

Science and art between time and place: six points of view



Francesca Fatta

The representation of space is not a mental preconceived form. One must to consider it as a whole of technical, logical and intellectual processes that progress, not very quickly, as the historical and cultural contexts of a society change. Since the Renaissance to the Nineteenth century the representation of architectonic space has crossed fundamental steps, articulated by the scientific thought and technological progress. In this field we analyze the ideas and constructions of the architects and artists that in these centuries the concepts of the science have used. The image, between science and art, opens to a research field about the representation methods of the space and also on the validity of these methods rose and developed in relation to cultural, artistic and social parameters of their time. This paper will deal with images, or better, representations to communicate ideas or tridimensional realities on two-dimensional surfaces. There is a spatial dialogue between art and science, which can be interpreted through six known examples, from the medieval geometry to the fourth-dimension. A sort of *excursus* of the “point of view” that can synthetically trace the history of these significant works, able to highlight the culture and scientific discoveries of the time that has generated them. From the perspective subjectivism of the “Renaissance box”, which uses the perspective as tool of representation of the Renaissance oligarchy, to the dynamic perspective of the Galileo’s telescope; from the quadraturism of the baroque scene to the reason’s space of Cartesian axes; from the accolade of the technique of Monge’s projections to the figurative vanguards for the experimentation of the fourth-dimension.

Keywords: figurative experimentations, perspective visions, space/time.

The geometrical representation of space

To represent the space needs to think the space. Jacques Guillerme says: «Whatever it is the original foundation of tracing, the inscriptions on a surface expressly devolved to this use produces, as the superficial transparency, bordering ghosts of the reality. In other words, the reality shapes itself by the images that gradually describe it, for example from the surface of the things; the world every moment, is located in the universe of its figures; the world of representations is the world» (Guillerme 1982, p. 13). What Guillerme describes as “bordering ghosts of the reality” are the unlimited possible representation of space that, which in time, correspond to the own space.

Drawing, even before representing, means seeing and knowing by way of a critical method that, during the history, found its experimental and applicative field in the geometrical description of space that, first and foremost, is a mental space.

The geometrical representation, already heritage of Greek empirical culture that codified it as first, in each age is considered essential on the social and scientific progress plane, so

as to assume an important role in this kind of approach and in the technical and architectural evolution.

This is a wide topic of research that, between the XVII and the XVIII centuries, has been codified by Descartes and Monge with the laws of perspective and descriptive geometry. The representation of space is not a mental preconceived form. One must to consider it as a whole of technical, logical and intellectual processes that progress, not very quickly, as the historical and cultural contexts of a society change. Since the Renaissance to the Nineteenth century the representation of architectonic space has crossed fundamental steps, articulated by the scientific thought and technological progress. It’s interesting analyzing until which point the ideas and the artworks made by scientists, by technicians, by architects and artists, during those centuries, the concepts of the science have used. The image, between science and art, opens to a research field about the representation methods of the space and also on the validity of these methods rose and developed in relation to cultural, artistic and social parameters of their time.

Scienza e arte tra tempo e luogo: sei punti di vista

Francesca Fatta

La rappresentazione dello spazio non è una forma mentale precostituita; bisogna considerarla come un complesso di processi tecnici, logici e intellettuali che progrediscono, non troppo rapidamente, man mano che mutano i contesti storici e culturali di una società. Dal Rinascimento al Novecento la rappresentazione dello spazio architettonico ha attraversato tappe fondamentali, scandite dal pensiero scientifico e dal progresso tecnologico. In questo contesto si analizzano le idee e le realizzazioni degli architetti e degli artisti che, nel corso di questi secoli, hanno utilizzato, e come, i concetti della scienza. L'immagine, tra scienza e arte, apre un campo di studio e di ricerca sui metodi di rappresentazione dello spazio, e ancora sulla validità di tali metodi, nati e sviluppati in funzione di parametri culturali, artistici e sociali propri del loro tempo. In questo contributo si tratterà di immagini, o meglio di rappresentazioni per comunicare idee o realtà tridimensionali su superfici a due dimensioni. Vi è un dialogo spaziale tra arte e scienza, che può essere interpretato attraverso sei esempi noti, dalla geometria medievale alla quarta dimensione. Una sorta di *excursus* del "punto di vista" che possa tracciare in modo sintetico la storia di queste opere significative, capaci di mettere in evidenza la cultura e le scoperte scientifiche del tempo che le ha generate. Dal soggettivismo prospettico della "scatola rinascimentale" che utilizza la prospettiva come strumento di rappresentazione della oligarchia rinascimentale, alla prospettiva dinamica del cannocchiale di Galileo; dal quadraturismo della scena barocca, allo spazio della ragione degli assi cartesiani; dall'elogio della tecnica delle proiezioni mongiane, alle avanguardie figurative per la sperimentazione della quarta dimensione.

Parole chiave: spazio/tempo, sperimentazioni figurative, visioni prospettiche

La rappresentazione geometrica dello spazio

Per rappresentare lo spazio occorre immaginare lo spazio. Scrive Jacques Guillerme: «Qualunque sia il fondamento originario dell'atto del tracciare, l'iscrizione su di una superficie espressamente devoluta a tale uso produce, alla maniera di una trasparenza superficiale, dei fantasmi limitrofi del reale. In altri termini, il reale si trova a prender forma dalle immagini che lo descrivono successivamente, come dalla superficie delle cose; il mondo in ogni momento, risiede nell'universo delle sue figure; il mondo delle rappresentazioni è il mondo stesso» (Guillerme 1982, p. 13). Ciò che Guillerme definisce "fantasmi limitrofi del reale" sono le infinite possibili rappresentazioni dello spazio le quali, a loro volta, coincidono con lo spazio stesso.

Disegnare, ancora prima che rappresentare, significa vedere e conoscere secondo un procedimento critico che, nel corso della storia, ha trovato il suo campo di sperimentazione ed applicazione nella descrizione geometrica dello spazio che, innanzi tutto, è uno spazio mentale. La rappresentazione geometrica, già patrimonio della cultura empirica greca che

per prima la codificò, in ogni epoca viene ritenuta fondamentale sul piano del progresso scientifico e sociale, tanto da assumere un ruolo di primissimo livello nella prassi e nell'evoluzione tecnico-costruttiva.

Questa diviene un'ampia materia di ricerca che, tra il XVII e il XVIII secolo, fu regolamentata da Descartes e Monge con le leggi della geometria proiettiva e descrittiva.

La rappresentazione dello spazio non può essere considerata una forma mentale precostituita; bisogna piuttosto considerarla come un complesso di processi tecnici, logici e intellettuali che progrediscono, non troppo rapidamente, man mano che mutano i contesti storici e culturali di una società. Dal Rinascimento al Novecento la rappresentazione dello spazio fisico ha attraversato tappe fondamentali, scandite dal pensiero scientifico e dal progresso tecnologico. È interessante considerare fino a che punto le idee e le realizzazioni degli scienziati, dei tecnici, degli architetti e degli artisti, nel corso di tali secoli, utilizzano, e come, i concetti della scienza.

