

Ao8

*Vai al contenuto multimediale*



Un particolare ringraziamento a Silvia d'Ambrosio che ha coordinato la realizzazione complessiva del convegno "Matematica, Natura, Architettura", in particolare tenendo i contatti con gli interessati, i docenti e i relatori e ha gestito la revisione grafica degli abstract e degli articoli, curandone la composizione e l'impaginazione tipografica professionale per la pubblicazione di questi atti.

# Matematica, Architettura, Fisica, Natura

*a cura di*

Ferdinando Casolaro

Salvatore Sessa

*Contributi di*

Giuseppe Antuono, Pasquale Argenziano, Giovanni Maria Bagordo  
Luigi Campajola, Salvatore Capozziello, Ferdinando Casolaro, Pierluigi Casolaro  
Giuseppe Conti, Cesare Cundari, Gian Carlo Cundari, Maria Rosaria Cundari  
Ferdinando Di Martino, Ugo Locatelli, Raffaele David Mammoliti  
Mario Innocenzo Mandrone, Antonio Maturo, Luca Nicotra, Giovanni Nistico  
Nicla Palladino, Liliana Restuccia, Alessandra Rotunno, Salvatore Sessa  
Giulia Tini, Alberto Trotta, Maria Alessandra Vaccaro





Aracne editrice

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

Copyright © MMXIX  
Giacchino Onorati editore S.r.l. — unipersonale

[www.giacchinoonoratieditore.it](http://www.giacchinoonoratieditore.it)  
[info@giacchinoonoratieditore.it](mailto:info@giacchinoonoratieditore.it)

via Vittorio Veneto, 20  
00020 Canterano (RM)  
(06) 45551463

ISBN 978-88-255-2542-7

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: luglio 2019

# Indice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduzione</b>  | <b>1</b>  |
| <b>La geometria (che possiamo percepire) nel mondo che ci circonda</b>   | <b>5</b>  |
| 1 Premessa . . . . .   | 6         |
| 2 Forme geometriche in natura . . . . .  | 8         |
| 3 Il principio di proiezione e sezione . . . . .   | 10        |
| 4 Gli effetti della luce . . . . .   | 10        |
| 5 Geometria e proporzioni . . . . .  | 12        |
| 6 Il Principio di proiezione e sezione. I metodi di rappresentazione . . . . .                                 | 13        |
| 7 Geometria e figurazione . . . . .  | 14        |
| 8 Geometria e architettura . . . . .   | 14        |
| 9 Conclusioni . . . . .  | 15        |
| <b>Rilievo e geometria nella Villa Farnesina di Baldassarre Peruzzi</b>  | <b>17</b> |
| 1 La Villa Farnesina a Roma: l'invenzione di Baldassarre Peruzzi . . . . .                                     | 18        |
| 2 L'analisi del rilievo di Villa Farnesina . . . . .   | 19        |
| 3 L'analisi delle volte della Loggia di Galatea e della Loggia di Amore e Psiche . . . . .                     | 22        |
| 4 La Sala delle Prospettive: dalla rappresentazione prospettica rinascimentale alla Realtà Aumentata . . . . . | 28        |
| <b>Francesco Borromini. Disegno e geometria della forma</b>  | <b>35</b> |
| 1 Pensiero, geometria e modello . . . . .  | 36        |
| 2 <i>Costrutio</i> "a misura" . . . . .  | 38        |
| 3 Conclusioni . . . . .  | 48        |

**La matematica di una volta. Ipotesi sulla genesi della copertura del Salone nella Casa dei Mutilati di Marcello Piacentini** **51**

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | La Casa Madre dei Mutilati a Roma: un edificio poco conosciuto . . . . .        | 52 |
| 2 | La volta del Salone delle Assemblee . . . . .                                   | 55 |
| 3 | Il disegno dei lacunari e le particolarità del progetto di Piacentini . . . . . | 57 |
| 4 | Conclusioni . . . . .   | 61 |

**La matematica nell'arte: la catenaria. Espressione analitica ed applicazioni in ambito architettonico** **63**

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Introduzione storica . . . . .  | 64 |
| 2   | L'equazione della catenaria dedotta da considerazioni di carattere fisico . . . . . | 67 |
| 3   | Espressione analitica della catenaria . . . . .                                     | 72 |
| 4   | Altre vie per arrivare alla equazione della catenaria . . . . .                     | 75 |
| 4.1 | La trattrice . . . . .  | 75 |
| 4.2 | La clinoide . . . . .   | 77 |
| 4.3 | La velaria . . . . .  | 78 |
| 5   | Applicazioni dell'arco catenario in architettura . . . . .                          | 78 |
| 6   | Conclusioni . . . . .   | 85 |

