

Essays & Viewpoint

design

ZOOMORFISMO, BIOMIMETICA E DESIGN COMPUTAZIONALE

ZOOMORPHISM, BIOMIMETICS AND COMPUTATIONAL DESIGN

Benedetta Terenzi*, Saverio Mecca**

ABSTRACT - L'articolo ripercorre le principali tappe della produzione umana focalizzandosi sul rapporto uomo/animale, dimostrando come esso abbia stimolato la nascita di nuove soluzioni tecniche ed espressive. In architettura l'immagine dell'animale è stata utilizzata tanto in modo allegorico che strutturale: dalla Sfinge alle rappresentazioni umanistico-rinascimentali, dall'Art Nouveau all'architettura biomorfa. Ugualmente ha ispirato la formalizzazione delle suppellettili: dalle proposte animalières e zoomorfe, alla bionica che ne reinterpreta la struttura e il comportamento meccanico, fino alle sperimentazioni di progettazione computazionale che danno forma a comportamenti naturali distillati in algoritmi.

The article explores the main stages of human production focusing on the relationship between man and animal, demonstrating how it has stimulated the emergence of new technical and expressive solutions. In architecture, the image of the animal has been used both in allegorical and structural terms: from the Sphinx to the humanistic-Renaissance representations, Art Nouveau to biomorphic architecture. It has likewise inspired the formalization of furnishings: from the *animalières* and zoomorphic propositions, to the bionic that reinterprets the structure and mechanical behavior, to the computational design experiments that shape the natural behaviors distilled in algorithms.

KEYWORDS: Zoomorfismo, bionica, design computazionale. Zoomorphis, bionic, computational design.

Se parliamo di 'natura' alludiamo a un concetto molto ampio, che può avere diversi significati e interpretazioni (Coates, 1998). La storia del concetto di natura è una parte molto significativa nella storia della cultura filosofica; si tratta di un'idea che nasce con la civiltà umana e si declina in modi diversi nei tempi e nei luoghi. Il concetto di natura, pertanto, non è immutabile (Pollo, 2015). Attraverso un continuo processo di tentativi ed errori, la natura si è evoluta e ha prosperato adattandosi alle condizioni mutevoli, utilizzando le risorse rinnovabili disponibili localmente; il tutto in modo efficiente e resiliente (Mecca et al., 2014). Contemporaneamente al mutabile significato che si attribuisce alla natura, cambia nel tempo il modo con cui l'uomo vi si riferisce, la vive, la interpreta. Del resto, la biologia è la scienza alla quale i teorici dell'architettura e del design si sono più frequentemente rivolti; molti dei più importanti traguardi scientifici e tecnologici sono stati suggeriti dall'osservazione dei fenomeni e delle strutture naturali.

Ma ripensare il rapporto con la natura, inevitabilmente porta l'essere umano a ripensare anche il suo rapporto con l'essere vivente a lui più prossimo: l'animale. L'uomo e l'animale hanno in comune un minimo denominatore legato alla natura di esseri viventi: il nascere, il morire, il vivere, la fame, la sete, la paura, il piacere e il dolore; tuttavia, mentre l'animale è relegato nel regno biologico, l'uomo vive anche la sfera del simbolico. Nel pensiero occidentale, il rapporto uomo-animale riveste un ruolo importante ed è rappresentato dall'avvento della filosofia in Grecia, nel sec. VII a. C. Tra i pensatori antropocentrici, Aristotele vedeva gli animali come 'anime rozze'. Egli definisce l'uomo 'zoon logon echon' (ζῷον λογὸν ἔχον)

'essere vivente dotato di parola' e nell'Etica Eudemia l'uomo è 'animale politico' (πολιτικὸν ζῷον). Altri pensatori, come Plutarco, difendono invece con forza gli animali considerandoli come esseri dotati di un'anima e di un'intelligenza.

In generale, però, nella filosofia classica, l'uomo è nettamente distinto dall'animale e questo pensiero porrà le basi per l'avvento e l'affermazione del pensiero scientifico antropocentrico moderno. Jacques Derrida nel suo testo postumo, *L'animale che dunque sono*, mostra tutte le debolezze e le forzature di un antropocentrismo che attraversa l'intera tradizione filosofica occidentale (da Descartes a Kant, da Heidegger a Lacan) sottolineando quanto labile e imprevedibile sia il confine tra l'uomo e l'altro animale; un confine che gli umani tentano continuamente di tracciare a difesa della propria specificità (Derrida, 2014). Già nelle culture antiche, gli animali hanno rivestito un'importanza particolare per il valore simbolico-dimostrativo. L'uomo osserva l'animale e legge il suo comportamento traendone insegnamenti sul modo di vivere in armonia con la natura e, allo stesso tempo, impara a gestire i propri istinti e a incanalarli in maniera utile a sé. Non solo, l'animale diventa spesso oggetto delle proiezioni della società: gli si attribuiscono vizi e virtù, capacità e atteggiamenti tipicamente umani in una forma di sublimazione che permette all'uomo di osservare se stesso attraverso ciò che è altro da sé (Cerulli, 1991).

In architettura, l'immagine dell'animale è stata utilizzata tanto in modo allegorico che strutturale; esso è stato rappresentato nei diversi edifici, presso tutte le culture e nelle diverse epoche storiche e, a volte, gli sono stati attribuiti importanti significati simbolici, i cui primordi si trovano nella *Sfinge* o nei *Leoni* della Porta di Micene.

Figg. 1, 2 - Assembly Process, ICD Institute for Computational Design; Prof. Achim Menges, ITKE Institute of Building Structures and Structural Design; Prof. Jan Knippers, ICD/ITKE Research Pavilion 2015-16.





Fig. 3 - Particolare dell'ICD/ITKE Research Pavilion 2016-17.

Con l'Umanesimo rinascimentale l'uomo inizia chiaramente a separare la sua identità, esaltandola, da quella dell'animale e allontanandosi dal pensiero che fino ad allora lo aveva in qualche modo legato ad essa (Ingraham, 2014). Cambia di conseguenza anche il ruolo dell'animale nei confronti delle opere architettoniche; dai doccioni medioevali in forma di leoni o altri animali fantastici, come i draghi del Duomo di Milano (ma già presenti nei templi greci), all'architettura barocca dove l'animale è investito ancora da funzioni simboliche: si pensi alle lucertole (simbolo di rinascita e di ricerca di Dio) e alle api (stemma della famiglia papale dei Barberini) rappresentate dal Bernini sul baldacchino sopra l'Altare della Confessione in San Pietro.

