

A SPASSO CON LA SCIENZA

Firenze





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

A cura di:

Gazzani Guido

Gelmini Gaia

Spinielli Marta



SANTA MARIA NOVELLA

Iniziamo la nostra passeggiata qui, davanti alla Basilica di Santa Maria Novella, soffermandoci sulla facciata realizzata da Leon Battista Alberti tra il 1458 e il 1478. Entriamo insieme nei dettagli di questo capolavoro.

Alla definizione dello spazio rinascimentale basato su prospettiva e proporzioni, Alberti porta il contributo più significativo e sistematico.

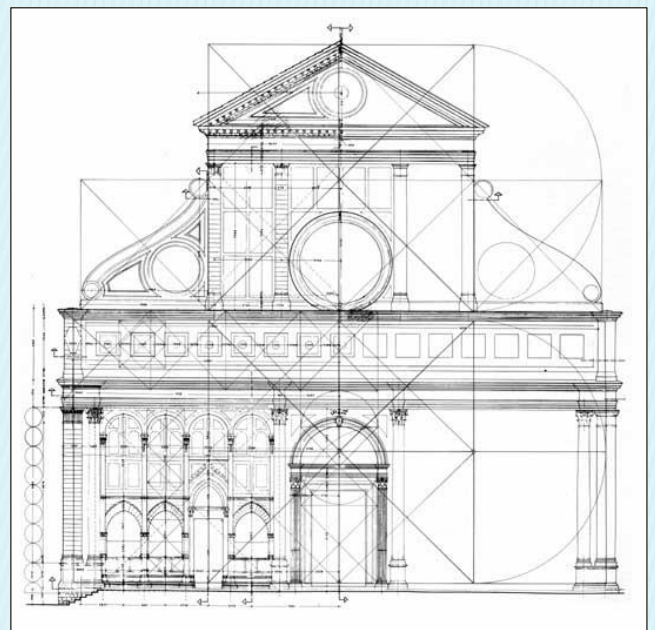
Altra peculiarità di questo artista del tempo fu lo studio e l'applicazione di proporzioni matematiche all'architettura. Tranquilli! Non siamo qui per raccontarvi la solita storia della proporzione aurea che *"ovunque sta e tutto muove"*. Infatti sentite un po' cosa scriveva nel suo *"De re aedificatoria"* l'architetto genovese:



“Ora quei numeri che hanno il potere di dare ai suoni l’armonia, la quale riesce tanto gradevole all’orecchio, sono gli stessi che possono riempire di mirabile gioia gli occhi e l’animo nostro”.

Emerge quindi una volontà di legare proporzioni architettoniche e rapporti armonici musicali che diverrà elemento caratterizzante della teoria architettonica rinascimentale. Ma cosa ci incastrano i numeri con la musica, direte voi!

La proporzione armonica era nota già ai Pitagorici intorno al 500 a. C.. Infatti all’epoca si scoprì che, dividendo una corda tesa, se la parte minore è lunga la metà della parte maggiore la



differenza nell'altezza del suono è di un'ottava; se il rapporto tra le parti è di $2/3$ la differenza d'altezza del suono è di una quinta ed è di una quarta se il rapporto è $3/4$.

Ma guardiamo bene la facciata:

Notiamo che al centro dei tre Soli, in prossimità del rosone, i rettangoli in marmo verde seguono esattamente le proporzioni $3:4$ e $2:3$. Un caso?

Osserviamo che anche il portale centrale è alto una volta e mezzo la sua larghezza (rapporto di $2/3$);

Inoltre i lati dei quadrati intarsiati sulla fascia-cerniera, che separa la parte inferiore e superiore, misurano un terzo dell'altezza della fascia stessa e corrispondono al doppio del diametro delle colonne sottostanti.

Si potrebbe proseguire con questo tipo d'analisi e si scoprirebbero così altri rapporti e corrispondenze che ci permettono di capire quanto l'autore tenesse a questa correttezza. Non ci

crederete, ma in una lettera lo stesso autore rimproverò anche un suo collaboratore per il Tempio Malatestiano di Rimini!

