

Massimo Perriccioli,
Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II, Italia

massimo.perriccioli@unina.it

Abstract. Il saggio si propone di rintracciare elementi e caratteri di una nuova scienza del progetto fondata su teorie, metodi e processi di ricerca inter e trans-disciplinari e su approcci olistici e generativi che trovano terreno fertile nell'incontro tra scienze naturali e scienze dell'artificiale e, in particolare, tra l'ecologia, come scienza delle relazioni sistemiche e generative tra agenti e ambiente e la cibernetica, come scienza dei sistemi informativi e autoregolanti.

Parole chiave: Natura; Ecologia; Cibernetica; Pensiero computazionale; Scienza del progetto.

Pensare e progettare un mondo diversamente abitabile

«Quando riflettiamo su come rendere abitabile il mondo globale – una questione importante per architetti e designer – lo

intendiamo abitabile per i miliardi di umani e per i bilioni di altre creature che non formano più una natura o, ovviamente, una società, quanto piuttosto, per usare un mio termine, un possibile collettivo [...] Ma perché, in primo luogo, il mondo è stato reso un posto inabitabile? Più specificatamente, perché non è stato concepito come se la questione della sua abitabilità fosse l'unica domanda che valeva la pena porre?» (Latour, 2009).

Per Bruno Latour, tra i più attenti studiosi contemporanei della crisi ecologica del nostro pianeta, i problemi emergenti in campo socio-ambientale come l'affermarsi di un nuovo regime climatico, i flussi migratori, la sovrappopolazione, la gestione delle risorse energetiche, le emergenze sanitarie, hanno assunto una dimensione planetaria, rendendo urgente la definizione di una visione epistemologica della complessità che generi una riforma del pensiero e della conoscenza in grado di trasformare in senso ecologico la nostra attitudine progettuale ad organizzare un mondo diversamente abitabile, superando la divisione tra natura e società. La questione dell'abitabilità del mondo assume contorni nuovi

The alliance between ecology and cybernetics for a new design science

Abstract. The essay aims to find elements and characteristics of a new design science based on theories, methods and inter and trans-disciplinary research processes, and on holistic and generative approaches that develop in the convergence of natural and artificial sciences. It particularly focuses on ecology, as the science of systemic and generative relations between agents and the environment, and cybernetics, as the science of information and self-regulating systems.

Keywords: Nature; Ecology; Cybernetics; Computational thinking; Design science.

Thinking and designing a differently habitable world

When we ponder how the global world could be made habitable – a question especially important for architects and designers – we now mean habitable for billions of humans and tril-

lions of other creatures that no longer form a nature or, of course, a society, but rather, to use my term, a possible collective [...]. But why has the world been made uninhabitable in the first place? More precisely, why has it not been conceived as if the question of its habitability was the only question worth asking? (Latour, 2009).

all'interno di una dimensione ecologica del progetto che accetta la sfida dei cambiamenti in atto e restituisce il senso e la materialità di un'alterità immanente, fondata sulla necessaria complementarità tra uomo e natura, tra agenti umani e non umani. L'attuale prospettiva ecologica, da un lato rende obsoleto l'ambientalismo radicale e apocalittico degli ultimi decenni influenzato dall'ecologia profonda (Naess, 1973) e, dall'altro supera il negazionismo ecologico, prefigurando nuovi e stimolanti approcci che, partendo dal riconoscimento di una differenza coesistenziale tra uomo e natura, tenta di sviluppare nuove forme di convivenza con altre specie in una prospettiva di interdipendenza e connessione. Una visione che punta a definire una "verità ecologica" attraverso nuove modalità di coesistenza e coabitazione sul pianeta tra agenti umani, animali e fisici.

Tale visione mette in crisi il concetto antropocentrico di sostenibilità, fondato sulla ricerca di forme di abitabilità del pianeta che vedono l'uomo ancora dominante sulla natura, seppur responsabilizzato dalla consapevolezza della irreversibilità delle sue azioni tecniche, lasciando il passo all'affermazione di una visione geopolitica della natura in cui le istanze sociali ed ecologiche risultano fortemente interconnesse (Latour, 2000) e che si sostanzia in una dimensione "simpoietica" che contempla l'alterità di tutti gli agenti che con l'uomo condividono il destino del pianeta (Haraway, 2016). Le teorie degli "Iperoggetti", elaborata da Timothy Morton, e dell'"Ontologia orientata agli Oggetti" di Graham Harman, riprendendo la lezione di Foucault e di Deleuze, mettono definitivamente in crisi la visione antropocentrica della natura e l'ideologia tardo-capitalista della pura sopravvivenza e della sostenibilità, estendendo la riflessione filosofica al di fuori dell'uomo fino a mettere in discussione, in una prospettiva postumana, la realtà e la sua

lions of other creatures that no longer form a nature or, of course, a society, but rather, to use my term, a possible collective [...]. But why has the world been made uninhabitable in the first place? More precisely, why has it not been conceived as if the question of its habitability was the only question worth asking? (Latour, 2009).