Alla fine dell'Ottocento l'architettura esce dallo storicismo per esprimersi con elementi più astratti, portando all'avvento dell'*Art Nouveau*. Osserva Renato Barilli riferendosi a Georges-Pierre Seurat: «Questo sistema egli lo trova nella razionalità che regola in natura la crescita dei corpi organici, vegetali e animali, e che riesce a conciliare l'essenzialità degli schemi geometrici con la fantasia e l'imprevedibilità di varianti» (Barilli, 2005). Mentre l'interpretazione zoomorfa riferita al binomio scheletro-struttura affonda le radici nel sec. XIX. Sia Viollet-le-Duc che Schuyler concepiscono la struttura in termini biologici e in Francia, il pensiero di Viollet-le-Duc influenza Auguste Perret, che utilizza il termine struttura con la stessa accezione: «i grandi edifici dei nostri tempi permettono l'uso di una struttura corporea, un'intelaiatura in acciaio o in cemento rinforzato, che sta nell'edificio come lo scheletro di un animale» (Forty, 2005, p. 295). Allo stesso modo Perronet riferendosi agli edifici gotici «[edifici] a imitazione della struttura degli animali: le alte colonne, il lavoro a traforo con costoloni trasversali e diagonali potrebbero essere compara-

ti alle ossa, e le piccole pietre e *voussoirs*, spesse solo quattro o cinque pollici, alla carne di questi animali» (Picon, 1998).

Il metodo della progettazione che riflette i principi desunti dal mondo naturale nella modellazione degli spazi, nella morfologia strutturale e nell'apparato decorativo, nel sec. XX prende il nome di *biomorfismo*. Il riferimento alla biologia risponde a un'idea di architettura come di un organismo 'vivente'. Essa si è espressa in passato, nei diversi luoghi del pianeta, con diverse accezioni: alcune rispondono a una interpretazione iconica del mondo animale, come le opere del modernismo catalano di Gaudì, il Guggenheim Museum di F. L. Wright, il Sydney Opera House, i ICD Research Pavilion 2015-17 (Figg. 1-3); in altri casi, la massima naturalità organica si esprime con la massima 'artificialità' tecnologica, ad esempio con 'pelli' in grado di far 'respirare' l'edificio e sintetizzare l'energia solare, come il Water Cube di Pechino o il Media ICT di Barcellona. Come ha osservato Philip Steadman vi sono aspetti degli artefatti e aspetti dei modi in cui i progetti sono realizzati che si prestano particolarmente bene a essere descritti e spiegati dalla metafora biologica «i concetti di 'completezza', 'coerenza', 'correlazione' e 'integrazione' usati per esprimere le relazioni non casuali tra le parti di un organismo vivente possono essere utilizzati altrettanto bene per descrivere analoghe qualità nei manufatti progettati con criterio» (Steadman, 1988, p. 55). Simili teorie sono state poi approfondite da Felix Vicq d'Azyr e, soprattutto, da Georges Cuvier con la sua regola di anatomia fondata sulla correlazione delle parti, secondo cui «tutti gli organi di uno stesso animale formano un sistema unico, le cui parti sono tutte concatenate, agiscono e reagiscono l'una rispetto all'altra, e non vi può essere alcun mutamento in ognuna di esse, senza che ciò non comporti una

analogia modificazione in tutte» (Cuvier, 1808).

Parallelamente, l'impegno dell'uomo ha privilegiato la ricchezza del regno animale anche nella definitiva formalizzazione delle sue suppellettili; se facciamo un veloce *excursus* formale, partendo dal neolitico, esse, di volta in volta, ritraggono fedelmente l'animale o i suoi aspetti (proposte *animalières*), ne mettono in risalto l'indole (simbologie animaliste e bestiari medievali), ne usano direttamente parti o componenti (con maggiore o minore zoomorfismo), ne reinterpretavano la peculiare struttura e il comportamento meccanico, la bionica (Terenzi, 2016). All'inizio della loro storia, gli utensili di origine animale mostrano una forma strettamente legata alla funzione; successivamente, questa tipologia di oggetti passa attraverso l'interpretazione apotropaica e artistica, fino a divenire fonte di ispirazione e motivo di contaminazione. Un esempio è fornito dai richiami zoomorfi presenti negli arredi fin dall'antichità. Dalla civiltà egiziana fino a quella classica, molti oggetti di arredo erano caratterizzati da zampe o testine di animali, quasi per affermare una loro emancipazione espressiva rispetto alla mera funzione ai quali erano destinati; come fossero essi stessi 'animali domestici' collocati a protezione della casa (Branzi, 2008). È comunque interessante notare come, a partire dalla seconda metà del secolo scorso fino ad oggi, *designers* e progettisti italiani e stranieri si siano curiosamente rifatti, più o meno volutamente, al mondo animale dando vita a una serie di oggetti che hanno in comune nella forma, nel nome o in entrambi un preciso riferimento zoofilo: dalla seduta *Lombrico* di Zanuso, al divano *Aster Populus* dei fratelli Campana, dalla libreria *Bookworm* di Ron Arad, allo spremiagrumi *Juice Salif* di Philippe Stark, dalla lampada-seduta *Elephant* di Richard Hutten, alle *Monkey Lamp* o *Mouse Lamp* di Seletti, come fossero un nuovo esercito di animali da compagnia (Figg. 4, 5).

