

# NEI CANTIERI DELL'EUROPA



La costruzione della cattedrale come esperienza di popolo.

**C**osi potrebbero essere definite le città medievali che, agli albori del secondo millennio, iniziano a differenziarsi dall'ambiente delle campagne: grandi ed effervescenti cantieri, dove si esprimono nuove forme di creatività in ogni campo e dove emergono nuove esigenze destinate ad avere una notevole incidenza sulla conoscenza scientifica e sullo sviluppo tecnologico.

Si fanno strada originali modalità di **sapere pratico**, motivato dall'urgenza di rispondere ai bisogni della vita quotidiana. Vi possono essere esigenze più "materiali", connesse alle condizioni di vita non certo agevoli: esigenze che spingono l'ingegno e la maestria di molti a costruire strumenti e macchine e ad affinare le tecniche da applicare in diversi campi: dall'**agroalimentare** al **tessile**, all'**edilizia**.

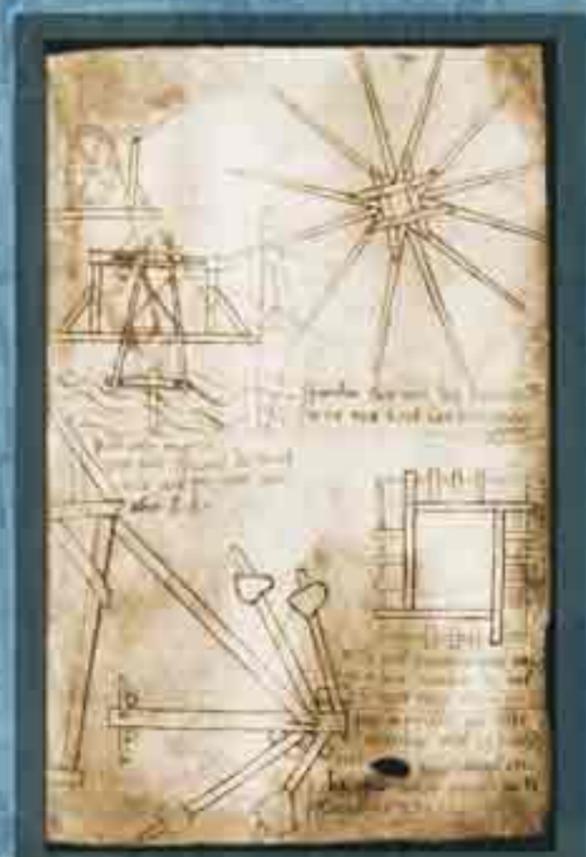
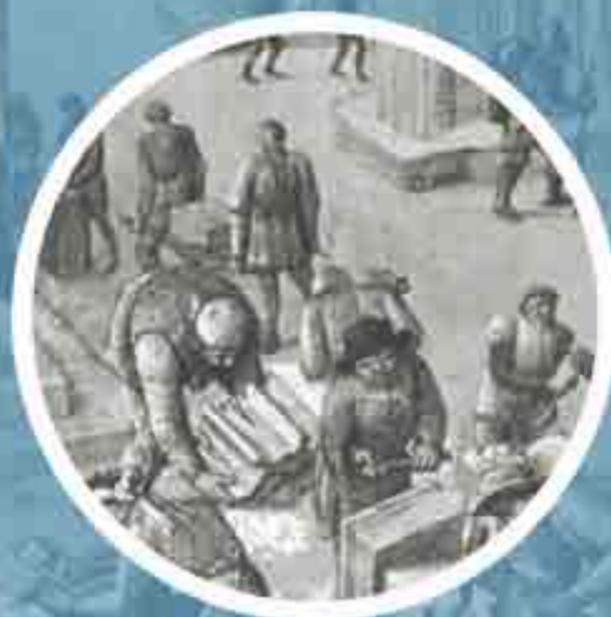
Ma vi possono essere anche esigenze ad altri livelli, come quelle che spingono a praticare l'**alchimia**, a perfezionare la **musica**, a costruire una **cattedrale**.

I cantieri delle cattedrali sono l'emblema di una passione costruttiva che alimenta una genialità tecnologica capace di trasformare idee e invenzioni finché acquisite da altre civiltà in **innovazioni**, cioè in prodotti e sistemi in grado di risolvere efficacemente problemi reali.

Un altro luogo tipico che ha alimentato la creatività dei cittadini medievali è la **bottega artigiana**, dove spicca la figura del maestro e si tramanda un bagaglio prezioso di conoscenza operative.

Tra queste, un ruolo speciale è svolto dalle botteghe o **scuole d'abaco**, dove i giovani vengono introdotti alle conoscenze matematiche di base, rese necessarie dallo sviluppo del commercio; ma che assolvono anche una preziosa funzione di perfezionamento del sapere e di stimolo all'affronto di nuovi problemi.

La **dimensione comunitaria**, tratto distintivo della città medievale, non può che favorire l'incontro delle idee, l'interscambio delle conoscenze, il miglioramento continuo delle tecniche.



Una delle 33 pergamene che compongono il taccuino di Villard de Honnecourt, con schemi e disegni di macchine eseguiti durante le visite ai cantieri delle cattedrali in Francia, Svizzera e Ungheria.







