Focus

PENSARE – il disegno del pensiero / il pensiero del disegno

Titolo del contributo

Disegni inutili per utili disegni

Abstract

Lo studio e la sperimentazione qui illustrata, riguarda un processo espressivo, ideativo e comunicativo, inizialmente caratterizzato da una istantanea e inconsapevole generazione di un disegno inutile, seguita da successive ragionate elaborazioni e trasformazioni, caratteristiche del disegno utile e finalizzate al suo apprendimento.

La singolare esperienza produttiva è nata in seno ad attività di ricerca, sviluppata nell'ambito della generazione e del controllo espressivo e costruttivo della forma libera, che ha trovato terreno di sperimentazione generalizzata e di ricaduta nell'ambito formativo dell'architettura e del disegno industriale.

Parole chiave

disegno a schizzo, forma libera, luogo geometrico

[Testo]

Fra luogo geometrico e forma libera

Il tracciamento analogico di una forma libera, ossia la materializzazione di un segno su una superfice è senza dubbio il gesto del disegno più istintivo e primitivo che appartiene all'essere umano. Possiamo immaginare che i primi segni siano stati realizzati senza consapevolezza, scavando con le mani o trascinando gravi sul terreno e che nel tempo il fenomeno - osservato - sia stato perfezionato per utilità, assurgendo ad abilità manuale per segnalare, raccontare, ricordare; azioni che possiamo generalizzare in: comunicare. L'esigenza e la conseguente definizione di un segno esatto è invece prodotto della sua riconoscibilità e della sua computabilità. Si sviluppa la geometria per comprendere - e per conseguenza distinguere, estraendole dalla famiglia infinita delle forme - alcuni casi particolari di forme "luogo geometrico", misurabili, ripetibili, riconoscibili e dalla genesi descrivibile.

La difficoltà di misurare e replicare la forma libera, sono state di ostacolo, alla sua diffusione intensiva nel imponeva una semplice, chiara e certa computabilità. Una qualità il cui controllo è sempre risultato difficile nella forma libera e più facile nelle forme luogo geometrico, che in modo massivo hanno pertanto pervaso la forma del progetto. Anche nella piccola scala del disegno industriale, pur meno soggetta ai vincoli della gravità, sono ancora oggi ampiamente diffusi, i progetti ispirati ad un rigore formale compositivo, che individua nella semplicità espressiva e costruttiva caratteristica dei luoghi geometrici la loro principale soluzione. Nell'architettura, Il virtuosismo espressivo delle forme luogo geometrico si è per lo più manifestato alternandosi fra la ricerca della purezza compositiva, proporzionale e relazionale da un lato e l'esplorazione di sequenza di trasformazioni logicamente ordinate dall'altro.

Le tecnologie digitali hanno senza dubbio indotto un radicale cambiamento al progetto, rendendo accessibile sia la ripetibilità, sia la computabilità della forma libera. Tuttavia, questa disponibilità è oggi resa talmente intuitiva e semplice all'utilizzatore da indurre operazioni di generazione e controllo fondate solo su considerazioni di tipo percettivo, trascurando quelle qualità geometriche, appartenenti ad ogni tipo di forma, che, se opportunamente curate, potrebbero arricchire nei contenuti il progetto, conservando l'eredità culturale del rigore procedurale, caratteristico dell'operare con la forma "luogo geometrico".

Stato dell'arte

La ricerca qui esposta, nella sua singolarità e specifica sequenza metodologica e sperimentale ha carattere originale. Risulta pertanto impervio procedere nella definizione dello stato dell'arte. Tuttavia è possibile fornire alcuni riferimenti bibliografici che, meglio di altri, possono esprimere il contesto, le motivazioni e gli obiettivi che – agendo negativamente o positivamente - hanno dato moto a questo studio. Nello scenario internationale, David Ross Scheer in "The Death of Drawing" (Scheer 2014) , appare immemore dei ruoli più profondi del disegno e ne pone in rilievo solo gli aspetti più meramente strumentali. Nel libro di Pablo Lorenzo-Eiroa e Aaron Sprecher in "Architecture in Formation: On the Nature of Information in Digital Architecture" (Sprecher 2013 i valori del disegno trovano maggior spazio nella trasmutazione digitale, ma i casi studio presentati, confrontandosi sul nuovo terreno della diretta espressione architettonica che scaturisce dalla relazione fra informazione e forma, non riescono a fornire indicazioni di carattere metodologico generale. Gli studi di Helmut Pottman sul tema della "Architectural Geometry" (Pottman 2007) e i numerosi contributi dei simposi "Advances in Architectural Geometry" (Adriaenssens 2016), riportano il focus sul ruolo guida della qualità geometrica nella definizione della forma, contrastando le derive operative che la trascurano in favore di un'operazione scultorea intuitiva e una, tanto successiva quanto oscura all'autore, ottimizzazione digitale automatica. La ricerca più propria del disegno, manifestazione della particolare sensibilità italiana, è in questo caso bene espressa dal lavoro di Massimiliano Ciammaichella (Ciammaichella 2004 , 2012) e Laura Farroni (Farroni 2016) che, in tempi diversi e lavorando su soggetti di autori diversi, hanno sperimentato processi di interpretazione di disegni bidimensionali finalizzati alla successiva trascrizione in modelli tridimensionali.

Dal disegno inutile al modello attraverso il disegno utile.

L'attività sperimentale di produzione del disegno, oggetto di questo studio, si articola in sei attività chiave. La prima fase, del "disegno inutile", è analogica e costituita da una espressione gestuale che si richiede istantanea per evitare di caratterizzarla con un'intenzionalità immaginifica e progettuale. Nelle fasi successive, il disegno "inutile" acquisisce significato arricchendosi delle procedure e delle valenze del disegno "utile". Ciò avviene attraverso la stratificazione dei processi necessari a fare evolvere i segni in contorni di superfici e di solidi tridimensionali. Queste forme sono prima immaginate attraverso il disegno analogico e poi riprogettate, nella loro geometria e nella qualità espressiva, in ambito di disegno digitale. Ultimo stadio di questo processo è la materializzazione fisica per mezzo della stampa tridimensionale.

