

Of morphogenetic images. Five notes between science, art and architecture

Alessandro Luigini

The repertoire of images derived from the formation of morphogenetic processes has been widely investigated in any scientific and humanistic study sector: from the pioneering kinetic art experiences, programmed art and generative art of the 60s and 70s, to digital spatiality and digital utopian architecture projects or morphogenetic architecture, to the 90s or recent experience, you can have a look at these currents with a critical eye which is in part appropriately detached given the temporal distance that has come to develop. Kinetic Art, Programmed Art, Generative Art, de-formative Architecture, and other names¹ to indicate the processes and application experiences in different fields but which are derived from a common intellectual matrix: to generate forms, shapes, images or spaces from automated IT processes that do not delineate as a deterministic figuration from the hands of the author but as interaction between the author himself or herself and a computational thinking declined in various ways.

Keywords: Generative Art, Morphogenesis, Morphogenetic Architecture.

«The harmony of the world is manifested in form and number, and the heart and soul and all the poetry of Natural Philosophy are embodied in the concept of mathematical beauty. Such is the perfection of mathematical beauty that the more graceful and smooth is the more useful and perfect»².

1. Algorism

It was the early 60s of the twentieth century and at several points of the globe the timing for the realization of artworks through automatic data-processing techniques, namely the development of an algorithmic process through the application of computer calculations, were fully mature. In England, for example, Desmond Paul Henry, Professor of Philosophy at Manchester University, designed the *Drawing Machine I* (Fig. 2), a machine capable of driving one or more drawing pen nibs on a flat surface so as to produce geometric paths resulting from the configuration or reciprocal position of some electro-mechanical parts. Basically it involved acting on some knobs or screws that modified the mechanism and the resulting geometry on the support, in a substantially unforeseeable but highly effective way.

In the States, Michael Noll programmed at Bell Labs in New Jersey software capable of generating images derived from accurate geometrical parameters, but with the intent of a

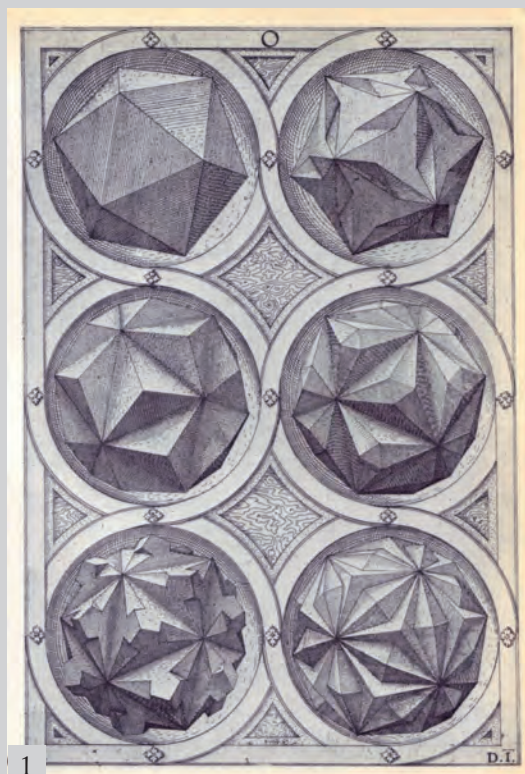


Figure 1
Board with regular polyhedra
processing by the Treaty
*Perspectiva Corporum
Regularium*, Wenzel Jamnitzer
(Norimberg 1568).

1. It would be possible to list a multitude of denominations concerning artistic experience with the computer calculations, but of this we have cited only three cases, not so much for reasons of brevity but to study in depth a precise historical moment when these three experiences represented premonitory signs, beginnings and full maturity of a process still in full evolution. In architecture, however, the question of the name of current developed around the possibility of automatic morphological determination was treated Luigini 2004 and 2001.

2. Thompson 2006, p. 350.

Figura 1
Tavola con elaborazione di
poliedri regolari dal trattato
*Perspectiva Corporum
Regularium* di Wenzel
Jamnitzer (Norimberga 1568).

1. Sarebbe possibile elencare una infinità di denominazioni riguardanti esperienze artistiche di applicazione del calcolo informatico, ma di questa abbiamo citato solo tre casi per ragioni non tanto di brevità quanto di approfondimento di un momento storico preciso in cui queste tre esperienze hanno rappresentato i prodromi, gli albori e la piena maturità di un processo a tutt'oggi in piena evoluzione. In campo architettonico, invece, la questione della denominazione della corrente sviluppata attorno alle possibilità di determinazione morfologica automatica è stata trattata in Luigini 2004 e 2001.

2. Thompson 2006, p. 350.

3. Cfr. Stiny, Mitchell 1978.

4. Cfr. Koning, Eizenberg 1981.

Delle immagini morfogenetiche. Cinque note tra scienza, arte e architettura

Alessandro Luigini

Il repertorio delle immagini che derivano da processi di formazione morfogenetica è ampiamente studiato in ogni settore scientifico e umanistico: dalle pionieristiche esperienze dell'arte degli anni '60 e '70 alle note spazialità digitali utopiche e ai progetti architettonici morfogenetici negli anni '80 e '90, alle esperienze più recenti, è possibile guardare a queste correnti con uno sguardo critico in parte adeguatamente distaccato, vista la distanza temporale che si è venuta a sviluppare. Arte Cinetica, Programmata, Generativa, Architettura de-formativa, e altre denominazioni¹ per indicare processi ed esperienze applicative in diversi ambiti ma che derivano da una matrice intellettuale comune: generare forme, figure, spazi o immagini da processi informativi automatizzati che non si delineino come figurazione deterministica dell'autore ma come interazione tra l'autore stesso e un pensiero computazionale declinato nei modi più disparati.

Parole chiave: architettura morfogenetica, arte generativa, morfogenesi.

«L'armonia del mondo si manifesta nella forma e nel numero, e il cuore e l'anima e tutta la poesia della filosofia naturale si incarnano nel concetto della bellezza matematica. Tale è la perfezione della bellezza matematica che ciò che più è aggraziato e regolare, insieme è più utile e perfetto»².

1. Algorismi

Erano i primi anni '60 del Novecento e in più punti del globo i tempi per la realizzazione di opere d'arte tramite procedimenti informatici automatici, ossia lo sviluppo di una procedura algoritmica tramite l'applicazione del calcolo informatico, erano pienamente maturi. In Inghilterra, ad esempio, Desmond Paul Henry, professore di filosofia all'Università di Manchester, realizzò la *Drawing Machine I* (Fig. 2), una macchina in grado di pilotare uno o più pennini da disegno su di una superficie piana in modo da produrre percorsi geometrici derivanti dalla configurazione o posizione reciproca di alcune parti elettro-meccaniche. Sostanzialmente si agiva su alcune manopole o viti che modificavano il meccanismo e la risultante geometria sul supporto, in modo sostanzialmente imprevedibile ma di grande efficacia. Negli States Michael Noll programmò nei laboratori Bell nel New Jersey un *software* capace di generare immagini derivanti da regole geometriche esatte, ma con l'intento di una espressione pienamente artistica. Le opere di

Henry e Noll non sono poi così distanti dal punto di vista procedurale e la loro sostanziale ripetibilità consentirà a molti altri artisti, dalle più disparate estrazioni culturali, di avviarsi all'Arte Generativa negli anni subito successivi (Fig. 3).

Ma in architettura? Cosa accadde dal punto di vista delle applicazioni algoritmiche in quegli stessi anni?

Al di là degli studi di Stiny e Mitchell del 1978 sulla ripetibilità, e quindi sulla possibilità di produrre un algoritmo, di opere *Palladiane*³ o quelli di Koning e Eizenberg del 1981 sulle *Prairie Houses* di F. L. Wright⁴ – quindi una algoritmicità postuma, potremmo dire – presumibilmente gli studi di Frei Otto o Felix Candela negli anni '60 (Fig. 4) sono da rintracciare come prodromi di un atteggiamento ontologicamente separato dalle dinamiche progettuali precedenti. In particolare in questi autori (e per dovere di cronaca anche in altri, come ad esempio Buckminster Fuller o gli italiani Nervi e Musmeci) la dimensione progettuale è ancora parzialmente deterministica, ma l'uso che propongono del sistema informatico algoritmico consente loro di realizzare opere altrimenti inimmaginabili.

Il vero salto ontologico, però, avviene molto più tardi, con la diffusione di strumenti *hardware* e *software* di tipo personale e i primi esperimenti di spazialità digitali. Era la seconda metà degli anni '80, i sistemi operativi

of algorithmic applications during those same years?

Beyond the studies – conducted through computer programming – by Stiny and Mitchell in 1978 on repeatability, and thus on the possibility of producing an algorithm, of Palladian works³ or those of Koning and Eizenberg in 1981 on *Prairie Houses* of F. L. Wright⁴ – then a posthumous algorithm, we could say – presumably the studies by Frei Otto and Felix Candela in the 60s (Fig. 4) are to be found as harbingers of an attitude ontologically separate from the previous project dynamics. In particular, in these authors (such as Buckminster Fuller or Italians Nervi and Musmeci for the record) the design dimension shown is still partly deterministic, but the use of the algorithmic computer system that they suggest allowed them to achieve otherwise unimaginable works.