# NOVE FIGURE INDIANE

"Le nove cifre indiane sono queste:

987654321

Pertanto con queste nove cifre e con questo segno 0, che gli Arabi chiamano zefiro, sarà scritto qualunque numero, come dimostrato di seguito".

**C**osì, nel *Liber abaci* di **Fibonacci** vengono presentate le **nove figure indiane** e lo **zero**; nell'opera, che ebbe grande influsso sui matematici dell'epoca, si spiegano le regole del calcolo aritmetico, come eseguire operazioni con numeri interi e frazionari, il criterio di divisibilità per 9, la determinazione del minimo comune multiplo e del massimo comune divisore; alcuni capitoli sono dedicati alla soluzione di problemi mediante equazioni di primo e secondo grado.

Un argomento che distingue **Fibonacci** come matematico è l'osservazione (sviluppata nel *Flos*) che la classificazione degli irrazionali contenuta nel libro X degli *Elementi* di **Euclide** non è completa. **Leonardo** dimostra che le soluzioni dell'equazione

$$10x + 2x^2 + x^3 = 20$$

non sono né intere, né razionali, né date dalla radice di una frazione; cioè non sono "costruibili con riga e compasso": è la prima indicazione che il sistema numerico contiene molti più numeri di quelli considerati dai Greci.



Una pagina del *Liber Abaci*, un'opera colossale, di quasi 500 pagine, scritta con lo scopo dichiarato di mettere tutto il sapere aritmetico e algebrico dell'autore a disposizione della "gens latina".



**Leonardo Pisano, detto Fibonacci** (1170 - 1250) è il matematico europeo del XIII secolo di maggior spicco. Era stato educato nel mondo arabo e approfittò dei frequenti viaggi di lavoro per conoscere i matematici di Egitto, Siria, Provenza e Grecia e per studiare gli *Elementi* di Euclide che seguì sempre come modello di rigore logico e di stile. Nel 1241 si hanno notizie di lui come consulente tecnico del comune di Pisa e insegnante dei giovani pisani nell'arte del calcolare.

Se la dimostrazione denota uno spirito moderno, peraltro **Fibonacci** spicca per la notevole abilità di calcolo. Infatti,

*[...] e perché non era possibile risolvere questa equazione in qualsiasi altro di suddetti sensi, ho lavorato per ridurre la soluzione ad un'approssimazione*

Senza spiegare i suoi metodi, **Fibonacci** dà la soluzione approssimata dell'equazione

$$10x + 2x^2 + x^3 = 20$$

in notazione sessagesimale (!), come

$$x = 1,22,7,42,33,4,42$$

che corrisponde al numero

$$x = 1 + \frac{22}{60} + \frac{7}{60^2} + \frac{42}{60^3} + \frac{33}{60^4} + \frac{4}{60^5} + \frac{42}{60^6}$$

Passando alla notazione decimale si ha la rappresentazione:

$$x = 1,3688081075$$

che dà una soluzione esatta fino alla nona cifra: un successo notevole!



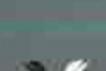
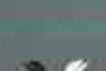
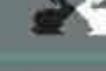
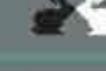
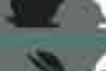
# I CONIGLI DI FIBONACCI



Uno dei tanti problemi presentati nel *Liber Abaci*, divenuto poi molto famoso, è il seguente:

Un uomo mise una coppia di conigli in un luogo circondato da tutti i lati da un muro. Quante coppie di conigli possono essere prodotte dalla coppia iniziale in un anno, supponendo che ogni mese ogni coppia produca una nuova coppia in grado di riprodursi a sua volta dal secondo mese?



MESI	CONIGLI			COPPIE	
0	 			1	
1	 			1	
2	 	 		2	
3	 	 	 	3	
4	 	 	 	 	5
5	 	5 + 3	 	8	
6	 	8 + 5	 	13	
7	 	13 + 8	 	21	
8	 	21 + 13	 	34	
9	 	34 + 21	 	55	
10	 	55 + 34	 	89	
11	 	89 + 55	 	144	
12	 	144 + 89	 	233	

I conigli "grandi" sono quelli in grado di riprodursi, quelli "piccoli" sono invece quelli appena nati.

L'algoritmo che genera il numero di coppie è

$$a_n = a_{n-1} + a_{n-2}$$

dove  $a_n$  è il numero di coppie vive al mese  $n$ .

In pratica, a ogni mese il numero di coppie è la somma del numero di coppie del mese prima (che c'erano e perciò ci sono ancora) più il numero di coppie di due mesi prima (che è pari al numero di coppie di nuovi nati, poiché a generare sono solo le coppie che hanno almeno un mese).

Questi numeri sono detti **numeri di Fibonacci** e la loro applicazione non è limitata ai soli problemi aritmetici e geometrici.

Prendendo spunto da Fibonacci, per esempio, il grande matematico **Ralph E. Elliot** ha elaborato una teoria molto accurata tramite la quale si sarebbero potuti anticipare i grandi rialzi e i grandi crolli della Borsa. Applicando le onde di Elliot e i numeri di Fibonacci, **Giuseppe Migliorino** ha previsto con incredibile precisione il punto minimo del drammatico ribasso dell'estate 1998 della Borsa di Milano.