L'immagine, tra scienza e arte, apre un campo di studio e di ricerca sui metodi di rappresen-

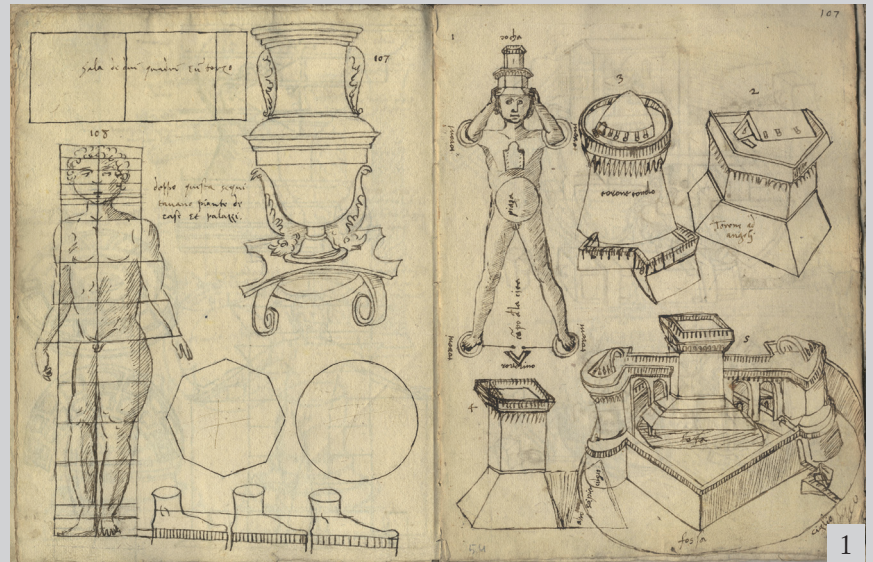
This paper will deal with images, or better, representations to communicate ideas or tridimensional realities on two-dimensional surfaces. There is a spatial dialogue between art and science, which can be interpreted through six known examples, from the medieval geometry to the fourth-dimension. A sort of *excursus* of the “point of view” that can synthetically trace the history of these significant works, able to highlight the culture and scientific discoveries of the time that has generated them.

First example: the perspective subjectivism of the Renaissance box

Georges Poulet in the volume *Studies in Human Time* talks about the great difference between the Medieval reaction and the Renaissance one to the experience of time: «For the Medieval man, then, there was not only the duration. There were many “durations” organized one on the other, and not only in the universality of the external world, but inside itself, in its nature, in its human existence»¹. Our time’s and space’s perceptions is defined by culture, the same culture that imposes, to all who recognize themselves in it, the method to set and establish both time and space (Fig. 1). The Renaissance paradigm was based on the conviction that universe was ordered and rationally clarified in geometrical terms; a vision of the world from a static view-point, in according to an univocal reality, an idealized one, of all it’s around it. We can theories the *perspicere* of Brunelleschi, Leon Battista Alberti, Piero della Francesca. We can set up the so-called “Renaissance box” on which the observer put forward and observes, in its central and erect position, the static scene.

Michel Foucault writes in the *L'ordine del discorso* that arithmetic could be for certain the basis for democratic cities because it teaches the equality’s relationships; but geometry (whose perspective is matched) should be the instructive foundation of oligarchical cities because it reveals the roles, it confers the chores, the proportions and so the inequalities².

The perspective images were based on the observation, but they were rationalized and organized by Math. For Alberti, in 1435, the first skill of a painter is that to master the Geome-



try, and Piero della Francesca in *De Prospectiva Pingendi* identified painting with the perspective, making three essays to demonstrate how the apparent world could be attributed to the mathematical order by the basics of perspective and of solid geometry (Fig. 2).

Second example: the Galilean telescope and the dynamic perspective

«Natural philosophy is written in this very wide book that endlessly is opened in front of the eyes, I say the universe, but it’s not possible to understand it if first we don’t learn to know the code and the character in which it is written. It is written in a mathematical code, and the character are triangles, circles and other geometric shapes, without these means it’s impossible to interpret the human word; without these it’s like an outflanking in a dark labyrinth in vain»³.

Overrated the Ptolemaic perception of the universe that placed man at the center of all, and supplanted with the Copernican revolution a new idea of space that, it was anymore focused on the center point of view, loses the reference points, the man must to plain again his spaciousness.

The methods of representation assume the types of independent science, becoming like this fascinating object of study by some academics and researchers of other bailiwick. The dynamics connotation of representation of world will be the result of further researches,

Figure 1
Francesco di Giorgio Martini, *Treaty of Architecture, Engineering and Military Art* (1478–1481).

Figure 2
Raphael, *Studio of perspective* (1483–1520).

1. POULET, G., 1950-1964. *Studi sul tempo umano*; cit. in McLuhan 1988, p. 25.
2. FOUCAULT, M., 1976. *L'ordine del discorso*. Turin: Einaudi, pp. 60. The concept is tackled also in *Le parole e le cose*, first italian version. Milan, Rizzoli 1967, cap. III *Rappresentare*, pp. 61–92.
3. GALILEI, G., 1623. *Il Saggiatore*. Wikisource. 2008. Available by: https://it.wikisource.org/wiki/Il_Saggiatore.

tazione dello spazio, e ancora sulla validazione di tali metodi, nati e sviluppati in funzione di parametri culturali, artistici e sociali propri del loro tempo.

In questo contributo si tratterà di immagini, o meglio di rappresentazioni, per comunicare idee o realtà tridimensionali su superfici a due dimensioni. C'è sempre stato un dialogo spaziale tra arte e scienza mai interrotto che può essere interpretato attraverso sei esempi noti, dalla geometria medievale alla quarta dimensione. Una sorta di *excursus* del punto di vista che possa tracciare in modo sintetico la storia di queste opere significative, capaci di mettere in evidenza la cultura e le scoperte scientifiche del tempo che le ha generate.

Primo esempio: il soggettivismo prospettico della scatola rinascimentale

Georges Poulet nel volume *Studi sul tempo umano* discute della grande differenza fra la reazione medievale e quella rinascimentale all'esperienza del tempo: «Per l'uomo del Medioevo, poi, non c'era solo la durata. C'erano più "durate" ordinate una sopra l'altra, e non solo nell'universalità del mondo esterno, ma dentro se stesso, nella sua natura, nella sua esistenza umana»¹. La nostra percezione del tempo e dello spazio è determinata dalla cultura, la medesima cultura che impone, a tutti coloro che vi si riconoscono, il metodo per stabilire e fissare sia il tempo che lo spazio (Fig. 1).

Il paradigma rinascimentale si basava sulla convinzione che l'universo fosse ordinato e spiegabile razionalmente in termini geometrici; una visione del mondo da un punto di vista statico, secondo una realtà univoca e idealizzata, di tutto quanto gli sta intorno. Si teorizza così il *perspicere* di Brunelleschi, Leon Battista Alberti, Piero della Francesca. Si configura la cosiddetta "scatola rinascimentale" sulla quale l'osservatore si affaccia ed osserva, nella sua posizione eretta e centrale, la statica scena.

Michel Foucault scrive ne *L'ordine del discorso* che l'aritmetica poteva certo essere il fondamento delle città democratiche poiché questa insegna i rapporti di uguaglianza; ma la geometria (caposaldo della prospettiva) dovrebbe essere il fondamento istruttivo delle città oligarchiche poiché dimostra il gioco delle parti,

attribuisce i ruoli, le proporzioni e quindi le ineguaglianze².

Le immagini in prospettiva erano basate sull'osservazione, ma erano razionalizzate e strutturate dalla matematica. Per Alberti, nel 1435, il primo requisito di un pittore era quello di conoscere la geometria, e Piero della Francesca, nel *De Prospectiva Pingendi*, identificava la pittura con la prospettiva, scrivendo tre trattati per dimostrare come il mondo visibile poteva essere ricondotto all'ordine matematico dai principi della prospettiva e della geometria solida (Fig. 2).

Secondo esempio: il cannocchiale di Galileo e la prospettiva dinamica

«La filosofia naturale è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi, io dico l'universo, ma non si può intendere se prima non s'impara a intendere la lingua e conoscer i caratteri nei quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto»³.