Il "segno" come prodotto gestuale caratterizza la prima fase. La sperimentazione diffusa condotta sia con gli studenti di Architettura sia di Disegno Industriale[i], prevede sia realizzato su un foglio di carta A4, utilizzando una matita sufficientemente morbida, scura e scorrevole, come per esempio una 2B o superiore. Il segno deve essere espresso in una frazione di secondo senza avere il tempo di ragionare né addirittura percepire come la mano si sia mossa all'interno del foglio. Il segno prodotto sulla carta deve dunque avere il significato dello scarabocchio: un segno indecifrabile, un disegno inutile. (fig.1)

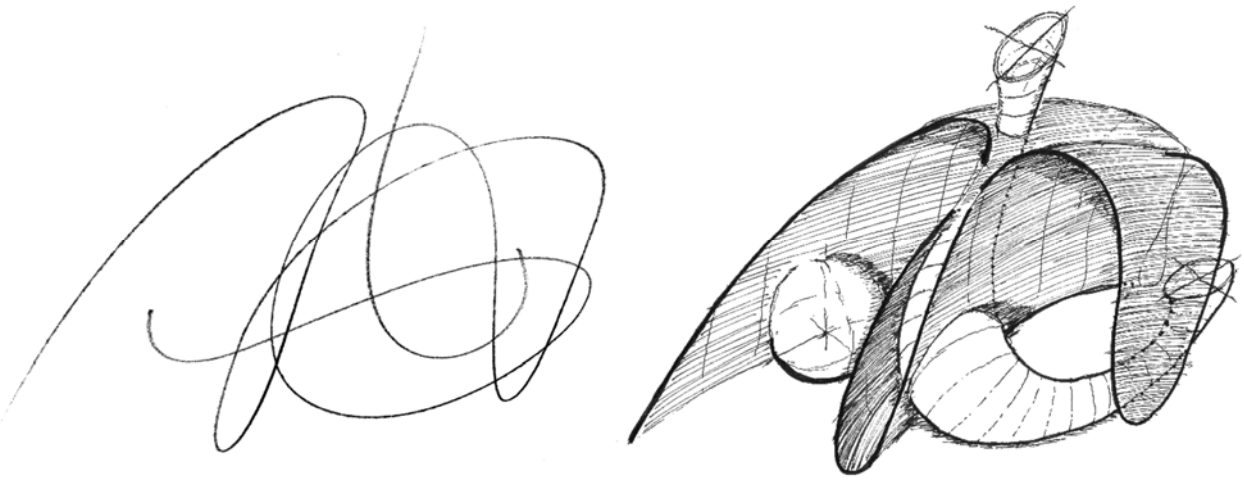

Fig.1 – Lo schizzo prodotto da un gesto istantaneo e inconsapevole.

Fig.2 – La rappresentazione analogica del modello mentale interpretazione tridimensionale aumentata dello schizzo iniziale

La seconda fase è dedicata alla immaginazione creativa. L'obiettivo è quello di immaginare un'articolata configurazione spaziale di forme tridimensionali, che sia percettivamente interessante e geometricamente coerente con il segno originario. Il disegno inutile assume quindi al ruolo di contorno reale o apparente delle forme immaginate. A favore della qualità del modello ma soprattutto della liberta della immaginazione spaziale e mentale, sono concesse in questa fase, piccole trasgressioni ma più ampie integrazioni al segno originario. Quest'attività è fortemente coinvolgente gli allievi e, allo stesso tempo, è uno strumento di verifica preciso della capacità che essi hanno di immaginare con originalità le forme nello spazio tridimensionale. La casualità dello scarabocchio, infatti, rende pressoché impossibile imitare oggetti preesistenti e induce necessariamente ad inventarne di nuovi. Il prodotto definito al termine delle prime due fasi vive nelle due accezioni di modello mentale e modello grafico, entrambi non hanno una rigorosa definizione della qualità geometrica. La proiezione grafica che lo manifesta è solo una ed è priva di quelle informazioni accessorie che ne consentono l'univoca ricostruzione nello spazio. Il segno ha la natura incerta dello schizzo (fig.2), che allude alla forma ma non la dichiara esplicitamente. Le fasi successive sono pertanto dedicate a tradurre il segno in una determinata e precisa forma geometrica.

La terza fase, conducibile per via analogica o digitale, è una complessa operazione di discretizzazione. Il modello grafico, generato fin qui solo per via intuitiva, viene ora ripensato, in chiave gerarchicamente strutturata in: volumi, superfici, direttrici, generatrici, condizioni di continuità, punti notevoli. Si tratta ancora una volta di un'operazione progettuale, nella quale il modello mentale viene perfezionato, associando precise qualità geometriche ai segni che lo manifestano. La traduzione non è operazione ovvia e pone chi la esegue, di fronte a continue scelte qualitative - di carattere espressivo-comunicativo - nella modellazione della forma, che richiedono padronanza teorica e operativa. I volumi, che generalmente in questo modello non sono luoghi geometrici, sono discretizzati nelle superfici costituenti. Le superfici sono immaginate nella loro genesi geometrica di generatrici che si muovono nello spazio vincolate a direttrici. Generatrici e direttrici sono infine progettate nella loro natura di curva luogo geometrico o di forma libera. Sono pertanto individuate tutte le condizioni di esistenza che le identificano univocamente. Questa lettura critica sotto il profilo geometrico, del modello analizzato è gemella a quella caratteristica del rilievo eseguito sia alla scala dell'architettura sia del disegno industriale, ove ancora prima di misurare è importante comprendere cosa e come misurare. Questa attività ha valore sintetico e se condotta per via analogica ha il carattere del disegno di un eidotipo ma richiede maggior rigore operativo e decisionale.

