I Maestri della visione. Dalla scienza visionaria alle suggestioni visive

Domenico Mediati

Abstract

Gli studi di Isaac Newton, nel XVII secolo, pongono i fondamenti della fisica classica. Nel XIX secolo, però, alcune teorie mettono in dubbio la fisica newtoniana, il cui punto debole deriva dall'applicazione di concetti di geometria euclidea a uno spazio che poteva non esserlo. Nel 1817 Gauss, durante i suoi studi sul V postulato, avanza l'ipotesi che per un punto esterno a una retta sia possibile tracciarne più di una a essa parallela. Così pone le premesse della geometria non-euclidea.
Nel 1884 Abbott pubblica il romanzo Flatland*, in cui ipotizza uno spazio a più dimensioni. Il dibattito culturale si apre così a espressioni artistiche visionarie, derivate da concezioni scientifiche altrettanto 'eversive'. Non vanno trascurati anche gli studi di Poincaré che condurranno allo spazio topologico. Tali suggestioni sono anticipate da Möbius, nel 1858, con le superfici a una sola faccia.*
L'abbattimento dei dogmi newtoniani si intreccia anche con gli studi sulla percezione. Si giunge, così, alle "figure impossibili" di Reutersvär e di Lionel e Roger Penrose. Negli stessi anni, la passione per le sperimentazioni percettive viene condivisa anche da Escher.
Il paper mira a evidenziare il rapporto tra arte e scienza che, tra XIX e XX secolo, trovano una comune ispirazione 'visionaria'. Tali percorsi spesso si intrecciano, a volte l'uno anticipa l'altro, ma insieme contribuiranno ad aprire varchi che segneranno l'evoluzione del pensiero e dell'arte.

Parole chiave: geometrie non euclidee, topologia, figure impossibili, Möbius, Penrose, Escher.

Il dogma euclideo

Isaac Newton, nel XVII secolo, diede un contributo decisivo ai fondamenti della fisica classica. I suoi studi ipotizzavano che spazio e tempo fossero, di fatto, entità assolute. Le sue enunciazioni si inserivano nel solco di un incontrastato dominio dei principi geometrici espressi da Euclide negli *Elementi*.
La geometria euclidea ha però un tallone di Achille. Sia pur indirettamente, il V postulato afferma che se due rette complanari tagliate da una trasversale formano, da una stessa parte, due angoli la cui somma è pari ad un angolo piatto, esse non s'incontreranno e saranno, quindi, parallele. Tale enunciato, però, non gode delle qualità di 'dimostrabilità' ed 'evidenza' che a quel tempo erano necessarie perché fosse considerato come un postulato valido. Lo stesso Euclide ne era cosciente, a tal punto da evitare di utilizzarlo per la dimostrazione delle prime 28 proposizioni degli *Elementi*, ma si limiterà a servirsene per un solo caso. Tale consapevolezza lo indusse a considerare l'enunciato delle rette parallele come un teorema, senza però riuscire a trovarne una valida dimostrazione. In seguito al fallimento di tali sforzi, decise di reinserirlo tra i postulati [Agazzi, Palladino 1978, p. 48]. Nei secoli che seguiranno, saranno molti i tentativi di escludere tale proposizione dai postulati cercando di dimostrarlo come teorema ma tutti si riveleranno infruttuosi.
Tra gli studi più antichi si ricorda quello di Proclo (V secolo), fermamente convinto che «nell'acquisizione delle proposizioni geometriche non si debba attribuire peso

https://doi.org/10.26375/disegno.9.2021.11

diségno ISSN 2533-2899

alcuno a rappresentazioni intuitive puramente probabili» [Agazzi, Palladino 1978, p. 52]. Il suo tentativo fallì nel momento in cui introdusse un'ipotesi fino ad allora sconosciuta: che la distanza tra due rette rimanga finita. Di fatto, si trattava di un nuovo postulato che farà crollare l'impianto dimostrativo.
Il tentativo di Saccheri [1733], circa XIII secoli più tardi, non giungerà a risultati migliori, ma sarà particolarmente fruttuoso per gli studi futuri. Sia pur inconsapevolmente, egli aprirà la strada alla nascita delle geometrie non-euclidee.
Saccheri propose una dimostrazione *a contrariis* [1], fondata sulla *geometria assoluta* [2], che considerava ammissibili due ipotesi opposte, escluse implicitamente da Euclide: che per un punto esterno a una retta passino più parallele e che, al contrario, non ne passi alcuna.
La dimostrazione fallì perché non riuscì a comprovare che le ipotesi ammesse per assurdo non erano attendibili, ma proprio questo fallimento determinerà il suo futuro successo. «Divenne allora chiaro – osserva Sgrosso – che quella proposizione fosse da considerarsi effettivamente un postulato, assumendo il quale insieme con gli altri nasceva appunto la geometria euclidea, ma assumendo le ipotesi escluse nascevano due diverse teorie geometriche, altrettanto valide della prima» [Sgrosso 1986, p. 57]. Sono le ipotesi su cui lavoreranno alcuni tra i più illuminati studiosi tra la fine del XVIII e il XIX secolo.

Dal 'fallimento' di Euclide alle 'geometrie visionarie'