The real ontological turn, however, does not happen until much later, with the spread of hardware and software of a personal nature and the first experiments in digital spatiality. It was the second half of the 80s, commercial operating systems had recently become visual⁵ and bulky cabinet computers were replaced with increasingly efficient small personal computers. The effects of this epochal revolution have been widely studied and in our area of interest – graphic representation – the effects are still developing. But in those years the push for new project wording comes from the availability of commercial hardware and software, until that time reserved for industrial use: many architecture studios started to produce simulations, three-dimensional models, perspective views in quantity and with an accuracy until then unreachable or relegated to the availability of a few large firms, equipped as large companies.

Some architects were starting to insert their reflections on information technology into their projects, but the real ontological turn happened when they began to develop projects whose figuration was the effect of a digital morphogenetic process. First, in chronological order, Peter Eisenman and especially his pupil Greg Lynn (Fig. 5) initiated experiments that today, after more than twenty

years, are part of the History of Architecture. But to understand this story you must take two steps back.

2. Morphogens

The twentieth-century crisis of the positivist-deterministic model and the onset of a complex and systemic model of the world have brought a reassessment of many basic aspects of scientific and humanistic knowledge. Far from an integrally holistic vision, the introduction of effects that were produced by some scientific discoveries in the end of the nineteenth and the start of the twentieth century and up to the entire first half of the last century, such as Chaos Theory by Poincaré (1889) or the Theory of Relativity by Albert Einstein (1915), led to the maturing of considerable creative ideas in art and architecture. The definite nature of the process of realization of a work, as already mentioned, was first broken by systemic attempts to introduce time in making artworks, and then finally and irrevocably abandoned by the aforementioned art movements.

But other scientific research in those years will possibly have more recognizable effects

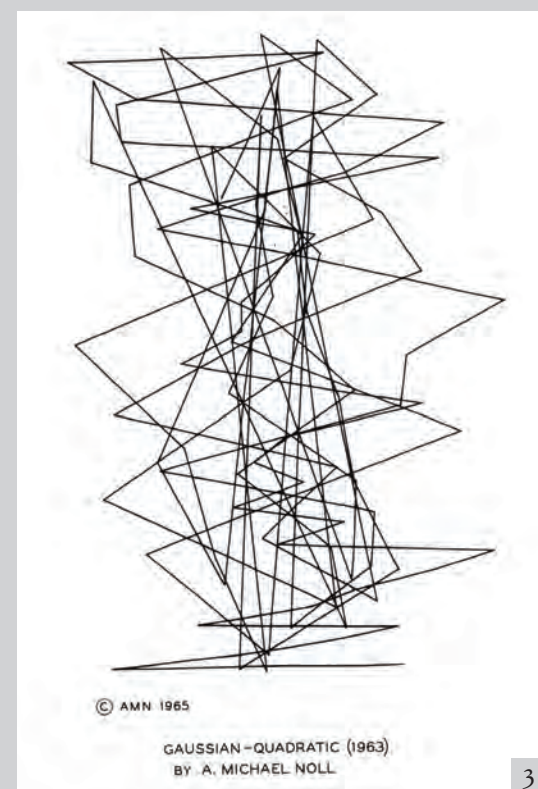


Figure 2
Desmond Paul Henry, *The Drawing Machine I* and one of the generated artifacts (1962).

Figure 3
A. Michael Noll, *Quadratic-Gaussian* (1965).

Figure 4
Frei Otto, Taxonomic table of simple and composite surfaces. *Casabella*. 301, 1966, p. 35.

3. Cfr. Stiny, Mitchell 1978.
4. Cfr. Koning, Eizenberg 1981.
5. In 1984 Apple introduces *Mac OS*, in 1985 Microsoft introduces *Windows 1.0* but the first device, even if as a prototype, was *On Line System* by Douglas Engelbart. The system was equipped with a keyboard, mouse and a bitmapped monitor.
6. Thompson, *op. cit.*



Figure 2
Desmond Paul Henry, *The Drawing Machine I* and one of the generated artifacts (1962).

Figure 3
A. Michael Noll, *Quadratic-Gaussian* (1965).

Figure 4
Frei Otto, tavola tassonomica di superfici semplici e composte. *Casabella*. 301, 1966, p. 35.

5. Nel 1984 Apple presenta *Mac OS*, nel 1985 Microsoft presenta *Windows 1.0* ma il primo dispositivo, seppur come prototipo, è stato *On Line System* di Douglas Engelbart. Il sistema era dotato di tastiera, mouse e un monitor bitmapped.
6. Thompson, *op. cit.*

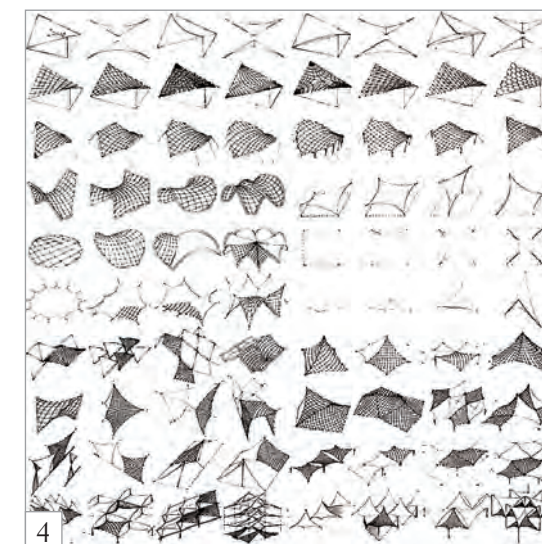
commerciali erano da poco visuali⁵ e gli ingombranti calcolatori ad armadio lasciano il posto a piccoli *personal computer* sempre più performanti. Gli effetti di questa epocale rivoluzione sono ampiamente studiati e nel nostro ambito di interesse – la rappresentazione grafica – sono ancora in pieno sviluppo. Ma in quegli anni l'impulso a una nuova formulazione progettuale arriva dalla disponibilità di *hardware* e *software* commerciali, fino a quel punto relegati all'utilizzo industriale: molti studi iniziano a produrre simulazioni, modelli tridimensionali, viste prospettiche in quantità e con una precisione fino a quel punto inarrivabili o relegate nelle disponibilità di pochi grandi studi, attrezzati come grandi aziende. Alcuni architetti iniziano anche ad inserire soluzioni che comprendano aspetti informatici nei loro progetti, ma il salto ontologico reale avviene nel momento in cui si cominciano ad elaborare progetti la cui figurazione è l'effetto di un processo morfogenetico digitale. Primi in ordine cronologico Peter Eisenman e soprattutto il suo allievo Greg Lynn (Fig. 5) avviano sperimentazioni che oggi, dopo oltre vent'anni, fanno parte della storia dell'architettura. Ma per comprendere questa storia occorre fare due passi indietro.

2. Morfogeni

La crisi novecentesca del modello positivista-deterministico e il sopraggiungere di un modello complesso e sistemico del mondo hanno portato a una rivalutazione di numerosi aspetti basilari del sapere scientifico e umanistico.

Lontani da una visione integralmente olistica, l'introduzione di aspetti generati da alcune scoperte scientifiche a cavallo tra Otto e Novecento e fino a tutta la prima metà del secolo scorso, come ad esempio la Teoria del Caos di Poincaré (1889) o la Teoria della Relatività di Einstein (1915), ha portato alla maturazione di cospicui stimoli creativi in campo artistico e architettonico. La determinatezza del processo di realizzazione di un'opera, come già anticipato, è stata prima infranta da sistemici tentativi di introdurre il tempo nella realizzazione di opere d'arte, e poi definitivamente e irrimediabilmente abbandonata dalle correnti artistiche già citate.

Ma altre ricerche scientifiche in quegli anni avranno effetti se possibile maggiormente riconducibili al mondo della creatività e che ancora oggi restano evidenti e vivaci all'interno dell'insieme di teorie artistiche in continuo sviluppo (Fig. 6). Trattando il pensiero morfogenetico non possiamo non citare il centrale lavoro di parziale presa di distanza dal precedente modello darwiniano di D'Arcy Wentworth Thompson nel suo monumentale volume *On growth and form* pubblicato la prima volta nel 1917 e che ha visto una stesura definitiva solo nel 1942-45⁶. Lo scopo principale dell'opera di Thompson era dimostrare che le leggi che regolano il rapporto tra gli organismi viventi e la loro forma che si sviluppa nel tempo sono di natura matematica, fisica e meccanica. Scrive Thompson: «Cellula e tessuto, conchiglia e



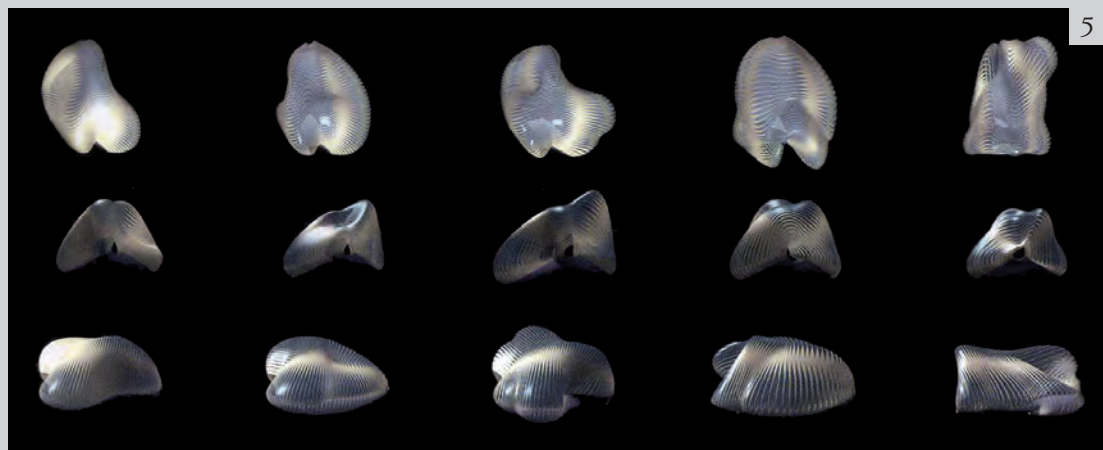


Figure 5
Greg Lynn, *Embriological House* (1997).