Esiste anche un complesso meccanismo basato sui numeri di Fibonacci, detto "Fibonacci heap", che viene utilizzato per la soluzione di algoritmi informatici in molti computer, per esempio nei processori Pentium della Intel.





# LE TERNE PITAGORICHE



el *Liber quadratorum* (1225), **Fibonacci** si occupa del problema delle **terne pitagoriche** che, nella moderna notazione algebrica, possiamo enunciare così:

Trovare tre numeri interi che soddisfino la relazione pitagorica  $x^2 + y^2 = z^2$  e siano perciò misure dei lati di un triangolo rettangolo.

L'interesse geometrico del problema sta nel determinare tutti i triangoli rettangoli con i lati tra loro commensurabili. Se ne coglie la portata se si pensa che la scuola pitagorica era crollata sull'*incommensurabilità* tra il cateto e l'ipotenusa del triangolo rettangolo isoscele.

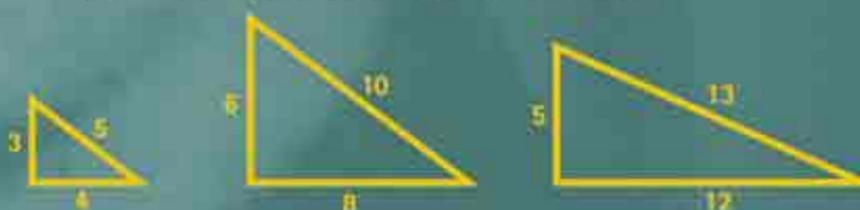


**Leonardo**, applicando un teorema degli *Elementi* e con un metodo originale, ottiene l'equivalente della famosa identità algebrica:

$$(a^2 - b^2)^2 + (2ab)^2 = (a^2 + b^2)^2$$

che è soluzione del problema: sostituendo infatti in essa ad  $a$  e  $b$  due valori interi qualsiasi, si trovano sempre terne pitagoriche. Per esempio:

- per  $a=2$ ,  $b=1$  troviamo  $3^2 + 4^2 = 5^2$
- per  $a=3$ ,  $b=1$  troviamo  $8^2 + 6^2 = 10^2$
- per  $a=3$ ,  $b=2$  troviamo  $5^2 + 12^2 = 13^2$  e così via.



equum est duob; quadratis simul que ex reliquis lateribus describuntur.

84.

86.

87.

88.

89.

90.

91.

92.

93.

94.

95.

96.

97.

98.

99.

100.

101.

102.

103.

104.

105.

106.

107.

108.

109.

110.

111.

112.

113.

114.

115.

116.

117.

118.

119.

120.

121.

122.

123.

124.

125.

126.

127.

128.

129.

130.

131.

132.

133.

134.

135.

136.

137.

138.

139.

140.

141.

142.

143.

144.

145.

146.

147.

148.

149.

150.

151.

152.

153.

154.

155.

156.

157.

158.

159.

160.

161.

162.

163.

164.

165.

166.

167.

168.

169.

170.

171.

172.

173.

174.

175.

176.

177.

178.

179.

180.

181.

182.

183.

184.

185.

186.

187.

188.

189.

190.

191.

192.

193.

194.

195.

196.

197.

198.

199.

200.

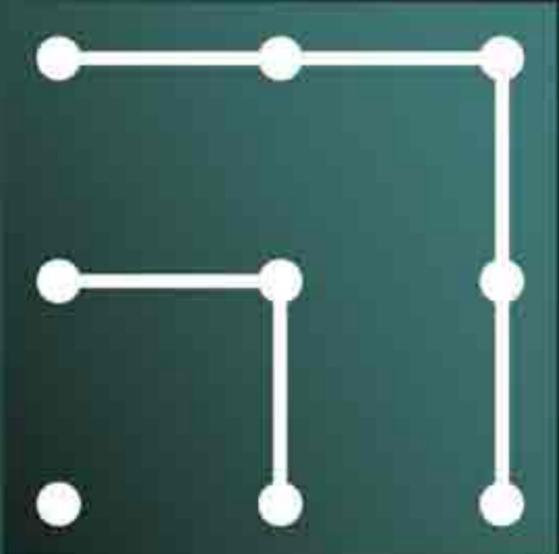
Una pagina del *Liber quadratorum*.

Il metodo originale di **Fibonacci** è basato su un altro risultato esposto nel *Liber quadratorum*, ovvero la scomposizione di un numero quadrato in una somma di numeri dispari:  
 "Ho pensato all'origine di tutti i numeri quadrati ed ho scoperto che risultassero dall'ascensione normale dei numeri dispari. Per unità è un quadrato e da esso è prodotto il primo quadrato, vale a dire 1; aggiungendo 3 a questo fa il secondo quadrato, vale a dire 4, di cui la radice è 2; se a questa somma è aggiunto un terzo numero dispari, vale a dire 5, il terzo quadrato sarà prodotto, vale a dire 9, di cui la radice è 3; e così la sequenza e la serie di numeri quadrati aumentano sempre attraverso l'aggiunta normale dei numeri dispari".