Anche Gauss tentò, sin da studente, di dimostrare il V postulato di Euclide considerandolo, in principio, come un teorema. Presto si convinse che esso fosse indimostrabile e orientò i suoi studi verso un sistema basato sulla sua negazione. A partire dal 1817 lavorò sull'ipotesi che prevede l'esistenza di più rette passanti per un punto e parallele ad una retta assegnata. Egli, con maggiore consapevolezza, intraprese la via tracciata da Saccheri quasi un secolo prima. Si aprì così il campo all'ipotesi di una geometria ben diversa da quella fino ad allora conosciuta che Gauss in principio chiamerà 'antieuclidea', successivamente 'astrale' e infine 'non-euclidea'.
Egli non pubblicò mai gli esiti dei suoi studi. Il pensiero scientifico del suo tempo era dominato dalla figura di Kant che considerava la geometria euclidea come una necessità ineludibile per il pensiero. Nella *Critica della ragion pura*, pubblicata nel 1781, il filosofo tedesco definì lo spazio e il tempo come forme *a priori* [Kant 2000]. La geometria era quindi una costruzione assoluta, fondata su principi indubitabili [Mangione 1971, p. 182]. Tale contesto culturale scoraggiava decisamente ogni posizione che mettesse in discussione il fondamento euclideo dello spazio. «Non mi deciderò ancora per molto tempo – scrisse Gauss in un suo epistolario – ad elaborare per una pubblicazione le mie molto estese ricerche sull'argomento, e ciò forse non avverrà mai durante la mia vita, perché temo gli strilli dei Beoti» [Agazzi, Palladino p. 75].
Qualche decennio più tardi, saranno gli studi dell'ungherese Bolyai e del russo Lobačevskij a sfidare la comunità scientifica. Essi proporranno concezioni decisamente 'visionarie' che, all'insaputa l'uno dell'altro, ricalcheranno le analoghe teorie di Gauss. Bolyai e Lobačevskij dimostrarono che per un punto esterno a una retta è possibile tracciare più parallele a quella data. Ipotesi decisamente 'sovversiva' che aprirà il campo ad una nuova geometria che Lobačevskij chiamerà «immaginaria» [3].
In una direzione non meno visionaria si mosse Riemann [4]. Sarà Gauss, nel 1851, che lo metterà su questa strada, assegnandogli il tema su cui terrà la dissertazione per il conseguimento del titolo *Privatdozent* [5]. Anche Riemann negò il postulato euclideo ma percorse una via opposta. Egli ipotizzò uno spazio illimitato ma non infinito: «ed è appunto sull'ipotesi di uno spazio finito – afferma Giordano – che nasce la geometria ellittica, evidenziandosi specificamente nella nuova idea di 'retta', che qui è appunto chiusa e finita. […] due rette (quindi tutte le rette) di un piano si incontrano, e di conseguenza per un punto del piano non passa alcuna parallela a una retta data» [De Rosa, Sgrosso, Giordano 2002, p. 218].
Tali studi lo porteranno a ipotizzare l'esistenza di una realtà multidimensionale. È un ulteriore tassello nel mosaico delle nuove geometrie non-euclidee che si definirà intorno alla fine del XIX secolo. I principi euclidei su cui, per più di due millenni, si era fondata la conoscenza della realtà vengono definitivamente messi in crisi da concezioni scientifiche decisamente visionarie. Ciò spingerà verso la ricerca di nuovi fondamenti teorico-scientifici, capaci di sostenere una nuova interpretazione della realtà.
Decisivi saranno i contributi di Faraday e Maxwell relativi alla propagazione delle onde elettromagnetiche. Tali studi metteranno definitivamente in crisi la fisica classica di Newton e i suoi concetti di spazio e tempo assoluti. Il punto di debolezza sta proprio nel suo fondamento essenziale: applicare concetti di geometria euclidea ad uno spazio che

poteva non essere tale. I tempi erano finalmente maturi per un ulteriore balzo che muterà radicalmente la concezione dello spazio.

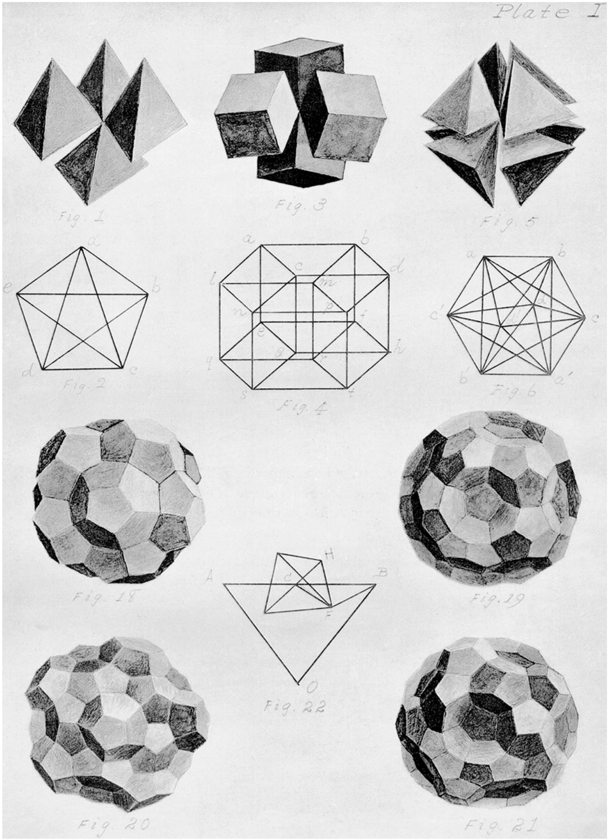
Nel 1905, Einstein pubblicò la sua teoria della 'relatività ristretta' (o 'speciale'). Egli affermò che spazio e tempo dovevano essere considerati in modo coordinato. Il tempo divenne, così, una quarta variabile, da aggiungere alle tre dimensioni spaziali fino ad allora adottate. Undici anni più tardi pubblicò un ulteriore approfondimento di tale teoria che prenderà il nome di 'relatività generale' [Einstein 1916]. Egli ipotizzò uno spazio a quattro dimensioni, in cui l'entità spaziotemporale ('cronotopo') viene curvata dalla presenza di una massa e dal campo gravitazionale che essa genera.

Ciò muterà radicalmente la concezione dello spazio, spingendola verso una dimensione metageometrica. Se in presenza di un campo gravitazionale lo spazio-tempo è curvo, allora esso non potrà più essere considerato euclideo. Le teorie sulle geometrie non lineari di Gauss, Bolyai, Lobačevskij e Riemann trovarono conferma nelle più avanzate concezioni dello spazio fisico.

La geometria euclidea è, quindi, solo uno dei possibili modelli di interpretazione della realtà, ancora valido per il mondo direttamente esperibile, ma non il più adatto a sostenere le nuove istanze che in ogni campo andavano affermandosi verso gli inizi del XX secolo.

Flatland

Il terreno era stato abilmente preparato qualche decennio prima da Abbott, quando, nel 1882, pubblicò quello che diverrà un classico della letteratura fantastica: *Flatland: A Romance of Many Dimensions*. Egli narra la storia di un quadrato, abituato a vivere in un mondo a due dimensioni, che scopre con sorpresa di appartenere a uno spazio tridimensionale (*Spaceland*). La sua curiosità non si ferma a tale scoperta ma prosegue in riflessioni visionarie ipotizzando l'esistenza di spazi multidimensionali: «non darà origine, dicevo, il movimento di un Cubo divino, a un Organismo più divino con sedici Punti terminali? […] E una volta colà [nello spazio a quattro dimensioni], vorremo arrestare il corso della nostra ascesa? In quella beata regione a Quattro dimensioni, indugeremo forse sulla soglia della Quinta, e non vi entreremo? […] Allora, cedendo all'assalto del nostro intelletto, le porte della Sesta Dimensione si spalanche-



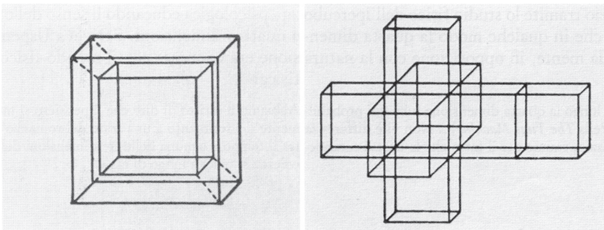


Fig. 1. W. I. Stringham, figure regolari dello spazio quadridimensionale [Stringham 1880].