In tal senso, è possibile identificare due diversi modi di operare. Da un lato, come sottolinea Silvana Annicchiarico, la suddetta tendenza zoofila rinvia a un complesso meccanismo simbolico che tende a collocare, negli ambienti domestici, sostituti o surrogati oggettuali di quel mondo animale che è stato inevitabilmente espulso dalle case, come «prótesi affettive che evocano il ricordo della naturalità e della promiscuità perduta e, in qualche caso, rifiutata» (Annicchiarico, 2015); la *Bear chaise longue Dubhe* e il *Dog pouf Klipper* di Visionnaire o le librerie zoomorfe di Ibride (Figg. 6, 7). Dall'altro, alcuni progettisti si impegnano a camuffare precise caratteristiche degli oggetti con forme antropomorfe o zoomorfe, non per una maggiore funzionalità ma per puro gioco, per *humour*, per una maggiore efficacia comunicativa. In questo senso i prodotti di Alessi sono emblematici: dalla collezione *Family Follow Fiction* del 1992, all'ultima collezione di posate *Colombina Fish* disegnata da Fuksas. Attraverso forme, materiali e colori di un linguaggio espressivo ludico, si mira a richiamare la memoria affettiva del fruitore, con l'intento di 'liberare' l'innato impulso ludico dell'uomo, essenziale nella dimensione estetica (come sosteneva Marcuse). Si dà luogo, così, a un fenomeno di 'gadgettizzazione' degli oggetti di uso comune, inaugurando un nuovo linguaggio nel design che potremmo definire neo-organico (Terenzi, 2017).



Fig. 4 - The Rhino Chairs, designer Maximo Riera, 2011.

C'è però un terzo fenomeno che ha favorito la diffusione di forme zoomorfe, e comunque desunte dalla natura, che ha origine agli inizi del sec. XX e che è l'evidente *fil rouge* che ci ricollega alle sperimentazioni più evolute sulla tecnica costruttiva e sulla formalizzazione degli 'oggetti' architettonici e di design più innovativi: da un lato lo sviluppo della bionica e della cibernetica, dall'altro la biomimetica. Nel primo caso ci riferiamo alla trasposizione di funzioni sensorie e motorie degli organismi viventi in dispositivi analogici e allo studio di processi riguardanti 'la comunicazione e il controllo nell'animale e nella macchina' (Wiener, 1948) che, riconducendosi qui alla teoria di Descartes¹, parte dalle ipotesi che vi sia una sostanziale analogia tra i 'meccanismi di regolazione' delle macchine e quelli degli esseri viventi. La biomimetica, invece, intende la natura come fonte di ispirazione; essa implica una 'cosciente emulazione del genio della natura' (Benyus, 1997) e tende a modificare i presupposti su cui si basa il binomio società-ecosistema. Lo sviluppo di progetti, prodotti, processi e sistemi biomimetici necessita quindi di una organizzazione metodologica innovativa per poter gestire l'artificializzazione delle soluzioni naturali, di imitazione o di ispirazione. Il processo di innovazione biomimetica si esprime in due modi: sia partendo dallo studio della natura per raggiungere un risultato artificiale, sia partendo da un'esigenza specifica del mondo artificiale stesso (Pagani et al, 2016) (Figg. 8, 9).

Nella ritrovata centralità della natura, le sperimentazioni di scheuomorfismo, mimesi e *camouflage* praticate a partire dagli anni '20 e '30 da alcuni progettisti rifletterono su come, nel procedere dell'evoluzione delle piante e degli animali, la natura stessa aveva già realizzato una grande varietà di 'invenzioni', riscontrabili nel design degli organi, o negli adattamenti degli arti. L'idea sottesa a questo metodo di approcciarsi al progetto è che l'opera in sé possa essere in grado di trasmettere lo stesso fascino insito nella natura, seppur prodotto dall'uomo, risvegliando in lui, inconsciamente, quel senso primordiale che solo la natura è in grado di attivare. Così, gli oggetti

di design, grazie allo sviluppo della tecnica e delle capacità progettuali, hanno progressivamente assorbito e nascosto la forma del corpo, umano o animale, che li ha ispirati o che hanno cercato di sostituire. Negli anni Sessanta il design organico dà vita al biomorfismo e negli anni Novanta alimenta il rapporto tra dati ergonomico-antropometrici e design.

Negli ultimi dieci anni, l'architettura e il design hanno riscoperto le valenze estetiche e tecniche fornite dalla natura, esprimendo proposte formali innovative, affrontate con mezzi che si riferiscono al proprio tempo e che si propongono come risposta ai bisogni correnti. Riportare alla base della visione progettuale la necessità di integrare il progetto con l'ecosistema è proprio uno degli aspetti della corretta progettazione biomimetica. Sulla scia della rivoluzione digitale, una giovane generazione internazionale di architetti sta sperimentando il potenziale dell'applicazione del computer al campo del design e dell'architettura, portandolo fino alle estreme conseguenze, con soluzioni a cavallo tra biologia, matematica e genetica, codificando la materia con parametri algoritmici. Le opere che ne derivano sono caratterizzazioni sensibili, fisiche e virtuali dell'elaborazione del dato; le logiche matematiche diventano spunti generativi di soluzioni formali e funzionali interattive, sia nella loro fase creativa (design generativo e parametrico), sia nella loro fase funzionale (oggetti intelligenti, spazi immersivi e multisensoriali).

Da anni Ilaria Mazzoleni, presso il *Southern California Institute of Architecture (SCI-Arc)* dove insegna, promuove studi seguendo questo approccio all'architettura ma con particolare riferimento proprio alla zoologia. Utilizzando il regno animale come fonte di ispirazione, la professoressa cerca di infondere un cambiamento nel pensare l'applicazione dei principi biologici al design e all'architettura. Si concentra sull'analisi di come gli organismi si siano adattati ai diversi ambienti e traduce i principi appresi nell'ambiente costruito. In particolare, si ispira alla diversità dei rivestimenti di animali, riferiti in larga misura alla pelle, e li applica alla progettazione di involucri edilizi.

Come la pelle è un organo complesso che esegue una moltitudine di funzioni, come un legame tra il corpo e l'ambiente, allo stesso modo gli involucri progettati dalla Mazzoleni fungono da interfacce tra i fruitori dell'architettura e gli elementi esterni.

L'architetto Andrasek dirige l'*Architectural Design Program* presso la UCL Bartlett School of Architecture, ha fondato il centro sperimentale Biothing e dirige *Wonderlab. Biothing*; si concentra sul potenziale generativo dei sistemi computazionali fisici e artificiali per il design. I progetti di Biothing vanno dagli accessori di moda e dal design dei prodotti ai grandi settori strutturali e urbani. Nel loro lavoro, il design è inteso come iscrizione genetica; secondo Alisa Andrasek «in modo non dissimile da quello dell'ingegneria genetica, il designer scrive sequenze di codici nella generazione di forme immateriali di intelligenza». Parallelamente, in Wonderlab la sperimentazione riguarda l'utilizzo di grandi quantità di dati che permettono di attraversare le scale e le discipline, per andare veramente dal micro al macro, immergendosi in nuove scoperte provenienti dalla scienza dei materiali, testandole in applicazioni di progettazione a grande scala.

