migliore di apprezzare la natura è di sicuro studiarla. Esistono bellezze che vanno al di là di quel che è visibile all'occhio umano: dalle realtà interstellari – tra pianeti, stelle, galassie – a quelle infinitesimali – tra le particelle del nucleo atomico – esistono infiniti mondi da esplorare. La scienza si occupa di scoprirle e descriverle (almeno in parte), dilatando sempre più la conoscenza della realtà e così anche il senso di meraviglia, di mistero e di ammirazione a essa associato. Chi sono gli scienziati? Sognatori curiosi alla ricerca di nuove avventure.

Quando ero ancora una studentessa, nella mia predilezione per le scienze non era inclusa la bionica. Semplicemente studiavo la natura e a ogni nuovo sistema, funzione, organismo che imparavo a conoscere, me ne innamoravo sempre più. Anni dopo, all'insolita mostra sull'intersezione tra design e scienza Diatom De-Science, ebbi la fortuna di incontrare **Carla Langella**; lei ampliò i miei orizzonti a una nuova realtà, piantando il seme di ciò che sono oggi: un'atipica biologa appassionata di bionica. Carla è oggi la mia tutor di ricerca in un dottorato frutto dell'ibridazione tra biologia e design e assieme a **Gabriele Pontillo**, esperto designer di fabbricazione digitale e design parametrico, formiamo un team specializzato per raggiungere nuove conoscenze biologiche e innovazione dei prodotti industriali.

Gabriele e io abbiamo conosciuto **Carmelo di Bartolo**, prima i suoi scritti e poi di persona, attraverso la stretta collaborazione di Carla. Siamo rimasti esterrefatti dalla moltitudine di progetti di bionica da lui realizzati, ma soprattutto dai diversi prodotti elaborati su intuizioni di strategie adattative del riccio di mare - supportate dalla professoressa **Maria Daniela Candia Carnevali** del Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali dell'Università degli studi di Milano- che stanno venendo oggi confermate dagli studi strutturali eseguiti in collaborazione con il dottor **Francesco Marmo** e il professor **Luciano Rosati** del Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università Federico II di Napoli. Quel che resta impresso di Carmelo è la passione, l'esperienza e la creatività che divengono a dir poco coinvolgenti nel seguire le sue lezioni e seminari. Ringraziamo di cuore Carla e Carmelo, è per noi un piacere dedicare loro questo breve testo.





[RICERCA BIOLOGICA E IBRIDAZIONE METODOLOGICA CON IL DESIGN]

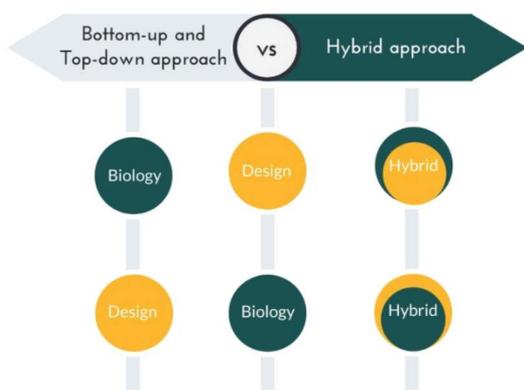
I recenti avanzamenti tecnologici ottenuti nel campo del *computational imaging*, della simulazione e della fabbricazione digitale, e la maggiore risoluzione strumentale acquisita nell'analisi di campioni biologici hanno aperto una nuova era per la biomimetica. Le strutture biologiche, finemente selezionate nel corso di centinaia di milioni di anni di evoluzione, possono oggi non solo essere analizzate nel più intimo dettaglio su scala microscopica, ma tali dettagli, che rispondono a principi adattativi quali leggerezza, stabilità, robustezza, flessibilità, resistenza, possono essere anche più efficacemente trasferiti a prodotti destinati ai più svariati settori industriali (Benyus, 2002; Hamm, 2015; Langella, 2007).

Nel processo biomimetico vi è però un'altra grande potenzialità, ancora non pienamente sfruttata, che risiede nella capacità di usufruire del diretto contributo dell'*industrial design* nella ricerca biologica. Il disegno industriale è in grado di offrire un valido apporto all'avanzamento delle conoscenze delle strutture biologiche, considerando l'organismo come un vero e proprio oggetto di *design engineering* e analizzandolo come tale. Attraverso il suo approccio metodologico e strumentale, il design è in grado di assistere l'analisi biologica nell'individuazione delle caratteristiche e delle motivazioni sottese alle morfologie, alle strutture e alla composizione degli organismi fin nei più minuti dettagli strutturali, fornendo valide tecniche di rappresentazione e interpretazione strutturale supportate dall'uso di modelli Computer-Aided Design (CAD) 3D e di tecnologie digitali. Tali tecniche consentono di figurare e analizzare strutture, motivazioni e principi altrimenti nascosti, e di combinare logiche, gerarchie e funzioni in modelli utili a visualizzare e riprodurre la struttura, distinguendone le parti potenzialmente funzionali. Una volta individuati i principi adattativi sottesi alle specifiche forme, assetti e composizioni delle biostrutture, ciò che il design propone è sperimentare e validare le conoscenze acquisite ricreandole all'interno dei prodotti industriali. All'analisi segue, dunque, una particolare sperimentazione applicativa progettuale dei risultati acquisiti valorizzando oltremodo l'avanzamento della conoscenza biologica (Langella, 2007, 2012).

[APPLICAZIONE DELLA RICERCA BIUNIVOCA E DEL METODO IBRIDO DELL'HYBRID DESIGN LAB]

La possibilità di integrare design e bioscienze è un concetto ampiamente supportato e validato dai numerosi progetti implementati dall'Hybrid Design Lab, laboratorio multidisciplinare di ricerca e didattica dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli". Dal 2006 a oggi i team interdisciplinari dell'HDL hanno maturato numerose esperienze nella sperimentazione di modi sempre nuovi per integrare la ricerca scientifica avanzata con le dimensioni della didattica, del progetto e della produzione di design, sviluppando interessanti prodotti e servizi innovativi e sostenibili. Da tali esperienze è nato un particolare metodo ibrido che sottolinea il valore e la potenzialità della ricerca biunivoca, in cui design e scienze condividono obiettivi, metodi e tecniche analitiche, allo scopo di pervenire a risultati che apportino avanzamenti e vantaggi biunivoci negli ambiti di ricerca scientifica e del design (Langella, 2007).

La ricerca biunivoca si differenzia dai tipici approcci biomimetici *bottom-up* (o *solution-based*) e *top-down* (o *problem-based*) (Helms et al., 2008; Badarnah & Kadri, 2015) in cui le diverse discipline coinvolte trasferiscono nozioni e concetti restando sempre confinati nei propri ambiti disciplinari, limitando il processo creativo e i vantaggi derivanti da un percorso congiunto.



I due approcci differiscono l'uno dall'altro per il punto di inizio del processo di sviluppo tecnologico, ossia: 1) il *bottom-up* parte da quesiti biologici e le soluzioni ritrovate vengono trasferite agli artefatti; 2) il *top-down* inizia da problematiche irrisolte di design, cercando possibili risposte nel mondo biologico. Entrambi gli approcci convergono in una applicazione tecnica delle conoscenze biologiche (principi, logiche, sistemi e processi), generando uno o diversi concept bio-ispirati. La ricerca biunivoca tra biologia e design integra tali approcci. Come per la tipologia di indagine biomimetica definita *bottom-up*, anche qui lo sviluppo tecnologico del prodotto segue la preliminare analisi biologica

degli "organismi modello". Tuttavia, a tale approccio si aggiunge una particolare componente *top-down*, per cui il design partecipa sin dalla fase iniziale di indagine biologica, indirizzando lo studio funzionale degli organismi verso dettagli e strategie che possano rispondere alle precise esigenze di prodotto (Langella, 2007, 2012).



L'organismo vivente viene, quindi, considerato come un oggetto di design engineering e scomposto in componenti funzionali (pattern, texture, forme, strutture, ecc.) per essere analizzato, a diverse scale dimensionali, con tecniche combinate biologiche e con quelle proprie del design di progettazione, modellizzazione e fabbricazione digitale. Biologi e designer analizzano assieme l'entità biologica scelta e, sulla base dello stato di conoscenza corrente, elaborano *nature model* 2D e 3D dei sistemi, strategie e funzioni adattative dell'organismo, identificando elementi congiunti di interesse da indagare approfonditamente. Viene dunque elaborato un piano progettuale volto a investigare uno o diversi elementi considerati ad alto potenziale di trasferimento biomimetico e utili ad accrescere le conoscenze specie-specifiche dell'organismo considerato. Nella sperimentazione diretta, gli organismi sono sottoposti ad analisi biologiche approfondite integrate con tecniche di modellazione CAD 3D e software di simulazione digitale, scelti in base alla tipologia di informazioni ricercate. Tali analisi e la successiva interpretazione dei dati avvengono secondo metodi rigorosamente scientifici allo scopo di raggiungere una conoscenza affidabile, verificabile e condivisibile. Dunque, una volta individuate forme, strutture e geometrie corrispondenti a strategie e principi funzionali adattativi, è possibile trasferirle nel progetto di diversi prodotti tecnici, secondo analogie di funzione ed esigenze di innovazione espresse dall'azienda e dal mercato. Le conoscenze biologiche divengono guide rigorose e modelli, dalla fase di elaborazione dei concept bio-ispirati fino a quella finale di realizzazione dei prodotti, passando attraverso gli stadi intermedi di progettazione, sviluppo e ingegnerizzazione. I prodotti bio-ispirati così sviluppati sono infine sottoposti a prototipazione, *testing* e verifica, per essere poi inseriti sul mercato.