**Il telerilevamento satellitare e l'algebra sottesa al disegno tematico del territorio** **89**

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 1   | Premessa . . . . .  | 90  |
| 2   | Introduzione . . . . .  | 90  |
| 3   | Principali programmi di telerilevamento in Occidente . . . . .                            | 93  |
| 4   | Un esempio di indicizzazione dei dati satellitari per il disegno del territorio . . . . . | 97  |
| 4.1 | La rappresentazione "falso colore" RedVeg . . . . .                                       | 97  |
| 4.2 | L'Indice NDWI<br>Normalized Difference Water Index . . . . .                              | 98  |
| 4.3 | L'indice NDVI<br>Normalized Difference Vegetation Index . . . . .                         | 99  |
| 5   | La discriminazione geometrica dell'edificato . . . . .                                    | 101 |

|  |   |
|--|---|
| <b>L'ampliamento affine e proiettivo del modello euclideo</b>  | <b>105</b>  |
| 1  | Introduzione . . . . . 106  |
| 2  | Il Programma di Erlangen e le trasformazioni geometriche 107  |
| 3  | Proiettività tra rette e proiettività tra piani: omografia . . 111  |
| 4  | Birapporto . . . . . 113  |
| 5  | Invarianti proiettivi . . . . . 115   |
| 6  | Omologia . . . . . 117  |
| 7  | Conclusioni e prospettive future . . . . . 120  |
| <br>   |   |
| <b>Il metodo delle approssimazioni successive nella soluzione di equazioni differenziali ordinarie</b> | <b>123</b>  |
| 1  | Il metodo delle approssimazioni successive nella soluzione di equazioni differenziali ordinarie . . . . . 124       |
| 2  | Applicazione del metodo delle approssimazioni successive alle equazioni differenziali della meccanica . . . . . 127 |
| 2.1  | Applicazione al moto di caduta di un grave . . . . 127  |
| 2.2  | Applicazione al moto armonico . . . . . 128   |
| 3  | Considerazioni finali . . . . . 132   |
| <br>   |   |
| <b>Iperstrutture algebriche e geometrie join</b>   | <b>133</b>  |
| 1  | Introduzione . . . . . 134  |
| 2  | Spazi geometrici . . . . . 135  |
| 3  | Iperstrutture algebriche . . . . . 137  |
| 3.1  | Concetti fondamentali . . . . . 137   |
| 3.2  | Spazi geometrici e iperstrutture algebriche . . . . 139   |
| 4  | Geometrie join . . . . . 139  |
| 5  | Conclusioni e prospettive di ricerca . . . . . 141  |
| <br>   |   |
| <b>Osservazioni critiche sulla sezione aurea</b>   | <b>145</b>  |
| 1  | Divisione di un segmento in media ed estrema ragione . . 146  |
| 2  | Espressioni matematiche equivalenti della sezione aurea e sue proprietà . . . . . 150                               |
| 3  | Uso improprio del termine "sezione" . . . . . 155   |
| 4  | Una disamina del numero aureo . . . . . 160   |
| 4.1  | Proprietà del numero aureo $\Phi = 1,618$ . . . . . 165   |
| 4.2  | Proprietà del numero aureo $\varphi = 0,618$ . . . . . 167  |
| 4.3  | Proprietà dei numeri aurei $\Phi_1 = 2,618$ e $\varphi_1 = 0,382168$  |
| 5  | Abusi nell'uso della sezione aurea . . . . . 169  |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Gli strumenti della fisica per l'osservazione della natura</b>           | <b>173</b> |
| 1 Osservazione della natura . . . . .                                       | 174        |
| 2 Gli strumenti della fisica . . . . .                                      | 176        |
| <b>Leggi e modelli della fisica moderna. Esperimenti di fisica nucleare</b> | <b>181</b> |
| 1 Introduzione . . . . .  | 182        |
| 2 Strumentazione sperimentale . . . . .                                     | 183        |
| 2.1 L'acceleratore di particelle . . . . .                                  | 183        |
| 2.2 La camera di reazione . . . . .   | 184        |
| 2.3 I rivelatori di particelle . . . . .                                    | 185        |
| 2.4 Elettronica associata ai rivelatori . . . . .                           | 185        |
| 3 Principi e modelli fisici . . . . .                                       | 185        |
| 3.1 Principio di equivalenza $E = mc^2$ . . . . .                           | 186        |
| 3.2 Modello atomico di Rutherford . . . . .                                 | 186        |
| 4 L'esperimento . . . . .   | 187        |
| 5 Conclusione . . . . .   | 189        |
| <b>Relatività generale e nanotecnologie. La cosmologia in laboratorio</b>   | <b>191</b> |
| 1 I wormhole come soluzioni delle equazioni di Einstein . . .               | 192        |
| 2 Il grafene e la conduttività elettrica . . . . .                          | 193        |
| 3 Il grafene e la conduttività elettrica . . . . .                          | 194        |
| 4 Prospettive: la cosmologia in laboratorio . . . . .                       | 195        |
| <b>Passeggiando tra i numeri di Fibonacci</b>                               | <b>199</b> |
| 1 Introduzione . . . . .  | 200        |
| 2 Fibonacci e la fillotassi . . . . .                                       | 208        |
| <b>La matematica: strumento per descrivere i fenomeni della natura</b>      | <b>221</b> |
| 1 Introduzione . . . . .  | 222        |
| 2 Un esempio d'implantologia ossea . . . . .                                | 226        |
| <b>Quasicristalli: intrecci segreti fra natura, scienza e arte</b>          | <b>231</b> |
| 1 Introduzione . . . . .  | 232        |
| 2 Per saperne di più . . . . .  | 238        |



|   |  |            |
|---|--|------------|
| <b>I poligoni stellati: origini storiche ed implicazioni didatti-</b> |  |            |
| <b>che</b>  |  | <b>239</b> |
| 1   | La storia della matematica nella didattica . . . . . | 240        |
| 2   | Il percorso storico-didattico . . . . .              | 241        |
|   | 2.1 Il questionario . . . . .                        | 243        |
|   | 2.2 Alcune riflessioni . . . . .                     | 247        |
| 3   | Conclusioni . . . . .                                | 250        |