Un'interpretazione sinestetica a questo tipo di approccio al design, invece, è quella di Philip Beesley, docente e direttore del *Living Architecture Systems Group* di Waterloo, in Canada. La sua architettura respira, lampeggia, pende e perfino vaporizza, in risposta all'ambiente in cui è collocato. In questa complessa possibilità di movimenti, Beesley da un lato sperimenta il potenziale dell'architettura per provocare l'emozione attraverso un'interazione sensibile, dall'altro evidenzia l'importanza di un design 'sensibile' sia nel processo di progettazione che nella sua realizzazione. Esplorando la possibilità di creare ambienti dotati di intelligenza ed empatia e con un senso di relazione reciproca che propone una trasformazione fondamentale del modo in cui concepiamo architettura, Beesley afferma che «il design classico insegna che l'ambiente riceve semplicemente la nostra volontà, che deve essere padroneggiato [...] Invece possiamo entrare in un rapporto reciproco, quindi ci sarà un senso rinnovato di condivisione su come un essere umano funziona nel mondo» (Fig. 10).

Anche la coppia di architetti digitali Benjamin Aranda e Chris Lasch sfrutta la tecnologia per gestire geometrie complesse ma, a differenza di molti loro colleghi, è più interessata ai processi che ai modelli. La loro continua ricerca (il loro manifesto è uscito nel 2005, *Pamphlet Architecture # 27: Tooling*) esplora il design algoritmico come un *continuum* che si estende dalle tecniche di pro-



Fig. 5 - Sedute di Haas Brothers, 2015.

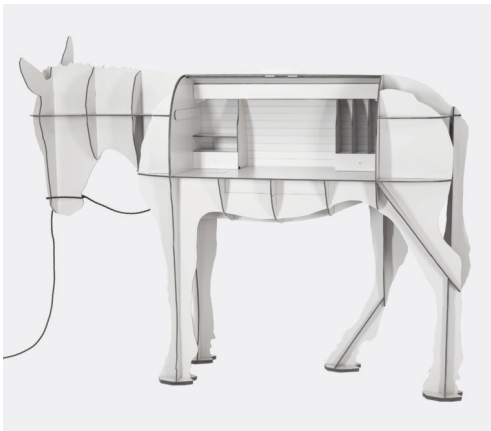


Fig. 6 - Secretary desk Maturin, Ibride, 2011.

gettazione e architettura informatizzate. Nel loro progetto *Baskets* esposto al MoMA nel 2015, i due architetti hanno digitalizzato i modelli descritti da Terrol Dew Johnson, artigiano fabbricatore di cesti ed egli, in risposta, ha reso fisici gli algoritmi digitali forniti dagli architetti. Insieme hanno prodotto una raccolta di costruzioni tessili sperimentali che evidenziano il parallelo tra artigianato, design e architettura: processi basati su algoritmi digitali e analogici, pratiche manuali e automatizzate ripetute e diversi metodi di condivisione delle conoscenze (Fig. 11).

Altro personaggio di spicco è la professoressa Neri Oxman, che da anni conduce ricerche sui nuovi modi di interazione tra le tecnologie di produzione digitale e il mondo biologico; il suo lavoro apre la strada a una nuova era di simbiosi tra microorganismi, corpo umano, prodotti industriali ed edifici. Oxman sottolinea come oggi ogni progettista sia diviso tra lo scalpello e il gene, tra la macchina e l'organismo, tra il montaggio e la crescita, tra Henry Ford e Charles Darwin: due visioni del mondo, l'emisfero destro e il sinistro, l'analisi e la sintesi; il suo lavoro si occupa di unire queste due visioni allontanandosi dal concetto di assemblaggio e avvicinandosi a quello di crescita. Secondo Oxman la confluenza tra il design computazionale, che permette di creare forme complesse partendo da semplici formule, la produzione additiva, che consente di produrre parti aggiungendo materiale invece di sottrarlo, l'ingegneria dei materiali, che studia il comportamento dei materiali in alta definizione, la biologia sintetica, che permette di dar vita a nuove funzionalità biologiche agendo sul DNA, fornisce ai progettisti degli strumenti che mai prima d'ora avevamo avuto a disposizione (Figg. 12, 13).

Tra i suoi lavori più interessanti, sviluppati in collaborazione con Craig Carter, c'è *Imaginary Beings: Mythologies of the Not Yet* del 2012, una raccolta di 18 prototipi per il corpo umano ispirato al *Manuale di zoologia fantastica* scritto da Jorge Luis Borges: una collezione di 'superpoteri' per umani, ispirati alla natura. Questo lavoro utilizza nuove tecnologie di stampa 3D multi-materiale e nuove funzionalità di progettazione, come la stampa, per supportare le prestazioni e l'espressione dei materiali, che aumentano sia le proprietà fisiche che ambientali di questi oggetti indossabili: una 'biblioteca di algoritmi' ispirata alle forme trovate in natura (Figg. 14, 15). Del resto, in tutta la



Fig. 7 - Low Res Elephant, design Richard Hutten per Gispén, 2012.

storia del design, gli esseri umani hanno tentato l'irraggiungibile. Dai veicoli a propulsione umana di Da Vinci, ispirati alle ali di Icarus, alle invenzioni di auto-riparazione e rigenerazione materiale che risalgono al mito del fegato prometeo: il design ha sempre affrontato l'amplificazione delle potenze o la compensazione dei limiti umani.