[RISVOLTI NELLA RICERCA BIOLOGICA]

Il metodo ibrido descritto, attraverso l'aggiunta di nuovi obiettivi e modi differenti di guardare la natura, promuove diverse modalità di sviluppo, sia per il processo di progettazione di design bio-ispirato, sia per l'indagine biologica. L'approccio biunivoco inserisce tra le metodologie scientifiche proprie della ricerca biologica tradizionale diversi principi e strumenti di design, considerando tra i suoi obiettivi e risultati non solo l'avanzamento delle conoscenze biologiche, ma anche l'applicazione di tali conoscenze nella realizzazione di nuovi prodotti. Si integrano dunque concetti e modalità inusuali all'approccio biologico, ma che risultano vantaggiosi sotto diversi punti di vista.

[1. CONSIDERARE L'ORGANISMO COME UN OGGETTO DI DESIGN ENGINEERING]

Naturale e artificiale sono due entità ben differenziate dal processo di generazione: l'una cieca e l'altra cosciente. Si giudica come artificiale un oggetto frutto dell'attività consapevole dell'uomo finalizzata a uno scopo e/o ad un utilizzo concreto, e lo si distingue da un oggetto naturale che è invece il prodotto dall'attività cieca del caso e della necessità: l'evoluzione (Darwin, 1859; Monod & Busi, 1970). Tenendo a mente i postulati fondamentali del metodo scientifico, secondo cui la natura è oggettiva e non proattiva, considerare gli organismi come oggetti di design engineering non significa, dunque, attribuire una progettazione premeditata della natura, bensì facilitare il confronto con le entità artificiali per l'individuazione di strette analogie di funzioni: slegando l'organismo dalla sua origine si passa alla considerazione delle sole forme, strutture e geometrie, nonché alla qualità delle sue prestazioni. Prendendo ad esempio l'occhio di un vertebrato e una macchina fotografica, e scindendoli nelle componenti principali, si noteranno profonde analogie: lenti, diaframma, otturatore, pigmenti fotosensibili; componenti analoghe che forniscono prestazioni simili. Questo, tuttavia, non preclude il riduzionismo, ovvero la riduzione delle proprietà di un organismo molto complesso alla mera somma delle proprietà delle sue parti. Un sistema complesso esibisce proprietà macroscopiche, cosiddette emergenti (Lewes, 1875; O'Connor, 1994), che difficilmente sono deducibili dalle leggi che governano le singole componenti, e ciò è vero non solo per gli organismi, ma anche per gli artefatti avanzati: un computer non può ridursi alla somma di singole parti elettroniche, elettriche, meccaniche, magnetiche e ottiche.

Consci di tali assunti e considerazioni, nella ricerca biunivoca gli organismi vengono trattati come prodotti ingegneristici avanzati, scomponibili in elementi e sistemi funzionali e.g. pattern, texture, forme, strutture. La selezione naturale ha agito fortemente sul fenotipo del disegno dei viventi, per cui essi risultano ben adattati e costruiti per i ruoli che svolgono nello specifico habitat e nicchia ecologica (Darwin, 1859). Diviene dunque prioritario conoscere habitat, stili di vita e filogenesi dell'organismo, per poi considerare le possibili caratteristiche manifeste di adattamento all'ambiente che possano rispondere a principi quali leggerezza, stabilità, robustezza, flessibilità, resistenza. Si mira, pertanto, a individuare i cosiddetti adattamenti diretti per cui forme, strutture, geometrie e prestazioni risultano ben determinate ad assolvere particolari funzioni o azioni legate al modo di vivere dell'organismo. Così agendo è possibile individuare strategie interessanti di ottimizzazione del bauplan degli organismi, in modo da minimizzare l'energia e i materiali da utilizzare per la loro genesi, crescita e mantenimento, che sono di fatto caratteristiche molto ambite per la progettazione di prodotti efficienti e maggiormente sostenibili.



[2. NUOVE TECNICHE E METODI DI STUDIO DEGLI ORGANISMI]

Considerando l'organismo come un oggetto di design engineering, esso può essere studiato e analizzato come tale. Le entità biologiche entrano nel mondo della progettazione sotto forma di disegni bidimensionali e tridimensionali per essere attentamente investigate, verificate e testate con tecniche digitali avanzate. La funzionalità e le prestazioni delle diverse componenti possono essere evidenziate tramite le più disparate tipologie di simulazioni digitali e.g. meccaniche, fluidodinamiche, magnetiche, termiche, elettriche ecc. Seguono dunque diverse fasi, che vanno dalla descrizione e analisi digitale di dettagli ed elementi dei modelli biologici a diverse scale dimensionali, all'individuazione e traduzione della strategia biologica in uno schema fisico-matematico inferenziale, sino alla realizzazione concreta (o sintesi) di tale schema in un prodotto bio-ispirato. (Speck et al., 2017). Oggi è possibile sviluppare tali iter progettuali grazie ai recenti avanzamenti tecnologici che consentono alta fedeltà nell'acquisizione dei modelli reali, maggiore affidabilità dei risultati delle simulazioni digitali e alta riproducibilità di modelli CAD complessi con tecniche di fabbricazione anch'esse digitalizzate (Sakao et al., 2009).

Modelli CAD 3D ad alto grado di fedeltà delle strutture naturali possono essere acquisiti utilizzando diverse tecniche quali, per esempio, fotogrammetria digitale automatica, scansione laser 3D e la più dettagliata tomografia e microtomografia computerizzata. Ogni tecnica differisce nel modello restituito per grado di dettaglio di scala, di caratterizzazione geometrica e volumetrica per cui la scelta della tecnica di acquisizione varia enormemente in relazione all'indagine che si vuole eseguire. La **fotogrammetria automatica** è una tecnica di *computer vision* che consente di creare un modello approssimato del mondo reale in formato CAD 3D partendo da immagini bidimensionali, quali fotografie digitali 2D (Linder, 2009). Rispetto alla fotogrammetria tradizionale, i processi di ricostruzione dei modelli tridimensionali sono oggi tutti automatizzati da specifici software (e.g. *Agisoft PhotoScan* e *3DF Zephyr*) che restituiscono direttamente le geometrie 3D CAD con risoluzione generalmente millimetrica. I **laser scanner 3D**, tipicamente suddivisi in distanziometrici o triangolatori, sono strumenti che permettono l'acquisizione diretta di modelli geometrici tridimensionali dei campioni a scale e risoluzioni che vanno dal centimetro al sub-millimetro. Ruotando il laser scanner attorno all'oggetto, esso rileva la posizione di centinaia di migliaia di punti che ne definiscono la superficie con dettagli e misure esatte. Sulla base della velocità di rilevamento e del passo delle rotazioni, è possibile controllare e determinare la risoluzione della scansione, ovvero la densità dei punti rilevati a distanza definita, nonché la qualità dei dati acquisiti, che risulta generalmente più alta a rotazioni eseguite più lentamente (Badarnah & Kadri, 2015). La tomografia computerizzata fornisce, invece, maggiori dettagli e informazioni sul campione in esame tramite l'acquisizione di una serie di immagini in sezione di strutture, organi e tessuti sulla base della loro densità, rilevata grazie a un fascio di raggi X che attraversa il campione da diversi punti. La micro-tomografia tridimensionale è una forma miniaturizzata usata per piccoli campioni con una risoluzione dell'ordine dei 10 micron (Fig. 1). Riunendo le varie sezioni con appositi software di ricostruzione, è possibile ottenere il modello 3D geometrico (*geometry-based reconstruction*) e volumetrico del campione analizzato (*voxel-based reconstruction*) (Cattaneo, Dalstra, & Frich, 2001 et al., 2001; Hsieh, 2009).



Fig 1. Microtomografia computerizzata della lanterna di Aristotele di *Paracentrotus lividus*.

Il campo della simulazione digitale, con il continuo sviluppo delle sue possibili applicazioni, sta perfezionando sempre più l'affidabilità delle sue prestazioni. Una delle tecniche fortemente promettenti per lo studio degli organismi biologici è la cosiddetta Analisi agli Elementi Finiti (FEA), che è in grado di ricostruire gli stati di sollecitazione e deformazione in strutture digitali. Sebbene tale tecnica sia altamente conosciuta e impiegata nel campo dell'ingegneria e delle scienze ortopediche da più di 30 anni, solo recentemente si è cominciato ad adottarla nel campo della zoologia e della paleontologia per rispondere a quesiti riguardanti morfologia, funzione ed evoluzione. Con l'uso di tale tecnica su modelli CAD acquisiti è possibile investigare e testare la funzione di una specifica caratteristica o dettaglio dell'organismo, nonché manipolare i modelli per esplorare l'effetto meccanico e funzionale del cambiamento morfologico virtuale effettuato. Per esempio, si può



investigare su quesiti di ottimizzazione, adattamento e costrizioni nella struttura scheletrica di un animale, testandone l'effetto di una modifica, di una aggiunta o rimozione di elementi strutturali che si sono evoluti in una linea fletica per decifrare il possibile risvolto adattativo del cambio evolutivo (Rayfield et al., 2001; Rayfield, 2007).