La quarta fase è invece necessariamente digitale poiché ha per oggetto proprio la definizione in ambito virtuale digitale delle forme del modello. Questa è anche la fase in cui si definisce con esattezza la qualità dimensionale delle geometrie costituenti, misure che nelle fasi precedenti erano solo orientativamente percepite. Le capacità che sostengono questa attività, e nella quale vengono verificate, sono prevalentemente di tipo pratico, poiché quelle teoriche, necessarie ad una corretta modellazione geometrica, sono già state espresse nella sostanza, durante la fase precedente. (fig.3,4,5,6)

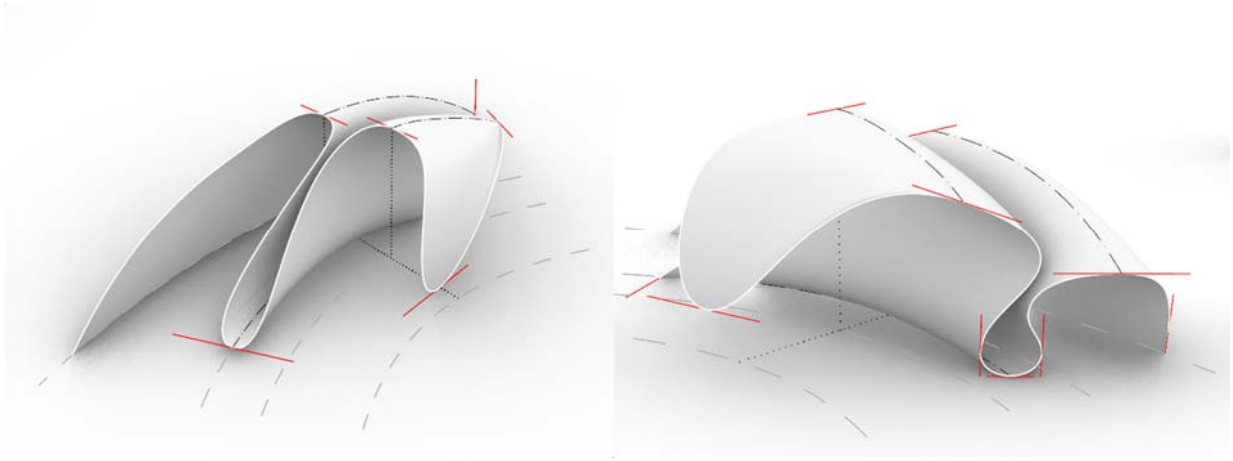

Fig.3 – Progetto delle proiezioni a terra e delle principali tangenti appartenenti alle direttrici utili alla modellazione della superficie.

Fig. 4- Le parti non descritte nello schizzo iniziale, perché non visibili, sono liberamente interpretate nel rispetto della sagoma visibile.

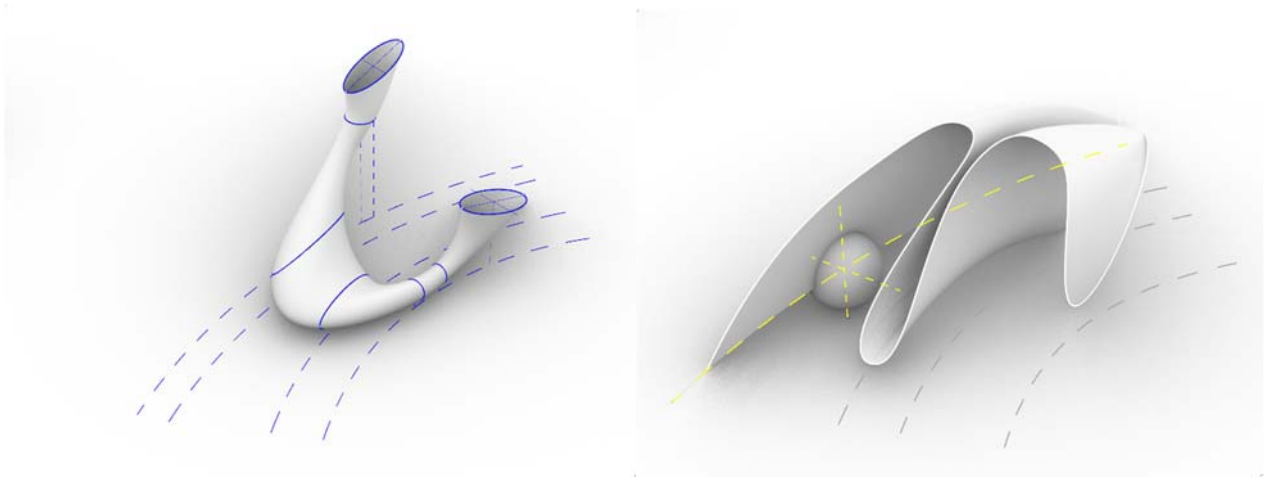

Fig.5 – La modellazione digitale di ognuna delle parti richiede la valutazione critica delle modalità più idonea alla loro generazione e la scelta e il collocamento delle geometrie utili alla sua esecuzione.

Fig. 6 – Il modello tridimensionale, derivato dall'interpretazione del segno, può stimolare riflessioni sulle modalità di integrazione e definizione di relazioni fra forme luogo geometrico e forme libere.

La quinta e la sesta fase operano a livello sperimentale nell'ambito di due metodologie di rappresentazione caratteristiche del 'disegno' nell'accezione più generale del termine. Entrambe agiscono a modello geometrico praticamente concluso e assumono il ruolo di feedback ricorsivo e strumento di collaudo per perfezionare eventuali aspetti di dettaglio del modello.

La quinta fase, completamente digitale, riguarda la rappresentazione della luce in forma di clay rendering, quindi dedicata prevalentemente agli aspetti di chiaroscuro del modello. Un passaggio obbligato utile anche per comprendere appieno la qualità delle superfici[ii].