Oggi le sperimentazioni del design computazionale propongono diversi scenari: il binomio design-tecnologia, dove la tecnologia è declinata nella sua natura digitale, ma anche il design computazionale, che varca la soglia freddamente tecnologica del termine individuando nella 'computazione' un metodo di innovazione creativa, associativa, che dispone verso i mondi dell'intelligenza artificiale per la creazione di geometrie, spazi ed oggetti che ibridano la virtualità con il tangibile. In questa nuova via alla progettazione, quindi, il design diviene la caratterizzazione sensibile, fisica e virtuale, dell'elaborazione del dato desunto dall'imitazione della natura. Se, con l'avvento della tecnologia, l'uomo ha inizialmente teso a sfruttarla per dominare la natura, gli attuali sviluppi dimostrano che oggi è possibile dominare la tecnologia grazie all'osservazione e all'imitazione della natura. Janine Benyus, una degli scienziati più attivi nel settore della biomimetica, è fermamente convinta che «più il mondo degli uomini funziona in modo simile a quello naturale, più a lungo resisteremo in questa grande casa, che è anche nostra ma non solo nostra».

ENGLISH

When we talk of 'nature' we are referring to a very broad concept, which can have different meanings and interpretations (Coates, 1998). The history of the concept of nature is a very significant part of the history of philosophical culture; it is an idea that is born with human civilization and declines in different ways in times and places. The concept of nature, therefore, is not immutable (Pollo, 2015). Through a continuous process of trial and error, nature has evolved and has flourished adapting to changing conditions and using locally available renewable resources; all in an efficient and resilient way (Mecca et al, 2014). At the same time as the mutable meaning attributed to nature, the way man refers to it, lives it and interprets it changes over time. Moreover, biology is the science to which theorists of architecture and design have been most frequently addressed; many of the

most important scientific and technological goals have been suggested by the observation of natural phenomena and structures.

But rethinking the relationship with nature inevitably leads the human being to rethink his relationship with the living being closer to him: the animal. Man and animal have a minimal denominator in common, tied to the nature of living beings: birth, dying, living, hunger, thirst, fear, pleasure, and pain. However, while the animal is relegated to the biological kingdom, man also lives in the symbolic sphere. In Western thought, the relationship between man and animal plays an important role and is represented by the advent of philosophy in Greece in the 7th century BC among the anthropocentric thinkers, Aristotle saw animals as 'rude souls'. He calls man 'zoon logon echon' (ζῷον λογὸν ἔχον) 'living beings with speech' and in *Ethics* Eudemian man is 'political animal' (πολιτικὸν ζῷον). Other thinkers, such as Plutarch, strongly defend the animals by considering them as beings with a soul and an intelligence.

In general, though, in classical philosophy, man is clearly distinct from the animal and this thought will lay the foundations for the advent and affirmation of modern anthropocentric scientific thought. Jacques Derrida in his posthumous text *The Animal That Therefore I Am*, therefore, shows all the weaknesses and forcing of an anthropocentrism that crosses the entire western philosophical tradition (from Descartes to Kant, from Heidegger to Lacan), emphasizing how labile and uncatchable is the boundary between the man and the other animal. A boundary that humans constantly try to trace in defense of their specificity (Derrida, 2014). Already in ancient cultures, animals have been of particular importance for the symbolic-demonstrative value. Man observes the animal and reads its behavior and receives lessons on the way of living in harmony with nature and at the same learns to manage its own instincts and channels them in a useful way to himself. Not only that, the animal is often subject to the projections of society: it is attributed to vices and virtues, abilities and attitudes typically human in a form of sublimation that allows man to observe himself through what is beyond himself (Cerulli, 1991).

In architecture, the image of the animal has been used both in allegorical and structural terms; it has been represented in different buildings, in all cultures and in different historical epochs, and sometimes it has been given important symbolic meanings, of which first examples are found in the Sphinx or Lions of the Mycenaean Gate. With Renaissance Humanism, man begins to separate his identity, exalting it, from that of the animal, and moving away from the thought that



Fig. 8 - Smartbird del 2011, Robot sviluppato da Festo.

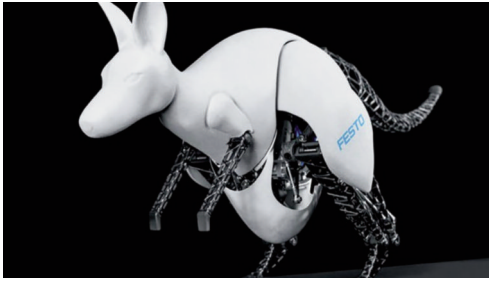


Fig. 9 - BionicKangaroo del 2014, Robot sviluppato da Festo.

until then had somehow tied him to it (Ingraham, 2014). The role of the animal in relation to architectural works also changes: from the medieval gargoyle in the form of lions or other fantastic animals such as the Dragons of the Milan Cathedral (but already present in Greek temples), Baroque architecture, where the animal is still invested by symbolic functions, we may think of lizards (symbol of rebirth and search for God) and bees (coat of arms of the Barberini papal family) represented by Bernini on the canopy above the altar of Confession in St. Peter.

At the end of the nineteenth century architecture emerged historicism to express itself with more abstract elements, leading to the advent of Art Nouveau. Renato Barilli observes referring to Georges-Pierre Seurat «[...] This system finds it in rationality that regulates the growth of organic, plant and animal bodies in nature, and which reconciles the essence of geometric patterns with fantasy and l'unpredictability of variants» (Barilli, 2005). While the zoomorphic interpretation related to the skeleton-structure binomial is rooted in the sec. XIX. Both Viollet-le-Duc and Schuyler conceive the structure in biological terms and in France the thought of Viollet-le-Duc influences Auguste Perret, which uses the term structure with the same meaning: «the great buildings of our times allow the use of a body structure, a steel frame or reinforced concrete, which is in the building as the skeleton of an animal» (Forty, 2005, p. 295). Similarly, Perronet referring to the Gothic buildings: «imitation of the structure of the animals: high columns, tunnel work with transverse and diagonal ribs could be compared to bones, and small stones and voussoirs, only four or five inches, to the meat of these animals» (Picon, 1998).

The design method that reflects the principles derived from the natural world applied to space modeling, structural morphology and decorative apparatus, takes the name of biomorphism in the twentieth century. The reference to biology responds to an idea of architecture as a living organism. It has been expressed in the past, in different places on the planet, with different meanings. Some respond to an iconic interpretation of the animal world, such as the works of Catalan Modernism by Gaudí, the Guggenheim Museum by F.L. Wright, the Sydney Opera House, the ICD Research Pavilion 2015-16 (Fig. 1-3). In other cases, the highest organic naturalness is expressed with the utmost 'artificial' technology, for example with 'skins' that can 'breathe' the building and synthesize solar energy, such as the Beijing Water Cube or the Media ICT in Barcelona.