Fig. 2. H. P. Manning, rappresentazione di un ipercubo, 1914.

Fig. 3. A sinistra: T. van Doesburg, Une Nouvelle Dimension, 1925-1929. Al centro e a destra: T. van Doesburg e C. van Eesteren, Maison particulière, 1924.

ranno; e dopo quella una Settima, e quindi un'Ottava» [Abbott 2004, pp. 136-138].
Qualche anno più tardi, lo scrittore di fantascienza Hinton pubblicherà un saggio sulla quarta dimensione in cui per la prima volta appare il termine *tesseract* (ipercubo) [Hinton 1888].
Erano ipotesi senza dubbio affascinanti ma, a quel tempo, a molti dovevano apparire bizzarre. In realtà, tali riflessioni si fondavano su un dibattito scientifico in via di maturazione ed erano cariche di una stringente logica scientifica. La realtà multidimensionale non aveva alcuna possibilità di essere percepita attraverso dati esperienziali ma ciò non escludeva la possibilità che la si potesse dedurre per astrazione logica. Come afferma Emmer: «il fondamento della matematica è nell'astrazione e quindi la matematica potrebbe apparire quanto di più lontano dalla realtà fisica» [Emmer 2003, p. 25]. In realtà logica e astrazione sono facce di una stessa medaglia e contribuiscono alla formulazione di ipotesi e nuovi scenari che solo in un secondo momento saranno confermate da dati scientifici.

L'ipercubo e lo spazio metafisico

Tra le righe di *Flatland*, sia pur indirettamente, si trova la prima descrizione di un ipercubo, una figura che affascinerà studiosi e matematici ma che ispirerà anche il mondo dell'arte. Di tale entità però Abbott non fornirà alcuna illustrazione. Le prime rappresentazioni ipotetiche di ipersolidi si devono al matematico Stringham che, nel 1880, pubblicò un saggio con un contributo per la definizione delle figure regolari dello spazio quadridimensionale [Stringham 1880] (fig. 1).
Qualche decennio più tardi, il matematico Manning [1914] pubblicò alcune ipotesi grafiche di un ipercubo: 'proiezioni' da uno spazio quadridimensionale a uno euclideo (fig. 2). Tali rappresentazioni erano il frutto di un'astrazione matematica non meno visionaria delle descrizioni letterarie di Abbott e attirarono l'attenzione di artisti e architetti.
Nel numero 5 del 1923 di *De Stijl*, a undici anni dalla sua morte, venne pubblicato l'articolo di Poincaré *Pourquoi l'espace a trois dimensions?* A premessa del saggio si trova la frase: «Il significato della quarta dimensione per il neoplasticismo». È un'evidente dichiarazione di interesse da parte dei fondatori del movimento: Mondrian e Van Doesburg. Quest'ultimo, in quegli anni, espresse chiaramente una linea di ricerca rivolta in tale direzione (fig. 3). Illustrando un progetto per una casa privata del 1924 egli scrisse: «La nuova architettura è anticubica, in altre parole, i suoi diversi spazi non sono contenuti in un cubo chiuso. Al contrario, le differenti celle dello spazio (volumi dei balconi ecc. inclusi) si sviluppano eccentricamente, dal centro alla periferia del cubo, così che le dimensioni di altezza, profondità, larghezza e tempo ricevono una nuova espressione plastica» [Van