'Quel che tu muti discorda da quella musica' scrisse per l'appunto a Matteo de Pasti.

E su queste note musicali armoniose ci allontaniamo da questo capolavoro.

BATTISTERO

Eccoci arrivati in piazza S. Giovanni. Prestiamo ora attenzione al Battistero di Santa Maria del Fiore, costruito sulle fondamenta di un'antica Chiesa paleocristiana del IV secolo, dedicata a S. Giovanni Battista.

Famoso già nell'antichità, il Battistero è citato anche da Dante nella Divina Commedia.

Soffermandoci sull'esterno di questa costruzione, rivestita di marmo bianco di Carrara e di marmo verde di Prato, salta subito all'occhio la particolare forma della pianta ottagonale.



In realtà molti battisteri, in passato, erano costruiti seguendo tale schema richiamando “l'ottavo giorno” della settimana che,

nel Nuovo Testamento è simbolo di Resurrezione.

Se ora ci concentriamo sulla parte inferiore possiamo ammirare tre porte realizzate in bronzo, di cui non ci proponiamo di descrivere le

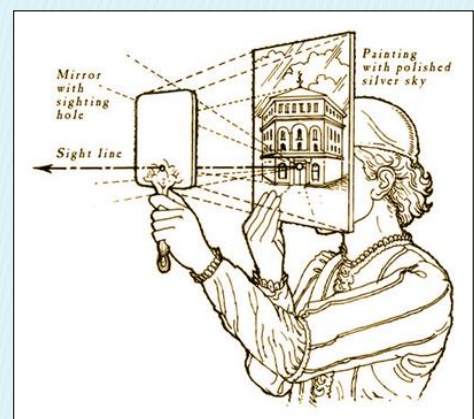
raffigurazioni religiose. Ricordiamo solamente l'importanza della Porta del Paradiso, le cui formelle furono oggetto del concorso tra Brunelleschi e Ghiberti.

Questo battistero segna un passaggio importante nella storia dell'arte perché fu lo strumento attraverso il quale il Brunelleschi tra il 1410 e il 1413 affrontò il problema della rappresentazione della terza dimensione su un piano.

A partire dal '400 infatti si sentì in maniera significativa il bisogno di trovare un sistema scientificamente rigoroso per rappresentare lo spazio.

Antonio Manetti, biografo di Brunelleschi, descrive l'esperimento che l'artista realizzò:

su una tavoletta di forma quadrata con lato di circa 30 cm egli aveva dipinto il Battistero con i suoi intarsi marmorei in un modo talmente accurato «che non è miniatore che l'avesse fatto meglio».



Per dimostrare la verosimiglianza dell'immagine dipinta con quella reale, nella tavoletta fu praticato un foro svasato verso il retro del dipinto, in modo che l'occhio dell'osservatore, posto in un punto preciso potesse percepire l'immagine reale della scena. Successivamente con l'aiuto di uno specchio sorretto dall'altra mano dell'osservatore e regolato a distanza opportuna, egli poteva vedere l'immagine dipinta riflessa nello specchio e ammirare la perfetta coincidenza dell'immagine dipinta con quella reale.

Tutto chiaro? Tranquilli qui sopra vi abbiamo riportato un'immagine che vi può essere d'aiuto.

Siete tutti armati di biglietto? Entriamo!

Volgendo lo sguardo verso l'alto possiamo ammirare la volta del Battistero impreziosita da mosaici rappresentanti alcune scene bibliche.

Il pavimento, invece, è decorato da un altro mosaico realizzato con tasselli bianchi, neri, rossi e verdi. Si tratta di una tavola zodiacale che in passato ebbe anche funzioni astronomiche. Ogni anno infatti, il 21 giugno, gli astronomi e matematici fiorentini aspettavano dentro il

Battistero il momento in cui il Sole, da un foro ben calibrato del tetto (oggi chiuso da un rivestimento in marmo), colpisce il centro della tavola, dando così inizio all'estate. Ma rimandiamo questa curiosità a fra poco...