According to Bruno Latour, one of the most attentive contemporary scholars of the ecological crisis of our planet, emerging socio-environmental problems such as the rise of a new climate regime, migratory flows, overpopulation, energy resources management and health issues have taken on a planetary and interrelated dimension. It is, therefore, urgent to define an epistemological vision of complexity that might trigger a reform of thought and knowledge capable of transforming our design approach in an ecological

sense to organize a differently habitable world, overcoming the division between nature and society.

The matter of the world's habitability takes on new twists within an ecological dimension of design that accepts the challenge of ongoing changes and restores the sense and materiality of an immanent otherness, based on the necessary complementarity between man and nature, between human and non-human agents.

The current ecological perspective makes the radical and apocalyptic environmentalism of recent decades influenced by deep ecology (Naess, 1973) obsolete, while also overcoming ecological denialism. It prefigures new and stimulating approaches that, starting from the recognition of a co-existential difference between man and nature, attempt to develop new forms of coexistence with other species in a perspective

percezione per delineare sistemi evolutivi capaci di includere e mescolare differenti forme di vita (Morton, 2013; Harman, 2018). L'autentico riconoscimento di un'alterità immanente, fondata sulla imprescindibile complementarità tra uomo e natura e tra tecnologia ed ecologia, consente di elaborare una prospettiva "cosmopolitica" del pensiero ecologico (Stengers, 2005) capace di «accompagnare le trasformazioni in corso e offrire un'immagine alternativa della vita associata, che tenga in conto l'alterità della natura, delle altre civiltà e delle altre modernità» (Beck, 2004). Una prospettiva in cui il progetto diviene agente della "ri-architettura" del cosmo, incorporando come dimensioni costitutive i criteri e le modalità di giudizio di una pratica collettiva che tiene conto dell'agire di altre specie e di altri soggetti (Yaneva and Zaera Polo, 2015).

Immaginare un mondo diversamente abitabile richiede, quindi, la definizione dei limiti dell'azione progettuale e delle caratteristiche dei processi trasformativi dell'ambiente, individuando nuovi processi di co-evoluzione supportati da un'attitudine progettuale che consenta di "riparare" e, laddove necessario, "ricostruire" i legami ormai persi tra uomo e natura¹ secondo processi, olistici, creativi, interattivi e generativi.

Tale prospettiva invita a riflettere consapevolmente sui caratteri e sulle finalità di una nuova scienza del progetto fondata su teorie, metodi e processi di ricerca inter e trans-disciplinari, su approcci olistici e trasversali che trovano terreno fertile nell'incontro tra scienze naturali e scienze dell'artificiale (Simon, 1988) e, in particolare, nel trasferimento di logiche e sistemi informativi, autoregolanti e generativi tipici del pensiero cibernetico nei processi progettuali chiamati ad affrontare le attuali sfide ecologiche ed ambientali.

of interdependence and connection. This vision aims to define an "ecological truth" through new ways of coexistence and cohabitation on the planet between human, animal and physical agents.

Such a vision undermines the anthropocentric concept of sustainability, based on the search for forms of inhabitability of the planet in which humans still dominate nature, albeit aware of the irreversibility of their technical actions. Hence, they give way to the affirmation of a geopolitical vision of nature in which social and ecological demands are strongly interconnected (Latour, 2000), and which is substantiated in a "simpotetic" dimension that contemplates the otherness of all agents that share the fate of the planet with humans (Hara- way, 2016).

Timothy Morton's theory of "Hyperobjects" and Graham Harman's theory of

"Object Oriented Ontology", drawing on the teachings of Foucault and Deleuze, definitively challenge the anthropocentric view of nature and the late capitalist ideology of pure survival and sustainability. They extend philosophical reflection outside of humankind, questioning reality and its perception in a condition of post-humanism, in order to outline evolutionary systems capable of including and mixing different forms of life (Morton, 2013; Harman, 2018).