La sesta fase, opera invece in ambiente misto digitale\analogico, poiché prevede la prototipazione fisica del modello. Un'operazione, quest'ultima, mirata a svelare eventuali errori topologici della geometria del modello digitale (es: intersezioni fra solidi non risolte), così come l'errata attribuzione di dimensioni alle parti (es: spessori) che rendono difficile, se non impossibile la prototipazione.

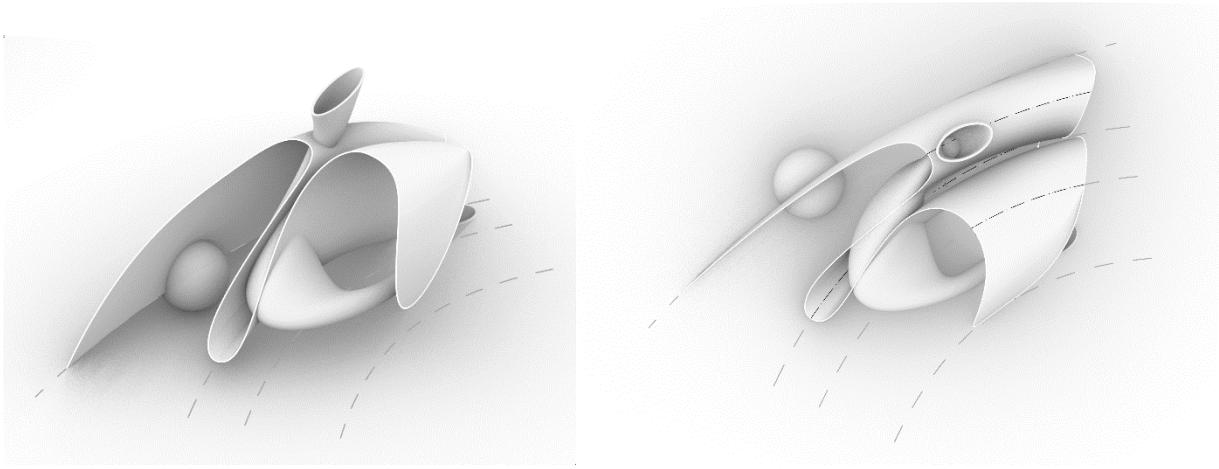

Fig.7 – Il modello digitale completato osservato dallo stesso punto di vista concepito nella fase di interpretazione dello schizzo.

Fig. 8 – Vista dall'alto del modello digitale.

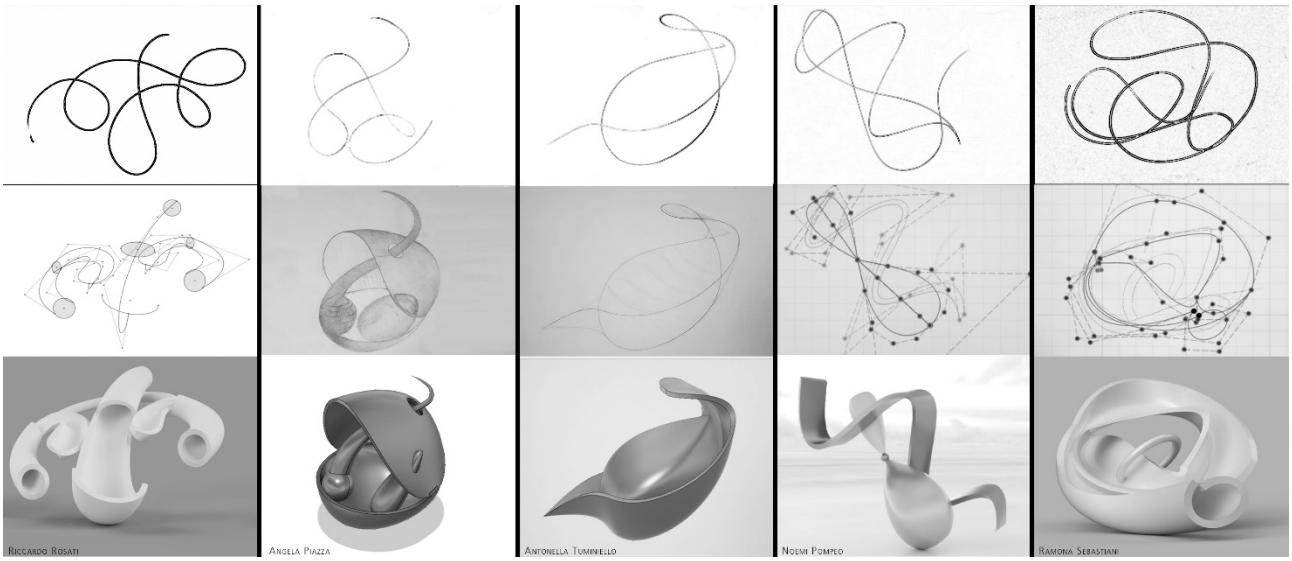

Fig. 9 – Esempi di esercitazioni sviluppate dagli allievi in ambito didattico.

Conclusioni

Chi sperimenta la pratica della trasformazione del disegno "inutile" attraverso i processi "utili" del disegno, si esercita e si confronta con i valori più significativi del disegno attuale: la sintesi espressiva, l'immaginazione dello spazio, la complessità formale, la strutturazione gerarchica della forma, l'astrazione, la ricchezza e la coerenza della genesi geometrica, la modellazione e la comunicazione dei valori espressivi della forma in ambito digitale, la rappresentazione in un oggetto fisico. Un insieme di processi, dunque,

che sono tanto palestra quanto fondamentali strumenti di verifica per l'apprendimento del disegno, poiché il risultato si può solo personalmente conseguire e non semplicemente imitare.