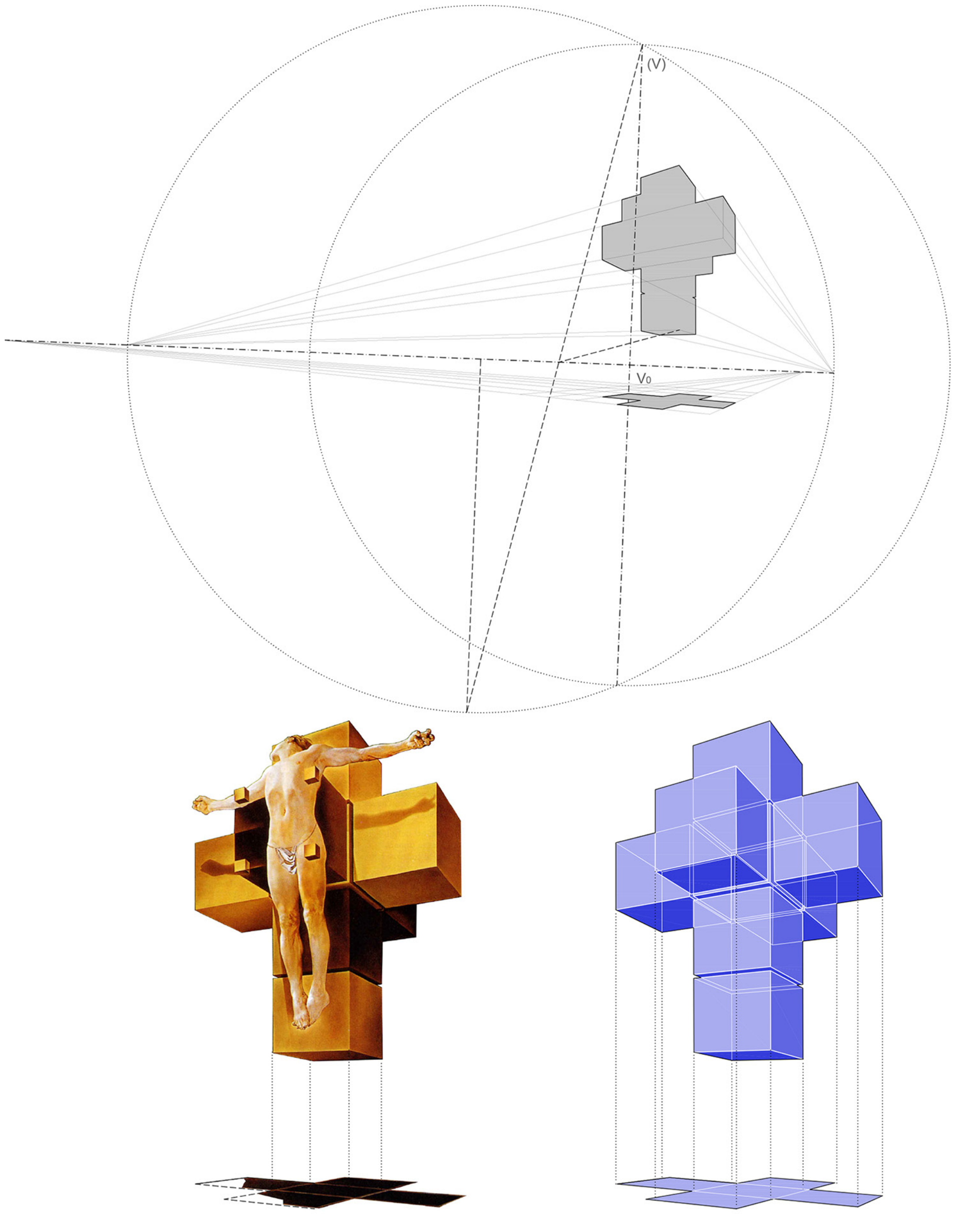


Fig. 4. S. Dalì, Crucifixion (Corpus Hypercubus), 1954. In alto: analisi della struttura prospettica. In basso: dettagli e ridisegno del crocifisso. Elaborazione grafica dell'autore.

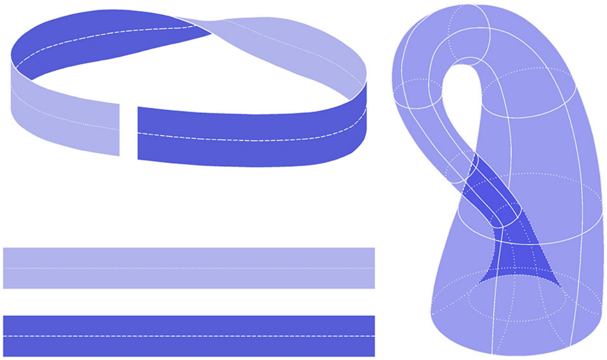


Fig. 5. Superfici a una sola faccia. A sinistra: nastro di Möbius, schema di conformazione. A destra: bottiglia di Kelin. Elaborazione grafica dell'autore.

Fig. 6. M. Bill, nastro senza fine, granito, 1953 (versione originale 1935). Baltimora Museum of Art.

Doesburg cit. in Emmer 2003, p. 119]. Sia il testo che i disegni di Van Doesburg si riferivano alla rappresentazione di un ipercubo anche se, come nota Emmer, egli faceva confusione tra gli oggetti a quattro dimensioni di *Flatland* – proiezioni quadridimensionali di elementi euclidei – con la teoria spazio-tempo di Einstein in cui il tempo costituisce una quarta dimensione [Emmer 2003, p. 119].
Il *tesseract* è espressione di concezioni scientifiche che sovvertono l'universo empirico abituale ma rappresenta anche un legame con universi inesplorati che aprono a fruttuose sperimentazioni artistiche. È proprio in questo campo che si esprimeranno, difatti, i risultati più visionari. Dalì mostrò esplicitamente il suo interesse per la commistione tra dimensione mistica e scientifica che si ritrova nello spazio quadridimensionale. Nella sua opera *Crucifixión* (*Corpus Hypercubus*) del 1954, dipinge un Cristo accostato a una croce sospesa nel vuoto, chiara rappresentazione di un ipercubo (fig. 4). Tutto avviene senza contatto, in un contesto metafisico dominato da un paesaggio naturale oscuro, in cui la griglia pavimentale fornisce un labile ancoraggio al mondo empirico, logico e razionale. Su di essa Dalì proietta l'ipercubo, definendo una croce tra le maglie prospettiche. Le nuove concezioni metageometriche, con le intrinseche necessità di astrazione e con un forte carattere mistico ed emozionale, costituiscono un ponte tra mondo materiale e dimensione metafisica. Gli interessi di Dalì per la quarta dimensione continueranno negli anni seguenti. Egli entrò in contatto con il matematico Banchoff, tenendosi aggiornato sugli sviluppi delle evoluzioni scientifiche sullo spazio metageometrico. Nel 1979 tornò sul tema con il dipinto *Alla ricerca della quarta dimensione*. Un contesto surreale in cui si sovrappongono citazioni di Raffaello e Perugino con elementi simbolici tipici della poetica di Dalì. In primo piano un dodecaedro si sovrappone al varco di quello che appare come un sepolcro: possibile connessione simbolica tra realtà e spazio metafisico. Sullo sfondo incombe un 'orologio molle', segno di un tempo eterno che unifica e raccorda uno spazio visionario intriso di saperi rinascimentali, spiritualità cristiana e pervaso da un inquietante mistero dell'oblio.

Superfici a una sola faccia

L'interesse postumo di *De Stijl* per Poincaré testimonia l'influenza che gli studi del matematico francese ebbero sull'immaginario artistico del XX secolo.

Nel 1895 egli pubblicò *Analysis Sitû*, il volume che porrà le basi della geometria topologica. Essa «ha come oggetto lo studio delle proprietà geometriche che persistono anche quando le figure sono sottoposte a deformazioni così profonde da perdere tutte le proprietà metriche e proiettive» [Courant, Robbins 1961, p. 353]. Tali concezioni apriranno il campo a sperimentazioni visionarie di estremo interesse. Qualche anno prima di Poincarré, nel 1858, all'*Académie des sciences* di Parigi, Möbius presentò una memoria, rimasta a lungo trascurata, sulle superfici a una sola faccia. In questo saggio egli descrisse una forma dalle straordinarie qualità espressive: il nastro di Möbius [6] (fig. 5). Prima che tale intuizione geometrica trovasse un'applicazione nell'arte moderna dovranno passare quasi ottant'anni. Nel 1936, alla Triennale di Milano, Max Bill presentò il *Nastro senza fine* (fig. 6). All'oscuro degli studi di Möbius, egli riteneva di aver trovato una forma inedita. Solo successivamente scoprirà i legami con gli studi geometrico-matematici del secolo precedente. L'interesse per la topologia da parte dell'artista svizzero non era legato soltanto alle qualità estetiche ma soprattutto alle potenzialità espressivo-simboliche che essa offre. L'analogia con il simbolo dell'infinito innesca suggestioni che vanno al di là della semplice forma. «Se le strutture topologiche non orientate esistessero solo in virtù della loro estetica, allora, nonostante la loro esattezza, non avrei potuto esserne soddisfatto. Sono convinto che il fondamento della loro efficacia stia in parte nel loro valore simbolico. Esse sono modelli per la riflessione e la contemplazione» [Bill 1977, pp. 23-25]. Razionalità del pensiero matematico ed espressività emozionali si fondono generando configurazioni geometriche inusuali.
È il percorso seguito anche da Giorgini. Tra gli anni '60 e '70 del Novecento egli compì alcune sperimentazioni sulle superfici a una sola faccia [Mediati 2008, pp. 190-192]. I suoi studi partiranno da una criticità riscontrata nella conformazione della bottiglia di Klein (fig. 5). Essa, difatti, presenta un punto di discontinuità in corrispondenza dell'intersezione che si determina quando il tubo penetra la bottiglia. Per risolvere il problema Giorgini introdusse una variazione che elimina l'intersezione e recupera la continuità tra superficie interna ed esterna (fig. 7). Si ottengono così delle forme estremamente suggestive ed eleganti tra cui la reinterpretazione in chiave topologica della sfera e del toro che nel 2003 verranno scolpite in alabastro da due artisti volterrani: Dainelli e Marzetti.
Tali esperienze fanno parte di un approccio che spinse Giorgini alla continua ricerca di forme organiche. Egli si