$$1+3+5=9$$

$$1+3=4$$

$$1$$

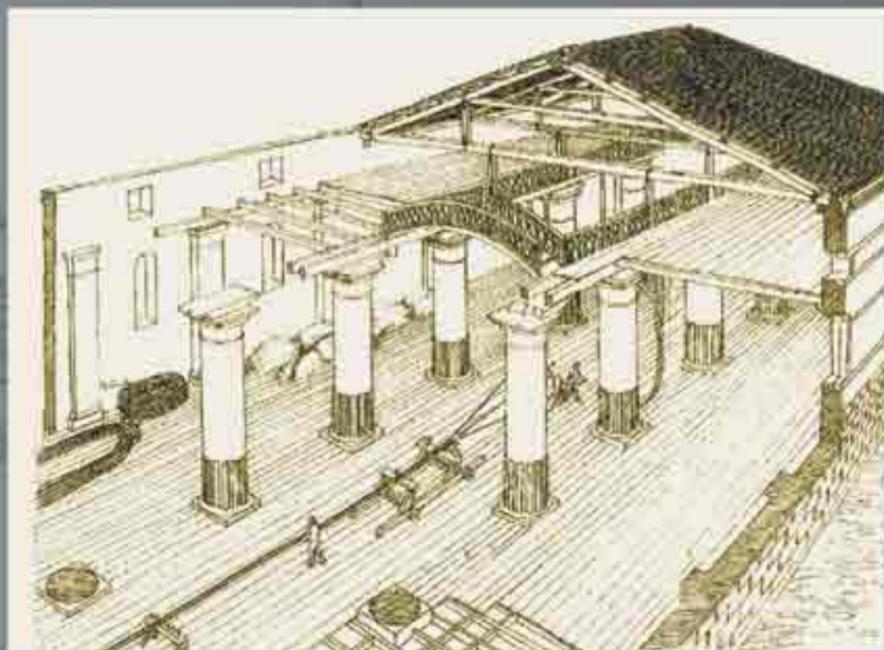


# ORGANIZZARE LA PRODUZIONE L'ARSENALE di VENEZIA

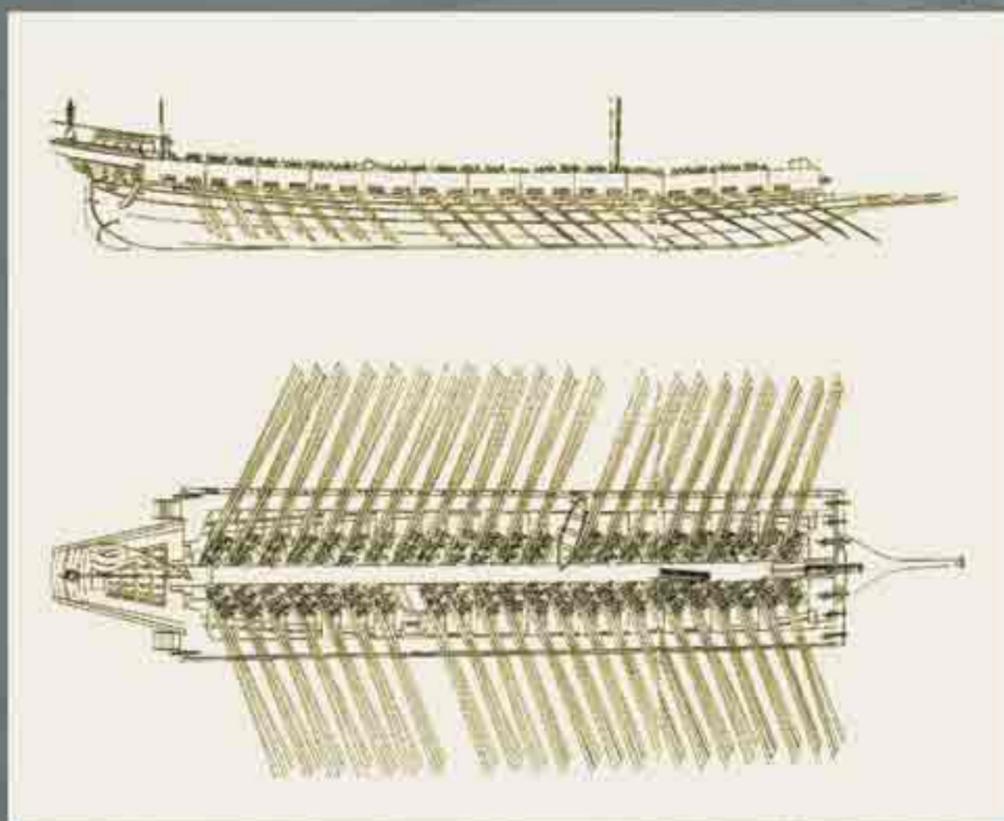
**I**l cantiere dell'Arsenale è il più grande complesso produttivo medievale: fondato nel 1104 come deposito merci, nella prima metà del XIII secolo viene adibito alla costruzione di navi e dal 1302 diventa l'unico centro produttivo navale della Repubblica Veneta, arrivando a contare tra 1500 e 2000 mastri.