Il biologo aggiunge alle sue competenze l'elaborazione e la gestione di modelli digitali 3D, che sono estremamente utili alla comprensione degli organismi che indaga. Tali modelli, essendo inoltre fruibili a stampa 3D, possono essere riprodotti anche a scale ingrandite, per cui il biologo può visualizzare in maniera diretta dettagli microscopici che consentono una maggiore comprensione della possibile funzione. Tali modelli fisici risultano, inoltre, molto utili nel campo dell'attività didattica al supporto dei concetti e delle conoscenze esposte. Ulteriori tecniche disponibili in ricerca riguardano altresì i metodi del design di comunicazione, quali *sketch*, illustrazioni e modelli 2D realizzabili con software grafici che offrono supporto durante la preliminare analisi degli organismi, nella progettazione sperimentale e nella successiva fase di divulgazione dei risultati scientifici ottenuti. In particolare, i *nature model 2D* (costruzioni grafiche che riproducono dettagli e caratteristiche di elementi, di sistemi e di processi naturali) aiutano i ricercatori a schematizzare le conoscenze lungo tutta la fase di ricerca e progettazione, nonché a diffondere in modo chiaro le conoscenze acquisite nella comunità scientifica e non (Langella, La Tilla, & Perricone, 2019).

[3. VALORIZZAZIONE DEI RISULTATI DELLA RICERCA E FRUIZIONE DELLA RICERCA DI BASE]

Tramutando i risultati della ricerca biologica in prodotti funzionali, il design bio-ispirato riesce ad integrare l'attività scientifica nella vita delle persone, rendendole partecipi delle conquiste ottenute e beneficiandone in maniera diretta. La ricerca, che ha come obiettivo primario l'avanzamento della conoscenza e la comprensione della natura, viene qui convertita in ricerca applicata, concretizzandone i risultati in prodotti bio-ispirati. Grazie all'inserimento di tecnologie quali disegno digitale CAD 3D, *additive manufacturing* e simulazione con modelli matematici in grado di analizzare processo e prodotto in modo preciso, la ricerca biologica tradizionale muta in un vero e proprio motore di innovazione che risponde alle linee di sviluppo dell'Industria 4.0. Ciò ha importanti risvolti soprattutto nell'ambito dei programmi di investimenti in ricerca, per cui lo studio esplorativo, indotto dalla curiosità e dall'intuito del ricercatore, può ottenere un nuovo sviluppo e possibilità di supporto da aziende, enti e istituti pubblici e privati (Rosenberg, 2010). La ricerca biunivoca rientra, dunque, nei processi di valorizzazione e organizzazione della rete di ricerca industriale e trasferimento tecnologico, con il particolare obiettivo di massimizzare le ricadute di innovazione della ricerca di base sulla competitività produttiva e sulle effettive possibilità di industrializzazione. Su questa base, tale tipologia di ricerca mira a rispondere agli obiettivi e alle sfide prefissate dalle strategie europee (*Horizon 2020* e *Factories of the Future*) e nazionali (es. la Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente), rientrando nei piani di azione per la ricerca, lo sviluppo tecnologico e l'innovazione, strategici per la crescita e la competitività delle economie (https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation_it).

[4. BIOLOGIA NELL'INDUSTRIA 4.0]

Il termine Industria 4.0 indica un processo di digitalizzazione e automazione dei settori industriali che sancisce il loro passaggio nella cosiddetta quarta rivoluzione industriale. Dall'utilizzo di modelli e stampanti 3D alla programmazione di simulazione e fabbricazione dei prodotti, il digitale favorisce l'integrazione dei processi produttivi delle aziende, elevando all'ennesima potenza la qualità dei flussi produttivi e il *time to market* del loro business (Lasi et al., 2014).

Nell'Era 4.0 la biologia può, quindi, integrarsi nei processi digitalizzati e strettamente interconnessi della produzione industriale avanzata. Grazie allo sviluppo delle nuove tecnologie, i modelli biologici (dalla macro alla nanoscala) entrano nel processo digitale e si collegano al percorso di produzione divenendo essi stessi archetipi e/o guide per la genesi dei prodotti. Si viene così a creare un *continuum* logico e consequenziale nel passaggio dal reale al digitale e dal digitale al reale, coinvolgendo in maniera diretta le tecniche di acquisizione ad alta risoluzione biologiche con quelle proprie dell'Industria 4.0, e.g. la manifattura additiva, la robotica e tutte le nuove tecnologie che permettono di riprodurre in modo rigoroso, approfondito e funzionale le strategie della natura. Un esempio importante è l'*ELiSE Lightweight process*, che integra in modo automatico l'intero processo di trasferimento tecnologico dall'organismo al prodotto, ossia: screening e selezione dell'archetipo naturale, astrazione del modello, analisi FEM e ottimizzazione strutturale ed elaborazione della struttura finale del prodotto (Hamm, 2015). Bisogna tuttavia guardarsi dal cedere a un estremo automatismo bionico, distaccato e fin troppo immediato, che rischia di compromettere la progettazione creativa, propria sia del ricercatore nell'indagine biologica sia del designer nel processo generativo dei prodotti (Langella & Santulli, 2017). Ciò denota il rischio in cui biologi e designer divengono spettatori passivi del processo di trasferimento, per cui ogni automazione va regolata, salvaguardando a ogni stadio l'ingresso della componente creativa e intuitiva.



[5. BIOLOGI IBRIDI COME NUOVE FIGURE PROFESSIONALI]

Nel processo biomimetico risulta evidente come non sia sempre possibile affrontare ricerche complesse attraverso un singolo punto di vista o una sola prospettiva. La complessità progettuale è tale che risulta necessario affrontarla utilizzando una varietà di differenti approcci disciplinari. Di qui, la necessità di una cooperazione tra le discipline, ossia di interdisciplinarietà. Attualmente, lo sviluppo di progetti biomimetici è realizzato grazie alle ricerche interdisciplinari che coinvolgono più figure professionali quali biologi, designer e ingegneri. Tuttavia, le ricerche ibride ivi descritte evidenziano anche quanto non sia sufficiente esaminare il problema dall'ottica di molte discipline. Appare, piuttosto, indispensabile una integrazione delle discipline stesse, avvicinandosi sempre più al concetto di transdisciplinarietà (Nicolescu, 2003). Nella ricerca biunivoca, il biologo amplia le sue competenze scientifiche incrementando gli aspetti di prefigurazione, modellazione e simulazione digitale; così come il designer si avvicina al mondo della biologia e del metodo scientifico alla ricerca della comprensione della natura e, dunque, del trasferimento funzionale (Langella, 2018). La biunivocità richiede nuove figure professionali ibride che rispondano alle moderne esigenze, ossia superare i confini tra le discipline rendendole permeabili ed espandibili. Parafrasando le parole di Jean Piaget nel 1970, bisogna superare i limiti affinché la conoscenza possa espandersi oltre i confini disciplinari (Alvargonzález, 2011).

[CONCLUSIONE]

La ricerca biunivoca tra biologia e design offre importanti spunti di riflessione sulle metodologie attualmente riconosciute e condivise nei diversi campi del sapere, nonché ampi risvolti applicativi progettuali legati alla loro integrazione. Solo grazie alla scelta di un percorso di ricerca, progetto e sviluppo congiunto, ossia biunivoco, le due discipline hanno realmente la possibilità di lavorare insieme dal principio alla fine e ottenere risultati creativi con avanzamenti reciproci. Quella che si auspica è, tuttavia, una ibridazione disciplinare che non dovrà limitarsi alla mera collaborazione tra diverse discipline, ma che anzi dovrà procedere liberamente tra metodiche, tecniche e strumentazioni andando al di là dei confini stabili tra le discipline stesse.

Nell'era digitale, oltre al design, anche la biologia assume dunque un'ottica computazionale e produttiva. Il biologo tradizionale viene spinto in una nuova direzione progettuale creativa in cui le logiche naturali si trasformano in un prodotto fisico, validando e avvalorando le scoperte acquisite. Sorgono nuove opportunità per la ricerca di base, nuovi supporti economici, spazi e competenze, che proiettano la biologia verso un futuro sempre più promettente.

Ancor più importante è l'integrazione della biologia nei processi produttivi che intende portare nella quarta rivoluzione industriale, introducendo, oltre all'innovazione, anche un maggiore rispetto della natura. La biologia spinge a comprendere e a studiare sempre più a fondo il mondo che ci circonda, a imitarlo, ma soprattutto ad avere riguardo dei suoi limiti: sorgono domande dalle odierne necessità produttive e le risposte vanno trovate sempre più con risorse sostenibili e rinnovabili, cercando di non pretendere troppo dalla natura, utilizzando di più e meglio ciò che essa offre (Pauli, 2010). La biologia può insegnare a trarre soluzioni conformi ai sistemi naturali e ad apprezzare più a fondo l'importanza della biodiversità incoraggiandone la sua tutela. Essere capaci di vivere al meglio entro i limiti naturali è una delle grandi sfide del nostro secolo, ed è compito comune trovare le strategie più adatte a superarla.

[ECHINOIDDESIGN: RICERCA BIUNIVOCA APPLICATA AL RICCIO DI MARE]

Studio dei principi fisici e strutturali dell'endoscheletro degli echinoidi e il loro trasferimento nel settore industriale per la realizzazione di nuovi prodotti di design engineering bio-ispirati che rispondano alle linee di sviluppo dell'Industria 4.0.