As Philip Steadman observed, there are aspects of the artifacts, and aspects of the ways

in which the projects are realized, that are particularly well suited to be described and explained by the biological metaphor. «The concepts of 'completeness', 'coherence', 'correlation' integration 'used to express non-random relationships between the parts of a living organism can be used equally well to describe similar qualities in produced objects with a criterion» (Steadman, 1988, p. 55). Similar theories have been further explored by Felix Vicq d'Azyr and, above all, by Georges Cuvier with his anatomy rule based on the correlation of the parts, according to which «All organs of the same animal form a unique system, whose parts are all chained together, acting and reacting to each other, and there can be no change in each of them, without any similar modification in all» (Cuvier, 1808).

At the same time, the commitment of man has privileged the richness of the animal world even in the definitive formalization of his furnishings; if we make a quick formal excursus, starting from the neolithic, they, from time to time, reliably portray the animal or its aspects (propositions animalières), emphasizing the indole (animalistic and medieval bestiary symbols), they use them directly or components (with greater or less zoomorphism), they reinterpret the peculiar structure and mechanical behavior; the bionic (Terenzi, 2016). At the beginning of their story, animal-based tools show a form closely related to the function; subsequently, this type of object goes through the apotropaic and artistic interpretation, until it becomes a source of inspiration and a cause of contamination. An example is provided by the zoomorphic references in ancient furniture. From Egyptian civilization to classical culture, many furnishings were characterized by paws or heads of animals, almost to affirm their expressive emancipation with respect to the mere function to which they were destined; as if they were 'domestic animals' placed in the protection of the home (Branzi, 2008). It is interesting to note how, since the second half of the last century to the present, Italian and foreign designers were curiously

inspired, more or less deliberately, to the animal world, creating a series of objects that shared a particular zoophilic reference, in shape, in name or in both. From the Zanuso seat Lombrico, to Campana's Aster Populus Sofa, from Ron Arad's Bookworm bookcase, to Philippe Stark's Juice Salif, from Richard Hutten's Elephant Seat-Lamp, to Monkey Lamp or Mouse Lamp by Seletti, as if they were new a 'pet army' (Fig. 4, 5).

In this sense, it is possible to identify two different ways to operate. On the one hand, as Silvana Annicchiarico points out, the aforementioned zoophilic tendency refers to a complex symbolic mechanism which tends to place, in domestic environments, substitutes or surrogate of that animal world that has inevitably been expelled from our homes, as «affective prophecies that evoke the memory of naturalness and lost promiscuity and, in some cases, refused» (Annicchiarico, 2015); the Bear Dubhe Chaise Longue and the Klipper Dog Pouf by Visionnaire, or zoomorphic bookcases by Ibride (Fig. 6, 7). On the other, some designers are committed to camouflaging particular features of objects with anthropomorphic or zoomorphic shapes, not to give more functionality but only to play, for humor, or for greater communicative effectiveness. Alessi's products are emblematic: from the Family Follow Fiction collection of 1992, to the latest collection of Colombina Fish cutlery designed by Fuksas. Through forms, materials and colors of a playful language, it aims to recall the affective memory of the user, with the intent of awakening the innate human playful impulse, essential aspect in the aesthetic dimension (as Marcuse argued). It gives rise to gadgetization of commonly used objects, introducing a new language in design that we could define 'neo-organic' (Terenzi, 2017).

There is, however, a third phenomenon that has favored the spread of zoomorphic forms, and still deserted by nature, starting at the beginning of the sec. XX, that like a fil rouge is linked to the most advanced experiments on the construction technique and the formalization of the most innovative



Fig. 10 - Philip Beesley, Biennale di Architettura di Venezia 2010: installazione Terra Hylozoic (Padiglione del Canada).



Fig. 11 - Benjamin Aranda e Chris Lasch, con Terrol Dew Johnson, progetto Baskets 2015 esposto al MoMA.

architectural and design objects: on the one hand the development of bionics and cybernetics, on the other hand, biomimetics. In the first case, we refer to the transposition of sensory and motor functions of living organisms into analog devices, and to survey concerning «communication and control in the animal and in the machine» (Wiener, 1948) - recapturing to Descartes¹ theory - starts from the hypothesis that there is a substantial analogy between the 'mechanisms of regulation of machines' and those of living beings. Biomimetics, conversely, means nature as a source of inspiration, it implies a «conscious emulation of the genius of nature» (Benyus, 1997) and tends to change the assumptions on which the society-ecosystem binomial is based. The development of projects, products, processes and biomimetic systems therefore requires an innovative methodological organization in order to manage the artificialization of natural solutions, be they imitation or inspiration. The process of biomimetic innovation is expressed in two ways: either from the study of nature to achieve an artificial result, or from a specific requirement of the artificial world itself (Pagani et al, 2016) (Figg. 8, 9).

From the 1920s to the 1930s, nature is back to the center of general interest, and some designers experiment new formal solutions exploiting scheumorphism, mimesis and camouflage, and they reflect, on the fact, that in the evolution of plant and animal species, nature itself had already achieved a great variety of 'inventions'; for example, these are found in the design of organs, or in the adaptations of the limbs. The inspiration for this design method is that the artefact itself is able to convey the same fascination inherent in nature, awakening in him, unconsciously, that primordial sense that only nature can activate. Thus, thanks to the development of technique and design abilities, the same objects have progressively absorbed and hidden in themselves several shapes of human or animal body: the ones who inspired them or which tried to replace them. In the 1960s organic design initiated biomorphism and afterwards, in the 1990s fuelled the relationship between ergonomic-anthropometric data and design. Over the last decade, architecture and design have rediscovered the aesthetic and technical valorisation of nature by expressing innovative formal proposals tackled with means that relate to their own time and which propose to respond to current needs. Bringing the design perspective back to the need to integrate the project with the ecosystem is just one of the aspects of proper biomimetic design. In the wake of the digital revolution, a

young international generation of architects is experimenting with the potential of computer application in the field of design and architecture, with extreme consequences; they do this with cross-fertilization between biology, mathematics and genetics by codifying matter with algorithmic parameters. The resulting works are sensitive, physical and virtual characterizations of data processing. Mathematical logics become the generative ideas of formal and functional interactive solutions both in their creative phase (generative and parametric design) and in their functional phase (intelligent objects, immersive spaces, and multisensors).