Figure 6
Satoru Sugihara, *Cellular growth algorithm study* (2013).

which still remain clear and vivid within the collection of artistic theories in constant development (Fig. 6). Dealing with morphogenetic thinking we must mention the central work of partial distancing from the previous Darwinian model by D'Arcy Wentworth Thompson in his monumental book *On Growth and Form* first published in 1917 and which saw a final draft only in 1942–45⁶. The main purpose of Thompson's research was to demonstrate that the laws that regulate the relationship between living organisms and their shape that develops through time are of mathematical, physical and mechanical type. Thompson wrote: «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 the particles that compose them have been bedded in, molded, shaped. [...] their shape problems are first of all the mathematical problems: their growth problems are essentially physical problems [...] my sole purpose is to put in relation with the mathematical definitions and physical laws some of the simplest exterior phenomena of organic accretion, of shape structure, considering as a hypothesis that the organism is a complex mechanical and material together»⁷. The criticism of Darwinism was quite explicit, although acknowledging the predecessor both his justified role in the history of science and some insights deemed still valid, and he writes at the closure of his book: «Our geometric analogies weigh considerably against the Darwinian concept of small variations continuous and help us to show that disconti-

nuous variations are natural».

In the Thompsonian vision the form has expanded from the previous individual enclosure to arrive at identifying laws of mathematical–geometrical and mechanical issue that are applicable to organisms also often different. The potential implications in the artistic field are obvious, as demonstrated by the Scottish biologist: the form of authorship becomes result of a process (we would say an algorithm) and the relationship between the artist and the form of his artwork a physical reasoning and mathematical order. In this changed relationship, time becomes a no longer dispensable component, because the shape is the result of a regulated growth through time⁸. And through time the algorithms are developed pervading the space.

Thompson's approach is analogue, and its sampling of similarities between structures and natural morphologies shows that «the functional efficacy observed in nature may be able to stimulate as effective solutions in the world of artefacts»⁹.

3. Triangulations

The more than one thousand pages of Thompson's studies seemed almost to have exhausted the topic of the generation of forms in nature, bringing every aspect observed in different species even to physical and mathematical rules. There remained little doubt – notable is the question of the giant panda, easily found in literature – but in 1952 Alan Turing published *The Chemical Basis of Morphogenesis*, a work that has achieved less

6. Thompson, *op. cit.*

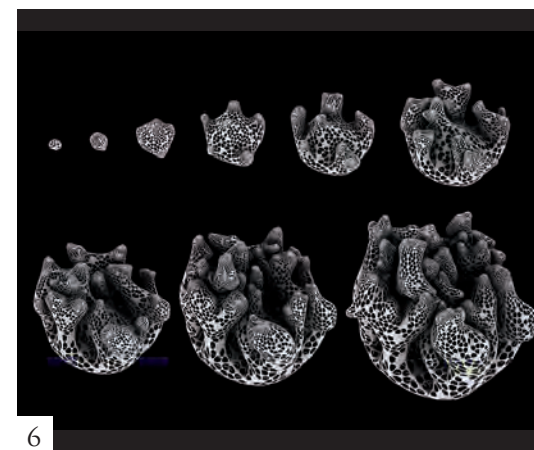
7. Thompson, *op. cit.*, pp. 11–13.

8. Cfr. Steadman 1988.

9. Langella 2011.

Figura 5
Greg Lynn, *Embriological House* (1997).

Figura 6
Satoru Sugihara, *Cellular growth algorithm study* (2013).



osso, foglia e fiore, sono altrettante porzioni di materia, ed è in obbedienza alle leggi della fisica che le particelle che li compongono sono state assestate, modellate, conformate. [...] i loro problemi di forma sono prima di tutto dei problemi matematici: i loro problemi di accrescimento sono essenzialmente problemi fisici [...] il mio unico proposito è di mettere in rapporto con le definizioni matematiche e le leggi fisiche alcuni dei più semplici fenomeni esteriori dell'accrescimento organico, della struttura, della forma, considerando come ipotesi che il complesso dell'organismo sia un insieme meccanico e materiale»⁷.

La critica al darwinismo era del tutto esplicita, seppur riconoscendo al predecessore sia il giusto ruolo nella storia della scienza sia alcune intuizioni ritenute tuttora valide, e scrive in chiusura del suo volume: «Le nostre analogie geometriche pesano considerevolmente contro il concetto darwiniano delle piccole variazioni continue e ci aiutano a mostrare che le variazioni discontinue sono naturali».

Nella visione thompsoniana la forma è ampliata dal precedente recinto individuale per arrivare a identificare leggi di natura matematico–geometrica e meccanica che siano applicabili ad organismi spesso anche differenti tra loro. Evidenti sono le potenziali implicazioni nel campo artistico di quanto dimostrato dal biologo scozzese: la forma da autoriale diviene risultato di una procedura (diremmo di un algoritmo) e il rapporto tra l'artista e la forma della sua opera un ragionamento di ordine fisico, matematico. In questo mutato rapporto il tempo diventa una componente non più pre-

scindibile, in quanto la forma è frutto di una crescita regolata nel tempo⁸. E nel tempo gli algoritmi si sviluppano pervadendo lo spazio. Il metodo di Thompson è analogico, e il suo campionario di analogie tra strutture e morfologie naturali evidenzia come «l'efficacia funzionale osservata nella natura possa essere in grado di stimolare soluzioni altrettanto efficaci nel mondo degli artefatti»⁹.

3. Triangolazioni

Le oltre mille pagine dello studio di Thompson sembravano quasi aver esaurito l'argomento della generazione delle forme in natura, riportando ogni aspetto osservabile in specie anche differenti a leggi fisiche e matematiche. Restavano ancora pochi dubbi – nota è la questione del panda gigante, facilmente rintracciabile in letteratura – ma nel 1952 Alan Turing pubblica *The chemical Basis of Morphogenesis*, lavoro che ha ottenuto meno notorietà di quella dovuta essendo di pochi mesi precedente alla scoperta da parte di Watson e Crick della struttura del DNA che determinò una rivoluzione in ambito genetico tale da attrarre le attenzioni della quasi totalità della comunità scientifica.

In estrema sintesi, e solo a supporto del nostro ragionamento, i contributi principali dell'opera di Turing sulla morfogenesi sono due: il primo è di aver spostato alla chimica il piano dell'osservazione precedentemente costituita dalla meccanica di Thompson, identificando i morfogeni, ossia molecole vettrici di un segnale capace di attivare la specializzazione delle cellule, mentre la seconda è l'introduzione nello studio della crescita della forma di leggi non lineari proposte decenni prima da Poincaré in relazione ad ambiti di ricerca del tutto differenti. Ed è proprio questa seconda innovazione che trova conferma reciproca nella realizzazione dell'opera che a tutt'oggi assicura a Turing un posto tra gli scienziati più influenti del Novecento: l'invenzione della *Logical Computing Machine* del 1936, nota anche come «macchina universale di Turing», la cui caratteristica principale è proprio l'utilizzo di una matematica analoga a quanto poi sviluppato quasi vent'anni dopo nello studio sulla morfogenesi. La «macchina universale di Tu-

fame than that due, being a few months prior to the discovery by Watson and Crick of the DNA structure that brought about a revolution in genetic research such as to attract the attention of almost the entire scientific community. Very briefly, and only in support of our argument, the main contributions of the work of Turing on morphogenesis are two: the first is the shifting to chemistry of the observation level set up previously by the mechanics of Thompson, identifying morphogens, namely vector species molecules of a signal capable of activating the specialization of cells, while the second is the introduction to the study of the growth of non-linear form proposed decades earlier by Poincarè in relation to entirely different fields of research. It is this second innovation that finds mutual confirmation in the realization that still assures Turing a place among the most influential scientists of the twentieth century: the invention of the *Logical Computing Machine* in 1936, also known as the “universal Turing machine”, whose main characteristic is the use of mathematics analogous to what then developed nearly twenty years later in the study on morphogenesis. The “universal Turing machine”, as it is known, emerged as the hub between the earlier calculating machines (for example the Babbage machine) and modern computers, since he founded the logical-mathematical idea of hardware and software although it remained until 1950 only «a virtual instrument to represent actions of a man in the act of minimal calculating»¹⁰. And the calculation that the Discrete State Machine performs, physical evolution of the previous machine and dating back to 1950, is by definition predictable, as is predictable the result of each algorithm, because as Turing says, missing the error, that in physics it is a matter of principle, not random application.