Superata la cognizione tolemaica dell'universo che poneva l'uomo al centro di ogni cosa, e subentrata con la rivoluzione copernicana una nuova idea dello spazio che, non essendo più

Figura 1
Francesco di Giorgio Martini,
*Trattato di Architettura,
Ingegneria e Arte Militare*
(1478–1481).

Figura 2
Raffaello Sanzio, *Studio di
prospettiva* (1483–1520).

1. POULET, G., 1950-1964.
Studi sul tempo umano; cit. in
McLuhan 1988, p. 25.

2. FOUCAULT, M., 1976.
L'ordine del discorso. Torino:
Einaudi, pp. 60. Il concetto
viene affrontato anche ne *Le
parole e le cose*, prima ed. it.
Milano, Rizzoli 1967, cap. III
Rappresentare, pp. 61–92.

3. GALILEI, G., 1623.
Il Saggiatore. Wikisource.
2008. Disponibile da: [https://
it.wikisource.org/wiki/
Il_Saggiatore](https://it.wikisource.org/wiki/Il_Saggiatore).



contribution coming from the Galilean experimentation (Fig. 3).

Wolfgang Köhler makes an interesting remarking on the new experimented space during the XVII century: «Why Galileo's astronomical discoveries were so subverting? He discovers so many things in the sky and consequently the astronomical order was much less strict than people happily believed before. If skies began to show this lack of a severe reliability, if they meditated on the apprehension of human condition, who could feel in safe in his important believes? In this way the primitive fear inspired the rabid attacks that the Aristotelians of its age addressed against Galileo. With this internal apprehension, did life as a entire become a very unstable matter?»⁴. Shakespeare and Bosch, for example, are two of the many Renaissance figures who declare their sense of derangement in the new world, made by an intense production of fragmented images.

In literature, for example, the Shakespearean character of Otello is a thought of the essential necessity (that in this case brings to death) of perception. Otello expects that Jago gives him not only a proof, but also an “ocular proof” Desdemona's adultery. Finally, he achieves it, because his ruin (McLuhan 1988, p. 34). The visual, sensorial perception is a necessity's marker for the new culture that starts from the Renaissance, which requires definitive and quantitative evaluations as a systematic parameter, like a certain parameter, in each field.

A fundamental tendency of science, in XVII century, was the research of measurement and observation by means the analysis and the deconstructionism. The visual method, because its own complexion, produces an uniform, incessant and connected space, but the intense visual effort brings to the fragmentation of images, it seems that sight has the specific power to distinguish or catch single space's views in few moments. From this, a mannerist language arises, overabundant of virtuosity and anamorphous in which the major interpreters are the Bibiena and Canaletto (Fig. 4).

The third example: the “quadraturism” and the Baroque research

The perspective science reached an important

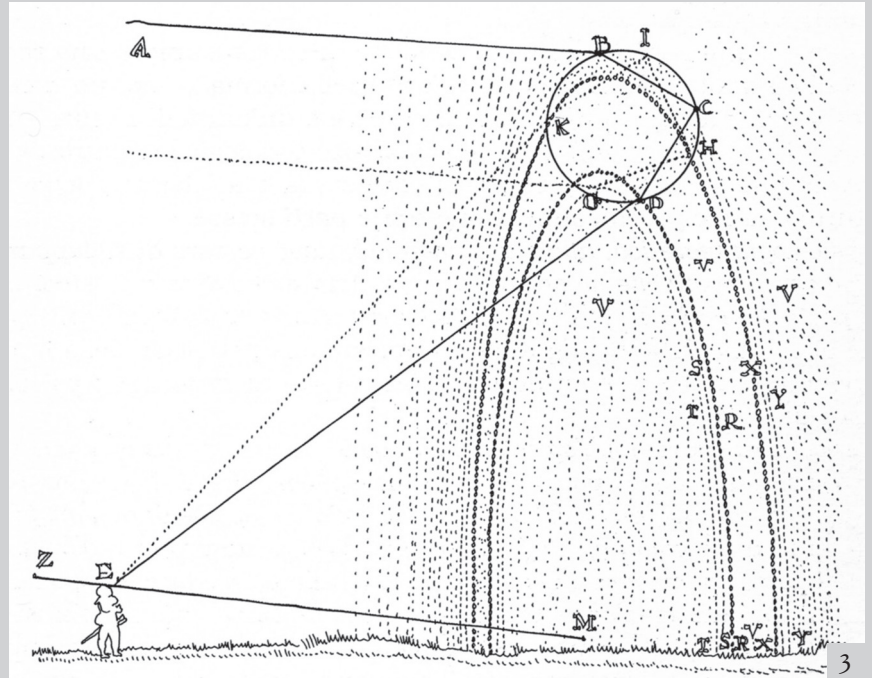


Figure 3
Frans van Schooten, table for *Les Meteores* by Descartes (Leiden 1637, redrawing).

Figure 4
Ferdinando Galli (Bibbiena), *Perspective of a corner, vanishing point upwards* (1657–1743).

level of ripeness in the artistic field, when the first Academies were founded, but the real improvements in this setting has been produced by science during the XVII and XVIII centuries. Luigi Vagnetti writes: «scientists, mathematicians, surveyors, from the seventeenth century on, they gradually refined and simplified the application of linear perspective's roles, increasing the field until the scenic design, the bas relief and the quadrature, or developing some interesting aspects. On the base of the Italian, French, and Flemish texts, the study of perspective science was lead in the academic lecture halls with high level of growing perfection, with a great range of issues and application that reveal all the allure to the matter which, undoubtedly had an influence that in part continued to condition the conception and the design of the architectures» (Vagnetti 1974, p. 355).

The times is captured inside an apparent spaciousness, organized according to a wise scenic game, full of images and means which contribute to break up the unitary structure of the architectural composition of which they belong. The space and the Mannerist scene drifts to isolate the audience from the surrounding world, laying it on an independent level, in an unusual environment, richer, festive, but

4. KÖHLER, W., 1961. *La psicologia della Gestalt*. Milan: Feltrinelli, pp. 248.

centrico, smarrisce i punti di riferimento, l'uomo deve riprogettare la sua spazialità.

I metodi di rappresentazione assumono caratteri di scienza autonoma, divenendo così appassionante oggetto di studio da parte di studiosi e di ricercatori di altre discipline. La connotazione dinamica della rappresentazione del mondo sarà frutto di ricerche successive, contributo proveniente dalla sperimentazione galileiana (Fig. 3).

Wolfgang Köhler fa un'interessante osservazione sul nuovo spazio sperimentato nel XVII secolo: «Cosa vi fu di tanto sconvolgente nelle scoperte astronomiche di Galileo? Egli trovò tante cose nel cielo che di conseguenza l'ordine astronomico fu molto meno rigido di quanto le persone non avessero felicemente creduto prima. Se i cieli cominciavano a mostrare una tale mancanza di austera credibilità, se riflettevano l'inquietudine della condizione umana, chi poteva sentirsi sicuro nelle sue credenze più importanti? In tal modo la paura primitiva ispirò i furibondi attacchi che gli Aristotelici del suo tempo rivolsero contro Galileo. [...] Con una tale inquietudine interiore, la vita come un tutto non diventava forse una faccenda molto precaria?»⁴. Shakespeare e Bosch, ad esempio, sono due delle numerose figure rinascimentali che proclamano il loro senso di alienazione nel nuovo mondo di intensa produzione di immagini frammentate.

In letteratura, ad esempio, la figura di Otello è uno studio della necessità vitale (che in questo caso conduce alla morte) della percezione. Otello pretende che Jago gli dia non solo una prova, ma «una prova oculare» dell'infedeltà di Desdemona. Infine la ottiene, per la propria rovina (McLuhan 1988, p. 34). La percezione visiva, sensoriale, è indicatrice della necessità della nuova cultura che parte dal Rinascimento, la quale esige valutazioni definitive e quantitative come criterio di scientificità, e quindi di certezza, in qualsiasi campo.