Bibliografia

1. Scheer David Ross (2014). *The death of drawing: architecture in the age of simulation.* New York Routledge. 2014, 244 pp. ISBN: 9780415834957
2. Sprecher Aaron , Lorenzo-Eiroa, Pablo (2013). *Architecture in formation : on the nature of information in digital architecture* . London: Routledge, 2013. 353 pp. ISBN: 9780415534901
3. Pottmann Helmut, Asperl Andreas, Hofer Michael, Kilian Axel (2013) . *Architectural Geometry*. Exton PA: Bentley Institute Press, 2007. 724 pp. ISBN: 9781934493045
4. Adriaenssens Sigrid, Gramazio Fabio, Kohler Matthias, Menges Achim, Pauly Mark (2016) *Advances in Architectural Geometry* .Zurich: Hochschulverlag, 2016, 408 pp. ISBN: 9783728137777
5. Ciammaichella Massimiliano (2004). *Matematica di una pennellata. Disegno e dintorni.* In Migliari Riccardo, *Disegno come modello: riflessioni sul disegno nell'era informatica.* Roma: Kappa, 2004. 25-27 pp. ISBN: 8878906050
6. Ciammaichella Massimiliano (2012) *Rendering fotorealistico e mixed media. La rappresentazione di progetto fra scientificità e narrazione* In *Verso l'era post-digitale disegnare il progetto, tra design e architettura.* Santarcangelo di Romagna : Maggioli, 2013 , 101-110 pp. ISBN: 9788838761928
7. Farroni Laura, Rinalduzzi Silvia (2016) . *La dimensione speculativa del disegno digitale: sperimentazioni sul disegno teorico di Franco Purini.* In: DISEGNARE IDEE IMMAGINI N.52. Roma: Gangemi 2016, 36-47 pp. - ISSN 1123-9247-

[i] Corso di Laurea magistrale in Architettura (Corso di Disegno del 2°anno); Corso di Laurea triennale in Disegno Industriale 2* (Corso di Disegno del 2° anno), ATENEO OMESSO X BLIND PEER REVIEW

[ii] Naturalmente la qualità delle superfici è anche indagata con gli strumenti tradizionali di analisi, disponibili all'interno dei modellatori tridimensionali digitali

Focus

THINKING – the drawing of thought/ the thought of drawing

Title of the paper

Useless drawing for the useful drawing

Abstract
The study and experimentation illustrated here, concerns an expressive, creative and communicative process, initially characterized by an instantaneous and unconscious generation of a useless drawing, followed by subsequent reasoned elaborations and transformations, characteristics of useful design that are aimed at its learning.

The unique production experience was born within research activities, developed in the context of the generation and expressive and constructive control of the free form, and has found a generalized field of experimentation and relapse in the educational field of architecture and industrial design.

Keywords
sketch drawing, free form, geometric locus

[Testo]

Between geometric locus and free form

The analogical tracing of a free form, that is the materialization of a sign on a surface, is undoubtedly the gesture of the most instinctive and primitive design that belongs to the human being. We can imagine that the first signs were made without awareness, digging with hands or dragging weights on the ground and that over time the phenomenon - observed - has been perfected for utility, becoming a manual skill to signal, tell, remember. Actions that we can generalize in a verb: communicating. The need and consequent definition of an exact sign is instead the product of its recognizability and computability. Geometry is developed to understand - and consequently distinguish, by extracting them from the infinite family of forms - some particular cases of shapes that are geometric locus and then, measurable, repeatable, recognizable and with a describable genesis.

The difficulty of measuring and replicating the free form was an obstacle to its intensive diffusion in design thinking, particularly in the architectural scale, where gravity, and therefore stability, imposed simple, clear and certain computability. A quality whose control has always been difficult in the free form and easier in the geometric locus shapes, which, in a massive way, have therefore pervaded the form of the project. Even in the small scale of industrial design, although less subject to the constraints of gravity, designs inspired by a formal compositional rigor are still widespread today, identifying their main solution in the expressive and constructive simplicity characteristic of the geometric locus. In architecture, the expressive virtuosity of the geometric locus has mostly manifested itself alternating between the search for compositional purity, proportional and relational on the one hand and the exploration of the sequence of logically ordered transformations on the other.

Digital technologies have undoubtedly led to a radical change to the project, making both repeatability and the computability of the free form accessible. However, this availability is now made so intuitive and simple for the user to induce operations of generation and control of the form based only on perceptive considerations. The geometric qualities, belonging to each type of form, which, if properly cared for, could enrich the project with content, are neglected. So, it is difficult to preserve the cultural heritage of procedural rigor, characteristic of working with the geometric locus shapes.

State of the art

The research presented here, in its singularity and specific methodological and experimental sequence has an original character. It is therefore difficult to proceed with the definition of the state of the art. However, it is possible to provide some bibliographical references that, better than others, can express the context, the motivations and the objectives that - acting negatively or positively - gave motion to this study. In the international scenario, David Ross Scheer in "The Death of Drawing" (Scheer 2014), seems oblivious to the deepest roles of drawing and highlights only the most purely instrumental aspects. In the book by Pablo Lorenzo-Eiroa and Aaron Sprecher in "Architecture in Formation: On the Nature of Information in Digital Architecture" (Sprecher 2013), the values of the drawing find more space in digital transmutation, but the case studies presented, comparing themselves on the new terrain of direct architectural expression that springs from the relationship between information and form, fail to provide general methodological indications. The studies of Helmut Pottman on the subject of the "Architectural Geometry" (Pottman 2007) and the numerous contributions of the symposia "Advances in Architectural Geometry" (Adriaenssens 2016), report the focus on the guiding role of geometric quality in defining the form, contrasting the operational drifts that neglect it in favor of an intuitive sculptural operation and one, both later and obscure to the author, automatic digital optimization. The most proper research of drawing, manifestation of the particular Italian sensibility, is in this case well expressed by the work of Massimiliano Ciammaichella (Ciammaichella 2004, 2012) and Laura Farroni (Farroni 2016) which, at different times and working on subjects of different authors, have experimented with processes of interpretation of two-dimensional drawings aimed at the subsequent transcription into three-dimensional models.