## Introduzione

Qui sono raccolti gli interventi dei relatori del Convegno “Matematica, Natura, Architettura”, che si è tenuto nei giorni 17 e 18 novembre 2017 al Dipartimento di Architettura dell’Università degli Studi di Napoli Federico II, che hanno destato l’interesse dei presenti e che ora sono suddivisi secondo una condivisione di argomenti in tre parti: matematica e fisica, matematica e natura, matematica ed architettura.

Illustriamo brevemente i contenuti.

L’articolo di *Cesare Cundari* e *Gian Carlo Cundari* evidenzia l’importanza di saper riconoscere le forme geometriche per la lettura e la comprensione dell’architettura attraverso le numerose applicazioni della geometria alla architettura stessa.

L’articolo di *Maria Rosaria Cundari* sviluppa riflessioni geometrico-formali sulla configurazione di alcune parti della “Villa Farnesina” di Baldassarre Peruzzi a Roma.

L’articolo di *Giuseppe Antuono* mette in risalto gli aspetti di natura geometrica che caratterizzano l’impianto e lo svolgimento della bella cupola della Chiesa di “San Carlo alle Quattro Fontane” di Francesco Borromini a Roma.

L’articolo di *Giovanni Maria Bagordo* e *Raffaele David Mammoliti* studia “La Casa Madre dei Mutilati” a Roma che è un’opera poco conosciuta di Marcello Piacentini. Uno scanner laser ha consentito una maggiore precisione nello studio delle geometrie dell’edificio.

L’articolo di *Mario Innocenzo Mandrone* si focalizza sull’uso della catenaria nella matematica e nell’architettura.

L’articolo di *Pasquale Argenziano* concentra l’attenzione sull’applicazione di specifiche espressioni algebriche ai dati satellitari per la cartografia tematica, anche in ambito GIS.

L’articolo di *Ferdinando Casolaro* e *Alessandra Rotunno* caratterizza gli elementi invarianti delle trasformazioni lineari, dalla Geometria Proiettiva alla Geometria Euclidea.

L’articolo di *Ferdinando Di Martino* e *Salvatore Sessa* tratta il metodo delle approssimazioni successive, utilizzato da Picard nella dimostrazione del teorema di esistenza e unicità per determinare soluzioni di equazioni differenziali. Sono

riportati esempi applicativi nella fisica che fanno riferimento alla caduta di un grave e al moto armonico.

L'articolo di *Antonio Maturo* evidenzia alcuni concetti sulle iperstrutture algebriche, considerate come ponte fra le strutture algebriche e le strutture geometriche.

L'articolo di *Luca Nicotra* propone una rivisitazione critica della definizione di sezione aurea e del suo uso come modello teorico dell'idea di bellezza, anche nell'arte.

L'articolo di *Luigi Campajola* riporta alcune considerazioni sugli strumenti scientifici utilizzati al giorno d'oggi per lo studio del mondo che ci circonda.

L'articolo di *Pierluigi Casolaro* discute sulla realizzazione e sull'interpretazione di un esperimento di fisica nucleare che mette in luce concetti fondamentali della meccanica quantistica e relativistica.

L'articolo di *Salvatore Capozziello*, parte dalle recenti conferme provenienti dalla scoperta delle onde gravitazionali, dall'osservazione diretta dei buchi neri astrofisici e dalla *Relatività Generale* che sta suscitando interesse nel campo delle nanotecnologie. In particolare, mette in risalto soluzioni analoghe di "wormhole" che possono essere realizzate tramite dispositivi al grafene e trovare applicazioni in superconduttività.

L'articolo di *Giuseppe Conti, Alberto Trotta e Giovanni Nisticò* tratta i numeri di Fibonacci sia dal punto di vista matematico che da quello storico e le loro applicazioni con particolare riguardo alle questioni concernenti la botanica.

L'articolo di *Liliana Restuccia* si concentra sul concetto di modellizzazione fisico-matematica di un fenomeno naturale e commenta le varie scale: la microscopica, la mesoscopica e la macroscopica con cui si descrivono i fenomeni fisici.

L'articolo dell'architetto *Ugo Locatelli* tratta dei quasicristalli, con aspetti che guardano all'architettura orientale e alla relativa matematica delle tessellature.

L'articolo di *Nicla Palladino, Giulia Tini e Maria Alessandra Vaccaro* parla di un'esperienza didattica che ha coinvolto adolescenti nello studio di poligoni regolari stellati.

Si confida in un successivo convegno che sia di aggiornamento e ulteriori approfondimenti.