Una tendenza fondamentale della scienza, nel XVII secolo, era la ricerca di misurazione e osservazione tramite l'analisi e la decostruzione. Il metodo visivo, per sua costituzione, genera uno spazio uniforme, continuo e connesso, ma il forte sforzo visivo porta alla frammentazione delle immagini, sembra che la vista abbia il po-

tere particolare di separare o cogliere singoli aspetti di spazio in brevi attimi di tempo. Ne scaturisce un linguaggio di maniera, sovrabbondante di virtuosismi e anamorfoosi i cui maggiori interpreti possono essere considerati i Bibbiena e Canaletto (Fig. 4).

Terzo esempio: il “quadraturismo” e la ricerca barocca

La scienza prospettica era giunta ad un grado di notevole maturità nel campo artistico, quando furono fondate le prime Accademie, ma i progressi che si fecero in questo ambito furono apportati soprattutto dal contributo della scienza durante i secoli XVII e XVIII. Luigi Vagnetti scrive: «scienziati, matematici, geometri, dal Seicento in poi perfezionarono e semplificarono progressivamente l'applicazione delle regole di prospettiva lineare, ampliandone il campo d'uso alla scenografia, al bassorilievo ed alla quadratura, o sviluppandone alcuni aspetti curiosi. Sulla base dei testi italiani, francesi, e fiamminghi lo studio della scienza prospettica fu condotto nelle aule accademiche a livelli di notevole e crescente perfezione, con un'ampiezza di problemi e di applicazioni che rivelano tutto l'interesse allora rivolto all'argomento, il quale indubbiamente ebbe un'influenza che in parte continuò a condizionare la concezione e la progettazione delle architetture» (Vagnetti 1974, p. 355).

Il tempo è catturato all'interno di una spazialità apparente, articolato secondo un sapiente gioco scenografico, fitto di immagini e significati che contribuiscono a disgregare la

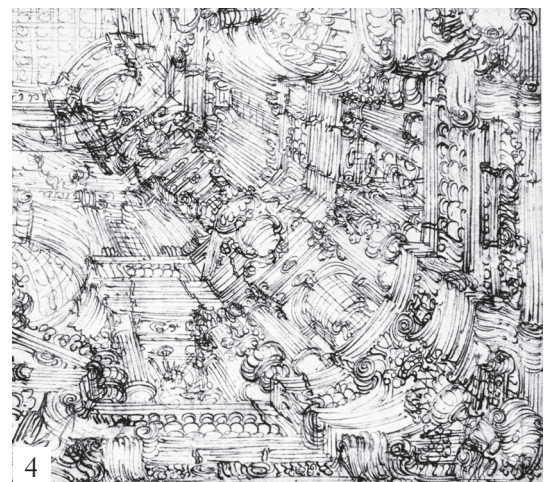


Figura 3
Frans van Schooten, tavola
per *Les Meteores* di Cartesio
(Leida 1637, ridisegno).

Figura 4
Ferdinando Galli (Bibbiena),
*Prospettiva di un angolo,
con punto di fuga verso l'alto*
(1657–1743).

4. KÖHLER, W., 1961. *La psicologia della Gestalt*. Milan: Feltrinelli, pp. 248.

sometimes also grotesque, emphasizing in this way its imbalance state in accordance with the reality. The time and the space drift, as Hauser says, to “an escape into the chaos” (Hauser 1964). The visual impulse is repeatedly contained by a screen that operates on the basis of a theater wing that, instead to be a border or a limit for the sight, hides something and stirs up the curiosity of the observer.

The Baroque can be considered as a vacation of the rhythm, a real shove, or rather a comeback to the balance and to the classical grace after the visual complications made by the Mannerist fragmentation. The theme of the infinite, of the *horror vacui* combined with the *amor vacui*, or better, the idea of the distort representation of space (to catch an unreal time) is one of the fundamental element for poetry and for the Baroque art.

Nature as natural show in an incessant flux within which man acts at the same time as actor and as onlooker. The deep interpenetration between reality and fantasy, trickery and nature, real space and artificial space, takes advantage of the representation of graphic methods with decorative, plastic, pictorial and sculptural own of those same artists who contributed to the making of some texts and theatrical or festive set scenes. According to this, Baldassarre Peruzzi can be considered the forefather of this movement, with Giulio Romano and Andrea Pozzo.

The moment of changing was one of the favorite Baroque themes. Bernini, as we said, represents Anchise and Proserpina in the exact moment that they have been carried away. The action looks to the both direction. Bernini celebrates the greatness and the warmth of the double perspective and of the Baroque counterpoints (Fig. 5).

Fourth example: Cartesian axis and the space of the mind

Descartes thought that human being sees the space not with the eye of poetry but with the eye of science and reason. It was the beginning of the XVII Century when the contributions of Descartes and Desargues made up the preamble on which to build another kind of space and a different way to represent it, another

symbolic form able to translate the thought of the changed society.

The first principle to be discussed by man of culture of the XVII century is absolutism (in ethic, politics and artistic field). In 1637, with his *Discours sur la Méthode*, Descartes created the modern philosophy of doubt, putting in crisis the concept of authority. «I can doubt about everything, except to doubt, that is think» is the symptomatic expression of his philosophical subjectivism. It doesn't need acceptable anything for true unless it is recognized apparently in this way. To reach this, Descartes adds, is often important to separate a complex problem in parts, every single thought must be “weighted and measured”, exactly like Galileo required that everything had to be measured and that everything you could not measure was made measurable. When the new science asked for a new maths, Descartes extended the concepts of geometry incorporating the so-called intuitive geometry (Pythagorean and Euclidean), in a system that can treat distance and space in terms of numbers. After Descartes, not only geometry but the entire mathematics, was known as “science of space and numbers”.

Moreover, with the possibility to exchange the reference coordinates of the object, the space is no longer investigated as a static setting but, following a rational logic that brings us to know reality in accordance with a universal criteria, we can choose the object vision.

«Before, geometry was always an interest of the architects because geometric knowledge is essential both for comprehension of spatial figurations and for penetration of laws that govern plane figures, matrices primary form of planimetric and elevation of buildings, like it was often observed. [...] the interest of geometric research and its wide range of applications had arrived, at the eve of the French Revolution, to recall the attention of all the intellectuals on its extraordinary progress, and, for the architects, the urge of exploit the excellent figurative qualities of pure geometric forms: spheres, cones, pyramids and other elementary volumes around which the emotional capacities made tired the biggest architect of the Revolution» (Vagnetti 1974, pp. 440-441).

Figure 5
Jan Vredeman de Vries,
Perspective, tav. 28 (1604).

struttura unitaria della composizione architettonica di cui fanno parte. Lo spazio e la scena manierista tendono ad isolare lo spettatore dal mondo circostante, ponendolo su un piano autonomo, in un ambiente inconsueto, più ricco, festoso, ma anche grottesco a volte, accentuando così il suo stato di squilibrio rispetto alla realtà. Il tempo e lo spazio tendono, come dice Hauser, ad “una fuga nel caos” (Hauser 1964). Lo slancio visivo è continuamente frenato da uno schermo che agisce secondo il principio della quinta di un teatro che, invece di segnare un confine o di porre un limite allo sguardo, nasconde qualcosa ed eccita la curiosità di chi l’osserva.