The authentic recognition of immanent otherness, based on the compelling complementarity between man and nature and between technology and ecology, allows to theorize a "cosmopolitan" perspective of ecological thinking (Stengers, 2005) capable of «accompanying the ongoing transformations and offering an alternative vision of associated life, which takes into account the otherness of nature, other civilizations

Il pensiero cibernetico e l'ecologia di Bateson

La ricerca di forme e modalità innovative per definire il rapporto tra ambiente e tecnologia alla luce di un nuovo paradigma ecologico, ha prodotto in questi anni un lento ma profondo processo di avanzamento della cultura tecnologica in una prospettiva digitale che ha consentito l'individuazione di nuove condizioni socio-tecniche, fondate sul dialogo tra progetto di architettura e logiche cibernetiche.

La Cibernetica, nei suoi sviluppi metodologici ed operativi nei campi della robotica, dell'intelligenza artificiale, della biologia dei sistemi, delle nano-biotecnologie, delle scienze cognitive ed epistemologiche, rappresenta oggi un campo di riferimento fondamentale per l'affermazione di una cultura tecnologica che ricerca nuovi metodi di progetto per affrontare le sfide poste da problemi ambientali sempre più complessi.

Inaugurata nel 1948 da Norbert Wiener con la pubblicazione di *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*, si proponeva di descrivere i processi astratti dell'organizzazione nei sistemi complessi, individuando leggi e principi validi sia per gli organismi naturali che per i sistemi artificiali. La nuova "scienza", basata sulla sintesi tra discipline molto differenti tra loro – alcune delle quali, all'epoca, in fase ancora nascente – aveva per oggetto la ricerca della dimensione "organizzazionale" dei sistemi e, pertanto, attribuiva alla macchina una pluralità di significati che non riguardavano solo la tecnica, ma investivano la fisica e la biologia, al fine di ridisegnare la complessa trama dell'analogia tra mondo naturale e mondo artificiale, tra uomo e ambiente, rendendone sempre più ibridi ed incerti i confini.

La scienza cibernetica si concentrava sul modo in cui i sistemi utilizzano informazioni, modelli e azioni di controllo per orientare

and other modernities» (Beck, 2004). A perspective in which design becomes an agent of the "re-architecture" of the cosmos, incorporating as constitutive dimensions the evaluation criteria and methods of a collective practice, which takes into account the actions of other species and other objects (Yaneva and Zaera Polo, 2015).

The new ecological perspective, which revolutionizes the terms and meaning of the anthropocentric transformation of nature, redefines the limits of design action and the characteristics of transformative processes in relation to a material and living world. Hence, imagining a differently habitable world requires the definition of new processes of co-evolution and transformation. They must be supported by a design attitude that allows to "repair" and, where necessary, "rebuild" the links now lost between man and nature', ac-

ording to holistic, creative, interactive and generative processes.

This perspective invites us to consciously reflect on the definition of the characteristics and the purposes of a new design science based on theories, methods and inter and trans-disciplinary research processes. The reflection should also include holistic and transversal approaches that find fertile ground in the encounter between natural and artificial sciences (Simon, 1988) and, in particular, in the shift of information, self-regulating and generative rationale and systems typical of cybernetic thinking in the design processes called upon to face the current ecological and environmental challenges.

Cybernetic thought and Bateson's ecology

In recent years, the search for innovative ways and forms to define the re-

e mantenere i loro obiettivi, contrastando al tempo stesso le varie perturbazioni endogene ed esogene. Essendo intrinsecamente ibrido e trans-disciplinare, il ragionamento cibernetico poteva essere applicato per comprendere, modellare e progettare sistemi di qualsiasi tipo: fisici, tecnologici, biologici, ecologici, psicologici, sociali e qualsiasi combinazione di essi (Heylighen and Joslyn, 2003).

Il complesso degli studi cibernetici che portarono alla realizzazione dei primi computer non aveva come unica finalità la costruzione di una macchina per l'elaborazione di dati: il computer rappresentò solo la concretizzazione ingegneristica delle teorie della cibernetica e, sin dal suo apparire fornì agli scienziati, sia un nuovo modello teorico per descrivere i fenomeni naturali e sociali, sia uno straordinario strumento per analizzarli in modo innovativo.

Nello sviluppo delle teorie cibernetiche un ruolo centrale era attribuito agli artefatti cognitivi, ossia "oggetti" (non necessariamente tangibili) su cui operare direttamente, nella prospettiva formativa di un nuovo tipo di processo mentale che unisse il pensiero umano al sistema informatico per la risoluzione di problemi complessi². Su queste basi Jeannette Wing nel 2006 coniò il concetto di "pensiero computazionale", definendolo come l'insieme dei processi mentali usati per modellare un determinato problema e per specificare i modi mediante i quali un agente elaboratore di informazioni può operare in modo effettivo all'interno del problema stesso per raggiungere obiettivi prefissati.