I curatori  
*Salvatore Sessa e Ferdinando Casolaro*

# Matematica e Architettura



## La geometria (che possiamo percepire) nel mondo che ci circonda

CESARE CUNDARI, GIAN CARLO CUNDARI  
Università degli Studi di Roma La Sapienza  
Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura  
email: cesare.cundari@uniroma1.it – gccundari.81@gmail.com

**ABSTRACT:** In the fields of teaching and learning, the paper highlights the importance of encouraging an interdisciplinary synthesis. The importance of knowing how to recognize geometric shapes for reading and understanding architecture is in the same way highlighted. Moreover, the effects of natural phenomena (such as light), the principle governing the various methods of representation as well as numerous applications of geometry in the framework of architecture and figuration are also considered, from the point of view Geometric.

**KEYWORD:** geometry and nature, geometry and architecture, survey and representation, disciplines and interdisciplinarity, uniqueness of knowledge.

**SUNTO:** Il contributo vuole evidenziare innanzitutto l'importanza di favorire, nella didattica e nell'apprendimento, la formazione di una consuetudine alla sintesi interdisciplinare. Nel contributo, altresì, si evidenzia l'importanza di sapere riconoscere le forme geometriche per la lettura e la comprensione dell'architettura. Vengono altresì considerati, sotto l'aspetto geometrico, gli effetti di fenomeni naturali (quale la luce), il principio che governa i vari metodi di rappresentazione nonché numerose applicazioni della geometria nell'ambito dell'architettura e della figurazione.

PAROLE CHIAVE: geometria e natura, geometria e architettura, rilievo e rappresentazione, discipline e interdisciplinarietà, unicità del sapere.

## 1 Premessa

Qualche considerazione è opportuna. Questo incontro riprende, in qualche modo, la collaborazione avuta da uno degli autori, alcuni lustri fa, con il prof. Bruno Rizzi, all'epoca Presidente della Mathesis, quando, in ambito ministeriale, promossero la realizzazione di due serie di seminari di formazione rivolti a docenti di matematica e di disegno oltre che a docenti di discipline tecniche negli istituti tecnici. Quei due progetti di formazione hanno trovato poi riscontro in due volumi pubblicati in edizione limitata e non commercializzata. A quella attività partecipava, al fianco del prof. Bruno Rizzi, il prof. Ferdinando Casolaro che, dal momento della prematura scomparsa di Rizzi (Tripoli, 29 settembre 1935 - Roma, 6 ottobre 1995) ha svolto il ruolo di riferimento, per quanto riguarda l'ambito matematico, nell'avanzamento e nella conclusione dei progetti.

Il principio ispiratore di quei progetti, come il principale motivo della partecipazione a questo Convegno, è la consapevolezza della *unicità del sapere*, della necessità della integrazione delle discipline e delle conoscenze, la convinzione che il mondo nel quale ci muoviamo riflette principi e regole geometrico-matematiche che non è possibile ignorare spesso per la loro evidenza. Ovviamente, ciascun docente porta il contributo della propria disciplina ma è importante che egli, per primo, sia consapevole di esprimere (in un ipotetico spartito musicale) solo una delle sette note e che il suo suono deve integrarsi e completarsi con quello delle altre, nelle varie chiavi; all'occorrenza, utilizzando (segnalandole) le evidenze che il mondo circostante suggerisce.

Allo scopo di rendere il più possibile chiaro quanto sin qui detto, d'intesa con gli organizzatori del Convegno, sono stati programmati alcuni interventi che riguardano il rilievo dell'architettura e del territorio; i primi tre si riferiscono a tre edifici emblematici di epoche diverse: del XVI secolo il primo, del XVIII secolo il secondo, della prima metà del XX secolo il terzo.

Il quarto intervento, con una particolare riflessione sul rilevamento territoriale (del prof. P. Argenziano), vuole evidenziare come, anche il



rilevamento satellitare sottintenda procedimenti di natura matematica. Il primo intervento verte sulla Villa Farnesina a Roma, opera emblematica di Baldassarre Peruzzi; rilevata con le più moderne tecnologie, ha richiesto un utilizzo diffuso della geometria per l'analisi morfologico-configurativa necessaria anche per la produzione di modelli digitali.

Il secondo deriva da una ricerca ancora in corso sul Complesso borrominiano di San Carlo alle Quattro Fontane a Roma; l'analisi discendente dal suo rilievo ha consentito importanti riflessioni sia di carattere geometrico-costruttivo sia di carattere configurativo, nella realizzazione e nella analisi dei numerosi modelli tridimensionali. Il terzo riguarda la Casa Madre dei Mutilati a Roma, di Marcello Piacentini, realizzata nella prima metà del XX secolo ed in particolare la volta della grande aula; piace segnalare come questo intervento sia dovuto a due dottori di ricerca, uno in Disegno e uno in discipline matematiche.

Il quarto intervento riguarda il rilevamento cartografico di tipo satellitare; per la pubblicazione, l'autore ha preferito sviluppare una parte dell'intervento in scala maggiore per facilitare la comprensione delle tematiche illustrate.

Una considerazione finale mi sembra opportuna, considerando che in tutte le esperienze che verranno illustrate si sono utilizzate tecniche avanzate e, quindi, sono prevedibili anche elaborazioni in larga parte pseudo-automatiche. Il computer non possiede il nostro sapere: è uno strumento prezioso che, con procedimenti matematici, sviluppa processi che diversamente richiederebbero molto tempo. Il risultato cui perviene dipende certamente, da come formuliamo di volta in volta le richieste ma, in ogni caso, compete alla nostra capacità la valutazione dei risultati.