Le sue maestranze sono una comunità "di prestigio", quasi separata dalle altre attività cittadine, custode gelosa dei segreti costruttivi dell'attività più strategica per la supremazia veneziana sui mari. Comprendono: i protti, (architetti) capi del progetto e di tutte le fasi di costruzione delle navi; i calafati, che rendono impermeabili gli scafi; gli arsenalotti, cioè tutti gli artigiani che in varia misura contribuiscono all'opera.

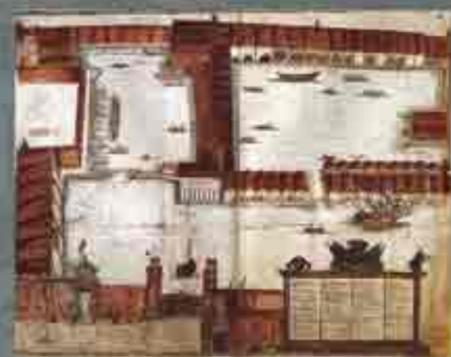
In questo immenso cantiere le galee vengono realizzate con un **ciclo di produzione** autosufficiente comprendente tutte le fasi della costruzione navale. È il primo esempio storico di "catena di montaggio" e richiama i criteri della fabbrica moderna per l'organizzazione del lavoro, la suddivisione nei diversi reparti, il controllo di qualità sulle materie prime e la standardizzazione di molti processi produttivi.



*Interno della Corderia. La corderia della Tana deriva il nome da Tana, antico nome del fiume Dan, vicino alla zona dove i veneziani acquistavano dai mercanti persiani e indiani la canapa per fare le funi. Nella corderia si effettuavano la pettinatura della canapa e la selezione delle fibre che venivano lavorate sia all'interno dell'Arsenale sia nelle botteghe esterne a seconda delle necessità.*



*Una galea trireme in pianta e sezione. Le galee erano imbarcazioni affusolate, lunghe circa 35 - 40 metri e larghe circa 5; tale forma le rendeva molto adatte a muoversi a forza di remi e poco a sfruttare le vele. L'armamento principale era costituito dall'equipaggio: i galeotti, cioè i rematori, che all'epoca erano uomini liberi.*



*L'Arsenale rappresenta a pieno titolo la prima grande fabbrica dell'antichità. Qui sono state prodotte le navi (galee e galeazze) che hanno determinato la vittoria di Lepanto nel 1571.*

La struttura dell'Arsenale è segno di una capacità organizzativa che anticipa la moderna **logica industriale**. Vi possiamo rintracciare:

- la linea di montaggio, con la struttura a sequenza squeri che ne rappresentano il tessuto funzionale;
- l'integrazione verticale fra i tre tipi di manifatture: la costruzione vera e propria della nave; la produzione di funi e cavi; la realizzazione delle armi di cui dotare la nave;
- l'intercambiabilità delle parti (in ogni porto controllato da Venezia era possibile sostituire pezzi mancanti o danneggiati).



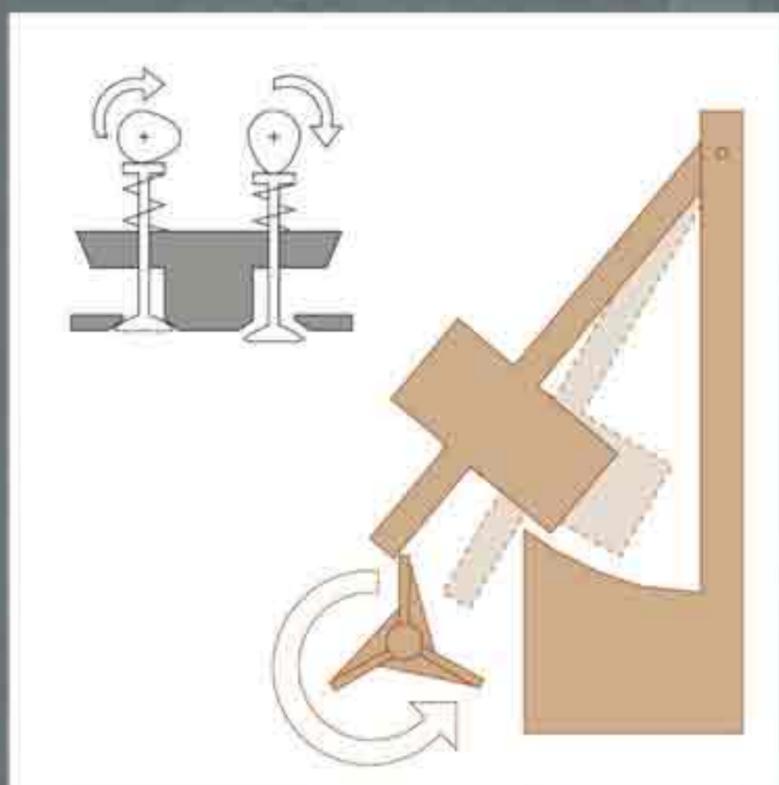
# ENERGIA SOTTO CONTROLLO

L'inventiva tecnologica medievale ha prodotto una grande quantità di macchine e strumenti: vere e proprie innovazioni, spesso ottenute applicando in modo originale idee prodotte nell'antichità o più recenti invenzioni dei popoli orientali.