Gli echinoidi, comunemente conosciuti come ricci di mare e dollari della sabbia, sono invertebrati bentonici appartenenti al phylum *Echinodermata* e diffusi in tutti gli habitat marini – dagli ambienti intertidali alle profondità oceaniche, dall'equatore ai poli – dove svolgono un ruolo ecologico chiave grazie alla loro attività di grazing (Boivin et al., 2018; Lawrence, 2001). Lo scheletro degli echinoidi si configura come una struttura complessa ad alto potenziale per il trasferimento biomimetico. La struttura è di origine mesodermica ed è composta da calcite CaCO_3 frammista a piccole quantità di MgCO_3 . Essa è contraddistinta da un arrangiamento poroso (stereoma) con spazi ripieni di cellule e fibre dermali (stroma), ed è differenziata in piastre scheletriche di varia tipologia e funzione, unite assieme a formare una teca compatta (Brusca & Brusca, 1996).

L'esclusivo design dello scheletro risponde a diversi principi quali: leggerezza, grazie all'arrangiamento poroso dello stereoma; stabilità e robustezza, dovute alla particolare disposizione delle piastre, alla maggiore densità dello stereoma e alla presenza di elementi di rinforzo e nervature nei punti in cui la sollecitazione meccanica è maggiore; flessibilità e resistenza, grazie allo stoma e ai legamenti flessibili



del tessuto connettivo tra le giunzioni che fungono anche da *stress-breaker* distribuendo le sollecitazioni fisiche e contribuendo così all'integrità dell'intero scheletro (Nebelsick et al., 2015; Knippers & Speck, 2012).

Biologicamente, la struttura risponde alle precise esigenze funzionali di questi organismi, che hanno la necessità di resistere sia a stress biotici (es. la predazione) sia abiotici (es. moto turbolento) cui sono sottoposti nell'ambiente acquatico (Lawrence, 2001). Eppure, tali strutture ottimizzate, che minimizzano l'energia e i materiali da utilizzare per la loro realizzazione, costituiscono dei nature model ideali per un trasferimento tecnologico intelligente che può trovare applicazione nei più svariati settori industriali dall'architettura all'ingegneria civile, dal biomedicale ai materiali. Lo scheletro degli echinoidi è stato fortemente considerato nel settore dell'architettura dal professor Jan Knippers. L'architetto, sulla base di studi pregressi, ha selezionato alcune caratteristiche funzionali di questi organismi e le ha tradotte in due diversi padiglioni temporanei in legno nel 2012 e nel 2015 presso l'*Institute for Computational Design* dell'Università di Stoccarda, nonché in un fabbricato realizzato con design computazionale: il *Landesgartenschau Exhibition Hall* (Knippers & Speck, 2012). Alcuni esempi interessanti di trasferimento al prodotto sono stati invece avanzati dal gruppo di ingegneri della *Jacobs School of Engineering*, Università di San Diego, in California, che, assieme a biologi marini esperti, hanno preso in considerazione la lanterna di Aristotele (l'apparato boccale) degli echinoidi regolari, per sviluppare un dispositivo utile alla raccolta di campioni di sedimento da installare su robot per l'esplorazione spaziale (Frank et al., 2016). Inoltre, la stessa lanterna è stata fonte di ispirazione anche per l'elaborazione di un dispositivo di biopsia per laparoscopia (Jelinek et al., 2014). La particolare struttura delle spine denota anch'essa rilevanti potenzialità per innovative applicazioni bio-ispirate altamente fruibili nel campo dei nuovi materiali (Moureaux et al., 2010; Presser et al., 2011; Tsafnat et al., 2012). Lo studio di Presser e dei suoi collaboratori, per esempio, effettuato sulle spine dei Cidaroidi *Phyllacanthus imperialis* e *Heterocentrotus mammillatus*, ha mostrato come lo specifico arrangiamento del materiale poroso, con diverse densità e architettura, consente a queste specie di realizzare strutture estremamente leggere e al contempo resistenti, i.e. modelli ideali per la realizzazione di nuovi materiali ceramici in alluminio (Presser et al., 2011). Particolarmente interessante risulta, infine, il lavoro Leigh et al. (2012) che ha riprodotto un materiale con micro-attuatori ispirati alle pedicellarie, ossia minute pinze presenti sull'epitelio degli echinoidi reattivi agli stimoli ambientali biotici e abiotici.

Gli echinoidi hanno molto da offrire al campo della biomimetica e, grazie alla loro alta valenza nel campo biologico ed ecologico, si prestano particolarmente a una ricerca biunivoca in grado di apportare avanzamento della conoscenza biologica, ecologica ed evolutiva di tali organismi, e innovazione dei processi e dei prodotti industriali. In tale contesto, la presente ricerca consiste in uno studio approfondito delle caratteristiche morfologiche e strutturali dello scheletro di *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), allo scopo di acquisire nuove conoscenze specie-specifiche e identificare soluzioni innovative trasferibili per la realizzazione di prodotti bio-ispirati, in un'ottica propria di sviluppo 4.0. A tal fine, combinando tecniche avanzate di microscopia elettronica ad alta risoluzione (HR-SEM), Microtomografia computazionale (Micro-CT), modellizzazione 3D, simulazione e fabbricazione digitale, lo scheletro di *P.lividus* è stato analizzato e testato per comprenderne le caratteristiche funzionali. Le strategie strutturali così riconosciute sono state reinterpretate e trasferite per analogia di funzione nella progettazione di: 1) un tutore per l'immobilizzazione di arti soggetti a traumi, fratture composte o distorsioni e 2) un armonizzatore craniale per il trattamento della plagiocefalia.

[MATERIALI E METODI]

La ricerca ha preso in considerazione esemplari di *P. lividus* raccolti nel Golfo di Napoli. Sulla base delle diverse caratteristiche e ruoli funzionali, lo scheletro degli organismi è stato scomposto e analizzato in tre diverse componenti: 1) teca; 2) lanterna di Aristotele e 3) appendici. L'analisi è stata effettuata a diverse scale dimensionali utilizzando stereomicroscopio, microscopio elettronico a scansione (HR-SEM) e microtomografia a raggi X (Micro-CT) allo scopo di visualizzare le caratteristiche morfologiche e la variabilità intraspecifica della macro e microstruttura di ciascun componente.

Particolare attenzione è stata data alla teca che ha funzione di sostegno e protezione degli organi viscerali degli echinoidi. Questa deve essere abbastanza robusta da sopportare forze e momenti che agiranno su di essa, ma anche flessibile per consentire crescita e spostamento. Tale complesso scheletrico è di conseguenza in larga parte un problema di ingegneria sul quale è possibile applicare nozioni di meccanica strutturale per ricavarne opportune indicazioni su comportamento e funzione. Ad opera degli ingegneri dottor F. Marmo, G. Boccia e professor L. Rosati del Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università Federico II di Napoli, la teca di *P.lividus* è stata investigata con l'obiettivo di individuare il possibile significato meccanico della suddivisione in piastre.

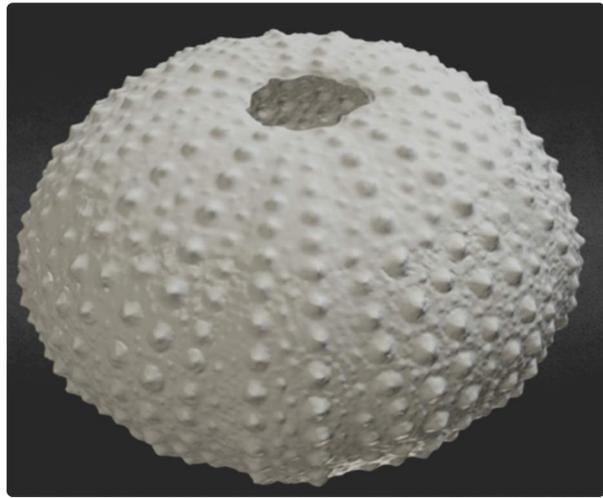


Fig. 2 Acquisizione fotogrammetrica della teca di *P.lividus*.

In particolare, usando la fotogrammetria, sono stati ricostruiti due modelli di teca di *P.lividus* in formato CAD 3D (Fig. 2): (1) uno monolitico, caratterizzato da rigidità a flessione omogenea e (2) uno modulare, nel quale la struttura è divisa in piastre esagonali unite da suture semiflessibili (condizione corrispondente al caso reale di *P.lividus*). I due modelli sono stati indagati con l'analisi agli elementi finiti (FEA) che permette di esaminare e comparare la distribuzione dello stato di sforzo e di deformazione generata all'interno delle strutture in risposta a una definita condizione di carico. I parametri meccanici associati a entrambi i modelli sono stati caratterizzati da test fisici a flessione su tre punti effettuati su singola piastra e sistemi di due e tre piastre di campioni di *P.lividus*, condotti dal professor A. Gloria presso l'Istituto per i Polimeri, Compositi e Biomateriali (IPCB) – Consiglio Nazionale di Ricerca di Napoli. Sulla base degli adattamenti strutturali individuati nella teca, sono stati elaborati due diversi concept di prodotti biomedicali, ossia un tutore e un armonizzatore craniale. I prodotti sono stati progettati con software di modellazione CAD 3D e design parametrico *Rhinoceros-Grasshopper*, riproducendo geometrie e caratteri funzionali della biostruttura secondo analogie di funzione.