4. Meta-formations

Generative Art in itself does not qualify as an artistic unitary movement and, as we have already partly anticipated in this manner, we consider very different art forms united only by the use of computers and the programs

for the development of algorithms¹¹. Probably this is more of an attitude regarding creating works of art than that of a technique, a mode or a shared path that unites all the artists who identify with this expression. In fact the boundaries of this labile set extend well beyond the visual, permeating the space of sounds and words, too. From our point of view, for those raising the question about the effects of morphogenetics in figurative theories, I would say it matters little if the “matter” which makes up a work is a pigment on a substrate, a pixel, a sound or a line from a poem, for the laws that we try to trace in contemporary figurative production (visual or architectural) are also contained in other compositional-generative experiences. Known to most people, the extraordinary artistic career of Brian Eno, who since the 60s has shown great interest in the generating systems of alternative sound to musical instruments, finds its apex in the work developed with Mimmo Palladino called *Sleepers* and installed in London in 1999¹². To understand the whole creative process it is useful to report what Eno himself writes on the cover of an album in 1975: «I gravitated to the time of situations and systems that once became operational, they could create music with minimal intervention or no intervention from my. That is, I tend to the programmer and planner role and further to that of listener of results»¹³. One might put forward a problem with regard to the authorship of the works, as is explicitly stated by Eno that many authors in the field experience the same distancing from the relationship between the artwork and the “hand” of the artist. In this regard Sol Lewitt says: «There are many ways to build an artwork: one is to make decisions at each step, another is to devise a system that is able to autonomously generate these decisions». In fact, it is easy also to track in history of art many examples of disjunction between the “artist” and program execution, so that the contribution of assistants and collaborators has often been recognised: for example, historians basically agree in recognizing in the realization of a second angel on the left of the

- 10. Piersanti, Longo 2012.
- 11. In recent years it is developing more and more an art declination generative computational or paracomputational. Authors such as Christopher Myskja or Chandler McWilliams and Tim Knowles, whose designs are obtained by physical means, are perfectly in line with the poetics of digital generativity.
- 12. Available at a fragment of Vimeo: <https://vimeo.com/89772715>. [Visited January 30, 2016].
- 13. The album of 1975 called *Discreet Music*, and is a concept album in which Eno matures some recording techniques pioneered occasionally in some previous albums marking the start, according to some, the Ambient music.

Figure 7
Oliver Auber, *Poietic Generator* (2011). *Poietic Generator*. [visited May 9, 2016]. Available by: <http://poietic-generator.net>.

- 10. Piersanti, Longo 2012.
- 11. Negli ultimi anni si sta sviluppando sempre più una declinazione dell’Arte Generativa non computazionale o paracomputazionale. Autori come ad esempio Christopher Myskja o Chandler McWilliams o Tim Knowles, i cui disegni sono ottenuti tramite processi fisici, sono perfettamente in linea con la poetica della generatività digitale.
- 12. Disponibile un frammento su Vimeo all’indirizzo: <https://vimeo.com/89772715>. [Visitato 30 gennaio 2016].
- 13. L’album del 1975 si chiama *Discreet Music* ed è un *concept* album in cui Eno matura alcune tecniche di registrazione sperimentate occasionalmente in alcuni album precedenti dando l’avvio, secondo qualcuno, alla musica *Ambient*.

Figura 7
Oliver Auber, *Poietic Generator* (2011). *Poietic Generator*. [visitato 9 maggio 2016]. Disponibile da: <http://poietic-generator.net>.

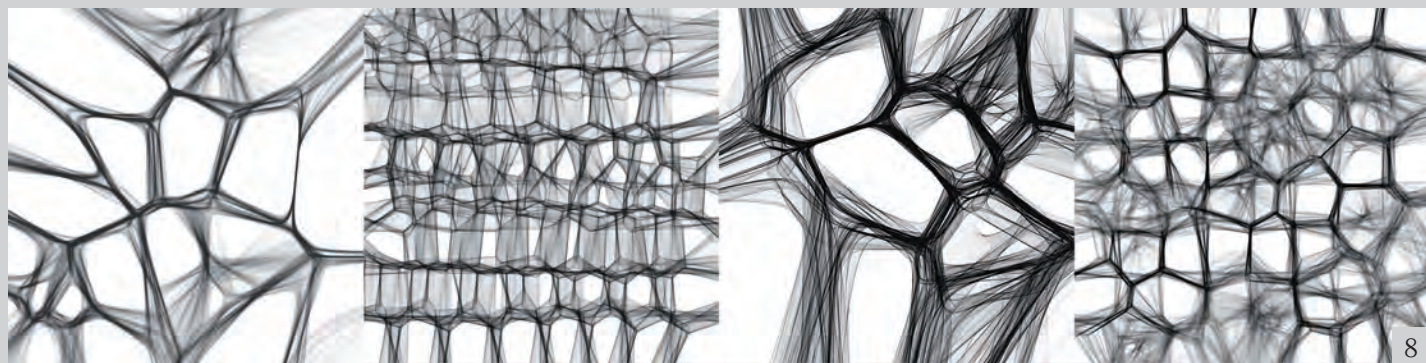


ring”, è noto, si configura come il punto di snodo tra le macchine calcolatrici precedenti (ad esempio la macchina di Babbage) e i moderni computer, poiché fonda l’idea logico-matematica di *hardware* e *software* seppur rimanga fino al 1950 solo «uno strumento virtuale per rappresentare le azioni di un uomo nell’atto minimale del calcolo»¹⁰. E il calcolo che esegue la *Discrete State Machine*, evoluzione fisica della precedente macchina e datata 1950, è per definizione prevedibile, come prevedibile è il risultato di ogni algoritmo perché, come afferma Turing stesso, manca l’errore, che in fisica è un fatto di principio, non un’applicazione casuale.

4. Meta-formazioni

L’Arte Generativa di per sé non si configura come un movimento artistico unitario e come abbiamo già in parte anticipato sotto questa dicitura ricadono forme artistiche molto differenti accomunate solo dall’uso del computer e di programmi per l’elaborazione di algoritmi¹¹. Probabilmente si tratta più di un atteggiamento rispetto alla creazione di opere d’arte che di una tecnica, una modalità o un percorso condiviso che accomuni tutti gli artisti che si riconoscono in questa espressione. In effetti i confini di questo labile insieme si estendono ben oltre il visuale, permeando lo spazio anche di suoni e parole. Dal nostro punto di vista, di chi si interroga sugli effetti delle forme morfogenetiche nell’arte figurativa, direi che poco importa se la “materia” di cui si compone

un’opera sia un pigmento su un supporto, un pixel, un suono o un verso di una poesia, poiché le leggi che tentiamo di rintracciare nella produzione figurativa contemporanea (visuale o architettonica) sono parimenti contenute in altre esperienze compositivo-generative. Nota ai più, la straordinaria parabola artistica di Brian Eno, che fin dagli anni ’60 ha mostrato grande interesse ai sistemi di generazione del suono alternativi agli strumenti musicali, trova l’apice nell’opera sviluppata con Mimmo Palladino denominata *I Dormienti* e installata a Londra nel 1999¹². Per comprenderne l’intero percorso creativo sarà utile riportare cosa scrive Eno stesso sulla *cover* di un album del 1975: «ho gravitato alla volta di situazioni e sistemi che, una volta divenuti operativi, potessero creare musica con interventi minimi o addirittura senza interventi da parte mia. Cioè, io tendo al ruolo di programmatore e pianificatore e in seguito a quello di ascoltatore dei risultati»¹³. Ci si potrebbe porre, allora, un problema in ordine alla autorialità delle opere, in quanto come dichiarato esplicitamente da Eno in realtà molti autori nel campo visuale percorrono lo stesso allontanamento dal rapporto tra l’opera d’arte e la “mano” dell’artista. A riguardo afferma Sol Le Witt: «Ci sono molti modi per costruire un’opera d’arte: una è quella di prendere decisioni ad ogni passaggio, un’altra è quella di inventare un sistema che sia in grado di generare autonomamente queste decisioni». In effetti è facile poi rintracciare anche nella storia dell’arte non pochi esempi di disgiunzione tra il “programma” dell’artista e l’esecuzione, tanto che spesso è riconosciuto il contributo di assistenti e collaboratori: ad esempio gli storici dell’arte sono sostanzialmente concordi nel riconoscere nella realizzazione del secondo angelo sulla sinistra del *Battesimo di Cristo*, la “mano” di un giovane di bottega, vista la differenza nei tratti e nei dettagli rispetto all’opera del Verrocchio. Il giovane era Leonardo da Vinci e la tradizione vasariana tramanda che fu tale l’imbarazzo del maestro nel vedere la superiorità dell’allievo che da quel giorno non dipinse più. Oggi la questione dell’autorialità si sposta da un percorso “di mano in mano” ad un per-



Baptism of Christ, the “hand” of a young apprentice, given the difference in the features and details from the opera of Verrocchio. The young apprentice was Leonardo da Vinci and the tradition was handed down by Vasari that such was the embarrassment of the teacher in seeing the student’s superiority that from that day he did not paint any more.