La prima importante macchina frutto dell'inventiva tipicamente europea è la **gualchiera**, cioè la macchina per la follatura della lana: un procedimento nel quale i panni immersi in una soluzione di acqua, sapone e altri ingredienti, vengono battuti ottenendo una sorta di infeltrimento. Prima dell'avvento dei tessuti sintetici la follatura era un passo fondamentale della lavorazione della lana: la stoffa follata consentiva un riparo efficace contro il vento, il freddo e la pioggia; inoltre si evitava la sfilacciatura durante il taglio.



Follatura della lana prima dell'invenzione delle gualchiere (qui in una vetrata di una cattedrale francese).



Il principio alla base della gualchiera è quello dell'albero a camme: l'albero, girando, solleva i magli tramite le palmole; quando la palmola è passata, il maglio ricade per gravità.

Fino all'anno Mille si otteneva la follatura battendo con i piedi la lana immersa in tinozze. Con l'introduzione della gualchiera, la follatura avviene grazie a due pesanti magli di legno azionati dall'energia idraulica. È il primo importante esempio di applicazione dell'energia dell'acqua ad attività diverse dalla macinazione dei cereali. Dopo la gualchiera la ruota idraulica verrà impiegata per azionare numerose altre macchine.

Sotto un profilo più tecnologico è la prima significativa soluzione di un problema centrale della meccanica: la **conversione del moto rotatorio in lineare alternato**, una soluzione (albero a camme) tuttora ampiamente utilizzata.

La realizzazione di una gualchiera non è solo una questione tecnica: è un'operazione onerosa, che richiede un forte investimento e implica l'esistenza di una società organizzata che utilizzi l'impianto e contribuisca alle spese di manutenzione. Queste condizioni si sono realizzate a partire dal X secolo attorno ai castelli e nei villaggi sparsi in tutta Europa.

È significativo il fatto che gli stessi mulini per la follatura saranno i primi a sfruttare il vapore come forma di energia, divenendo le sedi delle prime fabbriche durante la rivoluzione industriale.



Una gualchiera nel celebre Novo teatro di machine di Vittorio Zonca.



# ALCHIMIA

## IL "LATO OSCURO" DELLA SCIENZA?



Il processo di trasmutazione dei metalli era chiamato Grande Opera; spesso rappresentata come albero.

**L**a trasmutazione dei metalli: ecco lo scopo principale dell'alchimia. La sua pratica è associata alla ricerca della cosiddetta *pietra filosofale* con la quale si pensa di riprodurre, accelerandolo, il processo di evoluzione naturale dai metalli vili, (ferro, piombo ...) al metallo perfetto, l'oro. Spesso la ricerca della pietra filosofale coincide con quella dell'*elisir di lunga vita*, inteso come farmaco universale capace di guarire ogni malattia donando l'immortalità.

Dalle antiche origini ellenistiche l'alchimia si è diffusa nel mondo arabo, subendo l'influsso dell'alchimia cinese, per approdare in Europa nei secoli XII e XIII. Nella cristianità occidentale l'alchimia è inserita in una visione unitaria del mondo e l'attività dell'alchimista è collocata nell'orizzonte della Redenzione.

Grandi scienziati, come **Alberto Magno** e **Ruggero Bacon**, si occupano di alchimia. Anche se molto diffusa, tuttavia non viene mai insegnata nelle università medievali e trova nella Chiesa una **posizione critica**, preoccupata di tenere ben distinte la sperimentazione scientifica dalle pratiche magiche ed esoteriche.



Una rappresentazione della pietra filosofale.



Tra alchimia e chimica vi sono differenze sostanziali di scopi e non solo di metodi; e in ogni caso c'è una notevole discontinuità tra l'approccio alchemico e quello chimico sviluppato sul finire del XVII secolo.

D'altra parte, per l'uomo medievale la concezione unitaria della realtà non è disgiunta da un profondo senso pratico, che favorisce la messa a punto di importanti tecniche sperimentali, riconosciute come le basi delle moderne metodologie di isolamento e purificazione dei composti. Così, gli esperimenti degli alchimisti hanno stimolato lo studio di nuovi composti chimici; portando alla scoperta degli idrossidi alcalini e dei sali d'ammonio e perfezionando gli apparati per la distillazione; allo stesso tempo, sentendo la necessità di procedere in modo più rigoroso, nelle ricette sono comparse le prime indicazioni quantitative.

E il contributo dell'alchimia alla scienza non si ferma qui: l'influenza delle concezioni alchemiche, come la teoria dei quattro elementi, durerà ben oltre la nascita della chimica; e concetti come quello di affinità, sono tuttora utilizzati dai chimici per spiegare la formazione dei composti dagli elementi.