La scienziata americana nella sua definizione mette in evidenza alcune proprietà di tipo strategico e cognitivo che aiutano a comprendere come questo tipo di pensiero non coincida con la programmazione *tout-court*. «Pensare come un informatico va ben oltre la capacità di programmare un computer. Richiede di pensare a livelli multipli di astrazione». E non è nemmeno il modo in

cui "pensa" il calcolatore, ma piuttosto: «[...] è il modo in cui gli esseri umani risolvono i problemi; non è il tentativo di far pensare gli umani come i computer, pertanto comprende e anzi valorizza le dimensioni della creatività e dell'immaginazione» (Wing, 2006). Il carattere olistico, astratto, informativo, e al tempo stesso creativo, del pensiero computazionale, furono riconosciuti da Gregory Bateson come qualità precipue della mente e del pensiero ecologico, l'unica forma di pensiero capace di interagire naturalmente con l'incertezza insita nel controllo dei sistemi complessi (Bateson, 1977).

Bateson, nel tentativo di trasferire alcuni principi della cibernetica al campo delle scienze sociali, elaborò un metodo fortemente olistico orientato allo studio dei sistemi evolutivi basato sui principi del pensiero relazionale ed organizzativo, volto ad individuare le connessioni esistenti tra fenomeni naturali ed artificiali molto differenti tra loro. Il metodo che egli definì "ecologia delle idee" si proponeva di affrontare l'evoluzione come un processo conservativo volto ad assicurare la sopravvivenza dei sistemi che Bateson individuava, in ordine crescente, nell'individuo, nella società in cui vive e nell'ecosistema con il quale si relaziona.

Quello che caratterizza tutti i processi di trasformazione della natura è la capacità cibernetica di "autocorrezione", ossia di mantenere contemporaneamente la stabilità e la possibilità del cambiamento, di modificare la propria organizzazione in risposta a stimoli provenienti dall'ambiente, mantenendo costante la struttura. È proprio la relazione fra l'uomo e l'ambiente in cui vive – l'organismo-nel-suo-ambiente – a diventare centrale nella riflessione di Bateson che, andando oltre le prime teorie cibernetiche, ridefinisce il concetto di *sistema* come l'unione e integrazione di questi due elementi.

relationship between environment and technology in the wake of a new ecological paradigm has produced a slow but deep process of progress of technological culture in a digital perspective. These developments have allowed to identify new socio-technical conditions, based on the dialogue between architectural design and cybernetic logic.

With its methodological and operational developments in the fields of robotics, artificial intelligence, systems biology, nano-biotechnology, cognitive and epistemological sciences, today cybernetics is a fundamental field of reference for the rise of a technological culture that seeks new design methods to address the challenges posed by increasingly complex environmental problems.

Cybernetics, inaugurated in 1948 by Norbert Wiener with the publica-

tion of "Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine", has sought to describe the abstract organization processes in complex systems, identifying laws and principles that apply to both natural and artificial systems. The core interest of the new "science" based on the synthesis of very different disciplines, some of which were still embryonic at the time, was the study of behavior aimed at a specific purpose. Its peculiar character was research centered on the "organizational" dimension that attributed to the machine a plurality of meanings, which did not concern only technique, but involved physics and biology. It thus redefined the analogy between the natural world and the artificial world, between man and environment, making the boundaries more and more hybrid and uncertain.

Cybernetic science focused on how

systems use information, patterns, and control actions to orient and keep their goals while counteracting various disturbing factors. Being inherently trans-disciplinary, cybernetic thinking could be applied to understand, model, and design systems of any kind: physical, technological, biological, ecological, psychological, social, or any combination thereof (Heylighen and Joslyn, 2003).

The body of cybernetic studies that led to the creation of the first computers did not have as its only purpose the construction of a machine for data processing. Computers were only the engineering concretization of the theories of cybernetics and, since there appearance, provided scientists with both a new theoretical model to describe natural and social phenomena, and an extraordinary tool to analyze them with an innovative approach.

In the development of cybernetic theories, a central role was attributed to cognitive artifacts, i.e., "objects" (not necessarily tangible) on which to directly operate, with a view to training a new type of mental process that would combine human thinking with computer systems to solve complex problems². On this basis, Jeannette Wing coined the concept of "computational thinking" in 2006, defining it as the set of intellectual processes used to model a status and specify the ways in which an information-processing agent can operate effectively within the status itself to achieve predetermined goals.