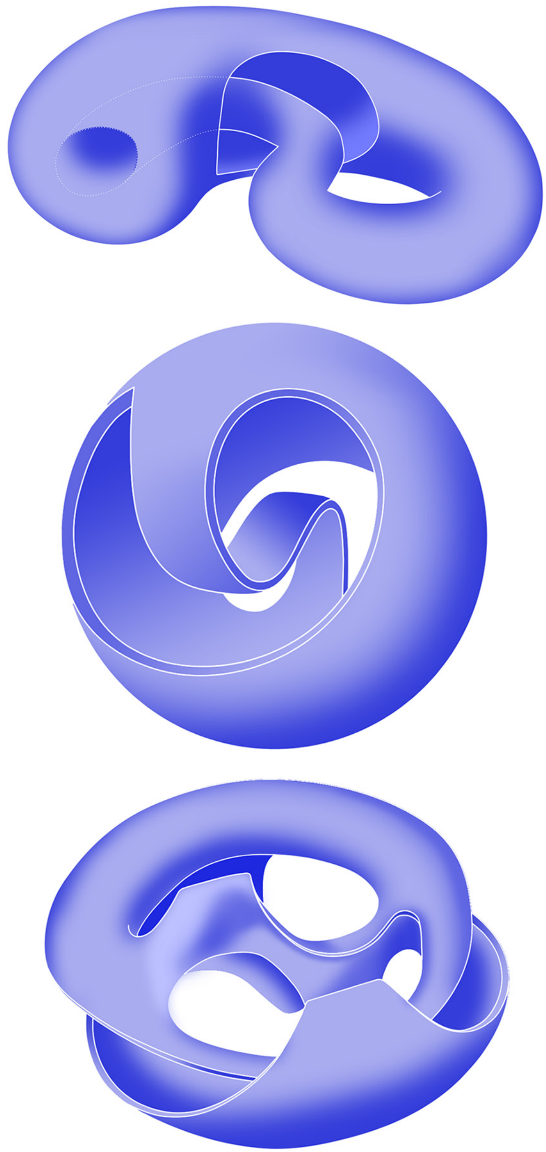


Fig. 7. V. Giorgini, solidi di Giorgini. Dall'alto: reinterpretazione della bottiglia di Klein; reinterpretazione topologica della sfera; reinterpretazione topologica del toro. Elaborazione grafica dell'autore.

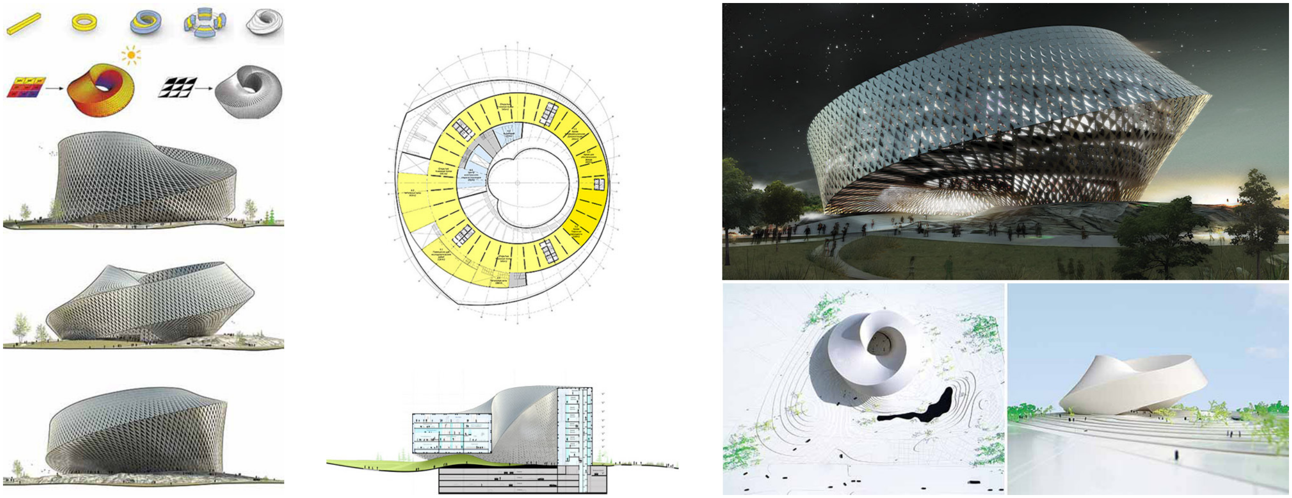


Fig. 8. B. Ingels Group, National Library, Astana (Kazakhstan), 2009. Progetto vincitore del concorso internazionale. L'impianto progettuale si ispira al nastro di Möbius.

ispirò agli studi di Thompson, biologo e matematico che riteneva decisivo il ruolo delle leggi matematiche e della fisica nella determinazione delle forme e delle strutture degli organismi viventi.
Giorgini trasferì tali riflessioni nel campo dell'architettura, rifiutando le tecniche tradizionali che derivano dalla 'geometria classica', per privilegiare quelle 'tecniche della natura' in grado di configurare sistemi complessi [Giorgini 2006, p. 34]. Le forme libere di Giorgini sono, quindi, frutto del superamento dello spazio euclideo e di una ibridazione tra processi biologici, leggi matematiche e nuove ricerche espressive.
Le forme audaci dello spazio topologico, da Möbius, a Klein, a Giorgini, fino alle più visionarie forme architettoniche contemporanee, sono il frutto di una reinterpretazione del concetto di spazio e di una integrazione tra arte e scienza. La *computer graphics*, le tecniche e i nuovi processi produttivi consentono, oggi, una riconnessione tra immaginazione e scienza, tra spazio teorico e spazio empirico, elaborando forme che, fino a pochi decenni fa, sembravano impensabili. Le scoperte scientifiche hanno radicalmente mutato il concetto di spazio attribuendogli una dimensione topologica. Lo spazio non è più una gabbia statica, dominata da una rigida struttura prospettica ma diviene fluido, mutevole e malleabile [Imperiale 2001].
È in questo contesto che prendono vita le architetture 'molli' contemporanee, frutto di un abbattimento dei rigidi dogmi euclidei e che speso traggono ispirazione proprio dalle nuove esplorazioni visionarie in campo artistico e scientifico (fig. 8).