Today, the issue of authorship moves from one “hand in hand” path to a “programmer to device” path that generates forms according to the artist’s notes. In that respect, the dynamic told by the artist Fabio Franchino is very clear: «In the evening I give the instructions to the machine, which throughout the night processes the data and generates lines, shapes and colors in an autonomous way: in the morning when I wake up, I evaluate the results obtained. If I like the product, I keep it, if it does not satisfy me I throw it out»¹⁴. There are people who see a Darwinian metaphor of natural selection at the hands of an artist-creator¹⁵, but the true extent of such attitudes – among other widely shared by many other generative artists – lies precisely in bringing attention to the project of artwork, the artist’s thoughts, the conceptual stage because of an execution phase in which most often these artists are not interested. Interesting how Costa explains the transition from technical to the technologies and outlining as a contact between author and artefact loss process, making the opera to a certain extent impenetrable, incomprehensible, of a certain nature but invisible to humans. In the era of neo-technologies «man is marginal [...] the neo-technologies are no longer extensions or

prosthesis [...] but separated extroversions from the basic operations of the human which tend gradually to become autonomous and self-operating»¹⁶.

Artists such as Adrian Ward with his *Autoillustrator* or Oliver Auber with *Poietic Generator* (Fig. 7) operated in this way: both cited works experiment with figurative algorithms operationalized by the interaction of user-operators, like the labourers of Renaissance workshops, in that they operate freely but within a programmed environment by the artist. With a different sensitivity are the works of artists who instead do not give up authorship of the work and check in it, albeit algorithmically, the poesis. The Argentine, Leonardo Solaas (Fig. 8, 9) is one of them: projects like *Dreamlines* (2005) or *Bola de Nieve* (2008) that display the behaviour of users in real time, Solaas stands alongside works such as *Mesh Experiment* (2009) or *triangulations* (2015) in which, without prejudice to the algorithmic process, the author checks the final figuration. Even artists such as the Pole, Janusz Jurek, like Solaas poised between professional experiences of computer graphics and purely artistic expressions, uses generative algorithms, but with the express purpose of generating forms and figures in the space defined by the author, in particular with a double and evocative biological metaphor (Fig. 10).

5. Semantic aestheticism

Morphogenetic images, it is undeniable, generate in the viewer a certain fascination, and are perceived in our memory as admirable figures, even when referring to de-formations – that is, the description of what stands and

Figure 8
Leonardo Solaas, *Mesh Experiment* (2009). Leonardo Solaas. [visited May 9, 2016]. Available by: <http://solaas.com.ar>.

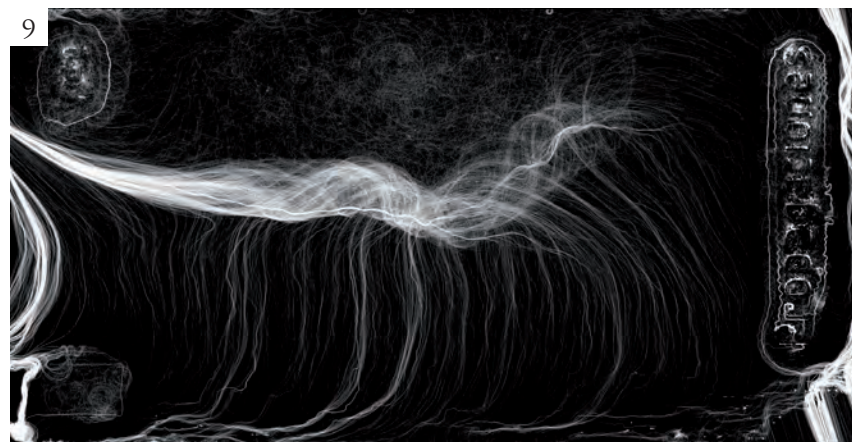
Figure 9
Leonardo Solaas, *Propagaciones* (2009). Leonardo Solaas. [visited May 9, 2016]. Available by: <http://solaas.com.ar>.

14. Cit. in Mancuso 2008.
15. Cfr. Mancuso, *ibidem*.
16. Costa 2005, pp. 44–45.

14. Cit. in Mancuso 2008.
15. Cfr. Mancuso, *ibidem*.
16. Costa 2005, pp. 44–45.

Figura 8
Leonardo Solaas, *Mesh Experiment* (2009). Leonardo Solaas. [visitato 9 maggio 2016]. Disponibile da: <http://solaas.com.ar>.

Figura 9
Leonardo Solaas, *Propagaciones* (2009). Leonardo Solaas. [visitato 9 maggio 2016]. Disponibile da: <http://solaas.com.ar>.



corso da “programmatore a dispositivo” che genera forme secondo l’indicazione dell’artista. Sotto questo punto di vista è decisamente chiara la dinamica raccontata dall’artista Fabio Franchino: «Io alla sera fornisco delle istruzioni alla macchina, la quale nell’arco della nottata processa i dati e genera linee, forme e colori in maniera autonoma: al mattino, quando mi sveglio, valuto i risultati ottenuti. Se il prodotto mi piace lo tengo, se non mi soddisfa lo butto»¹⁴. C’è chi ci vede una metafora darwiniana di selezione naturale per mano di un artista-creatore¹⁵, ma la reale portata di atteggiamenti simili – tra l’altro ampiamente condivisi da molti altri artisti generativi – sta proprio nel riportare l’attenzione al progetto dell’opera d’arte, al pensiero dell’artista, alla fase concettuale in ragione di una fase esecutiva di cui spesso questi artisti quasi si disinteressano. È interessante come Costa spiega il passaggio dalle tecniche alle tecnologie e da quest’ultime alle neotecnologie e lo delinea come un processo di perdita di contatto tra autore e artefatto, rendendo l’opera in una certa misura impenetrabile, incomprensibile, di una natura certa ma invisibile all’uomo. Nell’epoca delle neotecnologie «l’uomo è del tutto marginale [...] le neotecnologie non sono più estensioni o protesi [...] ma estroversioni separate dai funzionamenti di base dell’umano che tendono progressivamente a farsi autonome e sé-operanti»¹⁶.

In questa direzione hanno operato artisti come Adrian Ward con il suo *Autoillustrator* o Oliver Auber con il *Poietic Generator* (Fig. 7): entrambi i lavori citati sperimentano algo-

rismi figurativi resi operativi dall’interazione di utenti-operanti, alla stregua dei garzoni di bottega rinascimentali che si trovano ad operare liberamente ma all’interno di un ambiente programmato dall’artista.

Di altra sensibilità è l’opera degli artisti che invece non rinunciano all’autorialità dell’opera e ne controllano, seppur in via algoritmica, la poiesi. L’argentino Leonardo Solaas (Fig. 8, 9) è uno di questi: a progetti come *Dreamlines* (2005) o *Bola de Nieve* (2008) che visualizzano i comportamenti degli utenti in tempo reale, Solaas affianca opere come *Mesh Experiment* (2009) o *Triangulations* (2015) in cui, fermo restando il processo algoritmico, l’autore controlla la figurazione definitiva. Anche artisti come il polacco Janusz Jurek, come Solaas a cavallo in realtà tra esperienze professionali di grafica informatica e espressioni puramente artistiche, utilizzano algoritmi generativi ma con il preciso scopo di generare forme e figure nello spazio definite dall’autore, in particolare con una doppia ed evocativa metafora biologica (Fig. 10).