In her definition, the American computer scientist highlights a number of strategic and cognitive properties that help us understand how this type of thinking does not coincide with programming *tout-court*. «Thinking like a computer scientist goes far beyond

Una nuova cultura digitale per la prefigurazione di nuovi habitat

La svolta paradigmatica introdotta dalle ricerche cibernetiche, soprattutto nel campo della teoria dell'informazione e della

teoria dei sistemi, ha consentito il superamento della dicotomia cartesiana tra *macchina* e *organismo*, evidenziando sempre più l'importanza delle interconnessioni tra organismi e ambiente, ponendo altresì l'accento sul contesto e sulla necessità che ogni programma di modificazione parta dalla valutazione delle relazioni del sistema con l'esistente.

Tale svolta comporta il passaggio da una "conoscenza manipolatrice", fondata su logiche deterministiche e riduzioniste figlie di una "intelligenza cieca", ad una "conoscenza complessa" (Morin, 1993) che mira ad accrescere le relazioni tra ambiti e discipline differenti per la comprensione dei fenomeni generativi fondamentali, non solo per cogliere la complessità dei processi naturali, ma soprattutto per trasferirne le logiche in processi che sappiano rapportarsi in modo sistemico ed adattivo all'ambiente in cui si inseriscono.

L'attuale cultura tecnologica digitale, alimentata dai progressi della cibernetica riscontrabili in molti ambiti scientifici e dalla diffusa applicazione del pensiero computazionale in molti campi del progetto, presenta un carattere olistico ed informazionale in cui il concetto di sistema evolve dalla giustapposizione di elementi differenti che entrano in relazione tra loro ad una totalità "ecologica" che si costituisce costantemente attraverso lo scambio tra "sistemi aperti" ed ambiente, permettendo di riconsiderare il rapporto tra necessità umane, tecnologie e contesti abitabili. Il progetto dell'interazione non si esaurisce esclusivamente nella soluzione tecnologica delle interfacce uomo-macchina, ma riporta in primo piano la centralità dei contesti fisici e della ri-

configurazione del rapporto dell'uomo con lo spazio attraverso algoritmi computazionali, assumendo i contorni di una sfida culturale nei confronti della complessità sociale ed ambientale che punta alla creazione di nuovi ecosistemi.

Il progetto nell'era digitale trasla la propria ontologia da una dimensione oggettiva e chiusa in orizzonti prescrittivi verso una dimensione organica e generativa coerente con un approccio ecologico in cui artefatti e natura costituiscono un unico biotopo, un sistema biologico co-evolutivo in cui il concetto di *habitat* torna ad esprimere una nuova dimensione ecologica dell'abitare. Una dimensione in cui è il progetto stesso a porsi come interfaccia tra tecnologia e ambiente, riscoprendo il valore dei processi generativi della forma presenti in natura basati sull'interrelazione tra materiale, forma, struttura e ambiente attraverso lo sviluppo di processi digitali integrali di tipo computazionale. Processi morfogenetici che consentono di integrare vincoli di produzione, logiche di montaggio e caratteristiche dei materiali nella definizione di un sistema costruttivo e di combinarli poi con approcci computazionali di comprensione del comportamento del sistema, «utilizzando questa comprensione per elaborare strategie di risposta del sistema alle condizioni ambientali e alle forze esterne» (Menges, 2011).

Il mondo dell'architettura è sempre più influenzato e contaminato da ricerche progettuali fondate sull'intreccio tra biologia, ingegneria, scienza dei materiali e informatica basate sulla sperimentazione di pratiche e processi che riformulano il rapporto dell'uomo con il mondo fisico e naturale con forti impatti sulla concezione e creazione dei sistemi ambientali.

Tra le sperimentazioni più originali vi è sicuramente il lavoro che Neri Oxman svolge da anni al *MIT Media Lab* di Boston, all'interno del gruppo di ricerca *Mediated Matter* fondato nel 2010.

the ability to program a computer. It requires thinking at multiple levels of abstraction». Nor is it the way a computer "thinks", but rather, «[...] it is the way humans solve problems; it is not an attempt to make humans think like computers, so it includes and indeed enhances the dimensions of creativity and imagination» (Wing, 2006).

The holistic, abstract, informational and, at the same time, creative character, typical of computational thinking, was recognized by Gregory Bateson as a primary feature of the ecological mind and thinking, the only form of thinking capable of interacting naturally with the uncertainty inherent in complex systems control (Bateson, 1977).

Bateson, in an attempt to transpose some principles of cybernetics to the field of social sciences, elaborated a strongly holistic method oriented to the study of evolutionary systems based

on the principles of relational and organizational thinking. This method aimed at identifying the connections between very different natural and artificial phenomena. The concept, which he called "ecology of ideas", proposed to address evolution as a conservative process aimed at ensuring the survival of the systems that Bateson articulated, in ascending order, in the individual, in the society in which the individual lives, and in the ecosystem.