DUOMO

Avete un orologio? Sono le 12.30? Ci dispiace



deludervi, ma niente pausa pranzo (anche perché il nostro percorso è appena iniziato: siate pazienti, abbiamo ancora molte

cose da raccontarvi).

Se non si tratta di cibo, allora di cosa si tratterà?

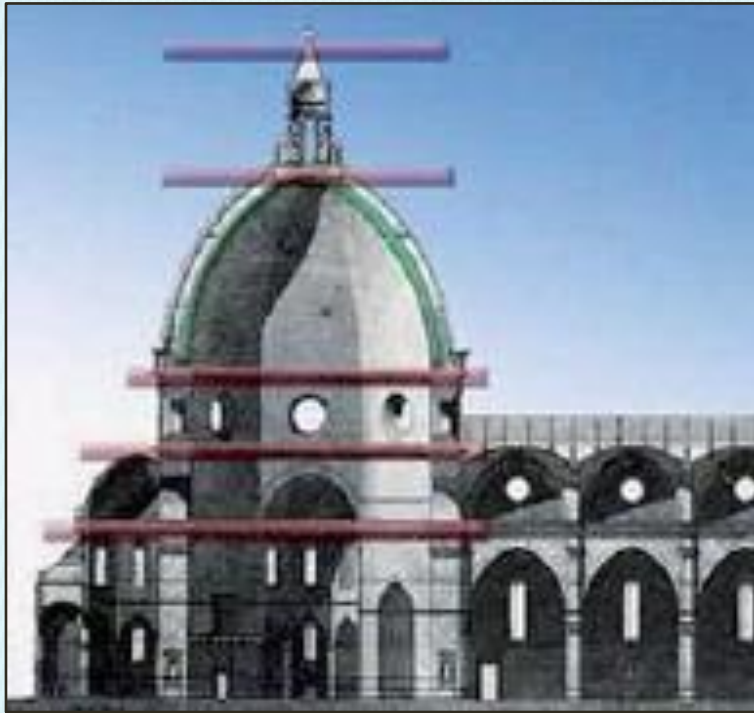
Vi invitiamo ad entrare ed alzare per un istante gli occhi: oltre ai famosi affreschi del Brunelleschi riuscite a scorgere qualcosa di più nella parte alta?

Avete mai sentito parlare di gnomone? (niente a che vedere con gnomi giganti, fate, unicorni,...)

Indirettamente sì. Vi ricordate il foro chiuso del battistero? Proprio quello.

Si tratta del più antico e diffuso strumento astronomico: con esso si poterono ben presto studiare i due moti apparenti del Sole, quello diurno e quello annuo, dovuti rispettivamente ai

moti reali di rotazione e rivoluzione della Terra.



A differenza dei primi gnomoni, i quali erano considerati dei veri e propri pali la cui ombra permetteva di misurare la posizione del Sole in cielo, qui troviamo un foro

gnomonico. Se il diametro del foro è all'incirca $1/1000$ dell'altezza dello gnomone si ottiene sul pavimento un'immagine abbastanza nitida del Sole, molto più luminosa della superficie circostante. Studiando infatti il rapporto tra l'altezza della lanterna e il diametro del foro si ottiene una vera e propria immagine solare.

La funzione più importante dello gnomone al tempo della sua creazione fu quello di stabilire il solstizio esatto, cioè la massima altezza del Sole nel cielo a mezzogiorno durante l'anno, quindi la durata dell'anno stesso. Osservazioni di questo tipo

porteranno insieme ad altre analoghe rilevazioni, come quella del 1510 ricordata da un disco di marmo del pavimento della Cappella Della Croce nell'abside destra della cattedrale, a convincere Papa Gregorio XIII circa la necessità di riformare il calendario, allineando la data solare con quella ufficiale creando il calendario gregoriano.

Dalle osservazioni dell'astronomo Ximenes (metà 1700), confrontate con quelle di inizio '500 , si poté calcolare un valore dell'oscillazione terrestre congruente con quello odierno. Fu lui che tracciò la linea meridiana in bronzo sul pavimento della stessa Cappella dove è presente il disco di Paolo dal Pozzo Toscanelli, matematico e cartografo fiorentino.