[RISULTATI E INTERPRETAZIONE FUNZIONALE AL TRASFERIMENTO BIOMIMETICO]

Le indagini eseguite in Micro-CT e SEM su *P.lividus* hanno mostrato la complessa architettura e l'alta variabilità dalla macro e microstruttura. Teca, lanterna di Aristotele e appendici indicano alla macroscale una propria organizzazione gerarchica e scomponibilità in diversi altri sub-componenti, nonché notevoli proprietà interessanti al trasferimento biomimetico (vedi schede tecniche). Alla microsca, il materiale scheletrico tende ad aumentare di densità nelle regioni soggette a maggiore stress meccanico (soprattutto quelle sottoposte a compressione), e a specializzare nella microstruttura (stereoma a galleria) nelle zone soggette a forze direzionali, come nelle suture. In *P.lividus*, e negli altri echinoidi, si distinguono infatti le tipologie principali di strutture stereomiche, ossia: non perforato, microperforato, a galleria, rettilineo, fascicolare, labirintico (Smith, 1980, 1990). Tale differenziazione della microstruttura risulta essere correlata alle diverse funzioni assolute dagli elementi scheletrici e alle diverse aree in cui viene analizzata, per cui differisce altamente anche all'interno di una singola piastra (Fig. 3), di una singola spina (Grossmann & Nebelsick, 2013) e negli ossicoli della lanterna di Aristotele (Carnevali, Bonasoro, & Melone, 1991).

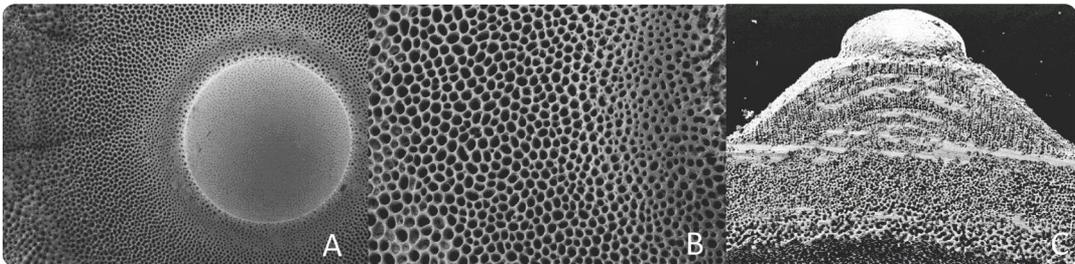


Fig 3. A) Tubercolo della piastra interambulacrale di *P.lividus*, B) dettaglio della differenziazione dello stereoma e C) sezione trasversale.

Lo **stereoma** rappresenta, di fatto, un elemento chiave dello scheletro degli echinoidi che permette di rispondere a diversi principi strutturali quali: **leggerezza**, grazie all'elevata porosità; **stabilità** e **robustezza**, dovute alla maggiore densità e variabilità topologica dello stereoma, che segue l'intensità e la direzionalità nei punti in cui la sollecitazione meccanica è maggiore. L'incredibile architettura



porosa dello stereoma può essere presa come modello di ispirazione funzionale per lo sviluppo tecnologico in numerosi ambiti applicativi, quali: socche e *scaffold* strutturalmente ottimizzati, la cui porosità gerarchica potrebbe fungere da modello anche per nuovi sistemi di filtraggio e sistemi ad alta permeabilità. Le strutture porose sono di alto interesse per l'ingegneria del tessuto osseo e per il *bioprinting* 3D, ossia la stampa di scaffold 3D utilizzati come supporto alla formazione del tessuto e all'attaccamento iniziale delle cellule, nonché per riparare le protesi attraverso l'osteointegrazione. I migliori scaffold sono quelli dotati di: buona porosità, in grado di simulare il tessuto; resistenza meccanica, per offrire protezione e supporto; permeabilità, per dirigere il trasporto di sostanze nutritive; ampia area superficiale, da destinare alla crescita cellulare (Rider *et al.*, 2018).

Lo **stroma** presente in ogni elemento nei pori dello stereoma assume tuttavia un ruolo prioritario nell'integrità dell'intero scheletro, fornendo i principi fondamentali di **flessibilità** e **resistenza** strutturale. In particolare, la componente organica 1) comporta maggiore resistenza meccanica dello scheletro (Ellers, Johnson, & Moberg, 1998); 2) funge da stress-breaker, interrompendo la propagazione delle fratture grazie alla discontinuità a materiali di consistenza diversa (stroma : stroma= rigido : elastico); 3) determina una maggiore e rinforzo strutturale tra le diverse componenti e sub-componenti, come ad esempio i legamenti flessibili del tessuto connettivo nelle suture tra le piastre della teca (Ellers *et al.*, 1998); 4) sostiene e ripara la struttura minerale (Gilbert & Wilt, 2011). Innesti tra materiali diversi, grazie alla loro particolare capacità di ostacolare la propagazione delle fratture, possono dunque essere presi in considerazione nel ridesign di veicoli automobilistici, nautici, aereospaziali così come in molti altri ambiti ancora, ad esempio costruzioni edili più resilienti, imballaggi funzionali, caschi e protezioni.

Lo studio effettuato sulla **teca** ha mostrato, invece, come l'organizzazione strutturale della teca di *P.lividus* sia capace di ridurre di un ordine di grandezza gli stress puntuali rispetto a una struttura monolitica. La comparazione ha indicato come l'organizzazione modulare della struttura, caratterizzata da una strategica suddivisione in piastre e da suture parzialmente flessibili, favorisca una sensibile riduzione dell'energia di sforzo agente su di essa, riducendo così anche la probabilità di una rottura locale e un eventuale catastrofico crollo globale. La strategia della teca di *P.lividus* garantisce così un'alta integrità e stabilità strutturale ed è per questo che si è scelto di trasferirla al progetto di due diversi dispositivi biomedicali: un tutore e un armonizzatore craniale. Forme, strutture e principi biologici sono stati così reinterpretati secondo analogia di funzione, e riprodotti in parametrico nei modelli CAD 3D dei dispositivi in modo tale da rispondere a specifiche esigenze di innovazione espresse dall'azienda e dal mercato, ossia: 1) **maggiore leggerezza**, data dall'arrangiamento poroso; 2) **alta resistenza e stabilità**, acquisita tramite la riproduzione di una struttura suddivisa in piastre esagonali con incastri parzialmente flessibili; 3) **traspirabilità**, fornita dall'elevata porosità strutturale e dalla suddivisione modulare che riduce la presenza di spazi chiusi; 4) **libera customizzazione**, data dall'alta versatilità di forme e geometrie ottenibili in progettazione e fabbricazione digitale e 5) **riduzione dei costi**, ripetitività di uno o pochi moduli standardizzati riproducibili con l'uso di stampa 3D.

[IL TUTORE]

Il tutore è un dispositivo medico la cui funzione è, in genere, quella di garantire immobilizzazione, protezione e supporto di un'articolazione colpita da traumi, fratture composte o distorsioni. Il tutore sviluppato nell'ambito della presente ricerca sfrutta principi bio-ispirati alla micro e macrostruttura degli echinoidi per la sua ottimizzazione strutturale e maggiore funzionalità. Utilizzando il software *Rhinoceros* annesso al suo *plug-in Grasshopper*, con algoritmi parametrici/generativi, sono stati riprodotti in un modello tridimensionale del tutore: 1) la porosità gerarchica, che determina **maggiore leggerezza e traspirabilità** strutturale e 2) la suddivisione in moduli esagonali dagli incastri semiflessibili per un'**alta resistenza e stabilità strutturale** (Fig. 4). Sulla base della radiografia del paziente, la trama bio-ispirata così creata viene infittita automaticamente nella regione in cui è localizzata la frattura e sfoltita nelle aree non funzionali, aumentandone leggerezza e traspirabilità a livello cutaneo. Il tutore è realizzato con l'uso della stampa 3D in materiale MED610 (già altamente adoperato in campo medico) che conferisce maggiore solidità strutturale, permeabilità e possibilità di personalizzazione di colore. Il prodotto finale, rispetto al normale gesso tipicamente utilizzato in ambito medico, risulta essere, quindi, un tutore customizzabile molto più traspirante; resistente; totalmente immergibile in acqua; leggero, aperto e poco ingombrante; igienico e conforme alle esigenze ergonomiche paziente.

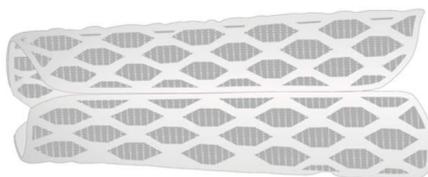
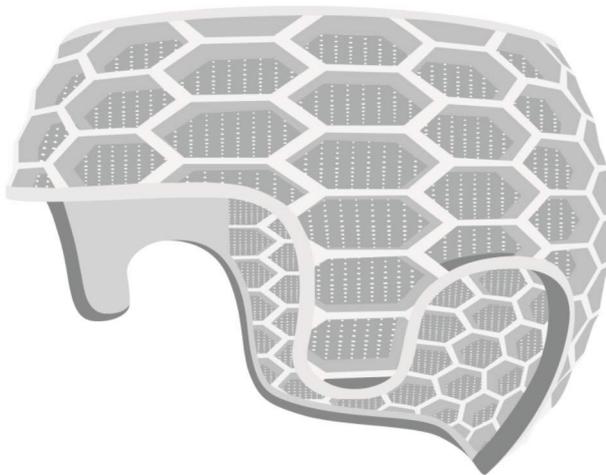


Fig. 4 Tutore bioispirato alla teca di riccio di mare *Paracentrotus lividus* leggero, resistente e semiflessibile.