Percezioni visionarie e spazio relativo

Se la realtà empirica è solo una delle realtà possibili, allora le potenzialità espressive di un universo visionario si moltiplicano. Quando, tra l'altro, l'abbattimento dei dogmi euclidei e newtoniani si intreccia con l'interesse per gli studi percettivi, il campo si apre a sorprendenti visioni impalpabili e ingannevoli.
In realtà, alcune esperienze nel campo degli inganni percettivi erano state compiute sin dal XVIII secolo da uno dei più virtuosi incisori. Piranesi, con le incisioni delle *Carceri d'invenzione*, spinse all'estremo la statica prospettiva rinascimentale e aprì l'orizzonte a nuove interpretazioni dello spazio. Nella tavola *Capriccio di scale, arcate e capriate* (1745-50) [7] egli realizzò un abile artificio prospettico: due muri tra loro paralleli vengono artificiosamente collegati da un arco che appare a sua volta parallelo ai muri che connette (fig. 9). È un evidente inganno percettivo, antici-

pazione delle figure impossibili che saranno approfondite solo a partire dal secolo successivo e che troveranno ampia fortuna nella seconda metà del Novecento.
Un esempio si trova negli studi del cristallografo svizzero Necker che, nel 1832, disegnò un cubo in cui uno dei lati posteriori si sovrappone ad un lato anteriore. Il risultato è una forma chiaramente irreale che può esistere solo nello 'spazio illusorio' della rappresentazione, tema che diverrà ricorrente nelle incisioni di Escher (fig. 10).
A poco più di un secolo di distanza, nel 1934, anche l'artista svedese Reutersvär si interessò al tema. A soli 18 anni, disegnò un 'triangolo impossibile', composto da una serie di cubi in assonometria che si sovrappongono in maniera apparentemente plausibile ma in evidente contrasto con la realtà oggettiva (fig. 11). Reutersvärd soffriva di difficoltà percettive: dislessia e difficoltà a percepire la dimensione e la distanza degli oggetti. Tali caratteristiche ebbero probabilmente un'influenza decisiva sulle sue sperimentazioni e aprirono il campo a visioni che trascendono lo spazio euclideo. Le sue ricerche lo spinsero a creare anche altre figure inusuali. Nel 1937, disegnò le 'scale impossibili', con rilevante anticipo rispetto a Escher e a Penrose.
Tali sperimentazioni, però, erano solo intuizioni visionarie ma prive di un ampio seguito in campo artistico e scientifico. Un contributo decisivo alla loro fortuna si ebbe solo nel 1958, quando lo psichiatra britannico Lionel Penrose e il figlio Roger inviarono un breve articolo al *British Journal of Psychology*, che illustrava la 'scala' e il 'triangolo di Penrose'. Due forme impossibili che si ispiravano alle sperimentazioni di Escher, a cui il saggio faceva riferimento [Penrose, Penrose 1958, pp. 31-33]. Nello scritto, però, non si menzionavano gli studi di Reutersvärd, scopertiti da Roger soltanto nel 1984.
Nello stesso anno in cui Lionel e Roger Penrose pubblicheranno il loro saggio, Escher realizzò l'incisione *Belvedere* (1958). In posizione apparentemente marginale si trova un personaggio seduto che maneggia un 'cubo di Necker' e, ai suoi piedi, ha un foglio con uno schema in cui sono evidenziati i punti cruciali dell'inganno. È così che Escher dichiara l'ispirazione geometrico-percettiva utilizzata per la costruzione del loggiato che domina la composizione (fig. 10).
Già a partire dagli anni '40 del Novecento Escher aveva realizzato alcune incisioni che reinterpretavano il 'nastro di Möbius' e altre che esploravano le potenzialità degli inganni percettivi. La realtà e lo spazio per Escher si esprimono in una dimensione di estrema 'relatività' in cui più mondi e percezioni s'intersecano, imprigionando i protagonisti in un universo in cui non esiste più distinzione tra orizzontale e verticale, tra percezione e realtà, tra finito e infinito.
I due Penrose invieranno il loro saggio a Escher da cui egli trarrà ulteriore ispirazione. La litografia *Ascending and descending* (1960) è una reinterpretazione della 'scala di Penrose': due file di uomini incappucciati che la percorrono in direzione opposta rimangono imprigionati in un tracciato senza fine (fig. 12). È una chiara trasposizione prospettica del percorso infinito del 'nastro di Möbius'. In quest'incisione s'intrecciano concezioni topologiche, inganni percettivi, spazi multidimensionali e alterazioni prospettiche, definendo uno spazio irreale ma percettivamente plausibile, frutto di una visione onirica e, al tempo stesso, apparentemente razionale. È un tema che verrà ripreso un anno più tardi con l'incisione *Waterfall* (1961) in cui la gradinata viene sostituita da un 'letto continuo' su cui scorre l'acqua. L'inganno percettivo la imprigiona in un fluire perpetuo in cui la forza di gravità rinnega sé stessa e produce un improbabile circuito senza fine.
È un mondo magico quello di Escher, che trova forma solo nello spazio previlegiato dell'immaginazione e della rappresentazione. Escher morirà nel 1972 e non farà in tempo a godere delle numerose sperimentazioni compiute, con l'ausilio della *computer graphics*, sulle sue opere. Il tema degli spazi impossibili e delle illusioni ottiche ha delle sicure

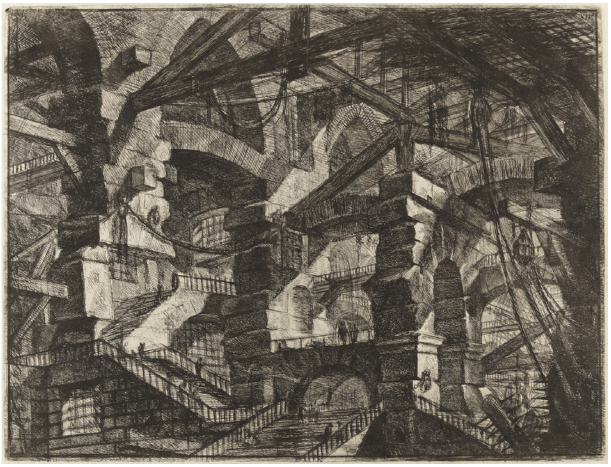


Fig. 9. G. B. Piranesi, Capriccio di scale, arcate e capriate. Tratto da Carceri d'invenzione, 2a edizione, 1761, tavola XIV, 415x548 mm.