For years Ilaria Mazzoleni, a professor at the Southern California Institute of Architecture (SCI-Arc), promotes studies following this approach to architecture but with particular reference to zoology. Using the animal kingdom as a source of inspiration, the professor seeks to infuse a change in thinking about applying biological principles to design and architecture. She focuses on the analysis of how organisms have adapted to different environments and translates the principles learned into the built environment. In particular, it is inspired by the diversity of animal coatings, largely related to skin, and applies them to the design of building envelopes. As the skin is a complex organ that performs a multitude of functions, a link between the body and the environment, in the same

way the wrapping designed by Mazzoleni act as interfaces between the users of the architecture and the external elements.

Architect Andrasek directs the Architectural Design Program at UCL Bartlett School of Architecture; she also founded the Biothing Experimental Center and directs Wonderlab. Biothing focuses on the generative potential of physical and artificial computational systems for design. Biothing projects range from fashion accessories and product design to large structural and urban areas. In their work, design is intended as genetic inscription. Says Alisa Andrasek «similarly to genetic engineering, the designer writes sequences of codes in the generation of immaterial forms of intelligence». At the same time, in Wonderlab experimentation involves the use of large amounts of data that allow to cross the dimensions and disciplines, to really go from micro to macro, immersing themselves in new discoveries from the science of materials, testing them in design applications at large scale.

A sinesthetic interpretation of this approach to design, however, is that of Philip Beesley, professor and director of the Living Architecture Systems Group in Waterloo, Canada. His architecture breathes, blinks, hangs, and even vaporizes, in response to the environment in which it is placed. In this complex possibility of movement, Beesley, on the one hand, experiences the potential of



Fig. 12 - Progetto WANDERERS di Neri Oxman e Craig Carter; Quattro opere d'arte indossabili: Mushtari, Zuhal, Otaared e Al-Qamar.



Fig. 13 - Chaise Gemini, sedia acustica. Il progetto è stato il primo ad utilizzare la tecnologia Connex3 triplo getto Stratasys, di Neri Oxman e Craig Carter.

architecture to provoke emotion through a sensible interaction, on the other, highlights the importance of a 'sensitive' design in both the design process in its realization. He explores the possibility of creating environments with intelligence and empathy and also with a sense of reciprocal relationship; this approach proposes a fundamental transformation of the way we conceive of architecture. Beesley asserts «classical design teaches that the environment simply receives our will, which must be mastered [...] Instead, we can enter into a mutual relationship, so there will be a renewed sense of sharing on how a human being works in the world» (Fig. 10).

Even the pair of digital architects Benjamin Aranda and Chris Lasch exploit the technology to handle complex geometries, but unlike many of their colleagues, they are more interested in processes and models. Their ongoing research (their scientific manifesto came out in 2005, Pamphlet Architecture # 27: Tooling) explores algorithmic design as a continuum extending from design techniques and computer architecture. In their project called Baskets exposed to MoMA in 2015, the two architects scanned the models described by Terrol Dew Johnson, a craftsman of baskets; in response, Terrol materializes the digital algorithms provided by architects. Together they have produced a collection of experimental textile constructions that highlight the parallel

between craftsmanship, design and architecture: The project therefore involves various processes: those based on digital and analog algorithms, manual and automated practices, and finally the various methods of knowledge sharing (Fig. 11).

Another prominent figure is the architect Neri Oxman, who for years has been researching the new ways of interacting between digital production technologies and the biological world; her work paves the way for a new era of symbiosis between microorganisms, human body, industrial

products and buildings. Oxman points out that today every designer is divided between the chisel and the gene, between the machine and the body, between mounting and growing, between Henry Ford and Charles Darwin: two visions of the world, the right hemisphere and left, analysis and synthesis; her job is to unite these two visions away from the concept of assembly and approaching that of growth. According to Oxman, the confluence between computational design, which allows to create complex forms starting from sim-



Fig. 14 - Leviathan 1, Armor; Imaginary Beings: Mythologies of the Not Yet, 2012, Neri Oxman e Craig Carter.



Fig. 15 - Pneuma 1, Armor; Imaginary Beings: Mythologies of the Not Yet, 2012, Neri Oxman e Craig Carter.