[ARMONIZZATORE CRANIALE]

L'armonizzatore craniale è un dispositivo medico utilizzato nel trattamento della plagiocefalia, un'anormalità anatomica del cranio tipica degli infanti. L'ortesi craniale agisce in modo da consentire la crescita nelle aree non conformi e inibirli nelle zone eccessivamente prominenti, determinando così una passiva armonizzazione della testa. Le ortesi tradizionali previste per tale trattamento sono generalmente ingombranti e l'intera struttura, assieme all'imbottitura interna, risulta poco traspirante, pesante e vincolante al movimento della testa del bambino. È stato così sviluppato un nuovo armonizzatore craniale bio-ispirato alla strategia strutturale del riccio per incrementare **leggerezza e traspirabilità** della struttura, mantenendola al contempo solida e stabile per il corretto funzionamento del trattamento. Il modello dell'ortesi è stato generato utilizzando il software *Rhinoceros-Grasshopper*, riproducendo la porosità gerarchica e la suddivisione in moduli esagonali dagli incastrati semi flessibili (Fig. 5). Tale modello si adatta al calco cranico digitale ottenuto con scanner 3D che riproduce fedelmente il cranio e la deformità del piccolo paziente. Il prodotto finale così progettato viene fabbricato con stampa 3D e si concretizza, dunque, in una nuova ortesi su misura più traspirante, resistente, leggera, poco ingombrante, ed economica rispetto alle ortesi craniche oggi presenti sul mercato.



Ortesi craniale bioispirata alla teca di riccio di mare *Paracentrotus lividus*. Progetto di prodotto realizzato per rispondere alla necessità emergente di aumentare la traspirabilità e la leggerezza delle ortesi attualmente in commercio.

[CONCLUSIONE]

I risultati ottenuti sulla specie *P.lividus* hanno mostrato l'estrema complessità dello scheletro degli echinoidi regolari ed evidenziato diverse strategie strutturali. Le indagini effettuate sono state utili per comprendere in modo più approfondito la morfologia e le caratteristiche adattative degli echinoidi, che possono essere altresì trasferite alla progettazione di diversi prodotti attraverso i processi di bioispirazione. In particolare, lo studio dimostra come la variabilità della porosità e la divisione modulare dello scheletro degli echinoidi, associato a uno strategico uso di giunzioni flessibili e legamenti di collagene, sono soluzioni altamente funzionali per incrementare resistenza, flessibilità, leggerezza e adattabilità della struttura scheletrica. Queste caratteristiche rappresentano soluzioni ideali nell'ambito del redesign di svariati prodotti industriali. Sono stati qui riportati due possibili trasferimenti in dispositivi medicali complessi, quali il tutore e l'ortesi craniale, in continua evoluzione sul mercato per rispondere sempre meglio alle esigenze degli utenti. La presente ricerca dimostra quindi, in modo pratico ed effettivo, la validità del contributo biomimetico nella rapida innovazione di processo e di prodotto nei settori manifatturieri, così come il valido supporto alla ricerca biologica nello studio degli organismi.

[RIFERIMENTI]

- Alvargonzález, D. (2011). Multidisciplinarity, interdisciplinarity, transdisciplinarity, and the sciences. *International Studies in the Philosophy of Science*, 25(4), 387-403.
- Badarnah, L., & Kadri, U. (2015). A methodology for the generation of biomimetic design concepts. *Architectural Science Review*, 58(2), 120-133.
- Baltsavias, E. P. (1999). A comparison between photogrammetry and laser scanning. *ISPRS Journal of photogrammetry and Remote Sensing*, 54(2-3), 83-94.
- Benyus J. M. (2002). *Biomimicry*. New York: Harper Collins.



- Boivin, S., Saucède, T., Laffont, R., Steimetz, E., & Neige, P. (2018). Diversification rates indicate an early role of adaptive radiations at the origin of modern echinoid fauna. *PLOS ONE*, 13(4)
- Brusca Richard C., & Brusca Gary J. (1996) *Invertebrates*. Modena, Italy: Zanichelli 22, 873-911
- Carnevali, M. D. C., Bonasoro, F., & Melone, G. (1991). Microstructure and mechanical design in the lantern ossicles of the regular sea-urchin *Paracentrotus lividus*: A scanning electron microscope study. *Italian Journal of Zoology*, 58(1), 1-42.
- Cattaneo, P. M., Dalstra, M., & Frich, L. H. (2001). A three-dimensional finite element model from computed tomography data: a semi-automated method. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 215(2), 203-212.
- Darwin, C. (1859). *L'origine della specie*. Torino, Italia: Bollati Boringhieri
- Ellers, O., Johnson, A. S., & Moberg, P. E. (1998). Structural strengthening of urchin skeletons by collagenous sutural ligaments. *The Biological Bulletin*, 195(2), 136-144.
- Frank, M. B., Naleway, S. E., Wirth, T. S., Jung, J. Y., Cheung, C. L., Loera, F. B., & McKittrick, J. (2016). A protocol for bioinspired design: A ground sampler based on sea urchin jaws. *Journal of visualized experiments: JoVE*, (110).
- Gilbert, P. U. P. A., & Wilt, F. H. (2011). Molecular aspects of biomineralization of the echinoderm endoskeleton. In *Molecular Biomineralization* (pp. 199-223). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Grossmann, J.N., & Nebelsick, J.H. (2013) Stereom Differentiation in spines of *Plococidaris verticillata*, *Heterocentrotus mammillatus* and other regular sea urchins. In: Johnson, C. (Ed) *Echinoderms in a changing World*. Proceedings of the 13th International Echinoderm Conference (pp. 97-104) London, UK: Tasmania, CRC Press.
- Hamm, C. (2015) *Evolution of Lightweight Structures. Analyses and Technical Applications*. Netherlands: Springer.
- Helms, M. E., Vattam, S. S., Goel, A. K., Yen, J., & Weissburg, M. (2008). Problem-driven and solution-based design: twin processes of biologically inspired design.
- Hsieh, J. (2009). *Computed tomography: principles, design, artifacts, and recent advances*. Bellingham, WA: SPIE.
- Jelinek, F., Goderie J., van Rixel A., Stam D., Zenhorst J., & Breedveld, P. (2014). Bioinspired crown-cutter-The impact of tooth quantity and bevel type on tissue deformation, penetration forces, and tooth collapsibility. *J. Med. Devices*. 8 (4), 1-6
- Knipppers J., & Speck T. (2012) - Design and construction principles in nature and architecture. *Bioinspir. Biomim.*, 7: 015002
- Langella, C. (2007) *Hybrid design. Progettare tra tecnologia e natura*. Milano: Franco Angeli, pp. 15-29.
- Langella, C. (2012) Collaborative intersections. *Confluenze creative*. In Langella C., Ranzo, P. *Design Intersections. Il pensiero progettuale intermedio* (pp. 23-41). Milano, Italy: Franco Angeli.
- Langella, C., & Santulli, C. (2017) Processi di crescita biologica e Design parametrico. *MD Journal*, 14.
- Langella, C. (2018). Ibridazioni materiche. Intersezioni tra design, chimica e biologia. In Lucibello S. (Ed), *Esperimenti di design ricerca e innovazione con e dei materiali* (pp. 111-125). Trento, Italy: LISTlab
- Langella, C., La Tilla, V., & Perricone, V. (2019) *Design for Visualization of science*. Milan, Italy: Digicult - Digital Art, Design & Culture
- Lawrence H.M (2001) *Edible Sea Urchins: Biology and Ecology*. London, UK: Elsevier.
- Leigh, S. J., Bowen, J., Pursell, C. P., Covington, J. A., Billson, D. R., & Hutchins, D. A. (2012). Rapid manufacture of monolithic micro-actuated forceps inspired by echinoderm pedicellariae. *Bioinspiration & biomimetics*, 7(4), 044001.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242.
- Lawrence, J. M. (2001). *Edible sea urchins: biology and ecology*. Amsterdam: Elsevier.
- Lewes, G. H. (1875). *Problems of Life and Mind*. London: Kegan Paul, Trench, Turbner, and Co.
- Linder, W. (2009). *Digital photogrammetry*. Berlin: Springer.
- Monod, J., & Busi, A. (1970). *Il caso e la necessità: saggio sulla filosofia naturale della biologia contemporanea*. Milano: Mondadori.
- Moureaux C, Pérez-Huerta A, Compère P, Zhu W, Leloup T, Cusack M, Dubois P (2010) Structure, composition and mechanical relations to function in sea urchin spine. *J Struct Biol*, 170:41-49
- Nebelsick, J.H., Dynowski, J.F., Grossmann, J.N., & Tötze, C. (2015) Echinoderms: hierarchically organized light weight skeletons. In Hamm, C. (ed) *Evolution of light weight structures. Analyses and technical applications* (pp. 141-154). Dordrecht: Springer.
- Nicolescu, B. (2003). Definition of transdisciplinarity. *Rethinking Interdisciplinarity*, 29.
- O'Connor, T. (1994). Emergent properties. *American Philosophical Quarterly*, 31(2), 91-104.
- Pauli, G. A. (2010). *The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs*. Boulder, Colorado: Paradigm publications.
- Presser, V., Schultheiß, S., Kohler, C., Berthold, C., Nickel, K. G., Vohrer, A., ... & Stegmaier, T. (2011).



Lessons from nature for the construction of ceramic cellular materials for superior energy absorption. *Advanced Engineering Materials*, 13(11), 1042-1049.

Rayfield, E. J., Norman, D. B., Horner, C. C., Horner, J. R., Smith, P. M., Thomason, J. J., & Upchurch, P. (2001). Cranial design and function in a large theropod dinosaur. *Nature*, 409(6823), 1033.

Rayfield, E. J. (2007). Finite element analysis and understanding the biomechanics and evolution of living and fossil organisms. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 35, 541-576.