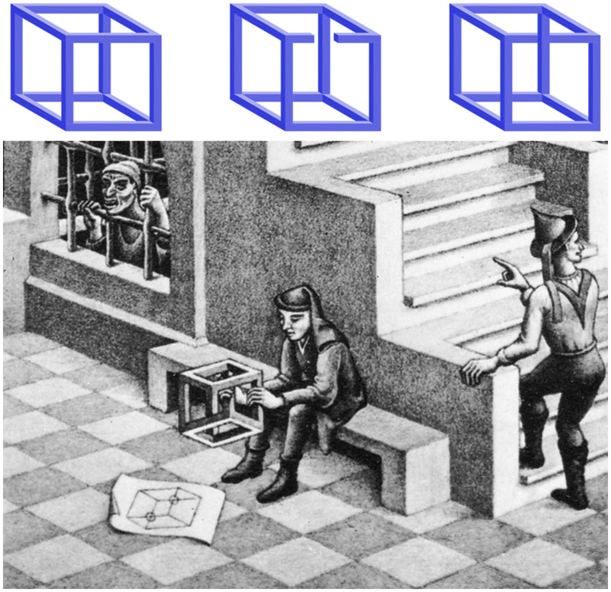


Fig. 10. *In alto: schema di costruzione di un cubo di Necker. In basso: M. C. Escher, Belvedere, 1958. Litografia, 461x295 mm. Dettaglio*

Fig. 11. O. Reutersvärd, Figure impossibili, 1934 e sgg. In alto: francobolli emessi nel 1982 dal governo svedese per celebrare l'opera di Reutersvärd.

connessioni con lo spazio atopico del mondo digitale. Una delle prime animazioni realizzate con il computer, d'altra parte, è avvenuta negli anni '60 del Novecento, nei Bell Laboratories del New Jersey, proprio sulla 'scala di Penrose'. L'universo digitale, difatti, contiene in sé tutti gli ingredienti dell'illusione: la possibilità di creare ambienti irreali e di simularne la concretezza utilizzando una struttura matematica e algoritmica. Ancora una volta scienza, matematica e immaginazione collaborano, proiettando la dimensione creativa verso nuove manifestazioni visionarie.

Conclusioni

Arte e scienza hanno una comune matrice che spinge alla ricerca di percorsi inesplorati: tracce di un cammino che sposta sempre più in là i confini della conoscenza. Esplorare ipotesi inusuali, talvolta 'sovversive', è l'unica strada che produce innovazione. La capacità di astrazione dell'uomo, quell'irrefrenabile istinto alla 'visione', a superare i limiti dell'apparenza e del mondo empirico sono il fondamento di ogni evoluzione scientifica e artistica. Anche in discipline come la matematica e la fisica, che appaiono saldamente ancorate al mondo esperibile, l'astrazione è il germe di ogni scoperta: nulla può avvenire senza immaginazione.
Tra XIX e XX secolo, in un periodo di radicale mutazione, arte e scienza trovano una comune aspirazione visionaria. L'abbattimento della fisica classica e dei dogmi euclidei, la formulazione di nuove ipotesi multidimensionali, la teoria della relatività, convivono con le mutazioni in campo artistico. La prospettiva, che aveva dominato il mondo della rappresentazione sin dal Rinascimento, viene palesemente messa in discussione dalle nuove avanguardie artistiche. L'abbattimento dell'universo prospettico, ultimo ancoraggio a un mondo euclideo, apre il campo a sperimentazioni visionarie che, insieme alle nuove istanze scientifiche definiscono una nuova *Weltanschauung*.
Un contributo decisivo all'abbattimento dei vecchi dogmi viene anche dall'uso del computer che, negli ultimi decenni, ha agevolato l'affermazione di nuove ricerche formali sia nel campo dell'arte che dell'architettura.
Tali percorsi spesso si intrecciano, a volte l'uno anticipa l'altro, ma insieme contribuiscono ad aprire varchi a intuizioni talvolta premonitorie che segneranno l'evoluzione del pensiero e dell'arte e indirizzeranno verso visioni innovative e suggestive la perenne ricerca di relazione tra uomo e realtà.