Nel rilevamento attraverso il laser scanner, registriamo le forme dell'architettura ottenendo delle nuvole di punti; a noi tocca di interpretarle secondo il nostro bagaglio culturale; la nostra interpretazione sarà sicuramente diversa dalla elaborazione automatica che il software è anche predisposto a sviluppare.

Noi dobbiamo concorrere a formare nell'allievo la capacità di governo e verifica del processo che il computer può sviluppare e dei risultati che ci propone.

L'architettura storica propone un repertorio di elementi e forme ricco ma facilmente classificabile; una parte notevole è certamente costituito dalle volte di copertura (interne e spesso estradossate) che possono

risultare di tante forme diverse dalle quali dipende anche la trasmissione dei carichi fino al loro riporto a terra.

Ma se il rilevatore non conosce le genesi delle volte, non avrà la capacità di riconoscerle e distinguerle.

Peraltro, la conoscenza supporta anche la necessaria curiosità che sostanzia un rilievo adeguato come un progetto affidabile.

Ma la stessa comprensione di quanto possiamo normalmente osservare – dalla linea teorica (curva) che separa in lontananza il mare dal cielo alla relazione tra la direzione verticale della forza di gravità rispetto alla superficie curva della Terra, dalla variazione dell'ombra nell'arco della giornata e nelle varie stagioni alla variazione dei colori al variare della luminosità dell'atmosfera – è subordinata alla ricomposizione organica di conoscenze che si apprendono in diverse discipline ma, nel contempo, è possibile in funzione di concetti e processi di natura geometrico-matematica oltre che fisica, tra i quali innanzitutto quello di proiezione e sezione.

L'obiettivo di questo intervento è, quindi, di promuovere il più possibile, nella istruzione/formazione scolastica e professionale, l'approccio interdisciplinare allo scopo di stimolare un'attenzione dello studente ai vari aspetti del sapere che, solo per ragioni di utilità, è stato disarticolato in discipline.

Peraltro, viviamo in una epoca in cui la ricerca scientifica si avvale sempre maggiormente della integrazione di differenti saperi.

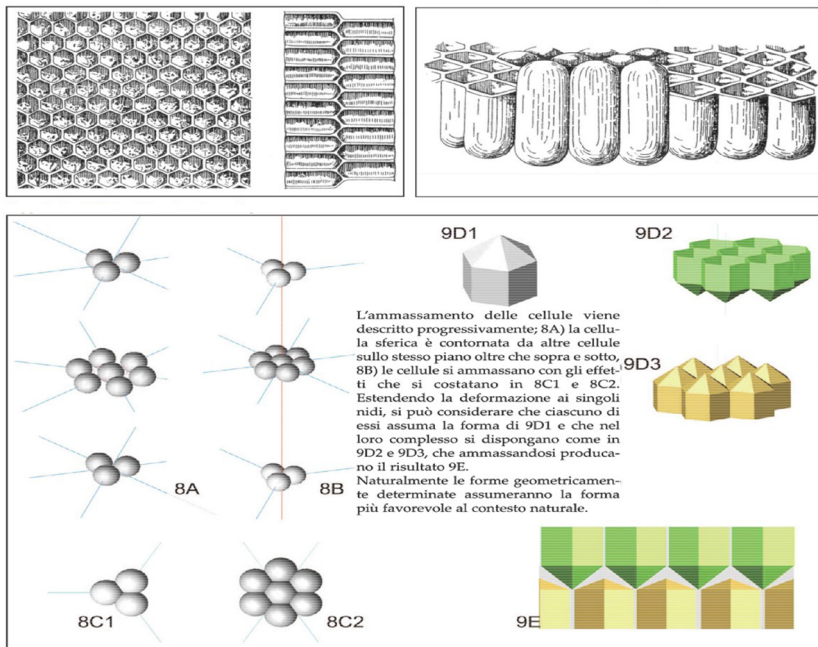
La disciplina che, oggi, poniamo al centro del nostro interesse è la Geometria.

Non trascuriamo che essa si è sempre integrata con la Matematica e che molto dell'Architettura e delle scienze ad essa applicate deriva dall'ambito matematico.

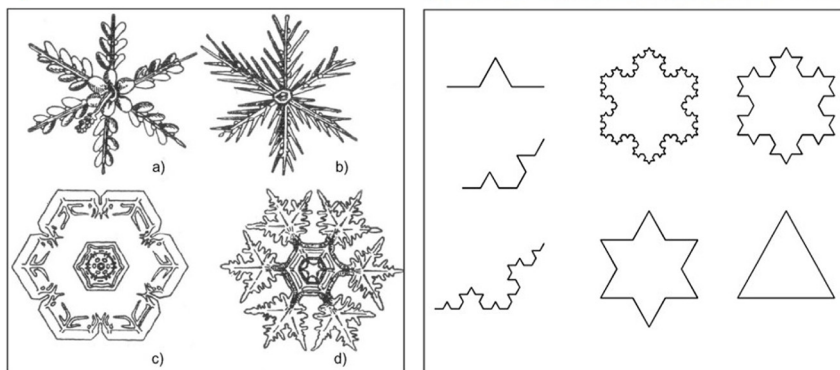
## **2 Forme geometriche in natura**

È bene considerare, quindi, innanzitutto, che la natura presenta un repertorio straordinariamente vasto di forme geometriche. Possiamo trovare forme geometriche semplici e complesse già in un alveare di api (Fig. 1) e in cristalli e fiocchi di neve (Fig. 2).