Anche se col torcicollo, proviamo a concentrarci sulla cupola vera a propria.

È una forma peculiare che nasconde intrinsecamente due segreti: la sequenza di Fibonacci e la curva catenaria. La prima si ritrova nelle proporzioni di alcuni elementi della cupola stessa, quali ad esempio l'altezza del tamburo e della lanterna. D'altra parte la catenaria si scoprirà in futuro essere la curva più adatta per rendere stabile questo tipo di costruzione. Vi lasciamo con la curiosità di saperne di più, ma non vi preoccupate, non vi deluderemo...

CAMPANILE DI GIOTTO

Andiamo a prendere una boccata d'aria, ma senza abbassare lo sguardo!

Affrontiamo adesso l'ultimo elemento di questa piazza: il Campanile di Giotto. In questo simbolo del Rinascimento italiano possiamo trovare una traccia del ruolo che la matematica aveva in quel tempo.

La costruzione del Campanile ebbe inizio nel 1334 quando Giotto fu chiamato dall'Opera di Santa Maria del Fiore per diventare capomastro della nuova Cattedrale di Firenze. Giotto ideò l'alto e ricco campanile con una base solida di rigore classico su cui si



svilupparono un numero decrescente di finestre, fino a giungere a un elaborato coronamento a guglia; morì però dopo soli tre anni dall'inizio del

Campanile avendo, secondo la tradizione, cominciato a disegnare le formelle esagonali del basamento. E' proprio qui che ci vogliamo soffermare, sul basamento!

Sulle mura del Campanile di Giotto, edificio che nella città scandiva con il suono delle campane le ore, il nesso lavoro-tempo è espresso attraverso la descrizione storica di tutte le attività umane. Il ciclo delle formelle fiorentine infatti è pensato come un lungo viaggio nella storia, teatro del dialogo tra Dio e l'uomo, chiamato a collaborare alla creazione.

Avviciniamoci all'entrata. Troveremo una formella di particolare importanza per noi, giusto in alto a destra.