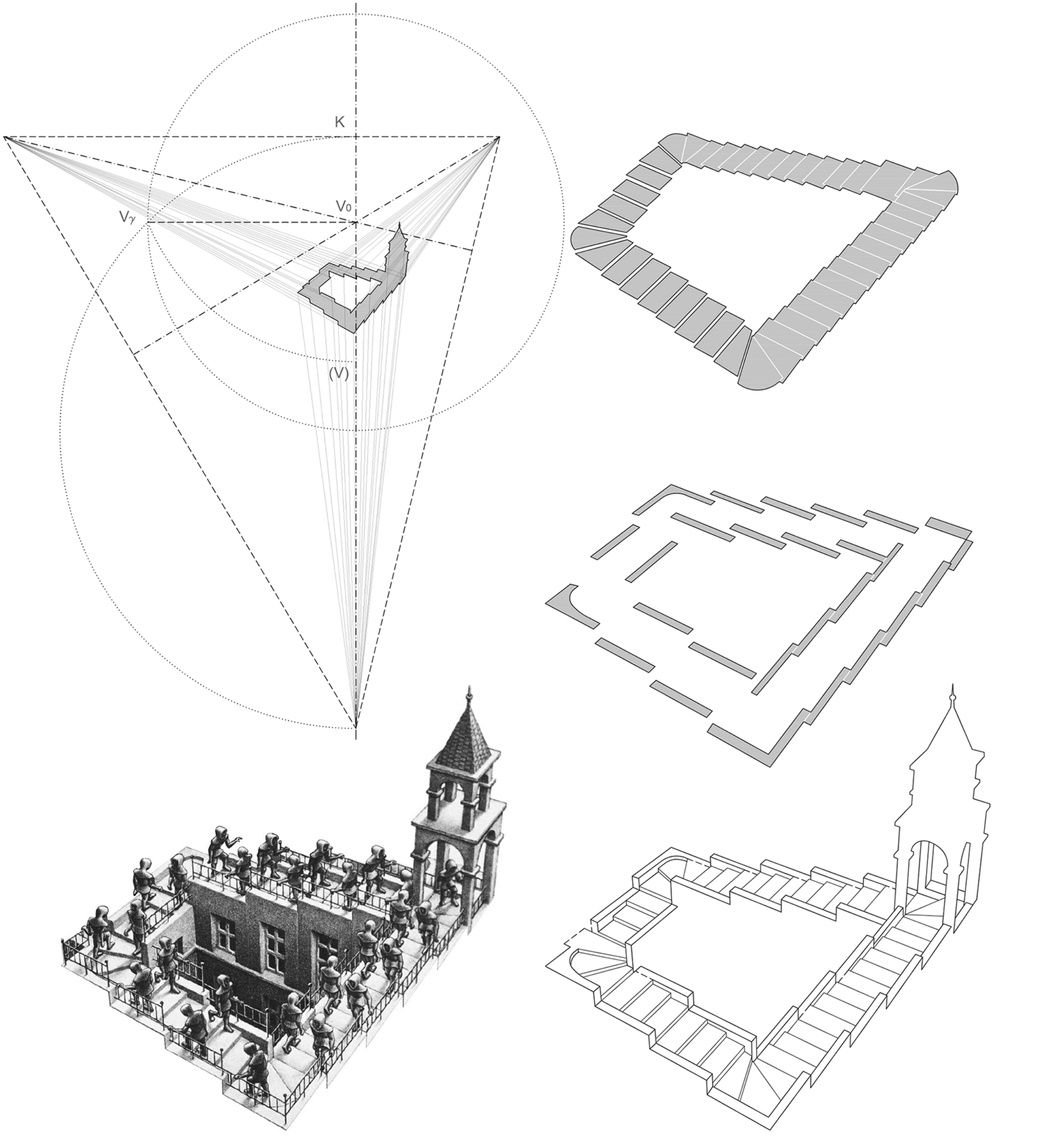


Fig. 12. M.C. Escher, Ascending and Descending, 1960, litografia, 350x285 mm. A sinistra: dettaglio e analisi della struttura prospettica. A destra: analisi grafica in riferimento alla scala di Penrose. Elaborazione grafica dell'autore.

Note

[1] È un procedimento che consente di verificare una proposizione assumendo come punto di partenza la negazione della stessa.

[2] La 'geometria assoluta' deriva dalla 'geometria euclidea' da cui viene escluso il V postulato e tutti i teoremi che da esso derivano.

[3] Durante un seminario tenuto l'11 febbraio 1826 all'Università di Kazan, Lobačevskij rese pubbliche le sue teorie ma il saggio non fu mai stampato per timore delle reazioni dell'ambiente scientifico. Successivamente pubblicherà alcuni studi sulla geometria «immaginaria», sulla teoria delle rette parallele e un'opera completa [Lobačevskij 1856].

[4] Contribuì alla fondazione della 'geometria ellittica'.

[5] La relazione fu pubblicata postuma [Riemann 1868].

[6] Emmer ritrova tale forma in alcuni riferimenti antichi: nei mosaici romani del III secolo e nei finimenti per i cavalli delle truppe dello zar di Russia nel XVII secolo [Emmer 2003, p. 68].

[7] La tavola appare con la numerazione XII nell'edizione del 1745-50 e con la numerazione XIV nell'edizione del 1761.

Autore

Domenico Mediati, Dipartimento di Architettura e Territorio (dArTe), Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria, domenico.mediati@unirc.it

Riferimenti bibliografici

Abbott, E. A. (2004). *Flatlandia. Racconto fantastico a più dimensioni*. Milano: Adelphi.

Agazzi, E., Palladino, D. (1978). *Le geometrie non-euclidee e i fondamenti della geometria*. Milano: Mondadori.

Bill, M. (1977). Come cominciai a fare le superfici a faccia unica. In A. C. Quintavalle (a cura di). *Max Bill. Catalogo della mostra*. Parma: Università di Parma.

Courant, R., Robbins, H. (1961). *Che cos'è la matematica?* Torino: Boringhieri.

Einstein, A. (1916). Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie. In *Annalen der Physik*, vol. 354, Issue 7, pp. 769-822. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/andp.19163540702> (consultato il 17 novembre 2021).

Emmer, M. (2003). *Mathland. Dal Mondo piatto alle ipersuperfici*. Torino: Testo & Immagine.

De Rosa, A., Sgrosso, A., Giordan A. (2002). *La Geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione. Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*. Vol. 3. Torino: UTET.

Giorgini, V. (2006). Agora. Dreams and Vision. In *l'Arca*, n. 214, n. 5, pp. 34-41. <https://www.arcadata.com/it/archivi/214.html> (consultato il 19 novembre 2021).

Hinton, C. H. (1888). *A New Era of Thought*. London: Swan Sonnenschein & Co.

Imperiale, A. (2001). *New Bidimensionalities*. Boston: Birkhauser.

Kant, I. (2000). *Critica della ragion pura*. Roma-Bari: Laterza. Ed. orig.: *Kritik der reinen Vernunft*, 1781.

Lobachevskiĭ, N. I. (1856). *Pangéométrie ou, Précis de géométrie fondée sur une théorie générale et rigoureuse des parallèles*. Kazan: Universitet, sbornik uchenykh stateĭ.

Mangione, C. (1971). Logica e fondamenti della matematica. In L. Geymonat (a cura di). *Storia del pensiero filosofico e scientifico*. Vol. III, pp. 155-203 Milano: Garzanti.

Manning, H. P. (1914). *Geometry of Four Dimensions*. New York: The Macmillan Company.

Mediati, D. (2008). *L'occhio sul mondo. Per una semiotica del punto di vista*. Soveria Mannelli: Rubbettino.

Penrose, L. S., Penrose, R. (1958). Impossible objects: a special type of visual illusion. In *British Journal of Psychology*, vol. 49, pp. 31-33.

Poincaré, H. (1923). Pourquoi l'espace a trois dimensions? In *De Stijl*, n. 5, pp. 66-70.

Riemann, B. (1868). *Uber die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen*. Göttingen: Dieterichsche Buchhandlung.

Saccheri, G. (1733). *Euclide ab omni naevo vindicatus, sive conatus geometricus, quo stabiliuntur prima ipsa universae geometriae principia*. Mediolani: Montanus.

Sgrosso, A. (1986). L'immagine dell'architettura: nuove e antiche geometrie. In *I fondamenti scientifici della rappresentazione*. Atti del Convegno. Roma 18-19 aprile 1986. Roma: Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo.

Stringham W.I. (1880). Regular Figures in n-Dimensional Spaces. In *American Journal of Mathematics*, mar., 1880, Vol. 3, No. 1, pp. 1-14.