*I rapporti tra alchimia, conoscenza e salvezza materiale e spirituale secondo Ruggero Bacon; lo schema rispecchia la tipica visione medievale: "macrocosmo e microcosmo, natura e uomo, erano la sede di complessi rapporti di corrispondenze, di simpatie, di affinità, in cui tutto si legava ed era riconducibile all'unità... Il piombo allo stato di imperfezione interiore dell'uomo, alla sua «caduta», l'oro alla perfezione dovuta alla «rinascita», alla sua liberazione, tramite una conoscenza che era illuminazione ed unione intima col tutto».*



Lo sviluppo dell'artigianato del vetro permise di migliorare gli strumenti per la distillazione: fu possibile quindi condensare prodotti volatili e isolare gli alcoli e gli acidi minerali: acido nitrico, cloridrico, solforico e acqua regia. Con gli acidi minerali, ben più forti dell'aceto di cui disponevano gli arabi, molte reazioni chimiche divennero possibili.



# LA MEDICINA

## STRUMENTO DELLA CARITÀ

I primi ospedali sorgono a ridosso dei monasteri e sulle vie di pellegrinaggio. La carità cristiana è la spinta che anima i monaci nell'offerta delle cure, che pur essendo ancora primitive, non mancano di una profonda attenzione all'uomo e alla sua sofferenza.

Gli ospedali medievali non sono opere pubbliche, in quanto la tutela della salute non è considerata uno dei doveri di chi amministra la città; essi sono un po' simili agli ospedali modernamente intesi, un po' ospizi, un po' alberghi per i pellegrini poveri. Il personale è composto da religiosi aiutati da laici nell'amministrazione e nei servizi.

Nell'ambito degli ospedali nasce una medicina pratica, che ha la sua massima espressione nella chirurgia che affianca progressivamente la medicina scolastica. A un chirurgo si richiedono i seguenti requisiti: apprendere bene la teoria, "aver visto e sperimentato molto" come dice **Paracelso**, saper giudicare, avere eccellente memoria, essere gentile col malato.

Nel frattempo nascono le prime Scuole universitarie di medicina; tra esse spiccano quelle di Bologna, Montpellier, Parigi e la celebre Scuola Medica Salernitana. In queste Scuole si formano i grandi esponenti della medicina medievale tra cui:

- **Lanfranco da Milano**: la terapia si deve reggere sulla chirurgia vera e propria (*operatio cum manu*), affiancata da un sano regime di vita (*regimen sanitatis*) (*Chirurgia Magna* 1296).

- **Henri de Mondeville**: notevole importanza alla formazione professionale cercando di dare autorevolezza alla professione medica. È vera virtù del medico l'esercizio della professione per gli altri e non per se stesso.



Set di strumenti chirurgici medievali.



"L'infermo prima di essere accolto confessi i suoi peccati e se necessario si comunichi con devozione; subito dopo sia accompagnato a letto, e lì, si come signore della casa, ogni giorno, prima ancora che i frati mangino, sia servito con amorevole carità; qualsiasi cosa desideri, perché la si possa reperire, sempre che non sia a lui controindicata, e secondo le possibilità della casa, si ricerchi per lui fino a che non sia ristabilito. Affinché poi colui che si è appena ristabilito in salute non abbia a incorrere in una ricaduta per essere stato prematuramente dimesso, consigliamo che, una volta guarito, per altri sette giorni sempre che lo voglia sia mantenuto a spese della casa. [...] Mai gli infermi restino senza una vigile sorveglianza".



# MUSICA: LA SVOLTA DI GUIDO

**N**ell'antichità la musica era priva di scrittura (notazione): i canti erano imparati a memoria e non era possibile apprendere una melodia sconosciuta se non per imitazione di qualcuno che la cantasse. Un primo studio rigoroso della musica si deve a **Pitagora** che, basandosi su uno strumento a una sola corda (monocordo) aveva identificato le basi matematiche del suono, individuando la relazione numerica tra la lunghezza della corda e l'intervallo musicale.

Per trovare un primo sistema di notazione musicale bisogna risalire al IX secolo. È la Chiesa a considerare necessaria una scrittura comune per rendere la liturgia uguale in ogni Paese e per tramandare i canti alle generazioni future. Verso l'anno Mille, la notazione gregoriana viene perfezionata e accettata ovunque. Nell'XI secolo l'**invenzione del rigo musicale** consente di raggiungere una maggiore precisione e una stabile definizione del linguaggio musicale.

La svolta arriva con **Guido d'Arezzo**. Egli dapprima utilizza il monocordo e la notazione alfabetica; in seguito, prendendo spunto dai greci e dagli studi di **Severino Boezio**, colloca alcuni simboli (i neumi) entro un sistema di righe e spazi: una lettera posta all'inizio (chiave musicale) indica a quale suono ogni riga corrisponda. Si accorge però del pericolo che il monocordo renda schiavi e incapaci di intonare una nota senza il suo aiuto. Da qui nasce il suo celebre **metodo** che porterà alla notazione moderna.

Secondo **Guido**, fino ad allora la teoria musicale era stata spiegata in modo poco chiaro ed erano stati scritti testi più adatti ai filosofi che ai cantori; egli inoltre è convinto che conoscere la teoria debba servire a cantare meglio, perché si ha la consapevolezza di ciò che si sta facendo. Le sue idee trovano inizialmente forti opposizioni, perché modificano abitudini consolidate. In seguito, viene chiamato a Roma dal Papa **Giovanni XIX** dal quale riceve l'approvazione dell'Antifonario scritto con il nuovo sistema.