From useless drawing to the model through the useful drawig

The experimental activity of drawing production, object of this study, is articulated in six key activities. The first phase, of the "useless drawing", is analogical and consists of a gestural expression that is required instantaneous to avoid characterizing it with an imaginative and design intentionality. In the following phases, the "useless" drawing acquires significance, enriching itself with the procedures and values of the "useful" drawing. This happens through the stratification of the processes necessary to make the signs evolve in contours of surfaces and three-dimensional solids. These shapes are first imagined through the analogical drawing and then redesigned in their geometry and in the expressive quality, using the digital drawing. The last stage of this process is physical materialization by means of three-dimensional printing.

The sign as a gestural product characterizes the first phase. The widespread experimentation conducted both with Architecture students and Industrial Design students[1] is carried out on a sheet of A4 paper, using a sufficiently soft, dark and flowing pencil, such as a 2B or higher.The sign must be expressed in a fraction of a second without having time to reason or even perceive how the hand has moved inside the sheet. The sign produced on the paper must, therefore, have the meaning of the scribble: an indecipherable sign, a useless design. (Fig.1)

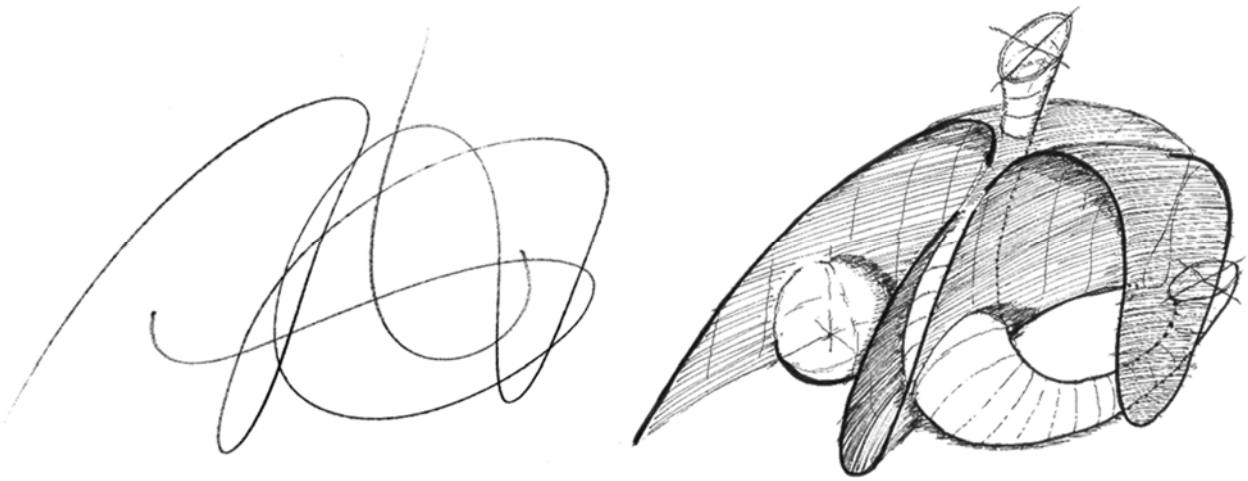

Fig.1 – The sketch produced by an instantaneous and unconscious gesture.

Fig.2 – The analogical representation of the mental model as an augmented three-dimensional interpretation of the initial sketch

The second phase is dedicated to creative imagination. The objective is to imagine an articulated spatial configuration of three-dimensional shapes, which is perceptually interesting and geometrically consistent with the original sign. The useless drawing thus assumes the role of a real or apparent outline of the imagined forms. In favour of the quality of the model but above all of the freedom of spatial and mental imagination, small transgressions to the original sign and extensive additions to it are granted at this phase. This activity is strongly involving the students and, at the same time, it is a tool for precise verification of the capacity that they have of imagining the shapes in three-dimensional space with originality. The randomness of the scribble, in fact, makes it almost impossible to imitate pre-existing objects and necessarily induces to invent new ones. The product defined at the end of the first two phases lives in the two meanings of the mental model and graphic model, both of which do not have a rigorous definition of the geometric quality. The graphic projection that manifests it is only one and is devoid of the accessory information that allows its unequivocal reconstruction in space. The sign has the uncertain nature of the sketch (Fig.2), which alludes to the form but does not rigorously exactly it. The subsequent phases are therefore dedicated to translating the sign into a specific and precise geometric shape.

The third phase, which can still be carried out in an analogic or digital way, is a complex discretization operation. The graphic model generated so far only intuitively, is now rethought in a hierarchically structured key in: volumes, surfaces, directrix, generatrix, conditions of continuity, significant points. This is once again a design operation, in which the mental model is perfected, associating precise geometric qualities to the signs that manifest it. The translation is not an obvious operation and places the performer, faced with continuous qualitative choices - of an expressive-communicative nature - in the modeling of the form, which require theoretical and operational mastery. The volumes, which generally in this model are not geometrics loci, are discretized in the constituent surfaces. The surfaces are imagined in their geometric genesis of generatrixes that move in space bound to directrices. Generatrixes and directrices are finally designed in their nature as a geometric locus or a free-form curve. All the conditions of existence that uniquely identify them are therefore identified. This critical geometric reading of the model analyzed is twinned with that characteristic of the survey carried out both on the scale of architecture and of industrial design, where even before measuring it is important to understand what and how to measure.This activity has the value of a process of synthesis and, if carried out with analogical drawing, has the character of drawing an eidotype but requires greater operational and decision-making rigor.