5. Estetismi semantici

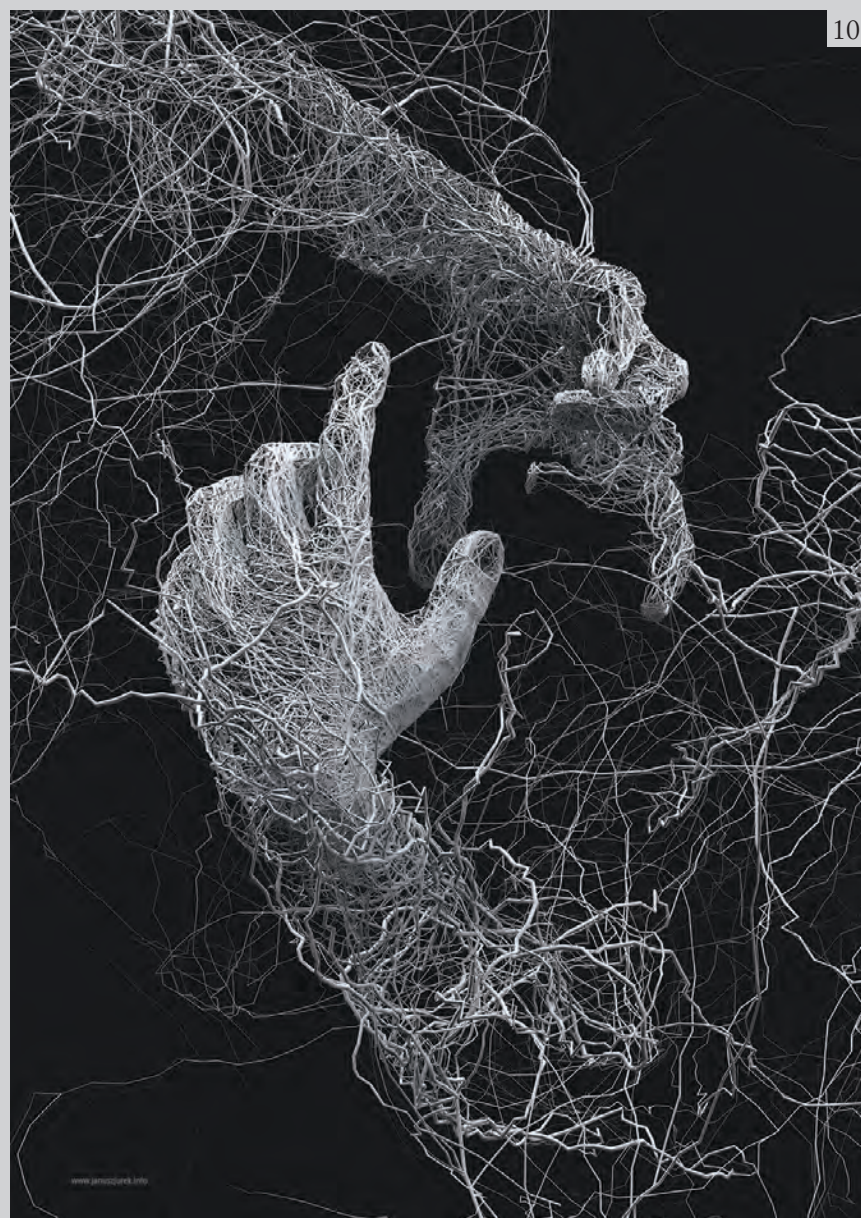
Le immagini morfogenetiche, è innegabile, generano nell’osservatore un certo fascino, sono percepite e impresse nella nostra memoria come figure che rendono disponibili agli occhi nascoste meraviglie, anche quando fanno riferimento a de-formazioni – ossia alla descrizione di ciò che si distingue e si allontana da una “forma” precedentemente conosciuta – o, come anticipavamo, quando il loro indirizzo estetico si riferisce al dramma. Questa osservazione introduce un elemento dell’analisi che ci prefiggiamo di elaborare con questo testo e che riguarda la prima delle tre componenti della semiotica di C. S. Peirce – interpretante, segno e oggetto. Ma quale caratteristica, peculiarità o contenuto rende attrattive queste immagini agli interpretanti? E poi davvero si tratta di un’attrazione che ci porta in fondo al significato dei segni o accade qualche spostamento nel processo di significazione? Ed infine, è possibile identificare un’estetica propria per tutti, o la gran parte dei processi generativi che abbiamo citato è eletta a paradigmi?

Le immagini morfogenetiche – che siano esse

walks away from a “form” previously known – or, as we anticipated, when their aesthetic address refers to the drama. This observation introduces an element of the analysis that we aim to develop in this paper and which concerns the first of three components of semiotics of C.S. Peirce – interpreter, sign and object. But which feature, characteristics or content makes these images attractive for interpreters? And then is it really an attraction that takes us to the bottom of the significance of the signs or is there some shift in the process of signification? And finally, you can identify its own aesthetic for all, or most of the generative processes that we mentioned are chosen as paradigms?

Morphogenetic images – be it art or architecture here we shall consider them as a form of retinal perception of shapes – over the years evolved in the relationship between signs and interpreter – pragmatic for Peirce – in our opinion mainly due to a shift from direct expressions as the representation of elementary algorithms – see the works by Henry, Noll, Otto, etc. – to the processing of increasingly complex algorithms as in the works cited a few lines higher up. The elementary nature of these first expressions, however, is to be differentiated according to the scope: in the arts, you can identify the reasons for this aspect in the complacency that could produce the production of images highly automating the output, giving shape to abstract mathematical rules, while in architecture if on the one hand algorithmic elementary figures provide correspondence between form and resistant structure, on the other the construction technologies available in the 60’s would not have allowed more complex figurations. But in any case, great differences between what would happen with complex not algorithmic images or morphogenetic analog images cannot be recognized. It is more than a hypothesis to note that the intense differentiation between what we are observing, and a simple set of complex signs is to be found between syntax and semantics.

Regarding the syntax, we seek to understand, among many, one key aspect that differentiates all morphogenetic images from other



equally complex – such as *Action Painting* by Pollock or any set of numerous signs and unordered – namely that, despite the great figurative complexity that these images and these spaces offer, a mathematical adjustment of the signs is always discernible, even if not directly comprehensible. Compare, for example, one of the works of Noll, Henry or Verostko (Fig. 11) with a child’s scribbles in early childhood or all the abstract art that has been produced from the late nineteenth century to the present day: recurring rhythms and of surface portions, linear differentiation

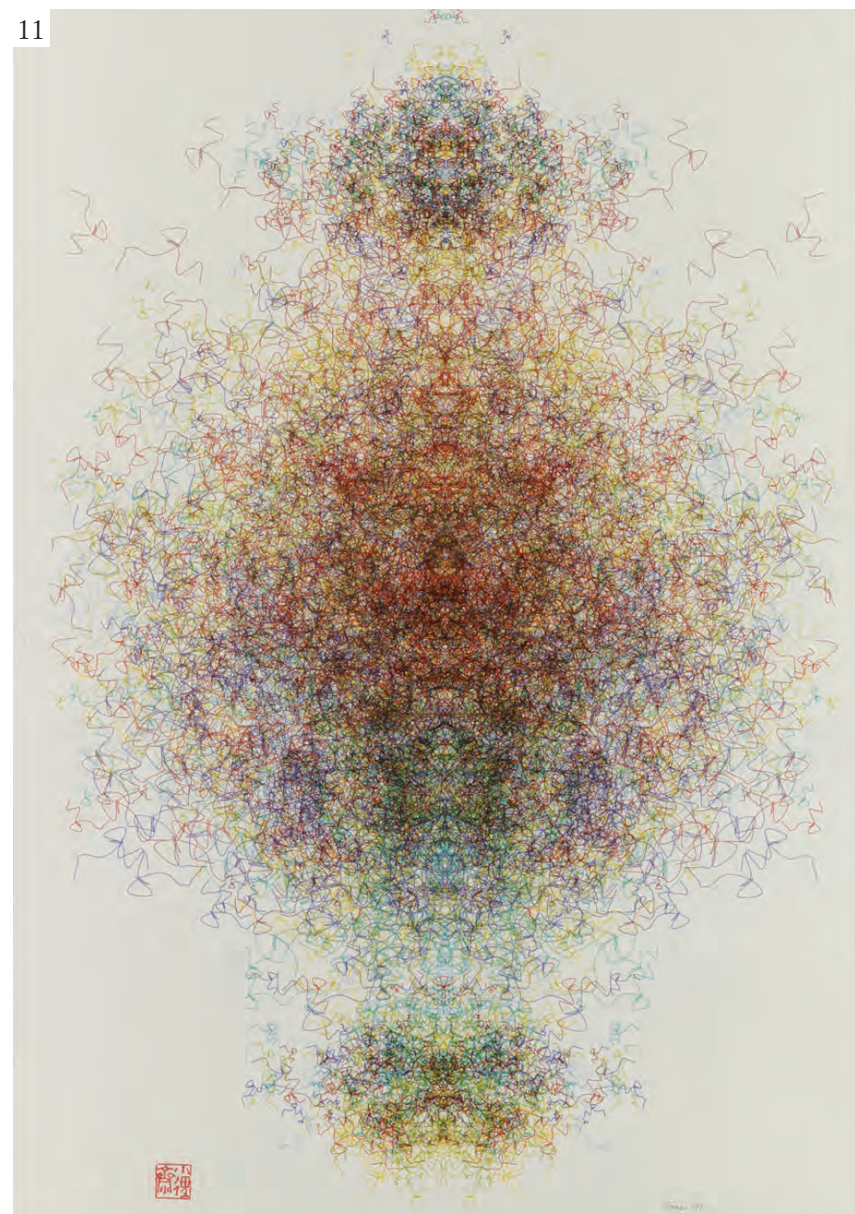
Figure 10
Janusz Jurek, *Papilarnie II* (2015). *Studio Grafiki Uzytkowej*. [visited May 9, 2016]. Available by: <http://www.januszjurek.info>.

Figure 11
Roman Verostko, *Untitled* (1990). Plotter drawing, ink on paper, 31 3/4" x 43 1/4", framed.