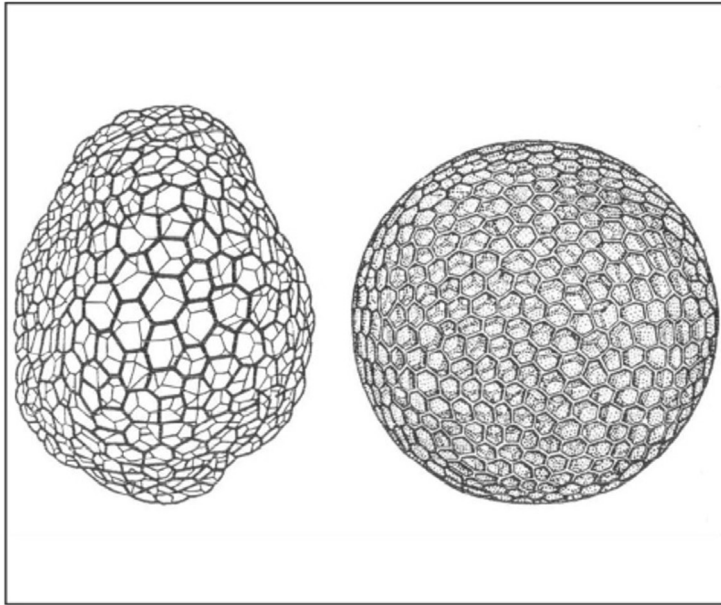
In natura troviamo anche esempi di reticoli e membrane.



**Figura 1.** In alto a destra una porzione di un favo d'ape; in alto a sinistra ed in basso delle cellette di incubazione d'ape.



**Figura 2.** A destra dei cristalli di neve, a sinistra la figura mostra come il fiocco di neve viene generato da una successione infinita di aggiunte. Nelle quattro figure sono evidenziate, a campione, le aggiunte sostitutive.



**Figura 3.** Un reticolo plasmatico e Aulonia Hexagona Hkle.

### 3 Il principio di proiezione e sezione

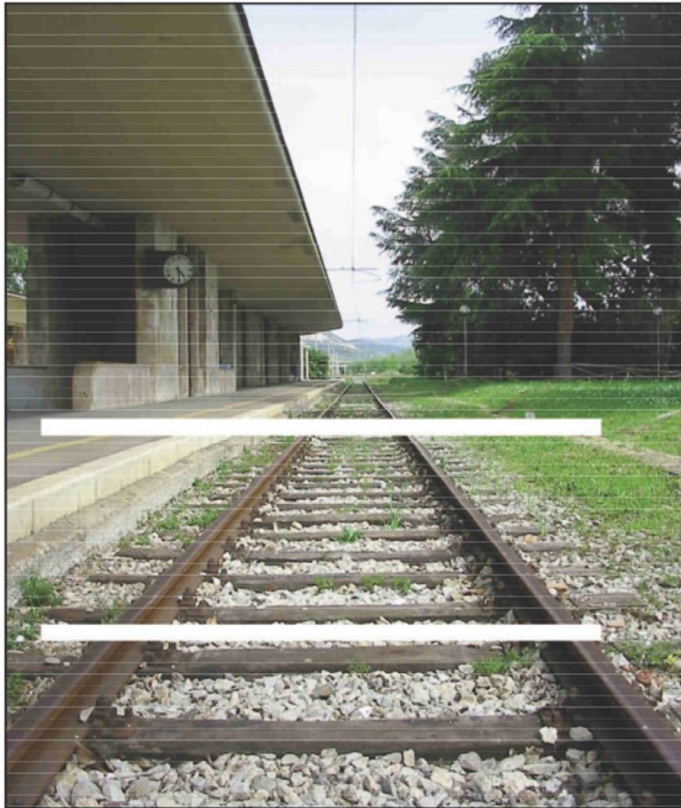
Il fenomeno naturale che più da vicino interessa l'ambito del disegno e della rappresentazione è certamente quello di proiezione e sezione. In ogni momento ciascuno di noi si muove in un mondo di proiezioni. Il centro di proiezione che influenza maggiormente la stessa nostra vita è il Sole.

È vero, peraltro, che la nostra percezione induce ad alcune considerazioni circa gli effetti della tridimensionalità. L'immagine dei binari ferroviari, ad esempio, è chiara per gli effetti prospettici che potrebbero farci percepire i due binari ferroviari convergenti, mentre la loro immagine è convergente nella rappresentazione del "punto improprio".

### 4 Gli effetti della luce

L'immagine fotografica è il risultato di una proiezione dal centro dell'obiettivo sul piano (teorico) della pellicola.

Ma, se l'immagine riguarda un oggetto con la sua ombra, quest'ultima è risultato di una proiezione (dal centro luminoso) dell'immagine dell'oggetto. Tra le due immagini esiste una relazione di corrispondenza rigorosa. È forse banale sottolineare che, ovunque vi sia luce, si genera sempre l'ombra: è il caso dell'ombra di Topolino nei fumetti, ma anche dell'ombra che noi proiettiamo sul marciapiede quando camminiamo. In effetti, occorre considerare anche che gli effetti della luce dipendono anche dal "mezzo" che essa deve attraversare. Per questa ragione, uno stesso edificio può apparirci di colore diverso se osservato in una giornata di pieno sole o con cielo velato.