Rider, P., Kačarević, Ž. P., Alkildani, S., Retnasingh, S., & Barbeck, M. (2018). Bioprinting of tissue engineering scaffolds. *Journal of tissue engineering*, 9.

Rosenberg, N. (2010). Why do firms do basic research (with their own money)? In Rosenberg, N. (Ed) *Studies On Science And The Innovation Process: Selected Works of Nathan Rosenberg* (pp. 225-234). World Scientific Pub Co Inc.

Sakao, T., Shimomura, Y., Sundin, E., & Comstock, M. (2009). Modeling design objects in CAD system for service/product engineering. *Computer-Aided Design*, 41(3), 197-213.

Smith, A. B. (1980). Stereomicrostructure of the echinoid test. *Paleontology*, 25, 1-81.

Smith, A. B. (1990) Biom mineralization in Echinoderms. In: Carter JG (ed) *Skeletal biomineralization: Patterns, process and evolutionary trends* (pp 413-443). New York: Van Nostrand Reinhold.

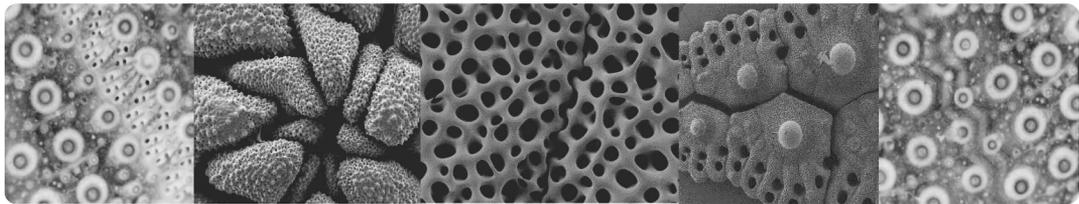
Speck, O., Speck, D., Horn, R., Gantner, J., & Sedlbauer, K. P. (2017). Biomimetic bio-inspired biomorph sustainable? An attempt to classify and clarify biology-derived technical developments. *Bioinspiration & biomimetics*, 12(1), 011004.

Tsafnat N, Fitz Gerald JD, Le HN, Stachurski ZH (2012) Micromechanics of sea urchin spines. *PLoS One* 7(9):e44140.

Wainwright S. A., Biggs W. D., Currey J. D., Gosline J. M., (1976) *Mechanical design in organism*. London, UK: Edward Arnold Publishers.

[SCHEDE TECNICHE DELLE COMPONENTI FUNZIONALI E POTENZIALE BIOMIMETICO]

[TECA]



Descrizione – La teca di *P. lividus* ha una forma emisferica, a simmetria radiale. Si distinguono numerose piastre organizzate in quattro sistemi pentameri: 1) **sistema coronale**, composto da 10 aree meridiane suddivisibili in 5 aree interambulacrali, che sorreggono aculei e pedicellarie, e 5 aree ambulacrali, perforate da pori per il passaggio di pedicelli ambulacrali; 2) **sistema apicale**, con 5 piastre genitali, alternate a 5 piastre oculari più piccole e il madreporite; 3) **sistema periproctale**, con piastre embricate disposte in cerchi irregolari che ricopre la membrana sulla quale si apre l'ano; 4) **sistema peristomatico** formato da piastre più o meno numerose che proteggono la membrana compresa tra il margine adorale della corona e la bocca [1].

Funzione – Protezione degli organi viscerali e sostegno meccanico.

Dettagli funzionali e proprietà trasferibili:

- **Suddivisione in piastre.** La teca degli echinoidi è una struttura modulare suddivisa in piastre, ognuna con diversa forma e funzione [2], che dona agli organismi maggiore flessibilità durante la crescita e maggiore resistenza strutturale.
- **Disposizione delle piastre.** Le piastre sono disposte in modo tale che un massimo di tre si intersechino in un nodo, formando i cosiddetti "vertici trivalenti" ben noti in natura, che conferiscono maggiore stabilità e resistenza all'intera struttura [2][3].
- **Giunzioni flessibili.** Il collegamento tra le piastre è caratterizzato da una serie di protrusioni digitiformi, che si incastrano le une con le altre, e da fibre di collagene, che uniscono le piastre come delle vere e proprie cuciture organiche. L'azione delle fibre di collagene permette di dissipare le forze normali, di taglio e flessionali, aumentando la stabilità della struttura [4][5].

1. Allasiaz, A. (1991). *Paleontologia generale e sistematica degli invertebrati*. Genova, Italy: ECIG 2. Nebelsick, J.H., Dynowski, J.F., Grossmann, J.N., & Tötze, C. (2015) Echinoderms: hierarchically organized light weight skeletons. In Hamm, C. (ed) *Evolution of light weight structures. Analyses and technical applications* (pp. 141-154). Dordrecht: Springer.

3. Wester, T. (2002) Nature teaching structures. *Int J Space Struct* 17:135-147

4. Ellers, O., Johnson, A. S., & Moberg, P. E. (1998). Structural strengthening of urchin skeletons by collagenous sutural ligaments. *The Biological Bulletin*, 195(2), 136-144.

5. Wainwright, S. A., Biggs, W. D., Currey, J. D., & Gosline, J. M. (1976) *Mechanical design in organism*. London, UK: Edward Arnold Publishers.



Ispirazioni biomimetiche:

Le caratteristiche funzionali della teca risultano particolarmente utili per la progettazione di strutture stabili, resistenti, flessibili e adattabili da destinarsi a svariati settori industriali dall'architettura, all'*automotive*, al *packaging*, al biomedicale. La modularità ha molti benefici nel campo del design, quali: riduzione dei costi di produzione (ripetibilità di uno o pochi moduli e standardizzazione); flessibilità; libero aumento o riduzione in scala (aggiungendo o rimuovendo moduli); versatilità (nuove soluzioni per aggiunta di moduli diversi). I vertici trivalenti sono elementi validi e facilmente riproducibili nella progettazione (specialmente parametrica) di strutture stabili e robuste. Le giunzioni, con le loro forme e strutture, possono invece essere fonte di ispirazione per incastrati reversibili e irreversibili dotati di ampia resistenza e alto grado di flessibilità.

[LANTERNA DI ARISTOTELE]



Descrizione - La lanterna di Aristotele è un emblema biologico di perfetta interazione tra forma-funzione. Essa rappresenta il peculiare sistema scheletrico dell'apparato boccale degli echinoidi regolari, che risulta invece ridotto o totalmente assente negli irregolari. Presenta una simmetria pentaraggiata e rappresenta un sistema meccanico integrato, formato da diverse sub-componenti articolate. È infatti composta da dieci semi-piramidi saldate in corrispondenza degli interambulacri a due a due, che formano 5 piramidi. Le piramidi sono collegate fra loro da fibre muscolari e da ossicoli calcarei (le rotule), al di sopra dei quali si trovano altri ossicoli sottili, bilobati e leggermente ricurvi (i compassi). Ogni semi-piramide è composta da un'epifisi articolata lateralmente alla rotula. In totale le sub-componenti articolate del sistema della lanterna possono essere riassunte in 40 elementi: 5 denti, 10 semi-piramidi, 10 epifisi, 5 rotule, 5 compassi doppi [1] [2]. I movimenti della lanterna sono regolati da un complesso sistema di muscoli. I più importanti sono: i muscoli protrattori, che si inseriscono sulle epifisi e sulle zone interambulacrali; i muscoli retrattori, che si inseriscono sulle sporgenze interne delle piastre ambulacrali che circondano il peristoma, dette auricole, e sull'estremità inferiore delle piramidi; i muscoli inter-piramidali, che si innestano invece tra le facce laterali delle piramidi [1].

Funzione - Strumento di presa del cibo; raschiamento e scavo del substrato; supporto utile nella deambulazione.

Dettagli funzionali e proprietà trasferibili:

- **Suddivisione in sub-componenti articolate.** La lanterna risulta ben suddivisa in diverse componenti complementari legate da articolazioni bivalenti che incrementano al contempo sia la resistenza della struttura sia la sua capacità di deformazione e adattamento. Si tratta di uno strategico adattamento della struttura per rispondere all'eccessivo stress meccanico [2].
- **Forma, struttura e materiali dei denti.** I denti sono gli elementi soggetti a maggior stress meccanico della lanterna, dato il loro diretto impatto sul substrato. Presentano strategie funzionali per resistere alle forze normali, di taglio e ai momenti, grazie alla particolare forma e ai materiali utilizzati [2][3][4][5]. Macroscopicamente la forma del dente è ricurva e simile alla chiglia di una nave, la sezione infatti è a forma di T, e ciò ne incrementa la robustezza strutturale. I denti sono costituiti da particolari materiali compositi, straordinariamente simili a quelli artificiali, costituiti da una matrice omogenea e una fibrosa lamellare. La componente lamellare (piastre primarie) è distribuita nelle zone di massimo stress di compressione, mentre gli elementi fibrosi (prismi) nelle zone soggette a trazione[2][3][4][5]. I denti sono caratterizzati da una serie di piastre, che vanno una dopo l'altra a

[1] Allasinaz, A. (1991). Paleontologia generale e sistematica degli invertebrati. Genova, Italy: ECI

[2] Carnevali, M. D. C., Bonasoro, F., & Melone, G. (1991). Microstructure and mechanical design in the lantern ossicles of the regular sea-urchin *Paracentrotus lividus*: A scanning electron microscope study. *Italian Journal of Zoology*, 58(1), 1-42.

[3] Märkel, K., Gorny, P., & Abraham, K. (1977). Microarchitecture of sea urchin teeth. *Fortschr. Zool.*, 24: 103-114.