Il Barocco può essere considerato una variante di ritmo, una contropinta, ovvero un ritorno all’equilibrio e alla compostezza classica dopo le complicazioni visive della frammentazione manierista. Il tema dell’infinito, dell’*horror vacui* in unione con l’*amor vacui*, o meglio, l’idea della illusiva rappresentazione dello spazio (per catturare un tempo immaginario) costituisce uno degli elementi fondamentali della poetica e dell’arte barocca. La Natura è come uno spettacolo naturale in continuo divenire entro il quale l’uomo si muove come attore e spettatore insieme. La profonda compenetrazione tra realtà e fantasia, artificio e natura, spazio reale e spazio fittizio, si avvale nella rappresentazione di tecniche grafiche complesse con apporti decorativi, plastici, pittorici e scul-

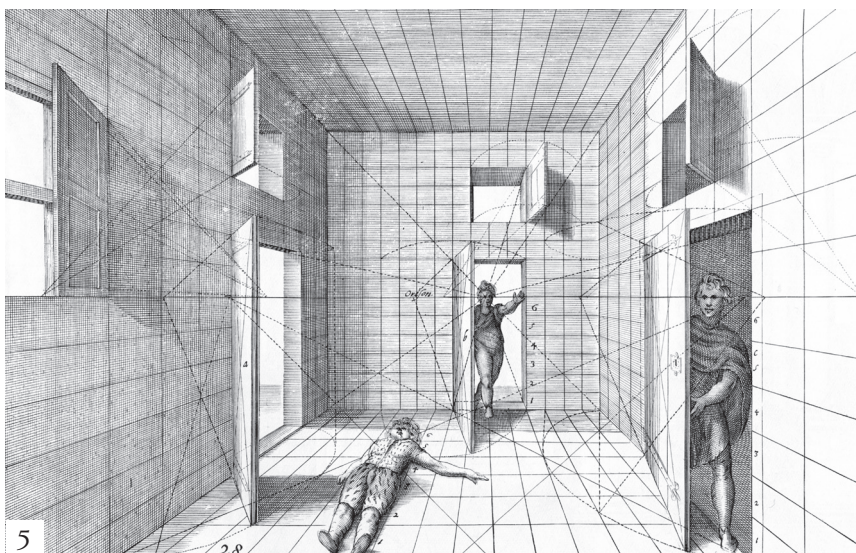
torei propri di quegli stessi artisti che avevano contribuito alla realizzazione di testi e scenografie teatrali o festive. Secondo quest’ottica Baldassarre Peruzzi può essere considerato il capostipite di tale movimento con Giulio Romano e Andrea Pozzo. Il momento del cambiamento fu uno dei temi barocchi prediletti. Bernini, come abbiamo osservato, rappresenta Anchise e Proserpina nell’istante in cui vengono trascinati via. L’azione guarda in entrambe le direzioni. Bernini celebra la grandezza e la sonorità della doppia prospettiva e dei contrappunti barocchi (Fig. 5).

Quarto esempio: gli assi cartesiani e lo spazio della ragione

Cartesio sosteneva che l’individuo vede lo spazio non secondo l’occhio della poesia, ma secondo l’occhio della scienza e della ragione. Erano gli inizi del Seicento ed i contributi di Cartesio e Desargues costituirono la premessa su cui costruire un’altra sorta di spazio e un diverso modo di rappresentarlo, un’altra forma simbolica capace di interpretare il pensiero della mutata società.

Il primo principio ad essere messo in discussione dall’uomo di cultura del XVII secolo è quello di assolutismo (in campo etico, politico e artistico). Già nel 1637, col *Discours sur la Méthode*, Cartesio aveva dato vita alla moderna filosofia del dubbio, ponendo in crisi il concetto di autorità. «Di tutto posso dubitare, fuorché di dubitare, cioè di pensare» è l’espressione sintomatica del suo soggettivismo filosofico. Non bisogna accettare nulla per vero se non lo si riconosce evidentemente tale. Per arrivare a questo, aggiunge Cartesio, è spesso indispensabile suddividere un problema complesso in parti, ogni singolo pensiero dev’essere “pesato e misurato”, esattamente come Galileo esigeva che tutto venisse misurato e che tutto ciò che non si poteva misurare fosse reso misurabile. Quando la nuova scienza richiese una nuova matematica, Cartesio ampliò i concetti della geometria incorporando la cosiddetta geometria intuitiva (pitagorica ed euclidea) in un sistema capace di trattare la distanza e lo spazio in termini numerici. Dopo Cartesio la geometria, anzi, l’intera matematica, fu nota come “Scienza dello Spazio e del

Figura 5
Jan Vredeman de Vries,
Perspective, tav. 28 (1604).



From the iconographic point of view, an emblematic merit takes the design of the big eye of Ledoux that brings inside the theatre room of Besançon. The human being reflects inside his eye (coincident with the point of view) the image of a reality external to him⁵. Whether the static eye of the Renaissance gave a symbolic representation of a reality in which both objects and subjects followed symmetrical relationships, the eye of the Enlightenment is figuratively expressed by the eye of Ledoux which is the centre of projection of a reversed universe compared to the one of the Renaissance. It brings the reality inside itself consulting such as a symbolic image of the modern *perspicere* (Fig. 6).

Fifth example: Monge projection and the eulogy of the technique

The decisive contribution of Monge to the development and codification of descriptive geometry allows the science of representation to tackle graphic solutions related to the technical description of an object in a concise and tangible way, in accordance with a correspondence between reality and image.

During the Industrial Revolution, the descriptive geometry formalized graphically an answer to the need for representing the reality in a useful way in a technical reproduction. The concept of a piece of art as a creative process of a unique and unrepeatable product decays and, from the XIX century onwards, it considers the prototype as an example to put in a playback system on large scale. The drawing must have specific capacities to reproduce the object, which is not the only model anymore, but a serial element that the industry can produce⁶. The drawing is not the prerogative of the artist but it becomes the instrument of developed communication in the technical offices, made for the industry.

The process of industrialization has as the highest level of worth the series: the object can be replicated in thousand of copies without losing anything of its quality, instead its worth will consist in being infinitely repeatable and repeated. To accomplish such needs, the representation of the space relies to a new scientific language codified by Monge and

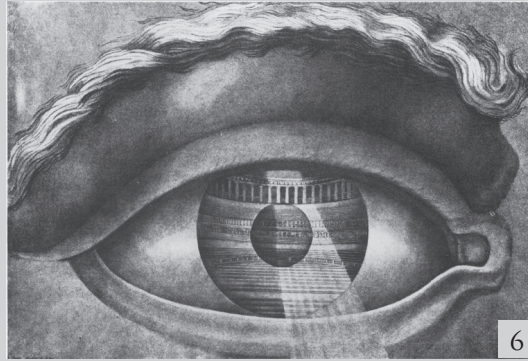


Figure 6
Claude Nicolas Ledoux, *A glance on the inside of the theater of Besançon* (1804).

experimented, especially in England, from scholars like William Farish. On the basis of Monge's theory about point of view placed in the infinity and projection radius parallel between them and orthogonal or oblique compared to the projection surface, the object will be investigated by the eye of God, placed in a immeasurable distance from where you can see the universe of things⁷.

The point of view placed in the infinity, defined "improper point", let you think on the relationship between subject and object. The first sees the universe of objects from an infinity distance, from a distance you can approach with a logical abstraction of thinking. It is interesting to remember that, at the beginning of the XX century, parallel projections became a challenging creative cue for figurative avant-garde⁸ (Fig. 7).