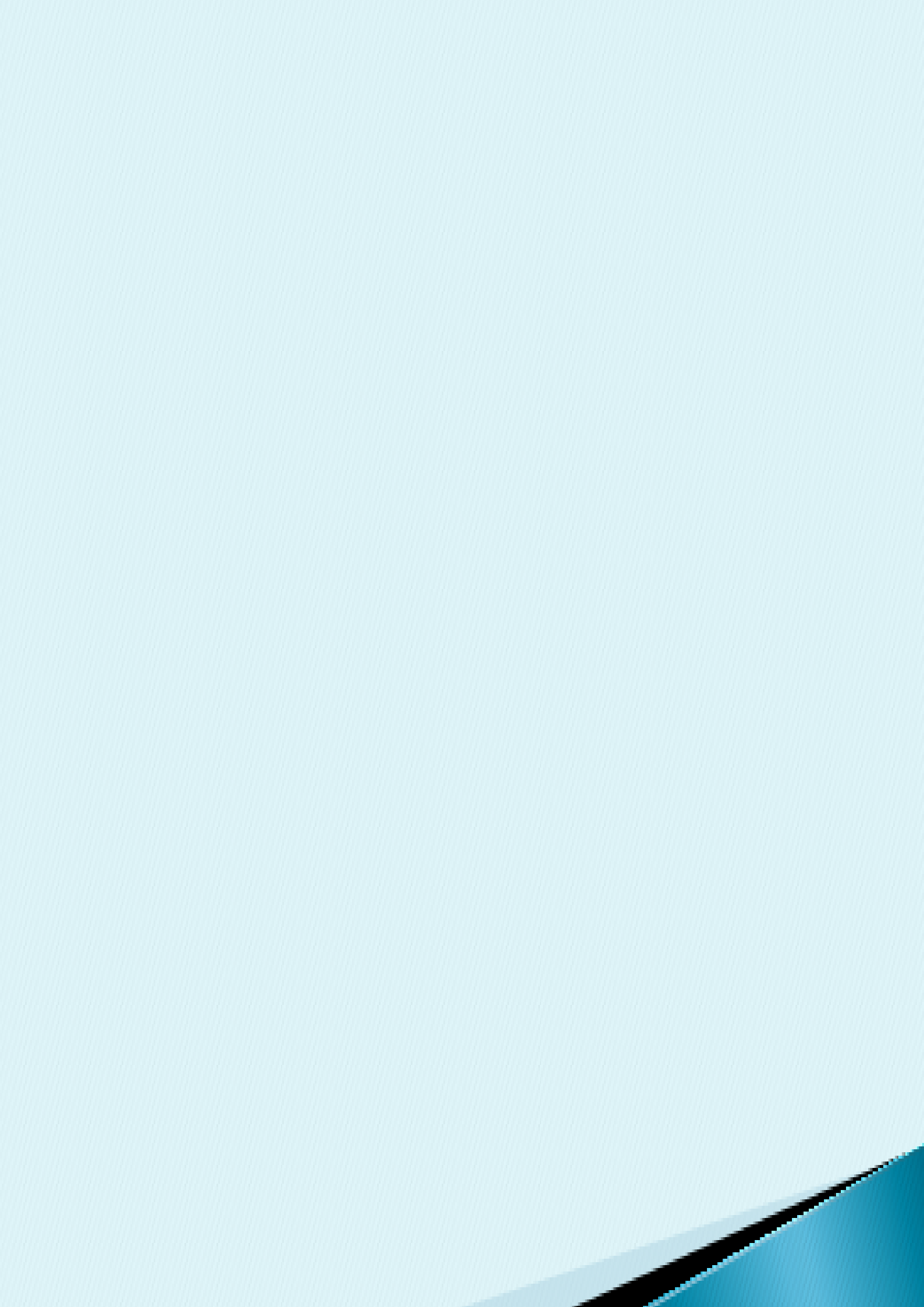
In questa diciannovesima formella esagonale viene rappresentata *L'architettura* (da molti interpretata come "*La geometria*"), dove il geometra Euclide è raffigurato nell'atto di



disegnare. L'architetto si innalza da muratore e costruttore a uomo che modella lo spazio.

Con che mezzi avviene tutto ciò? Esattamente attraverso strumenti e conoscenze di natura matematica, non per niente Euclide è rappresentato con un compasso in mano.

Ecco dunque nascere , dalla dottrina scientifica, la figura di un uomo nuovo, capace di instaurare un ponte tra il bello e il formalismo senza eccedere nel secondo venendo meno al primo: l'architetto.



PALAZZO VECCHIO

Continuiamo il nostro percorso a “testa alta”. Dopo aver visto fori e archi, questa è la volta (concedeteci il gioco di parole) della torre.

Parlando un po’ di storia, la torre di Palazzo Vecchio, altrimenti detta torre di Arnolfo, svetta all’ altezza di 94 metri su Piazza della Signoria.



Le principali curiosità della torre sono: la piccola cella, detta “Alberghetto” in cui furono reclusi Cosimo de’ Medici ed il Savonarola, le tre campane ancora oggi in funzione ed infine la

graziosa banderuola che raffigura il Marzocco, simbolo di Firenze. Ma quello che più incuriosisce è la bizzarra posizione decentrata rispetto alla facciata del palazzo. Nonostante questo possa sembrare anomalo, rientra tuttavia in un