[4] Stock, S. R. (2014). Sea urchins have teeth? A review of their microstructure, biomineralization, development and mechanical properties. *Connective tissue research*, 55(1), 41-51.

[5] Wainwright, S. A., Biggs, W. D., Currey, J. D., & Gosline, J. M., (1976) *Mechanical design in organism*. London, UK: Edward Arnold Publishers.

[6] Killian, C. E., Metzler, R. A., Gong, Y., Churchill, T. H., Olson, I. C., Trubetskoy, V., & Mahamid, J. (2011). Self-Sharpening Mechanism of the Sea Urchin Tooth. *Advanced Functional Materials*, 21(4), 682-690.

Candia Carnevali, M. D., Lanzavecchia, G., Melone, G., Celentano, F. C., & Andrietti, F. (1988). Aristotle's lantern in the regular sea urchin *Paracentrotus lividus*. II. Biomechanical approach to the interpretation of movement. *Echinoderm Biology*. Rotterdam: Balkema, 663-672.



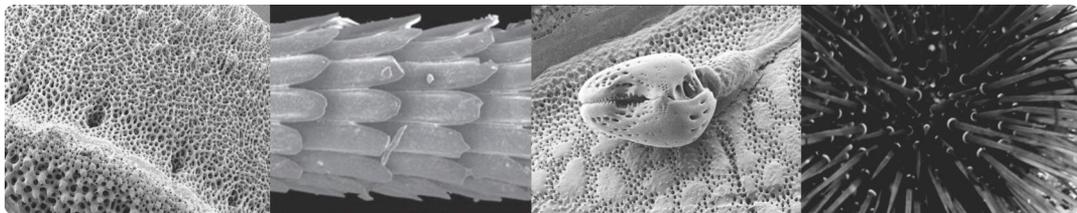
sostituirsi dopo essersi consumate. Mediante tale meccanismo di *self-sharpening*, la parte terminale dei denti viene mantenuta sempre affilata ed efficiente [6].

• **Sistema muscolare.** I muscoli antagonisti protrattori e retrattori consentono di protrudere o ritirare la lanterna all'interno o all'esterno della teca, mentre i muscoli interpiramidali ne determinano la sua apertura e chiusura. I retrattori tuttavia hanno un importante ruolo anche nel processare il cibo e nel meccanismo di apertura della lanterna. La lanterna può ampiamente muoversi o inclinarsi lungo il suo asse verticale, mentre il movimento di rotazione è limitato dalla membrana peristomiale. La relazione tra forza e lunghezza dei muscoli influisce sulla mobilità della lanterna. Maggiore mobilità consente maggiore adattabilità al substrato e ciò si dimostra particolarmente utile per il *grazing* algale che avviene solitamente su substrati topologicamente articolati [7].

Ispirazioni biomimetiche:

Le strategie adattative della lanterna di Aristotele sono numerose e nel loro complesso offrono un'ampia gamma di ispirazioni per strutture dotate di alta resistenza, leggerezza, libertà movimento e *gripping* a selettività variabile (legato alla forma e alla particolare chiusura rotata dei denti). Per analogia di funzione con l'attività di *grazing*, la lanterna potrebbe ad esempio essere considerata per la realizzazione di bracci robotici da agricoltura caratterizzati da un maggior grado di libertà di movimento, adattabilità al substrato e abilità di *gripping*. Materiali, forma e struttura dei denti risultano invece validi elementi di ispirazione per la realizzazione di nuovi materiali e artefatti bioispirati dotati di principi di alta resistenza e auto-affilamento.

[APPENDICI]



Descrizione - Le appendici sono elementi scheletrici congiunti e articolati sulla superficie della teca tramite tubercoli. Questi possono essere ricondotti a tre tipologie principali: sferidia, spine e pedicellarie.

Le sferidia sono minuti steli terminanti in una sfera, generalmente distribuiti nella regione adorale e in solchi della sutura perradiale [1].

Le spine degli echinoidi, dette anche aculei o radioli, si differenziano molto da specie a specie. Alcune sono lunghe, cave, sottili e appuntite, simili ad aghi, come in *P. lividus*, altre invece sono spesse cilindriche o appiattite, lunghe o corte, striate o variamente ornate. In alcune specie le spine sono dotate di sostanze velenose. La loro funzione è di difesa, di scavo, di riduzione dell'energia del moto ondoso e di locomozione [2].

Le pedicellarie sono invece minute appendici muscolari rese rigide da spicole calcaree e fissate su piccoli tubercoli. Il capo a forma di pinza si presenta mobile e specializzato nella presa, difesa e pulizia. Negli echinoidi si possono trovare 4 differenti tipologie: 1) **globicefale**, hanno forme diverse e sono caratterizzate da ghiandole velenose, valve che terminano in denti o zanne (funzionali per perforare la pelle dei predatori e iniettare il veleno) e ciglia che rispondono alla stimolazione tattile; 2) **ofiocefale**, hanno tre valve dentellate (semplici o ristrette) caratterizzate da un'ampia protrusione al di sotto della superficie articolata, la quale si pensa possa avere un significato strutturale nel dare maggiore forza di presa alle mascelle, consentendo loro di trattenere oggetti per periodi più lunghi prima dell'affaticamento muscolare; 3) **trifille**, le più piccole tra le quattro tipologie, sono attaccate alla teca da lunghi annessi muscolari e sono caratterizzate da tre valve arrotondate distalmente, con denti a incastro la cui funzione sembra sia quella di pulire il derma da placche batteriche e piccole particelle di detrito; 4) **tridentate**, sono le più grandi e le più comuni, dotate di tre valve con denti a incastro, sensibili al tatto e funzionali alla rimozione dal derma di grandi particelle di detrito e piccoli invertebrati parassiti come vermi policheti [3].

Dettagli funzionali e proprietà trasferibili:

[1] Allasinaz, A. (1991). *Paleontologia generale e sistematica degli invertebrati*. Genova, Italy: ECIG

[2] Carnevali, M. D. C., Bonasoro, F., & Melone, G. (1991). Microstructure and mechanical design in the lantern ossicles of the regular sea-urchin *Paracentrotus lividus*: A scanning electron microscope study. *Italian Journal of Zoology*, 58(1), 1-42.

[3] Märkel, K., Gorny, P., & Abraham, K. (1977). Microarchitecture of sea urchin teeth. *Fortschr. Zool.*, 24: 103-114.

[4] Stock, S. R. (2014). Sea urchins have teeth? A review of their microstructure, biomineralization, development and mechanical properties. *Connective tissue research*, 55(1), 41-51.



- **Giunzioni scorrevoli**, sono particolari tipologie di giunti sferici scorrevoli, presenti nel sistema di attacco spine-teca, che permettono il movimento fra due superfici articolate. La forma sferica del giunto consente ampi gradi di libertà di movimento regolati dal cono di muscoli e collagene [4].
- **Strutture cilindriche forti, rigide e leggere delle spine**. Le spine sono elementi porosi caratterizzati da una complessa gerarchia strutturale. Sono costituite da un nucleo centrale cavo circondato da un'area porosa che termina in una serie di cunei radiali. La superficie esterna presenta uno schema distinto di elementi appuntiti rivolti verso la punta della spina. Tra i cunei adiacenti sono presenti dei ponti che seguono un andamento elicoidale attorno all'asse longitudinale della spina. La forma cilindrica (molto ricorrente in natura e.g. ossa, aculei e fusti) presenta un'alta resistenza meccanica. I cunei e i ponti che ruotano attorno all'asse della spina agiscono in modo da concentrare le forze di sollecitazioni agenti sulla spina nella zona esterna della struttura, lasciando illeso il cilindro centrale. Gli spazi tra i cunei servono a impedire che le fratture si propaghino attraverso la struttura, aumentando di molto la resistenza della spina: rispetto, ad esempio, a una struttura cilindrica monolitica di calcite, le crepe devono infatti propagarsi separatamente in ciascun cuneo anziché propagarsi nell'intera sezione trasversale [5].
- **Sistemi reattivi e di presa delle pedicellarie**. Le pedicellarie rendono l'epitelio degli echinoidi sensibile e reattivo agli stimoli ambientali biotici e abiotici. Si figurano come elementi di *gripping* a selettività variabile in scala (dai piccoli detriti e alghe, alle grandi particelle di detrito, parassiti e predatori). Ogni forma risulta specializzata in diverse funzioni e il numero, la combinazione e la distribuzione sull'epitelio varia da specie a specie [3].

Ispirazioni biomimetiche:

Le giunzioni sferiche presenti tra spina e tubercolo possono essere considerate nel design di sistemi alternativi di agganci reversibili e irreversibili (e.g. aggancio di supporto monitor dotato di ampi gradi di libertà di movimento). La struttura della spina offre invece un'ampia gamma di ispirazioni per strutture cilindriche dotate di alta resistenza e leggerezza, utili in svariati campi industriali (e.g. edile, biomedicale, bio-materiali). Le pedicellarie si rivelano invece particolarmente utili alla progettazione di materiali interattivi, che trovano pratica applicazione nella realizzazione di dispositivi intelligenti, capaci di reagire agli stimoli esterni. Nel campo biomedicale, ad esempio, un possibile trasferimento potrebbe essere un nuovo sistema di micro-aghi per la somministrazione transdermica di farmaci in modo più efficiente e indolore.

[5] Wainwright, S. A., Biggs, W. D., Currey, J. D., & Gosline, J. M., (1976) *Mechanical design in organism*. London, UK: Edward Arnold Publishers.