Sixth example: figurative avant-garde for the experimentation of the fourth dimension

Between the XIX and the XX century, around a couple of generations, the discoveries in physics put in discussion the known universe until that moment. «It was scary to discover to live in a world in which things are rarely as they seem»⁹. The space, in modern physics, thanks to the Albert Einstein's theory of relativity, is conceived in relation to the changing point of view linked to the infinite spatial and temporal variations, not as the absolute entity of Newton's Enlightenment anymore. In the modern art, for the first time from Renaissance onwards, a new idea leads to a new conscious enrichment of our ways to feel the environment. All of this found the most complete realization in the spatial research of Cubist avant-garde at

5. CIUCCI, G., 1982. Rappresentazione dello spazio e spazio della rappresentazione. *Rassegna*. 9, 1982, pp. 7–18.
6. BENJAMIN, W., 1966. *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*. Turin: Einaudi, pp. 161.
7. REICHLIN, B., 1979. L'assonometria come progetto. *Lotus*. 22, 1979, p. 96.
8. DE MICHELI, M., 1966. *Le avanguardie artistiche del Novecento*. Milan: Feltrinelli, pp. 422.
9. LERNER, D., 1971. *Qualità e quantità e altre categorie della scienza*. Turin: Boringhieri, pp. 268, p. 19.

Figura 6
Claude Nicolas Ledoux, *Colpo
d'occhio sull'interno del teatro
di Besançon* (1804).

Numero”.

Inoltre, con la possibilità di variare le coordinate di riferimento dell'oggetto, lo spazio non è più indagato secondo una impostazione statica ma, seguendo una logica razionale che ci porta a conoscere la realtà secondo un criterio universale, possiamo scegliere la visione dell'oggetto.

«La geometria aveva in precedenza sempre interessato gli architetti, perché le conoscenze geometriche sono indispensabili tanto per la comprensione delle figurazioni spaziali quanto per la penetrazione delle leggi che governano le figure piane, matrici primarie della forma planimetrica ed altimetrica degli edifici, come si è più volte osservato. [...] l'interesse per la ricerca geometrica e le sue estesissime applicazioni era giunto, alla vigilia della Rivoluzione Francese, a richiamare sui suoi straordinari progressi l'attenzione di tutti gli intellettuali e, per gli architetti, allo stimolo di sfruttare le straordinarie qualità figurative delle forme geometriche pure: le sfere, i coni, le piramidi e gli altri volumi elementari attorno a cui le capacità emozionali tanto si affaticarono i grandi architetti della Rivoluzione» (Vagnetti 1974, pp. 440–441). Dal punto di vista iconografico, assume un valore emblematico il disegno del grande occhio di Ledoux che porta riflessa al suo interno la sala del teatro di Besançon. L'uomo riflette all'interno del suo occhio (coincidente con il punto di vista) l'immagine di una realtà a lui esterna⁵. Se l'occhio statico rinascimentale dava una rappresentazione simbolica di una realtà in cui oggetti e soggetti stavano tra loro secondo precisi rapporti simmetrici, l'occhio illuminista è espresso figurativamente dall'occhio di Ledoux che è il centro di proiezione di un universo ribaltato rispetto a quello rinascimentale. Esso porta la realtà al suo interno costituendosi così come immagine simbolica del moderno *perspicere* (Fig. 6).

Quinto esempio: le proiezioni mongiane e l'elogio della tecnica

L'apporto decisivo di Monge allo sviluppo e alla codificazione della Descrittiva diede modo alla scienza della rappresentazione di affrontare in modo sintetico e concreto le soluzioni grafiche relative alla rappresentazione tecnica

dell'oggetto secondo una corrispondenza biunivoca tra realtà e immagine.

In pieno clima di rivoluzione industriale la geometria descrittiva formalizza graficamente una risposta alla necessità di rappresentare la realtà in modo utile ai fini di una riproducibilità tecnica. Decade il concetto di opera d'arte come processo creativo di un prodotto unico ed irripetibile e, dal XIX secolo in poi, si considera il prototipo come esemplare da immettere in un sistema di riproduzione su ampia scala. Il disegno deve possedere pertanto determinate capacità atte a riprodurre l'oggetto, che non è più modello unico ma elemento seriale che l'industria è in grado di mettere in produzione⁶. Il disegno non è più appannaggio dell'artista ma diviene strumento di comunicazione elaborato presso gli studi tecnici, finalizzato per l'industria.

Il processo di industrializzazione pone al sommo livello di valore la serie: l'oggetto può essere ripetuto in migliaia di esemplari senza perdere nulla della sua qualità, anzi il suo valore consisterà proprio nell'essere infinitamente ripetibile e ripetuto. Per assolvere a tali esigenze la rappresentazione dello spazio si affida al nuovo linguaggio scientifico codificato da Monge e sperimentato, specie in Inghilterra, da studiosi come William Farish. Sulla base della teoria mongiana del punto di vista posto all'infinito e dei raggi proiettanti paralleli tra loro e ortogonali o inclinati rispetto al piano di proiezione, l'oggetto verrà indagato dall'“occhio di dio”, posto ad una distanza incommensurabile da cui guardare l'universo delle cose⁷. Il punto di vista posto all'infinito, definito punto improprio, permette di ragionare sul rapporto tra soggetto e oggetto. Il primo vede l'universo degli oggetti da una distanza infinita, da una lontananza a cui si deve accedere secondo un'astrazione logica del pensiero. È interessante ricordare che, all'inizio del XX secolo, le proiezioni parallele diventarono uno stimolante spunto creativo per molte avanguardie figurative⁸ (Fig. 7).

Sesto esempio: le avanguardie figurative per la sperimentazione della quarta dimensione

Tra il XIX e il XX secolo, nel giro di alcune generazioni, le scoperte della fisica avevano

5. CIUCCI, G., 1982. Rappresentazione dello spazio e spazio della rappresentazione. *Rassegna*. 9, 1982, pp. 7–18.

6. BENJAMIN, W., 1966. *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*. Torino: Einaudi, pp. 161.

7. REICHLIN, B., 1979. L'assonometria come progetto. *Lotus*. 22, 1979, p. 96.

8. DE MICHELI, M., 1966. *Le avanguardie artistiche del Novecento*. Milano: Feltrinelli, pp. 422.

the beginning of the century.

«The XIX century discovered the light, the one of the Impressionists and the photographers; at the end of the century, to avoid a dispersion of the coloured shape, painters recovered the sense of construction: Seurat and the Neo-impressionists through the density of point of colour, Gauguin and Nabis with the clear outline of shapes. However, in both cases, the problem remains limited to the two dimensions of the plane. [...] Passing from the three dimensions of the nature to the two dimensions of canvas had always been the biggest ambition of every painter: this is the impossible challenge that every artist wants to try and that seemed finally resolved from the coming perspective in the Renaissance: actually it wasn't a stratagem, an appearance, an imitative illusion. When painting becomes a geometric projection on a vertical surface, it was like a reflex in a mirror. The reality that it wanted to gain was purely external and the artist can't catch it, like an illusion. The century, which begins under the double sign of science and technique, wants to be exact, accurate, and rejects all the expressions from the traditional past, the conventions of convenience, for discussing all the problems again, starting from postulates. [...] The modern artist doesn't care about representations; he wants to find the intrinsic truth of things and the system that tries it. So he is inclined to translate impressions (colour and shape) of nature in symbols, visible signs and representations of concepts and, consequently, rationalizing his vision. This approach goes beyond the criteria of a school or style and, from this point of view, it belongs both to *fauves* and Cubists; it is an ethics more than an aesthetic, because a certain way to see – and this is own to cubists – implies a certain manner of being»¹⁰.