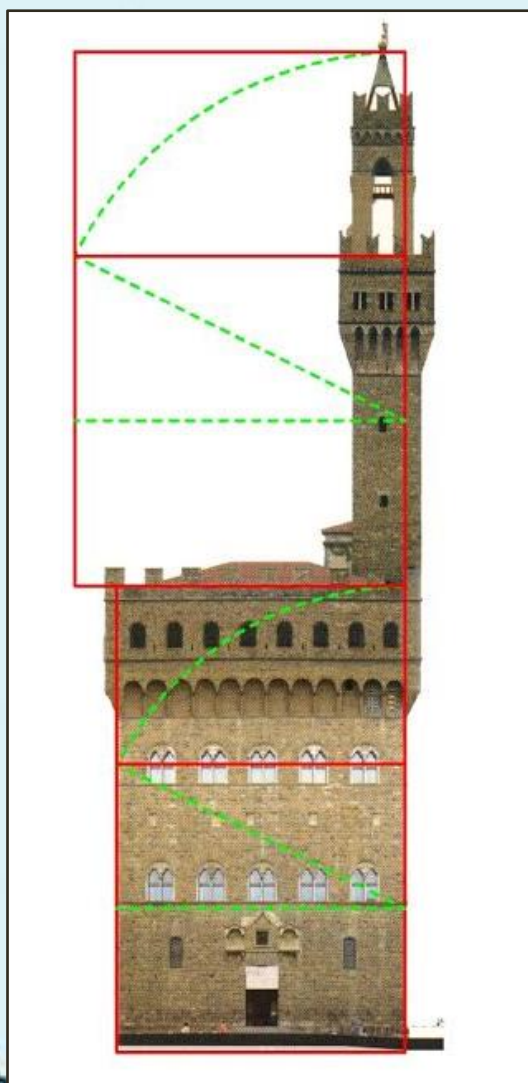
complessivo disegno di perfezione: quello della proporzione aurea.

Narra Mario Livio nel suo libro “La sezione aurea”:

“C’è qualcosa che accomuna la mirabile disposizione dei petali di una rosa, l’armoniosa spirale di alcune conchiglie, l’allevamento di conigli e la successione di Fibonacci?” E continua *“Dietro queste realtà così disparate si nasconde sempre lo stesso numero irrazionale comunemente indicato con la lettera greca φ .. Una proporzione scoperta dai pitagorici e calcolata da Euclide chiamata da un trattato di Luca Pacioli divina proporzione e in seguito sezione aurea”*.

Vi starete chiedendo in parole povere cosa voglia dire tutto ciò. Facciamo una sorta di gioco. Prendiamo come asse di riferimento quello tracciato idealmente dall’orologio della torre. Se consideriamo le finestrelle del camminamento di

guardia sotto i merli, a destra di questa linea immaginaria di riferimento, ne contiamo 5, mentre a sinistra 8. Fuori i cellulari! Calcolando il rapporto tra questi due numeri ne risulterà 1,6. Giusto? Quindi il matematico Fibonacci introdusse l'omonima successione numerica, nella quale il numero successivo è la somma dei due che lo precedono.



Quindi avremo:

0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,55..

ma la cosa peculiare sta nel fatto che preso un numero qualsiasi di questa serie, e dividendolo per il precedente, il rapporto tenderà al noto numero $\varphi=1,618..$

Ora abbiamo i mezzi per capire meglio un aspetto della perfezione della cupola

del Brunelleschi.

Il tamburo infatti misura esattamente 13 metri, la lanterna svetta di 21 metri sulla cima e l'altezza della cupola, in media, è di 34 metri. Notiamo inoltre che la base d'imposta su cui poggia è di 55 metri dal suolo. Abbiamo proprio i numeri di Fibonacci!

PONTE S.TRINITA

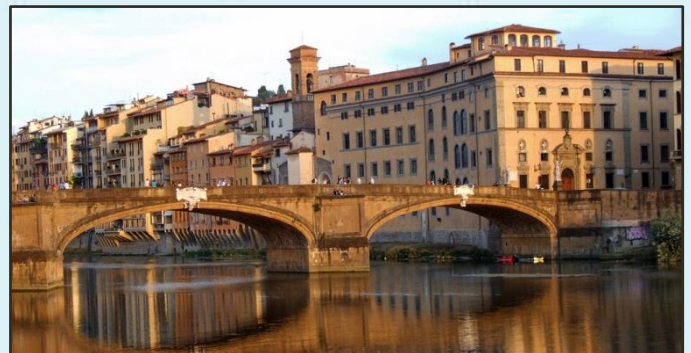
"Per quasi quattro secoli tutti avevano ammirato quel ponte, non perché fosse dell'Ammannati o di Michelangelo, ma per la sua indiscussa bellezza. E se mai qualche artista o studioso se ne era occupato era per strappargli l'antico segreto, la formula geometrica con la quale si erano potute tracciare curve così possenti e leggere" -Paolo Paoletti (storico)

Il ponte S. Trinita deve il suo nome alla chiesa di S. Trinita ed ha una storia particolare e travagliata.