Figura 10
Janusz Jurek, *Papilarnie II* (2015). *Studio Grafiki Uzytkowej*. [visitato 9 maggio 2016]. Disponibile da: <http://www.januszjurek.info>.

Figura 11
Roman Verostko, *Untitled* (1990). Disegno a plotter, inchiostro su carta, 31 3/4" x 43 1/4", incorniciato.

arte o architettura, in questa sede le considereremo come forma retinica della percezione delle forme – negli anni hanno compiuto un’evoluzione nel rapporto tra segni e interpretante – pragmatica per Peirce – dovuta a nostro avviso principalmente al passaggio da espressioni dirette come la rappresentazione di algoritmi elementari – cfr. le opere di Henry, Noll, Otto, ecc. – all’elaborazione di algoritmi sempre più complessi e spesso composti come nelle opere citate poche righe più in alto. L’elementarità di queste prime espressioni è però da differenziare in base all’ambito: in campo



artistico è possibile identificare le ragioni di tale aspetto nel compiacimento che poteva produrre la realizzazione di immagini automatizzandone l’*output*, dando forma a regole matematiche astratte, mentre in campo architettonico se da una parte figure algoritmiche elementari consentono la corrispondenza tra forma e struttura resistente, dall’altra le tecnologie costruttive disponibili negli anni ’60 non avrebbero consentito figurazioni maggiormente complesse. Ma in ogni caso grandi differenze tra ciò che accadrebbe con immagini complesse non algoritmiche o immagini morfogenetiche analogiche non si possono ravvisare. È più che una ipotesi notare che la intensa differenziazione tra quanto stiamo osservando e un semplice insieme di segni complessi è da ricercare tra sintassi e semantica.

Riguardo alla sintassi ci poniamo l’obiettivo di comprendere, tra tanti, un solo aspetto determinante che differenzia tutte le immagini morfogenetiche da altre ugualmente complesse – ad esempio l’*Action Painting* di Pollock o un qualunque insieme di segni numerosi e non ordinati – ossia che nella seppur grande complessità figurativa che queste immagini e questi spazi ci propongono sia sempre ravvisabile, anche se non direttamente comprensibile, una regolazione matematica dei segni. Si confronti, ad esempio, una delle opere di Noll, Henry o Verostko (Fig. 11) con gli scarabocchi dei bambini della prima età dell’infanzia o con tanta arte astratta che dalla fine del XIX secolo ad oggi è stata prodotta: ritmi e porzioni di superficie ricorrenti, similitudini, simmetrie assiali o centrali, rapporti di scala e altri aspetti di natura geometrica definiscono una immagine morfogenetica come tale e la distinguono in modo inequivocabile da un insieme di segni gestuale o addirittura casuale. Ma questa osservazione ha degli importanti risvolti anche in termini estetici, il cui fondamentale è l’esplicitazione della regola, la maturazione di una estetica pienamente programmatica: che sia l’algoritmo elementare di Noll o la complessa figurazione di Solaas o Jurek, ma anche in Lynn o Hadid, la regola, il determinante, il morfogene deve essere lì, evidente, presente, visivamente sensibile. L’algoritmo esce dal pensiero astratto dell’artista o dell’architetto e

between the signs, similarities, axial or central symmetry, scale ratios and other aspects of geometric nature define a morphogenetic image as such and distinguish it unequivocally from a set of gestural or even casual signs. This observation has important implications also in terms of aesthetics, whose fundamental principle is the clarification of the rule, the maturation of a fully programmatic aesthetics: whether the primary algorithm of Noll or complex representation of Solaas or Jurek, but also in Lynn or Hadid, the rule, the decisive factor, the morfogene must be there, clear, present, visually sensitive. The algorithm comes from the abstract thought of the artist or architect, and makes its mark, manifesting itself in the sensitive sphere of the world. And here comes the semantics. If there are three visual semiotic categories of meanings of the relationship between signs and object (in our case this is clearly a “dynamic object”¹⁷) – icon, index and symbol – it is quite clear that in our field this triad is reduced to a binomial as the iconic relationship is by definition denied. Whether indicative of the process or having a symbolic relationship with it, the morphogenetic image in art and architecture always starts – at least its morphogenetic component – from a non-figurative thought and as such is not relevant to the possibility of iconic signification. Also, we can see that in morphogenetic art or architecture, as part of Programmed and Kinetic Art before¹⁸, the artist or architect’s attention to a certain extent, “close to the total”, moves its attention from the “immediate object” – the content – to the “dynamic object” – the referent. “Close to the total” because as shown by the words of Fabio Franchino, previously mentioned, easily assimilated in the same empirical and subjective assessments of other authors, the “immediate object” is elected a piece of art when it corresponds to their expectations and often conscious aesthetic, not to those algorithmic, because the latter are determined to be coinciding with the author’s thought itself. But when is the morphogenetic image “index” and when is it a “symbol”? Since the beginning of our discussion we have made a decisive choice: to trace the relationship

between science, art and architecture in the latest evolution in bridge application of algorithmic mathematics. This choice has led us to identify the masterful work of Thompson first and then Turing, as progenitors of so much successive scientific literature and many creative experiences. Other morphogenesis processes in art and architecture, however, used a path which instead relied on the logic of Darwin’s evolution of the species its inspiration. It is our opinion that these two trends lead to two essentially different approaches from the semantic point of view: the algorithmic-mathematical, in which the image is an index of morphogenetics, and the evocative-metaphorical, in which morphogenetics comes near to science but in a symbolical manner.

Despite the semantic distance between the two figurative and spatial research streams, there are still a number of common features, such as a certain “algorithmic aesthetic”, as mentioned. Figures resulting from morphogenetic processes are characterized by a widespread complexity, regardless of which derive from semantic approaches, and favour the creation of a misleading combination between digital morphogenesis and figurative complexity. First of all, because the computer morphogenesis would tend to simplify the processes of formation of images just because a substantially random process replaces an algorithmic process, and for this reason the figurative complexity is actually a complexity that manifests itself on the retinal surface whether their origin is orderliness and algorithmic. The reason why the formal complexity maintains a decisive role within the morphogenetic figurative scenery is probably attributable to a widespread and not entirely conscious desire to show what would not have been possible to show without the aid of computers, regardless of real complex origins. Also, considerations must be made on how artists and architects using morphogenetic semantic structures for their works are occupied in controlling apparently in a partial manner the processes that generate the images. In this way, a chaotic figuration, defect or visual complexity seem to be the only

17. According to Peirce the object can be “dynamic” or “really efficient but not immediately present” or “immediate” that is “the object is like the sign represents it” (C.P. 8.343).
18. In the early ‘60s in Italy one can see some artistic experiences of international level which the Kinetic Art of Gruppo T and exhibition organized by Bruno Munari for Olivetti entitled *Arte Programmata*. These artistic experiences are considered as prodromal the generative Art as it shares and anticipates many aspects. Cfr. Meneguzzo, Morteo, Saibene 2012.

17. L’oggetto per Peirce può essere “dinamico” ossia “realmente efficiente ma non immediatamente presente”, oppure “immediato” ossia “è l’oggetto così come il segno lo rappresenta” (C.P. 8.343).
18. Nei primi anni ‘60 in Italia si intravedono alcune esperienze artistiche di livello internazionale quali l’Arte Cinetica del Gruppo T e la mostra organizzata da Bruno Munari per Olivetti dal titolo *Arte Programmata*. Queste esperienze artistiche sono da considerarsi come prodromiche all’Arte Generativa in quanto ne condividono e anticipano numerosi aspetti. Cfr. Meneguzzo, Morteo, Saibene 2012.

19. Cit. in LEVINE, J.. Generative practice. The state of the art. Conversation with Leonardo Solaas, Marius Watz e Mitchell Whitelaw. *Digicult*. 2015. [visitato 30 gennaio 2016]. Disponibile da: <http://www.digicult.it/it/digimag/issue-057/generative-practice-the-state-of-the-art>.

si fa segno, manifestandosi nella sfera sensibile del mondo. E qui entra in gioco la semantica. Se nella semiotica visuale le categorie di significati del rapporto tra segni e oggetto (nel nostro caso si tratta evidentemente di “oggetto dinamico”¹⁷) sono tre – icona, indice e simbolo – è piuttosto evidente che nel nostro campo questa triade si riduca a un binomio in quanto il rapporto iconico è per definizione negato. Che sia indice del processo o abbia con esso un rapporto simbolico, l’immagine morfogenetica in arte e architettura parte sempre – almeno la propria componente morfogenetica – da un pensiero non figurativo e in quanto tale non attinente a una possibilità di significazione iconica. Inoltre è possibile asserire che nell’arte e nell’architettura morfogenetica, come in parte nell’Arte Programmata e Cinetica prima¹⁸, l’attenzione dell’artista o dell’architetto in una certa misura “vicina al totale” sposta la propria attenzione dall’“oggetto immediato” – il contenuto – all’“oggetto dinamico” – il referente. “Vicina al totale” perché come dimostrano le parole di Fabio Franchino citate in precedenza, facilmente assimilabili a valutazioni altrettanto empiriche e soggettive di altri autori, l’“oggetto immediato” viene eletto ad opera d’arte quando corrisponde a proprie e spesso consce aspettative estetiche, non a quelle algoritmiche, perché queste ultime sono determinate quindi coincidenti al pensiero dell’autore stesso. Ma quando l’immagine morfogenetica è “indice” e quando è “simbolo”? Dall’inizio della nostra trattazione abbiamo operato una decisiva scelta: quella di rintracciare il rapporto tra scienza, arte e architettura nella più recente evoluzione della applicazione-ponte della matematica algoritmica. Questa scelta ci ha portato a identificare il magistrale lavoro di Thompson prima e Turing poi, come progenitori di tanta letteratura scientifica successiva e di molte esperienze creative. Altri processi di morfogenesi in arte e architettura, però, hanno utilizzato un percorso che invece fondava nella logica darwiniana della evoluzione della specie la propria fonte di ispirazione. È nostra opinione che questi due filoni portino in sostanza a due approcci differenti dal punto di vista semantico: quello algoritmico-matematico, in cui l’immagine è indice della morfoge-

netica, e quello evocativo-metaforico, in cui la morfogenetica si accosta alla scienza ma se ne fa simbolo.