For example Seurat, during his path of artistic training, used the Newtonian analysis of the fragmentation of light, reaching the technique of divisionism, with which every point of colour becomes the equivalent of a real light source, like the sun. This expedient inverted the traditional perspective making the point of view – the eye of the observer – opposite and equivalent to the accidental point – the object is repre-

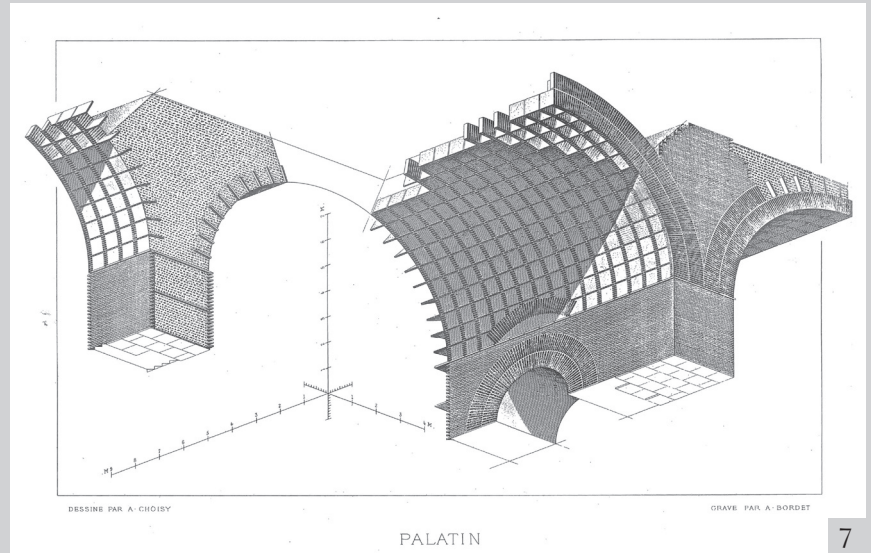


Figure 7
Auguste Choisy,
L'architecture et l'art de bâtir,
three-dimensional view of an
arch (1899).

Figure 8
George Braque, *Still Life with
Guitar* (1929, redrawing).

sented according to a pointillist technique. To the contributes of the impressionists, the cubists and the futurists, you can attach the radical change of perceiving and representing the architectural space and the object put in it. The measure of time, related to the science and the representation of the space, changes referring to the events that occur, consequently every knowledge of space and time takes a relative aspect against the phenomenon investigated¹¹. The masters of De Stijl, with the axonometric vision, represented compositional elements that are estranged from every context. So, the object is seen in every part and, with strict clarity, it denounces, with its coordinates related to the projection surfaces, the dimensional data, the materials which form it and eventually – in axonometric exploded – the system of construction and serial assembly¹² (Fig. 8). Some notes about fourth dimension: in 1913, in his work *Peintres cubistes*, Apollinaire claimed that «geometry is to plastic art as grammar is to writing. [...] Today scientists don't deal with three dimensions of Euclidean geometry. Painters have been leading naturally and, to say that, intuitively, to worry about new possible measure of the space that, in the figurative language of moderns, are denoted together by the term fourth dimension. So, as it offers the spirit, from the plastic point of view, the fourth dimension should be generated by the three known dimensions: it represents the immensi-

10. PONENTE, N., 1975. Le componenti del Cubismo. *Enciclopedia delle avanguardie artistiche*. Milan: Fabbri, pp. 245-251.

11. Find this subject on the studies of the new science applied to art works in Florenskij 1995, pp. 17-202.

12. GREGOTTI, V., 1989. *Il disegno del prodotto industriale*. Milan: Electa, pp. 376.

di fatto rimesso in discussione l'universo fino ad allora conosciuto. «Fu inquietante scoprire di abitare un mondo in cui le cose sono raramente come appaiono»⁹. Lo spazio, nella fisica moderna, grazie alle teorie della relatività di Albert Einstein, è concepito in relazione ad un punto di vista mobile legato alle infinite variazioni spazio-temporali, non più come l'entità assoluta dell'Illuminismo di Newton. E nell'arte moderna, per la prima volta dal Rinascimento in poi, una nuova concezione dello spazio conduce ad un consapevole arricchimento dei nostri modi di percepire l'ambiente. Tutto questo trovò la realizzazione più completa nella ricerca spaziale dell'avanguardia cubista d'inizio secolo.

«Il XIX secolo aveva scoperto la luce, quella degli impressionisti e dei fotografi: sul finire del secolo, per impedire una dispersione della forma colorata, i pittori recuperano il senso della costruzione: Seurat e i neo-impressionisti attraverso la densità dei punti di colore, Gauguin e i Nabis con il netto contorno delle forme. Tuttavia, nell'uno come nell'altro caso, il problema rimane limitato alle due dimensioni del piano. [...] Passare dalle tre dimensioni della natura alle due dimensioni della tela è sempre stata la grande ambizione di ogni pittore: è la sfida impossibile che ogni artista vuol tentare e che sembrava definitivamente risolta fin dall'avvento della prospettiva nel Rinascimento: in realtà non era che un artificio, una parvenza, una illusione imitativa. Quando la pittura diventa una proiezione geometrica su un piano verticale, come in uno specchio non è che un riflesso. La realtà che voleva captare le risulta puramente esteriore e sfugge all'artista, come un'illusione. Il secolo che inizia

sotto il duplice segno della scienza e della tecnica suole essere esatto, preciso e rifiuta tutte le espressioni del passato tradizionale, le convenzioni di comodo, per riproporsi tutti i problemi, partendo dai postulati. [...] L'artista moderno non si cura di rappresentare; egli ricerca la verità intrinseca delle cose e il sistema che la prova. È quindi portato a tradurre delle impressioni (colore e forma) della natura in simboli, segni visibili e rappresentazioni di concetti e, conseguentemente, a razionalizzare la sua visione. Questo orientamento va oltre i criteri di una scuola o di uno stile e, sotto questo aspetto, appartiene sia ai *fauves* che ai cubisti; più che un'estetica esso è però un'etica, in quanto una certa maniera di vedere – e questo è proprio dei cubisti – implica anche una certa maniera di essere»¹⁰.

Ad esempio Seurat, lungo il percorso di formazione artistica, utilizzò l'analisi newtoniana della frammentazione della luce, giungendo alla tecnica del divisionismo, con cui ogni punto di colore diventa l'equivalente di una reale fonte di luce, come un sole. Questo espediente capovolse la prospettiva tradizionale rendendo il punto di vista – l'occhio dell'osservatore – opposto ed equivalente al punto di fuga – l'oggetto rappresentato secondo la tecnica divisionista.

Ai contributi degli impressionisti, dei cubisti, dei futuristi, si può attribuire la mutazione radicale del modo di percepire e di figurare lo spazio architettonico e gli oggetti in esso inseriti. La misura del tempo, relativa alla scienza ed alla rappresentazione dello spazio, varia in riferimento agli eventi che si susseguono, di conseguenza ogni conoscenza di spazio o di tempo assume un aspetto relativo nei confronti del fenomeno indagato¹¹.

I maestri del De Stijl hanno rappresentato, con la visione assonometrica, elementi compositivi straniati da ogni contesto. L'oggetto così è visto in tutte le sue parti e, con precisa chiarezza, denuncia, con le sue coordinate nei confronti dei piani di proiezione, i dati dimensionali, i materiali di cui è costituito ed eventualmente – nelle assonometrie esplose – il sistema di costruzione ed assemblaggio seriale¹² (Fig. 8). Alcune note sulla quarta dimensione: nel 1913 Apollinaire, nel testo *Peintres cubistes*, affer-

Figura 7

Auguste Choisy, *L'architecture et l'art de bâtir*, assonometria isometrica di una volta (1899).

Figura 8

George Braque, *Natura morta con chitarra* (1929, ridisegno).

9. LERNER, D., 1971.

Qualità e quantità e altre categorie della scienza. Torino: Boringhieri, pp. 268, p. 19.