Fu il primo ponte costruito nella città di Firenze nel 1252. Originariamente la sua struttura era completamente in legno ma dopo pochi anni crollò sotto il peso della folla che assisteva a uno spettacolo sull'Arno.

Dopo poco fu ricostruito, questa volta però in pietra.

Utilizzare un materiale più resistente non fu





tuttavia sufficiente per prevenire ulteriori cedimenti: nel 1333, infatti, il ponte venne nuovamente abbattuto da una violenta alluvione che colpì la città. Ricostruito,

crollò ancora una volta a metà Cinquecento.

La progettazione per la ricostruzione durò circa dieci anni e pare che anche il grande Michelangelo abbia contribuito alla realizzazione della nuova opera. Fu lo stesso Michelangelo a suggerire una struttura innovativa che portò a un significativo risvolto tecnico.

Per la costruzione delle arcate fu infatti utilizzata la curva, già da noi osservata nella cupola, che conferisce all'intera struttura un'eccezionale resistenza statica: la catenaria.

Osservando il ponte questa curva appare rovesciata ed equivale alla figura che disegna una pesante catena sospesa per i suoi capi a due punti posti alla stessa altezza. Se preferite, pensate al salto della corda su cui tutti siamo caduti almeno una volta da bambini. La curva incriminata era proprio questa!

Tuttavia le opinioni per quanto riguarda il nome dell'artefice di questa meravigliosa e unica opera d'arte sono discordanti: alcuni esperti confermano il nome di Michelangelo, altri sono fermamente convinti che colui che costruì il Ponte S. Trinita con una struttura così innovativa fu l'architetto Bartolomeo Ammannati.

Qualche anno dopo la sua realizzazione, per abbellire ulteriormente il tutto, furono poste sul ponte quattro statue raffiguranti le quattro stagioni.

Il ponte che oggi possiamo ammirare passeggiando per il Lungarno non è l'originale del XVI secolo ma è una fedelissima ricostruzione poiché, durante la Seconda Guerra Mondiale, le truppe tedesche lo distrussero mentre battevano in ritirata per ostacolare l'avanzata degli Alleati.

L'ultima ricostruzione si basa sulla tecnica della "fotogrammetria architettonica".

Questa procedura consente per l'appunto di rilevare forma, dimensioni e posizione di ogni

elemento mediante l'utilizzo di una coppia di fotografie scattate con una camera stereometrica, una particolare fotocamera composta da due apposite camere fissate agli estremi di una barra indeformabile.

Una volta terminata la ricostruzione, il ponte risultò praticamente identico a quello distrutto dai tedeschi, fatta eccezione per un piccolo ma non irrilevante dettaglio: la statua della Primavera fu danneggiata in modo significativo e, nelle acque dell'Arno, non si riuscì a trovare la sua testa che rimase sul fondo del fiume, trascinata dalla corrente, per ben diciassette anni. Fu ripescata per caso da un barcaiolo e grazie al suo ritrovamento ponte S. Trinita poté riacquistare, finalmente in maniera definitiva, il suo originario splendore.

“Questa conclusione, benché trovata da povera gente, c’è parsa così giusta, che abbiám pensato di metterla qui, come il sugo di tutta la storia.

La quale, se non v’è dispiaciuta affatto, vogliatene bene a chi l’ha scritta, e anche un pochino a chi l’ha raccomandata. Ma se in vece fossimo riusciti ad annoiarvi, credete che non s’è fatto apposta.”

Manzoni, cap.38, I Promessi Sposi