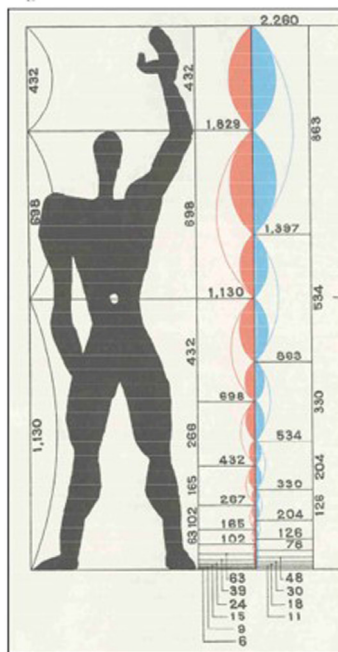


**Figura 4.** Le due strisce bianche disegnate trasversalmente ai binari appaiono di differente grandezza in conseguenza della percezione dell'effetto prospettico delle rotaie del binario che sembrano convergenti (illusione dei binari o di Ponzo).

Su questo tema – molto legato alle problematiche percettive – notevole importanza hanno avuto gli studi svolti nel corso del tempo sul colore; ricordiamo al riguardo la “teoria dei colori” elaborata da J.W. Goethe e la sua produzione figurativa.

## 5 Geometria e proporzioni

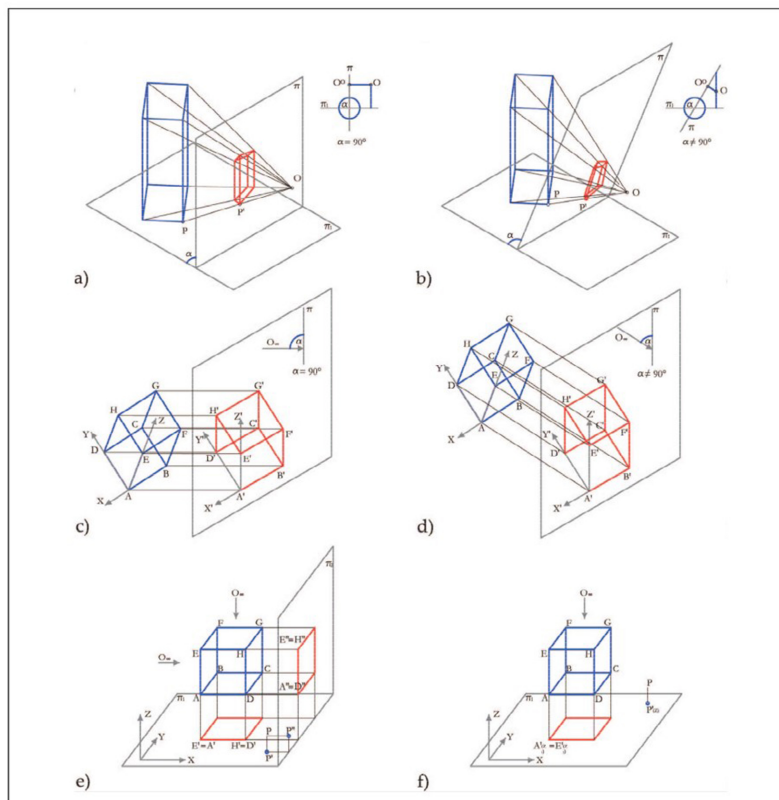
Nel tempo sono state adottate diverse unità di misura e si è verificata l'importanza degli aspetti proporzionali nell'architettura antica. Numerosi studi hanno riguardato l'architettura greca, quella classica; ancora nella prima metà del secolo uno scorso uno dei maggiori architetti moderna, Le Corbusier, elaborò un nuovo sistema proporzionale per l'architettura: il Modulor in base al quale realizzò diversi edifici anche collettivi. Non dimentichiamo, peraltro, gli studi proporzionali che hanno riguardato il corpo umano e le sue varie parti.



**Figura 5.** Il Modulor di Le Corbusier.

## 6 Il Principio di proiezione e sezione. I metodi di rappresentazione

Venendo ad argomenti comuni nella didattica, non ci può sfuggire che tutti i metodi di rappresentazione si fondano sull'unico processo proiettivo di "proiezione e sezione". Il centro di proiezione può essere proprio (è il caso della prospettiva) o improprio (è il caso della proiezione assonometrica, ortogonale o obliqua, o il caso delle proiezioni ortogonali nonché di quelle quotate).