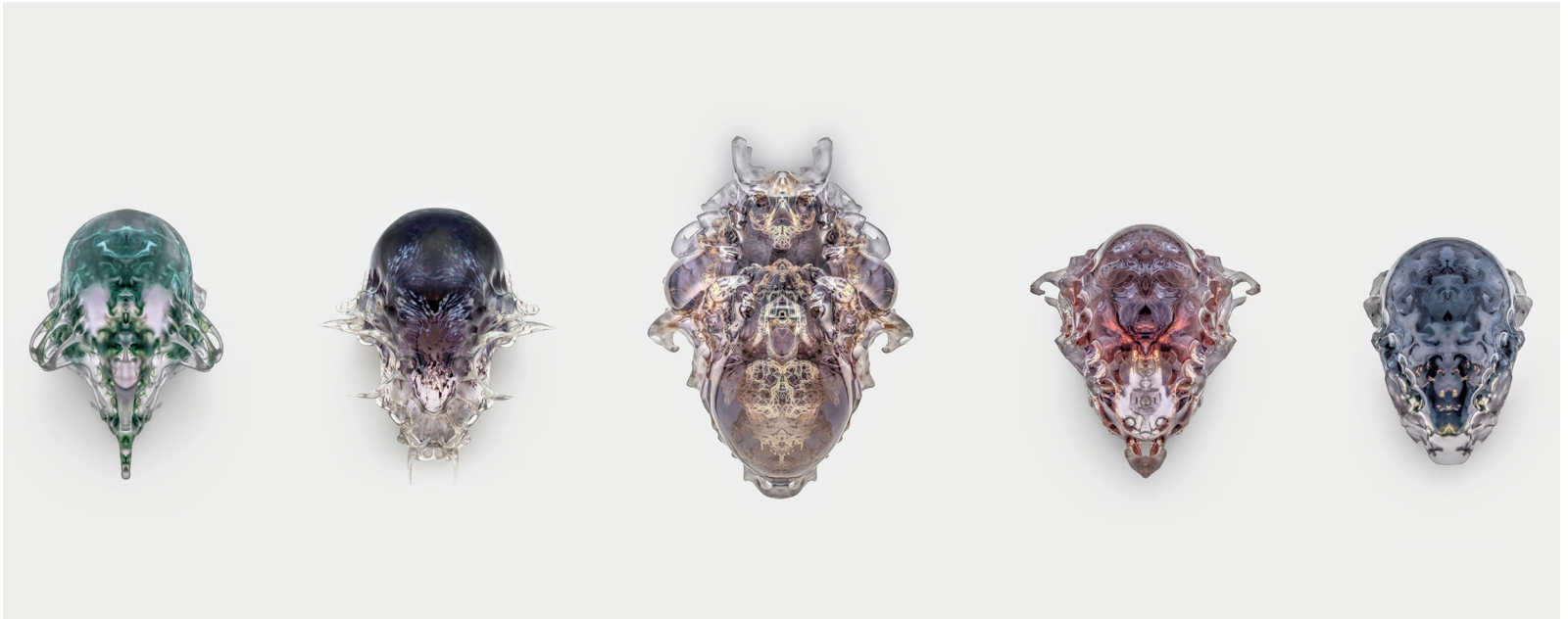


Fig. 16 - Neri Oxman e il suo Mediated Matter group del MIT Media Lab hanno creato una colorata serie di death masks che esplorano la transizione tra vita e morte, realizzate in collaborazione con 3D-printing company Stratasys, 2016.

ple formulas; the additive production, which allows to produce parts by adding material instead of removing it; material engineering, which studies the behavior of highly performing materials; Synthetic biology, which enables us to create new biological functions by acting on DNA, provide designers with the tools we have ever had before (Figg. 12, 13).

Among her most interesting works, developed in collaboration with Professor Craig Carter, there is *Imaginary Beings: Mythologies of the Not Yet* (2012) a collection of 18 human body prototypes inspired by the story of *Manual de zoología fantástica* by Jorge Luis Borges: a collection of 'superpowers' for humans, inspired by nature. This work utilizes new multi-material 3D printing technologies and new design features such as printing to support the performance and expression of materials that increase both the physical and environmental properties of these wearable objects: a 'collection of algorithms' inspired by shapes found in nature (Figg. 14, 15). Moreover, throughout the history of design, human beings have tried the unattainable. From Da Vinci's human propulsion vehicles, inspired by the Icarus wings, to the inventions of self-repair and material regeneration that date back to the myth Prometheus's liver: design has always faced the amplification of powers or the compensation of human limits.

Today computational design experiments offer different scenarios: one is the design-technology binomial, where technology is declining in its digital nature; another is the computational design that goes beyond the coldly technological threshold of the term and identifies in 'computation' a method of creative and associative innovation, leading us to the artificial intelligence worlds for the creation of geometries, spaces and objects that

hybridize virtuality with tangible. In this new approach to dealing with the problem, therefore, design becomes the sensitive, physical and virtual characterization of the elaboration of the data derived from the imitation of nature. If, with the advent of technology, man initially exploited nature to dominate it, current developments show that today's technology is dominated by the observation and imitation of nature. Janine Benyus, one of the most active scientists in the biomimetic's field, is firmly convinced that «the more the human being's world works in a similar way to the natural one, the longer we will be in this great house, which is ours but not only ours».

NOTES

1) Per il concetto di uomo-macchina, cfr.: Descartes (1664) *L'homme*, AT, XI, Parigi, Charles Angot, pp. 120-130; De la Mettrie, O. (1748), *Man a Machine*; Rosenfield, C. (1940), *From Beast Machine to ManMachine*, Octagon Books, New York, p. 19.

REFERENCES

Annicchiarico, S. (2015), *Animalità. Gli animali fantastici del Design*, Catalogo della Mostra, Triennale Design Museum, Corraini Edizioni, Mantova.
Barilli, R. (2005), *L'arte contemporanea: da Cézanne alle ultime tendenze*, Saggi Universale Economica Feltrinelli, Milano.
Branzi, A. (2008), *Introduzione al design italiano; una modernità incompleta*, Baldini Castoldi, Milano.
Benyus, J.M. (1997), *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, William Morrow Editor, New York.
Cerulli, E. (ed.) (1991), *Tra uomo e animale*, Edizioni Dedalo, Bari.
Coates, P. (1998), *Nature: Western Attitudes Since Ancient Times*, University of California Press.

Correia, M., Dipasquale, L., Mecca, S. (2014), *Versus, Heritage Tomorrow, Vernacular knowledge for sustainable architecture*, Didapress, Firenze.

Cuvier, G. (1808), "Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles depuis 1789 et sur leur état actuel", in Terenzi, B. (2017), *La casa animalier*, in AD Architectural Digest, giugno-2017, Condè Nast, Milano.
Wiener, N. (1968), *La cibernetica: controllo e comunicazione nell'animale e nella macchina*, Alberto Mondadori Editore, Milano.

* **BENEDETTA TEREZI** è architetto e Ph.D. in Disegno Industriale, Ambiente e Storia. È docente a contratto e assegnista presso il Dipartimento di Architettura (DIDA) dell'Università di Firenze. Svolge attività di ricerca (SSD ICAR/13) sull'innovazione dei componenti edilizi e sulla progettualità per i settori del product design, della comunicazione grafica e della moda. Cell. +39 393/44. 17.696. E-mail: benedetta.terenzi@unifi.it.

** **SAVERIO MECCA**, Professore Ordinario di Produzione Edilizia presso l'Università degli Studi di Firenze, è attualmente Direttore del Dipartimento di Architettura. Dal 2007 è Direttore del Centro di Ricerca Innovation and Local and Indigenous Knowledge Systems at University of Florence, INN-LINK-S Research Center. È specializzato in gestione del processo edilizio, nelle tecniche di costruzione e nell'architettura vernacolare e in terra cruda nella regione del Mediterraneo. Cell. +39 347/37.94. 966. E-mail: saverio.mecca@unifi.it.