Nonostante la distanza semantica dei due filoni di ricerca figurativa e spaziale permangono numerosi aspetti in comune, come ad esempio una certa “estetica algoritmica”, come accennato poco fa. Le figure derivanti dai processi morfogenetici si connotano per una diffusa complessità, a prescindere da quale approccio semantico derivino, e favoriscono la creazione di un ingannevole binomio tra morfogenesi informatica e complessità figurativa. Prima di tutto perché la morfogenesi informatica tenderebbe a semplificare i processi di formazione delle immagini proprio perché a un processo sostanzialmente casuale si sostituisce un processo algoritmico, e per questa ragione la complessità figurativa in realtà è una complessità che si manifesta sulla superficie retinica nonostante la propria origine sia ordinatoria e algoritmica. La ragione per cui la complessità formale mantiene un ruolo determinante all’interno dello scenario figurativo morfogenetico è probabilmente da ascrivere a una diffusa e non del tutto conscia volontà di mostrare ciò che senza l’aiuto del calcolatore non sarebbe stato possibile mostrare, a prescindere da una vera origine complessa. Inoltre ci sarebbe da riflettere sul come gli artisti e gli architetti che utilizzano strutture semantiche morfogenetiche per le loro opere si trovano ben presto a controllare apparentemente in modo parziale i processi che generano le immagini. In questo modo una figurazione caotica, il difetto o la complessità visiva sembrano essere gli unici esiti figurativi possibili.

In sintesi si potrebbe affermare che tra Arte Generativa e complessità figurativa esista una relazione di affinità ma di ordine cognitivo, come se in realtà la complessità ci fosse proposta perché in fondo un po’ ce l’aspettassimo, con «una tendenza che va alla ricerca di una certa ricompensa estetica o sensoriale. Susanne Jaschko l’ha definita tendenza retinica»¹⁹. D’altra parte la complessità in ambito morfogenetico è, se non una caratteristica strutturale, almeno una comune strategia rappresentativa. Spesso la complessità visiva nell’Arte Generativa consiste nel combinare una serie di forme in

possible figurative results. In summary, it could be said that an affinity relationship exists between Generative Art and figurative complexity, but the cognitive order, as if in reality the complexity had been proposed because it instills a little of what we expect, with «a trend that goes in search of a certain aesthetic or sensory reward. Susanne Jaschko has called it retinal tendency»¹⁹. On the other hand, the complexity in the mor-

phogenetic context is, if not a structural feature, at least a common representative strategy. Often, the visual complexity of Generative Art consists in combining a number of forms in a single result: the *Invader Fractal* by Jared Tarbell provides an example of this. But these expressions remain in the domain of what we have defined retinal complexity, after all putting its own image in traceable and manageable structures.

19. Cit. in LEVINE, J.. Generative practice. The state of the art. Conversation with Leonardo Solaas, Marius Watz e Mitchell Whitelaw. *Digicult*. 2015. [visited January 30, 2016]. Available by: <http://www.digicult.it/it/digimag/issue-057/generative-practice-the-state-of-the-art>.

un singolo risultato: l'*Invader Fractal* di Jared Tarbell ce ne fornisce un esempio. Ma anche queste espressioni restano nel dominio di quel-

la che abbiamo definito complessità retinica, riponendo in strutture tutto sommato rintracciabili e gestibili il proprio immaginario.

Bibliografia / References

AA. VV., 1997. Peter Eisenman. 1990–1997. *El Croquis*. 83, 1997, pp. 170.

CHU, K., 1998. The Cone of Immanescence. *ANY*. 23, Diagram works: Data Mechanics for a topological age, 1998, pp. 39–41.

COSTA, M., 2005. *Dimenticare l'arte. Nuovi orientamenti nella teoria e nella sperimentazione estetica*. Milano: Franco Angeli, pp. 142.

DE KERCKHOVE, D., 2001. *L'architettura dell'intelligenza*. Torino: Testo & Immagine, pp. 93.

DE RUBERTIS, R., 1994. *Il disegno dell'architettura*. Roma: N.I.S., pp. 266.

EISENMAN, P., 1992. Oltre lo sguardo. L'architettura nell'era dei media elettronici. *Domus*. 734, 1992, pp. 17-24.

KIPNIS, J., 1993. Towards a new architecture. *AD Profile*. 102, 1993, pp. 97–116.

KONING, H., EIZENBERG, J., 1981. The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses. *Environment and Planning*. B, 1981, pp. 295–323.

LANGELLA, C., 2011. L'evoluzione del progetto bio-ispirato. *Scienza e Filosofia*. 6, 2011, pp. 9–16.

LEVINE, J., 2010. Towards the Edge of Chaos: An Interview with Leonardo Solaas. *Digimac Issue 51*. 2010. [visitato 30 gennaio 2016]. Disponibile da: <http://www.digicult.it/digimag/issue-051/towards-the-edge-of-chaos-an-interview-with-leonardo-solaas/>.

LEVY, P., 1997. *Il Virtuale*. Milano: Cortina Editore, pp. 148.

LONGHI, R., 1975. *Fatti di Masolino e di Masaccio e altri studi sul Quattrocento (1910-1967)*. Firenze: Sansoni, pp. 250.

LUIGINI, A., 2001. Digital Tectonics. Verso un nuovo paradigma digitale. *XY dimensioni del disegno*. 41–42–43, 2001, pp. 64–68.

LUIGINI, A., 2004. Disegno digitale e progetto: elementi per una tassonomia. In AA. VV., *Il progetto del Disegno*. Atti del 1° Congresso UID, Lerici, 14–16 ottobre 2004. Lerici, pp. 240–243.

LYNN, G., 1993. Folding in Architecture. *AD profile*. 102, 1993, pp. 112.

LYNN, G., 1996. From body to blob. In DAVIDSON C. (a cura di), *ANY Body*. New York: Anyone Corporation, pp. 161–173.

LYNN, G., 1998. Embriological housing. *ANY*. 23, 1998, pp. 47–50.

LYNN, G., 1999. *Animate Form*. New York: Princeton Press, pp. 204.

MANCUSO, M., 2008. Generative Nature. Estetica, ripetitività, selezione e adattamento. *Digicult*. 2008. [visitato 30 gennaio 2016]. Disponibile da: <http://www.digicult.it/it/the-agency/lectures/generative-nature-fabrica-workshop>.

MENEGUZZO, M., MORTEO, E., SAIBENE, A., (a cura di), 2012. *Programmare l'Arte. Olivetti e le neoavanguardie cinetiche*. Monza: Johan & Levi editore, pp. 179.

PIERSANTI, N., LONGO, G., 2012. Le equazioni della natura. *Sapere*. Agosto, 2012, pp. 28–31.

PURINI, F., 2003. Digital Divide. In SACCHI, L., UNALI, M. (a cura di), *Architettura e cultura digitale*. Milano: Skira, pp. 87–96.

ROWE, C., 1956. *La matematica della villa ideale e altri scritti*. Bologna: Zanichelli, pp. 240.

SACCHI, L., DE FUSCO, R., 2000. Il codice dei limiti. L'architettura alla fine del secolo XX. In DE FUSCO, R., *Storia dell'architettura contemporanea*. Bari: Laterza, pp. 617–756.

SACCHI, L., UNALI, M. (a cura di), 2003. *Architettura e cultura digitale*. Milano: Skira, pp. 247.

STEADMAN, P., 1988. *L'evoluzione del design. L'analogia biologica in architettura e nelle arti applicate*. Trad. it. di F. Cavaliere. Napoli: Liguori, pp. 323.

STINY, G., MITCHELL, W. J., 1978. The Palladian Grammar e Counting Palladian Plans. *Environment and Planning*. B, 1978, vol. 5, pp. 5–18.

THOMSON, D'ARCY W., 2006. *Crescita e Forma. La geometria della natura*. Ed. ridotta a cura di J. T. Bonner (ed. orig. *On Growth and Form*, 1917–1942). Torino: Bollati Boringhieri, pp. 360.