The fourth phase, on the other hand, is necessarily digital since it concerns the definition in a virtual digital ambient of the shapes of the model. This is also the phase in which the dimensional quality of the constituent geometries is precisely defined, measures that in the previous phases were only indicatively perceived. The skills that support this activity, and in which they are verified, are mainly of a practical nature, since the theoretical ones, necessary for a correct geometric modeling, have already been expressed in substance, during the previous phase. (fig. 3,4,5,6,)

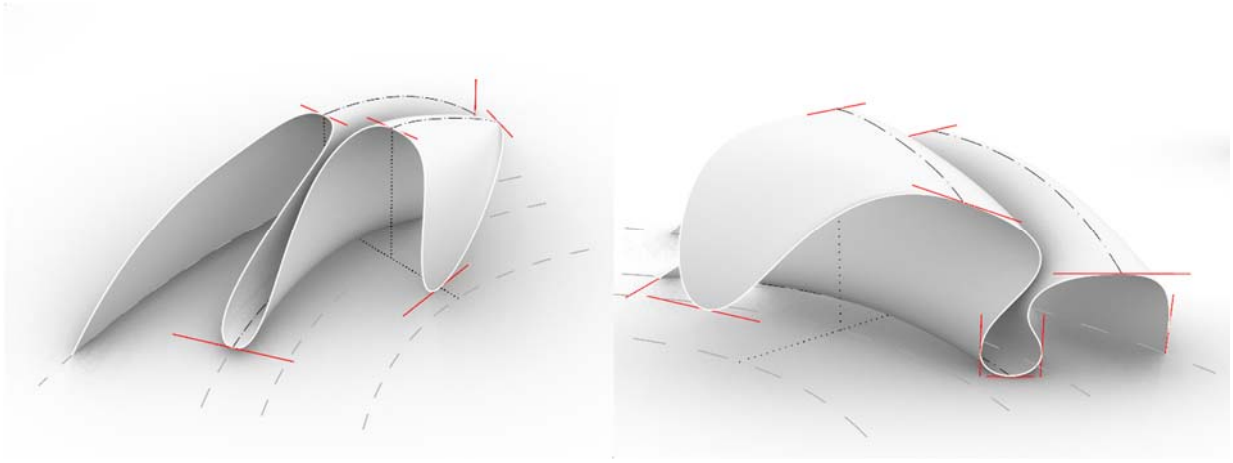

Fig.3 – Drawing of the projections on the ground and of the main tangents belonging to the directrices useful for surface modeling.

Fig. 4- The parts not described in the initial sketch, because not visible, are freely interpreted respecting the visible shape.

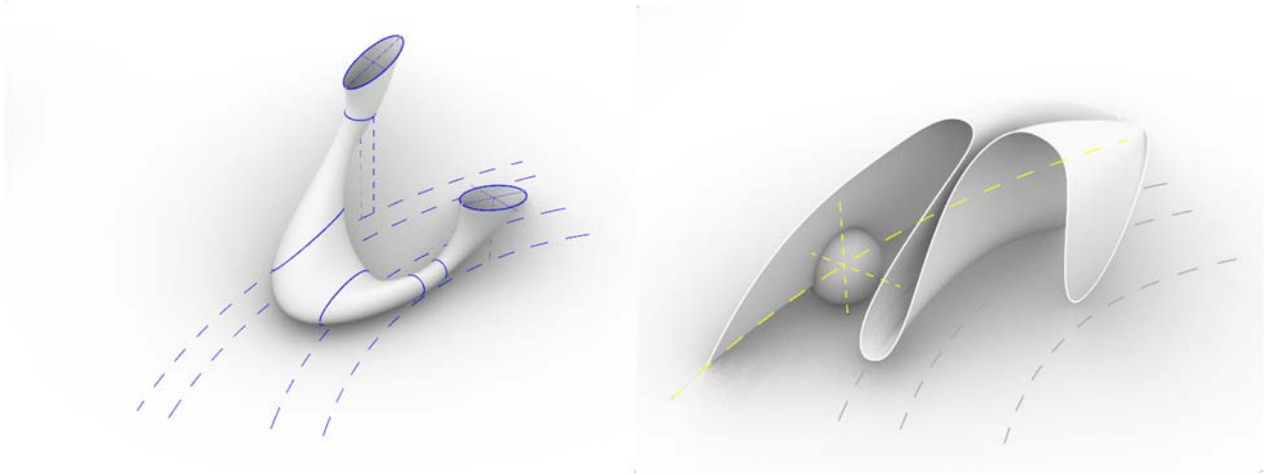

Fig.5 – The digital modeling of each of the parts requires the critical evaluation of the modes most suitable for their generation and the choice and placement of the geometries useful for its execution.

Fig. 6 – The three-dimensional model, derived from the interpretation of the sign, can stimulate reflections on the methods of integration and definition of relations between geometrics loci and free forms.

The fifth and sixth phases operate on an experimental level in the context of two methodologies of representation characteristic of the "drawing" in the more general meaning of the term. Both act on a practically completed geometric model and take on the role of recursive feedback and testing tool to perfect any aspects of detail of the model.

The fifth phase is completely digital and concerns the representation of light in the form of clay rendering, therefore dedicated mainly to the chiaroscuro aspects of the model. A necessary step also useful to fully understand the quality of surfaces[2].

The sixth phase, instead, operates in a mixed digital analogue environment, as it involves the physical prototyping of the model. An operation, the latter, aimed at revealing any topological errors in the geometry of the digital model (eg: intersections between unsolved solids), as well as the incorrect attribution of dimensions to the parts (eg: minimum thicknesses) that make prototyping difficult, if not impossible.