Gregory Bateson observes that what characterizes all transformation processes of nature is the cybernetic capacity of "self-correction", i.e., of concomitantly maintaining stability and the possibility of change, of modifying one's own organization in response to stimuli coming from the environment, while keeping the structure stable. It is precisely the relationship between man and the wider system in which he lives

– the organism-in-his-environment – that becomes central in Bateson's reflection. Reaching beyond the first cybernetic theories, he underlines the importance of the relationship between organism and environment, redefining the concept of system as the union and integration of these two elements.

A new digital culture for the prefiguration of new habitats

The paradigm shift introduced by cybernetic research, especially in the field of information theory and systems theory, has overcome the Cartesian dichotomy of machine and organism. It further highlights the importance of interconnections and relationships between organisms and environment, emphasizing the context and the need for any modification program to start from the analysis of relationships with the existing context.

This shift involves the transition from "manipulative knowledge" based on a deterministic and reductionist rationale derived from "blind intelligence", to "complex knowledge" (Morin, 1993) that aims to increase the links between different fields and disciplines to understand the fundamental generative phenomena. The aim is not only to decrypt the complexity of living nature, but especially to move their logic to processes that can relate in a systemic and adaptive manner to the environment in which they are included.

The current digital technological culture, fueled by the progress of cybernetics in many scientific fields and by the widespread application of computational thinking in many sectors of design, has a holistic and informational character, which helps the notion of system to evolve. Hence the progress from the juxtaposition of different ele-

La ricercatrice israeliana, insieme ai suoi collaboratori provenienti da campi scientifici molto diversi tra loro, ha inaugurato una nuova disciplina chiamata *Material Ecology*, che coniuga i progressi tecnologici della progettazione computazionale, della biologia sintetica e della fabbricazione digitale per produrre strutture simbiotiche tra il mondo naturale e quello artificiale³. La ricerca progettuale della Oxman propone un approccio filosofico che si ispira ad un concetto di “creazione” più che di “fabbricazione” di oggetti d’uso, prodotti e *habitat*, fondati sulla possibilità di far letteralmente “crescere” i nuovi materiali in laboratorio, indirizzandone l’evoluzione naturale secondo modalità programmate. Gli oggetti più che mostrare la loro natura fattuale, incarnano ed evidenziano il processo con cui sono stati realizzati. In questa visione olistica e multi-specie, gli organismi vengono plasmati per assumere forma, funzioni e caratteristiche specifiche: un livello più avanzato di design organico, che supera l’imitazione della natura per arrivare invece alla sua ingegnerizzazione secondo parametri desiderati.

Le tracce ed i sintomi, minuti ed eterogenei, di una transizione in atto nel modo di concepire la trasformazione dell’ambiente in senso ecologico, lascia intuire un cambio di paradigma che prelude ad un nuovo “tempo progettuale”. Il progetto, avvalendosi di tecnologie, sistemi e processi digitali, si colloca in una posizione intermedia fra scienza e natura, non caratterizzandosi più unicamente come un agente dominante di trasformazione dell’ambiente ma come un mediatore fra sistemi, naturali ed artificiali che assume come principio guida una cultura dell’interazione multidimensionale in grado di coinvolgere gli uomini, le macchine e la natura in tutte le sue forme.

ments that come together in a condition characterized by the “ecological” totality constantly constituted through the exchange between “open systems” and the environment, and reconsideration of the relationship between human needs, technologies and habitable contexts.

Interaction design is not reduced exclusively to the technological connotation of human-machine interface design. Instead, it brings to the forefront the centrality of physical contexts and the reconfiguration of human relations with space through computational algorithms, assuming the form of a cultural challenge to the social and environmental complexity that aims to create new ecosystems.

Design in the digital era shifts its ontology from an objective dimension closed in prescriptive horizons to an organic and generative dimension consistent with an ecological approach

in which artifacts and nature constitute a single biotope. In this co-evolving biological system, the notion of habitat returns to express a new ecological dimension of living.