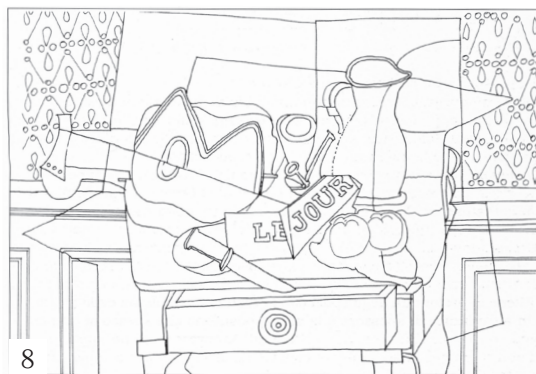
10. PONENTE, N., 1975.

Le componenti del Cubismo. *Enciclopedia delle avanguardie artistiche*. Milano: Fabbri, pp. 245–251.

11. Vedi su questo argomento gli studi sulla nuova scienza applicati alle opere d'arte in Florenskij 1995, pp. 17–202.

12. GREGOTTI, V., 1989.

Il disegno del prodotto industriale. Milano: Electa, pp. 376.



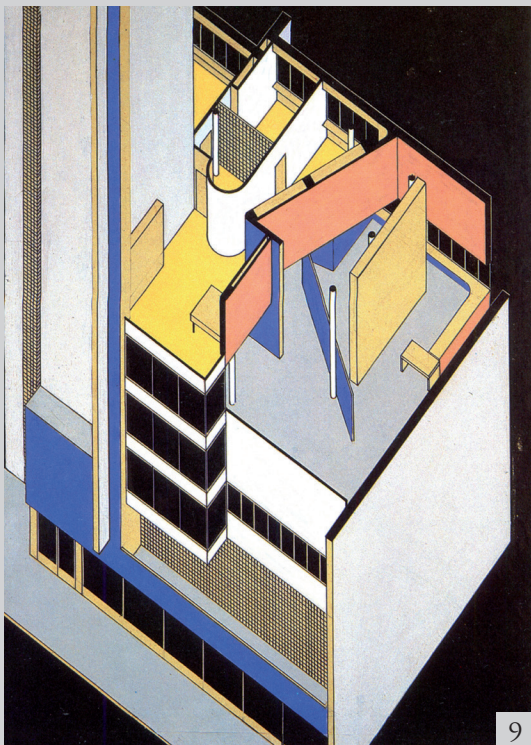
ty of space that manifests itself in all directions in a determinate motion. The space itself, the dimension of infinity, gives plasticity to the objects». And also, a year before Apollinaire, Gleizer e Metzinger claimed: «if you want to link the space of painters to some geometries you need to refer to non-Euclidean scholars, think hardly some Riemann theorems»¹³.

The study of perspective always allowed with its theories, a fixed point of view as a monocular visual fact, even if the observer has a sensation of a single image through both of the eyes. This leads us to consider the concept of relativity between something that must be represented and the observer status stationary or in motion (Fig. 9).

The concept of linear perspective, in its easiest applications, still remains a conventional refe-

rence; so we must watch to this point of view as a mobile perspective, as well as the space around us is in motion, and we must investigate with which instruments we can express the need of movement.

During first years of XX century, figurative experimentations of the artistic avant-garde, painting and also architecture, are undertaken to transmit the impression of such movement. We arrived, in this way, to the concept of shape decomposition in its natural and primary elements, giving to the observer the task of mentally rework already investigated in its movement. The point of view charges and becomes the sum of all the forces in motion that give life not only to the subject but also to the objects which the represented imaginary is made of¹⁴ (Fig. 10).



9



10

Figure 9
Ettore Sottsass, *Study for a residential building*, isometric (1950).

Figure 10
Pablo Picasso, *Guernica*, the detail of woman (1937).

13. Quotes are taken from the book: De Micheli, *op. cit.*, cap. 7.

14. FRANCASTEL, P., 1960. *Lo spazio figurativo dal Rinascimento al Cubismo*. Turin: Einaudi, pp. 214.

mava che «la geometria sta alle arti plastiche come la grammatica sta allo scrivere. [...] Oggi gli scienziati non si attengono più alle tre dimensioni della geometria euclidea. I pittori sono stati portati naturalmente e, per così dire, intuitivamente a preoccuparsi di nuove misure possibili dello spazio che, nel linguaggio figurativo dei moderni, si indicano tutte insieme brevemente col termine di quarta dimensione. Così, come si offre allo spirito, dal punto di vista plastico, la quarta dimensione sarebbe generata dalle tre dimensioni conosciute: essa rappresenta l'immensità dello spazio, che si eterna in tutte le dimensioni in un movimento determinato. È lo spazio stesso, la dimensione dell'infinito, e dà plasticità agli oggetti». E ancora, un anno prima di Apollinare, Gleizer e Metzinger asserivano che «se si suole avvicinare lo spazio dei pittori a qualche geometria, è necessario riferirsi agli studiosi non euclidei, meditare lungamente certi teoremi di Riemann»¹³. Lo studio della prospettiva ha permesso sempre, nelle proprie teorie, un punto di vista fisso come fatto visivo monoculare, per quanto in realtà l'osservatore abbia la

sensazione di un'unica immagine attraverso i due occhi. Questo porta a considerare il concetto di relatività tra ciò che dev'essere rappresentato e lo stato dell'osservatore fermo o in moto (Fig. 9).

Il concetto di prospettiva lineare, nella più semplice delle sue applicazioni, resta comunque un riferimento convenzionale; dobbiamo allora guardare al punto di vista come punto mobile, così come è in moto lo spazio che ci circonda, e indagare con quali mezzi possiamo esprimere l'esigenza del movimento.

Durante le sperimentazioni figurative delle avanguardie artistiche dei primi anni del Novecento, la pittura, e in genere anche l'architettura, si sono impegnate a trasmettere l'impressione di tale movimento. Si è giunti così al concetto di scomposizione della forma nei suoi elementi primari o naturali, dando all'osservatore il compito di rielaborare mentalmente l'oggetto indagato nel suo movimento. Il punto di vista si carica e diviene la sommatoria di tutte le forze in moto che animano oltre che il soggetto, anche gli oggetti che costituiscono l'immaginario rappresentabile¹⁴ (Fig. 10).

Figura 9

Ettore Sottsass, *Studio per un edificio per abitazioni*, assonometria (1950).

Figura 10

Pablo Picasso, *Guernica*, particolare del viso di donna (1937).

Bibliografia / References

FLORENSKIJ, P., 1995. *Lo spazio e il tempo nell'arte*. Milano: Adelphi, pp. 406.

GUILLERME, J., 1982. *La figurazione in architettura*. Milano: Franco Angeli, pp. 304.

HAUSER, A., 1964. *Il Manierismo*. Torino: Einaudi, pp. 370.

KEMP, M., 1994. *La scienza dell'arte. Prospettiva e percezione visiva da Brunelleschi a Seurat*. Firenze: Giunti, pp. 424.

MARCHI, A., VALAZZI, M. R. (a cura di), 2012. *La Città ideale. L'utopia del Rinascimento a Urbino tra Piero della Francesca e Raffaello*. Milano: Electa, pp. 352.

MASSARI, G. A. (a cura di), 2010. *Tempo, forma, immagine dell'architettura. Scritti in onore di Vittorio Ugo con due suoi testi inediti*. Roma: Officina, pp. 222.

MCLUHAN, M., 1988. *Il punto di fuga*. Como: SugarCo, pp. 288.

SENNET, R., 2008. *L'uomo artigiano*. Milano: Feltrinelli, pp. 312.

VAGNETTI, L., 1974. *L'Architetto nella storia di Occidente*. Firenze: Teorema, pp. 820.

13. Le citazioni sono tratte dal volume: De Micheli, *op.cit.*, cap. 7.

14. FRANCASTEL, P., 1960. *Lo spazio figurativo dal Rinascimento al Cubismo*. Torino: Einaudi, pp. 214.