Dal Medioevo si assiste a un'impressionante sviluppo della musica, che ha permesso la successiva esplosione del periodo barocco.



Antifonario della Cattedrale di Firenze del sec. XII.



Guido d'Arezzo per facilitare l'apprendimento ha escogitato un sussidio didattico visivo, la cosiddetta "mano guidonica".



Affinché i tuoi servi possano risuonare a piena voce i prodigi delle tue gesta, sciogli il peccato dell'impuro labbro, o San Giovanni



Il monaco benedettino Guido d'Arezzo, (997 ca. - 1050 d.c.) al monocordo con un allievo (miniatura, sec. XII).

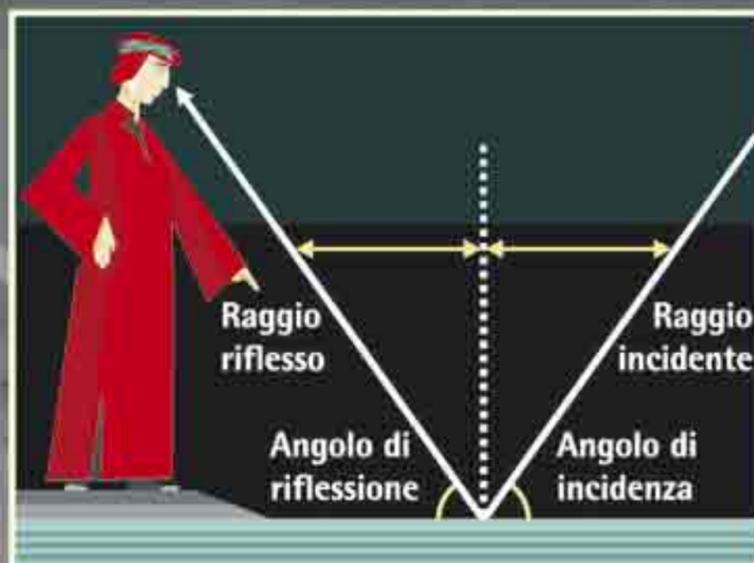
Il metodo di Guido si serve della melodia da lui composta per l'inno liturgico *Ut queant laxis* in cui ciascuna frase musicale inizia su un grado (tono) più acuto della precedente. La prima sillaba di ogni frase dell'inno corrisponde al nome attuale delle note musicali.

# IL METODO SCIENTIFICO NELLA DIVINA COMMEDIA

**U**na testimonianza delle conoscenze scientifiche del Medioevo si può trovare nell'opera letteraria più rappresentativa di quell'epoca: la *Divina Commedia* di **Dante Alighieri**.

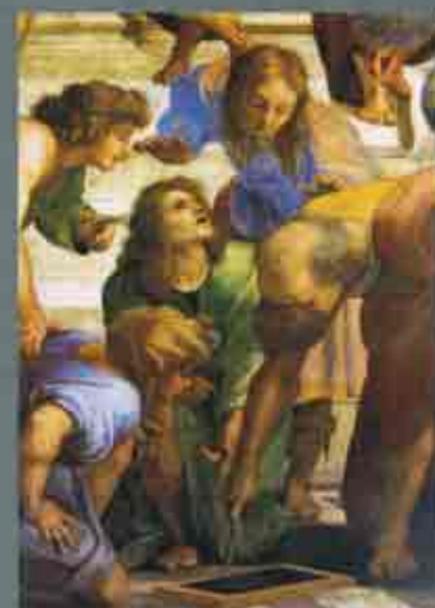
Con il suo talento poetico, **Dante** riesce a descrivere i fenomeni naturali coniugando precisione, chiarezza e brevità. Ecco, per esempio, come descrive la riflessione della luce sugli specchi:

*Come quando da l'acqua o da lo specchio  
salta lo raggio a l'opposita parte,  
salendo su per lo modo parecchio  
a quel che scende, e tanto si diparte  
dal cader de la pietra in igual tratta,  
si come mostra esperienza e arte;  
(Purgatorio, XV, 16-21)*



Colpisce un'osservazione di metodo: la scienza si fonda su **esperienza e arte**.

Per lo scienziato medievale l'arte coincide con la conoscenza delle discipline classiche, come geometria e astronomia, e soprattutto del metodo geometrico euclideo, preso a modello da tutte le scienze per il rigore e l'esattezza delle dimostrazioni.



Euclide nella Scuola di Atene di Raffaello.



Domenico di Michelino: Dante mostra Inferno, Purgatorio, Paradiso e Firenze (S. Maria del Fiore, Firenze).

Il ragionamento scientifico, però, non può essere una costruzione puramente astratta e autosostenuta ma deve sempre confrontarsi con il dato dell'esperienza, con l'osservazione della realtà.

*Da questa istanza può deliberarti  
esperienza, se già mai la provi,  
ch'esser sua fonte ai rivi di vostr'arti.  
(Paradiso, II, 94-96)*

Ritroviamo quindi nella *Divina Commedia*, trecento anni prima di **Galileo**, il principio fondante della scienza moderna: la ricerca della corrispondenza tra teoria (arte) ed esperimento (esperienza).