In this dimension, design itself acts as an interface between technology and environment, rediscovering the value of the generative processes of natural forms based on the interrelationship between material, shape, structure and environment. It can be recognized in the comprehensive digital processes of form generation, known as “computational morphogenesis”. Such processes allow production constraints, assembly logic and material characteristics to be integrated into the definition of a building system and then combined with computational approaches to understanding the system’s behavior, «using this understanding to strategize the system’s response to envi-

La dimensione ecologica del progetto

L’alleanza postulata tra Cibernetica ed Ecologia trova oggi il suo fondamento nella urgenza di una riforma del pensiero e della conoscenza che favorisca la creazione di ponti tra scienze e discipline non comunicanti, riconducendole ad una dimensione “ecologica” della conoscenza che contempli tutte le condizioni naturali, sociali, tecnologiche e culturali di contesto e concepisca l’esistenza di interconnessioni minute e locali senza perdere mai di vista le realtà globali.

L’ibridazione e la contaminazione di saperi e conoscenze alla base di tale alleanza potrà progredire grazie alla circolazione di concetti condivisi e l’emergere di nuovi schemi cognitivi che attraversano le discipline, mediante continui sconfinamenti ed interferenze, individuando nuovi campi di confronto disciplinare e la conseguente formazione di ricercatori poli-competenti, fino alla costituzione di modalità organizzative che permettano di articolare i domini disciplinari in un sistema teorico comune, eteronomo e multiculturale.

In questo affascinante e promettente orizzonte scientifico, una nuova attitudine progettuale orientata al pensiero ciberneticamente consentirà di comprendere e ricostruire le informazioni che permettono ai sistemi biologici di usare il tempo per crescere e svilupparsi, riconoscendo le regole che creano mentre funzionano e, al tempo stesso, operare in base a programmi evolutivi che, in una dinamica di apprendimento continuo, imparano ad apprendere gli uni dagli altri. Un’attitudine altamente creativa che consentirà di estrarre l’informazione nascosta da quella palese per caratterizzare la nuova scienza del progetto come l’arte di rendere visibile l’invisibile.

ronmental conditions and external forces» (Menges, 2011). The world of architecture is increasingly influenced and contaminated by design research, which interweaves biology, engineering, materials science and information technology via experimentation with practices and processes that reformulate the relationship people have with the physical and natural world. Hence it has a strong impact on the conception and creation of environmental systems.

A very interesting and original case study is found in the research conducted for years by Neri Oxman at the MIT Media Lab in Boston within the Mediated Matter research group founded in 2010. The Israeli researcher, together with her collaborators from various scientific fields, inaugurated a new discipline called Material Ecology. It combines the technological advances of

computational design, synthetic biology and digital fabrication to produce symbiotic structures between the natural and the artificial worlds³. Oxman’s design research proposes a philosophical approach inspired by a concept of “creation” rather than “manufacture” of artifacts, products and habitats, based on the possibility of literally making new materials grow in the laboratory, driving their natural evolution in a programmed way. Objects, rather than showing their factual nature, embody and highlight the process by which they were made. In this holistic, multi-species vision, organisms are shaped to acquire specific form, function, and characteristics. This cutting-edge level of organic design goes beyond the imitation of nature to engineering it according to desired parameters.

The minute and heterogeneous traces and symptoms of an ongoing transition

NOTE

¹ La nozione di “Design ricostituente” ha costituito il focus della XXII edizione della Triennale di Milano (marzo-settembre 2019) intitolata “Broken Nature. Design Takes in Human Survival”, curata da Paola Antonelli.

² Il matematico e pedagogista sudafricano Seymour Papert fu tra i primi a riconoscere la natura euristica di questo pensiero, individuandolo come uno strumento perfetto per insegnare ai bambini come ragionare e risolvere problemi in modo efficace. Si veda Papert, S. (1980), *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas*, Basic Books, New York.

³ “Material Ecology” è il titolo della mostra curata da Paola Antonelli che il MoMA di New York ha dedicato lo scorso anno a Neri Oxman (febbraio-ottobre 2020). Tra gli oggetti esposti spicca l’installazione *site specific* del *Silk Pavilion*, progettato nel 2013 che rappresenta un’avveniristica sperimentazione basata sull’utilizzo di organismi viventi (in questo caso bachi da seta) per la costruzione di strutture spaziali.

REFERENCES

Antonelli, P. and Tannir, A. (2019), *Broken Nature. Design Takes on Human Survival*, XXII Triennale di Milano, Rizzoli International Publications, Milano.

Antonelli, P. and Burckhardt, A. (2020), *The Neri Oxman material ecology catalogue*, Museum of Modern Art, New York.

Bateson, G. (1977), *Verso un’ecologia della mente*, Adelphi, Milano.

Beck, U. (2004), *Lo sguardo cosmopolita*, Carocci, Roma.

Haraway, D.J. (2016), *Staying with the trouble: Making kin in the Chthulucene* (tr. it. *Chthulucene, Sopravvivere su un pianeta infetto*), Nero Editions, Roma.