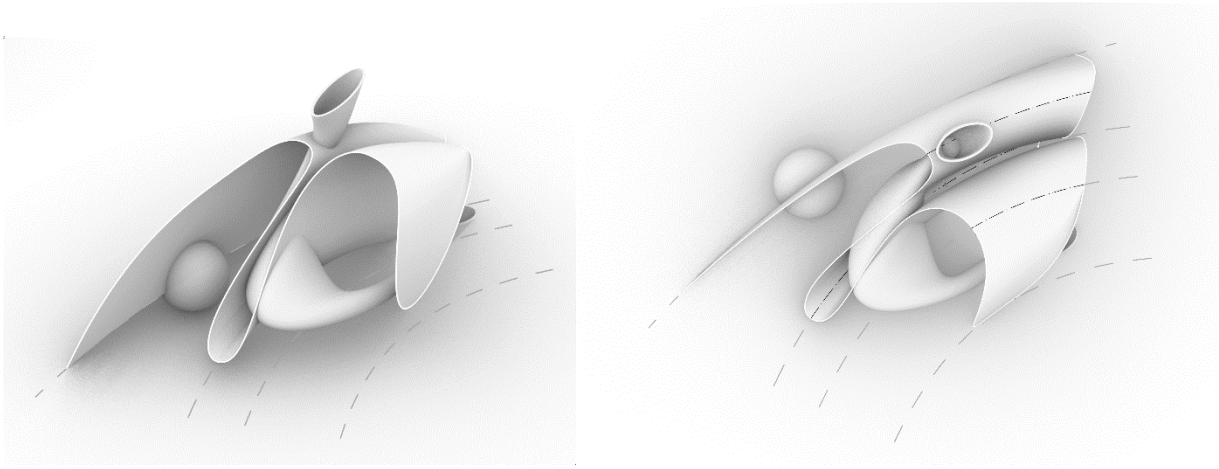

Fig.7 – The completed digital model observed from the same point of view conceived in the sketch interpretation phase.

Fig. 8 – Top view of the digital model.

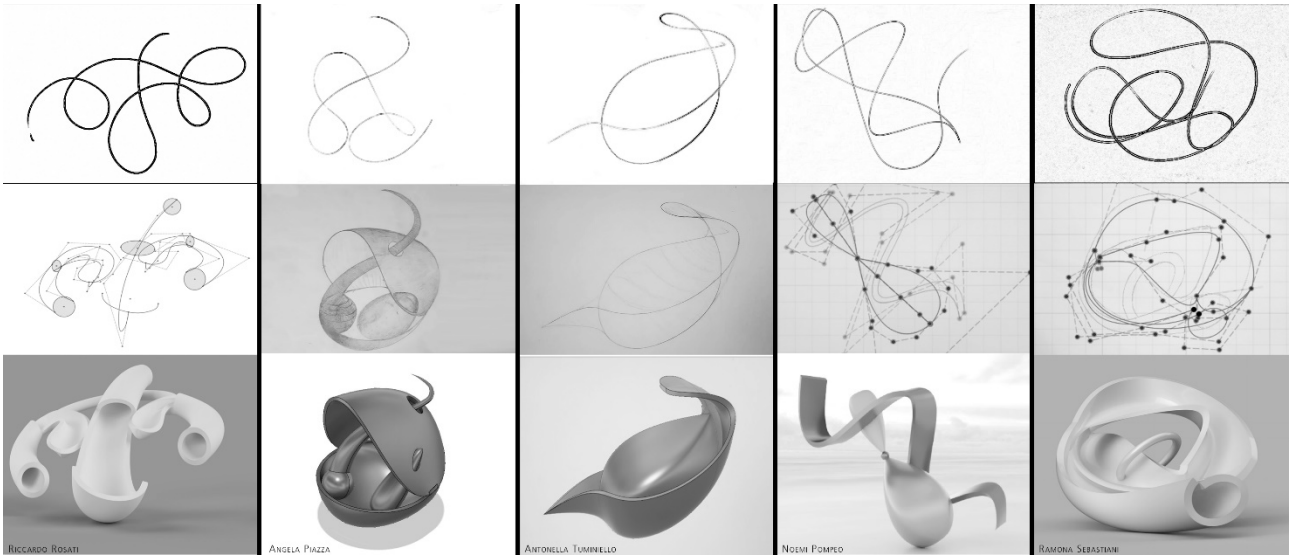

Fig. 9 – Examples of exercises developed by students during the teaching activity.

Conclusions

Those who experience the practice of transforming "useless" drawing through the processes of the "useful" drawing, practice and confront themselves with the most significant values of current design: the expressive synthesis, the imagination of space, formal complexity, structuring hierarchy of form, the abstraction, the richness and coherence of geometric genesis, modeling and communication of the expressive values of form in the digital environment, its representation in a physical object. A set of processes, therefore, which are both a gym and fundamental verification tools for drawing learning, since the result can only be achieved personally and not simply imitated.

References

1. Scheer David Ross (2014). *The death of drawing: architecture in the age of simulation.* New York Routledge. 2014, 244 pp. ISBN: 9780415834957
2. Sprecher Aaron , Lorenzo-Eiroa, Pablo (2013). *Architecture in formation : on the nature of information in digital architecture* . London: Routledge, 2013. 353 pp. ISBN: 9780415534901
3. Pottmann Helmut, Asperl Andreas, Hofer Michael, Kilian Axel (2013) . *Architectural Geometry*. Exton PA: Bentley Institute Press, 2007. 724 pp. ISBN: 9781934493045
4. Adriaenssens Sigrid, Gramazio Fabio, Kohler Matthias, Menges Achim, Pauly Mark (2016) *Advances in Architectural Geometry* .Zurich: Hochschulverlag, 2016, 408 pp. ISBN: 9783728137777
5. Ciammaichella Massimiliano (2004). *Matematica di una pennellata. Disegno e dintorni.* In Migliari Riccardo, *Disegno come modello: riflessioni sul disegno nell'era informatica.* Roma: Kappa, 2004. 25-27 pp. ISBN: 8878906050
6. Ciammaichella Massimiliano (2012) *Rendering fotorealistico e mixed media. La rappresentazione di progetto fra scientificità e narrazione* In *Verso l'era post-digitale disegnare il progetto, tra design e architettura.* Santarcangelo di Romagna : Maggioli, 2013 , 101-110 pp. ISBN: 9788838761928
7. Farroni Laura, Rinalduzzi Silvia (2016) . *La dimensione speculativa del disegno digitale: sperimentazioni sul disegno teorico di Franco Purini.* In: DISEGNARE IDEE IMMAGINI N.52. Roma: Gangemi 2016, 36-47 pp. - ISSN 1123-9247-

[1] Master's Degree in Architecture (2nd year drawing course) and Three-year Degree Course in Industrial Design (2nd year drawing course)

[2] Of course, surface quality is also investigated with traditional analysis tools, available within digital three-dimensional modelers