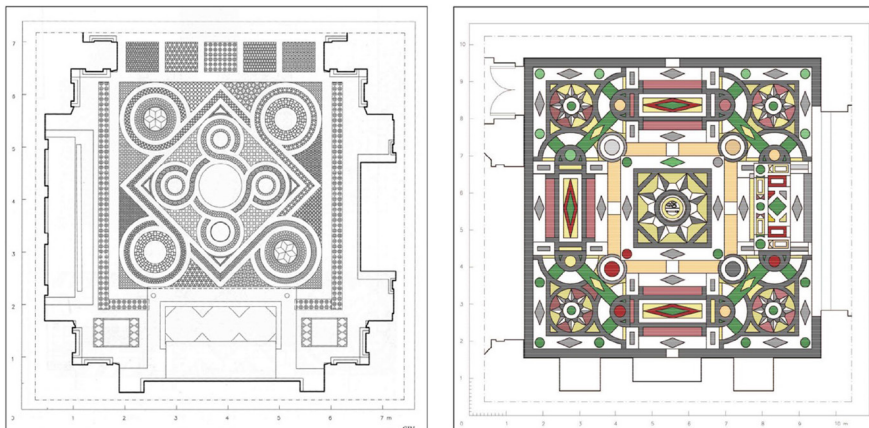
**Figura 6.** Il principio di proiezione e sezione nei metodi di rappresentazione: a) Prospettiva a quadro verticale, b) Prospettiva a quadro inclinato, c) Assonometria ortogonale, d) Assonometria obliqua, e) Proiezioni ortogonali, f) Proiezioni quotate.

## 7 Geometria e figurazione

Ma la geometria ha avuto grande importanza anche nelle figurazioni pittoriche; uno degli esempi di maggiore rilevanza è certamente l'Ultima cena di Leonardo da Vinci, ma non possiamo tralasciare le rappresentazioni pseudo-prospettiche quali quelle di padre Pozzo in S. Ignazio da Loyola e quelle di Baldassarre Peruzzi nella Sala delle Prospettive nella Villa Farnesina, entrambe a Roma. È il caso di sottolineare lo stretto legame che lega l'utilizzo della geometria e quello del colore nelle rappresentazioni pittoriche, quali quelle citate.

## 8 Geometria e architettura

La geometria è stata utilizzata diffusamente in architettura, nel proporzionamento degli edifici ma anche negli apparati decorativi e nei rivestimenti. Nella vasta attività di rilievo che abbiamo compiuto nel corso degli anni, frequentemente abbiamo documentato, ad esempio, commessi pavimentali in cui la geometria e il colore svolgono un ruolo importante ai fini della percezione complessiva. È il caso delle pavimentazioni nella chiesa di S. Anna dei Lombardi in Monteoliveto a Napoli ma anche quello della pavimentazione della Sala del Tesoro in Castel S. Angelo.



**Figura 7.** Napoli, Chiesa di Monteoliveto. A sinistra: Cappella Piccolomini, il pavimento. A destra: L'antica Sala Capitolare, rilievo cromatico del pavimento.



Ma la geometria ha sostenuto anche “invenzioni” importanti degli architetti del '600/'700; è il caso delle colonne tortili del Bernini (per il Baldacchino di S. Pietro), quello dei tanti balaustrini delle transenne che delimitano gli spazi delle cappelle nelle chiese monumentali.

È anche il caso di tante scale ad elica nelle quali, spesso, lo studio della forma si è accompagnato a quello costruttivo, come nel caso dello scalone (non aperto al pubblico) presente nel Maschio Angioino a Napoli (tra la Sala dei Baroni e la Cappella Palatina) o nelle scale realizzate da Francesco Borromini nella Chiesa di S. Carlo alle Quattro Fontane a Roma. Ancora altri episodi eccellenti – come il Palazzo Reale di Caserta dovuto a Luigi Vanvitelli – manifestano un rigoroso rispetto della modularità e della proporzionalità.

In omaggio alla città che ci ospita, possiamo, infine, considerare un episodio di architettura eccellente per forma e per procedimenti costruttivi sotto l'aspetto geometrico: la volta di copertura della Sala dei Baroni nel già citato Maschio Angioino: su di un impianto quadrato si svolge la volta ottagonale che, replicando una struttura principale ad ombrello, presenta ciascuno spicchio a sua volta scandito da tre archi tra i quali si svolgono parti di superficie curva.

## 9 Conclusioni

Se non abbiamo potuto fare a meno di considerare tante opere dovute all'ingegno umano, non trascuriamo di considerare come l'uomo ha tratto esempio dalla natura. L'osservazione di una conchiglia e della sua struttura interna ci conferma come, ogni scoperta dell'ingegno umano può essere ritenuta, infine, una *imitazione* del creato.

## Bibliografia

CUNDARI C. (A CURA DI), 1997. *Disegno e Matematica. Proposte per una nuova didattica finalizzata all'uso delle nuove tecnologie*. Edito a cura del Ministero P.I.: - Direzione Generale per l'Istruzione Tecnica e del Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo dell'Università degli Studi “La Sapienza”, Roma, Tarquinia.

CUNDARI C. (A CURA DI), 1997. *Integrazione della Matematica e del Disegno in funzione della didattica delle discipline professionali*. Edito

a cura del Ministero P.I.: - Direzione Generale per l'Istruzione Tecnica e del Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo dell'Università degli Studi "La Sapienza", Roma, Tarquinia.

CUNDARI C. (A CURA DI), 1999. *Il Complesso di Monteoliveto a Napoli*. Edizioni Gangemi, Roma.

CUNDARI C. (A CURA DI), 2007. *Il Palazzo Reale di Caserta*. Edizioni Kappa, Roma.