Harman, G. (2018), *Object-Oriented Ontology. A New Theory of Everything*, Penguin Books, London.

in the way of conceiving the transformation of the environment in an ecological sense suggests a paradigm shift that preludes a new “design time”. By leaning on technologies, systems, processes, devices and digital products, design is placed in an intermediate position between science and nature. It is no longer characterized solely as a dominant agent of environmental transformation, but as a mediator between natural and artificial systems, whose leading principle is a culture of multidimensional interaction involving humans, machines and nature in all its forms.

The ecological dimension of the project

Today, the postulated alliance between Cybernetics and Ecology is grounded in the urgency of a thought and knowledge reform that allows the creation of bridges between non-communicating

sciences and disciplines. It leads them back to an “ecological” dimension of knowledge that contemplates all the natural, social, technological and cultural conditions of the surroundings, and conceives the existence of minute and local interconnections without ever losing sight of the global context. The hybridization and contamination of knowledge at the basis of this alliance will progress thanks to the circulation of shared ideas and the emergence of new cognitive patterns, crossing disciplines through continuous trespasses and interferences and identifying new fields of disciplinary dialogue, with the consequent formation of multi-competent researchers. It finally defines organizational modalities that allow to articulate the disciplinary domains in a common theoretical system, which is both heteronomous and multicultural. In this fascinating

Heylighen F. and Joslyn C. (2001), “Cybernetics and Second Order Cybernetics”, in Meyers, R.A. (Ed.), *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, Vol. 4, p. 155-170.

Latour, B. (2009), “Sfere e reti. Due modi per interpretare la globalizzazione”, *Philosophy Kitchen*, n. 2, pp. 143-153.

Latour, B. (2000), *Politiche della natura. Per una democrazia delle scienze*, Raffaello Cortina, Milano.

Menges, A. (2011), “Sistemi semplici - Capacità complesse. Processi integrativi di morfogenesi computazionale in architettura”, *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 2, Firenze University Press.

Morin, E. (1993), *Introduzione al pensiero complesso. Gli strumenti per affrontare la sfida della complessità*, Sperling and Kupfer, Milano.

Morin, E. (2000), *La testa ben fatta. Riforma dell’insegnamento e riforma del pensiero*, Raffaello Cortina, Milano.

Morton, T. (2013), *Hyperobjects. Philosophy and Ecology after the End of the World* (tr. it., *Iperoggetti*), Nero Editions, Roma.

Naess, A. (1973), “The Shallow and the Deep Long-Range Ecology Movement. A Summary”, *Inquiry*, n. 16, pp. 95-100.

Wiener, N. (1948), *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and Machine*, The MIT Press, Cambridge, MA.

Wing, J. (2006), “Computational Thinking”, *Communications of the ACM*, Vol. 49, n. 3, pp. 33-35.

Simon, H.A. (1981), *The Sciences of the Artificial*, The MIT Press, Cambridge (tr. it. *Le scienze dell’artificiale*, Il Mulino, Bologna, 1988).

Stengers, I. (2005), “The Cosmopolitical Proposal”, in Latour, B. and Weibel, P. (Eds.), *Making Things Public*, 994-1003, The MIT Press, Cambridge, MA.

Yaneva, A. and Zaera, A. (2015), *What Is Cosmopolitical Design? Design, Nature and the Built Environment*, Routledge, London-New York.

and promising scientific horizon, a new design attitude oriented to cybernetic thinking will allow to understand and reconstruct the information that enables biological systems to leverage on time to grow and develop, recognizing the rules they create while functioning. This approach will also allow biological systems to operate according to evolutionary programs that, in a dynamic of continuous learning, will learn to learn from each other. This highly creative attitude will make it possible to extract hidden information from self-evident data to characterize the new design science as the art of making the invisible visible.

NOTES

¹ The notion of “Restorative Design” was the focus of the XXII edition of the Milan Triennale (March-September 2019) entitled “Broken Nature. Design

Takes in Human Survival”, curated by Paola Antonelli.

² The South African mathematician Seymour Papert was among the first to recognize the heuristic nature of this thinking, identifying it as a perfect tool to teach children how to think and solve problems effectively. See, Papert, S. (1980), *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas*, Basic Books, New York.

³ “Material Ecology” is the title of the exhibition curated by Paola Antonelli that the MoMA in New York dedicated last year to Neri Oxman (February-October 2020). Among the objects on display stands out the site-specific installation of the *Silk Pavilion*, designed in 2013, which represents a futuristic experimentation based on the use of living organisms (in this case silkworms) for the construction of spatial structures.