

**Università degli Studi di Sassari**

**Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento  
nella Scuola Secondaria (SSISS)**

# **Epistemologia e Storia della Fisica**

**Ubaldo Bottigli**

La Fisica è la più antica delle Scienze Naturali e per molto tempo (circa 2000 anni) la sua storia ha coinciso con quella della Scienza in generale

La Fisica si occupa dei corpi materiali e del loro movimento, cioè dei **fenomeni** e la sua nascita si fa risalire ad **Aristotele**.

L'obiettivo della Scienza è la rappresentazione culturale dei fenomeni e quindi occorre un **paradigma di verità** (**gold standard**).



Aristotele nacque a Stagira nel **384 a.C.**

Dopo la morte del padre, a diciassette anni si stabilì ad Atene dove frequentò per vent'anni l'accademia di Platone; alla morte del maestro fu chiamato alla corte macedone da Filippo II, come precettore del figlio Alessandro. Si ristabilì ad

Atene (335 a.C), dove fondò la scuola del Liceo, chiamata anche "**Peripatetica**", poiché Aristotele vi teneva le lezioni passeggiando con gli allievi. Ad Atene portò a termine o compose gran parte delle sue opere. Quando morì Alessandro, dopo la caduta dell'impero macedone, in Atene prevalse il partito antimacedone e Aristotele fu accusato di empietà; abbandonò Atene, rifugiandosi a Calcide nell'Eubea, dove morì nel **324 a.C.** all'età di 62 anni.

# IL MOVIMENTO

**-Aristotele 340ac.**  
Afferma che la Fisica studia i corpi, le loro affezioni e i loro principi. Caratteristica essenziale dei corpi è la loro potenzialità di cambiamento.

CORPI CELESTI

soggetti al solo moto circolare uniforme

CORPI ESISTENTI SULLA TERRA, soggetti a quattro tipi di mutamento secondo:

la sostanza: generazione e corruzione  
la qualità: alterazione  
la quantità: aumento o diminuzione  
il luogo: movimento locale

Due tipi di moto:

Ogni movimento ha una causa: un motore

Principio di Causa Effetto

netta distinzione tra movimento e quiete

**Naturale:**  
viventi → Il motore è l'anima  
corpi inanimati → tendenza verso il luogo naturale

**Violento:** Motore esterno, il moto perdura finché rimane il contatto motore-oggetto

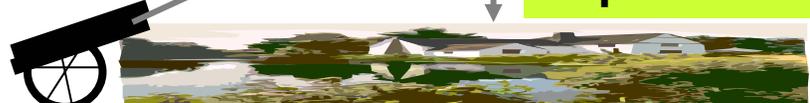
L'oggetto lascia il vuoto dietro di se. La natura ha orrore del vuoto, quindi il mezzo riempie rapidamente lo spazio vuoto spingendo l'oggetto!

**Velocità:** proporzionale alla forza del motore e inversamente proporzionale alla densità del mezzo

Il vuoto non può esistere perché la velocità degli oggetti sarebbe infinita

per oggetti lanciati l'impulso viene trasmesso al mezzo.

esempio di traiettoria di proiettili



Lo studio del movimento dei corpi porta naturalmente all'**astronomia** e quindi al problema fondamentale della filosofia classica



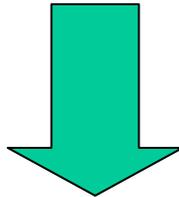
**COSMOLOGIA**

Aristotele afferma che l'universo è sferico e finito. Sferico, perché è questa la forma più perfetta; finito, perché ha un centro, cioè il centro della terra, e un corpo con un centro non può essere infinito. Anche la terra è una sfera, per Aristotele, relativamente piccola in confronto alle stelle, e in contrasto con i corpi celesti, sempre immobile. Al tempo di Aristotele, la concezione di Empedocle che vi fossero quattro elementi fondamentali - terra, aria, acqua e fuoco - era stata generalmente accettata. Aristotele, tuttavia, oltre a questi, postula un quinto elemento chiamato **etere**, che egli ritiene il principale ingrediente dei corpi celesti. L'etere è incomposto, ingenerato, eterno, inalterabile, invisibile e privo di peso.

Nel *De Caelo*, Aristotele eguaglia il primo motore di tutte le cose con la sfera delle stelle fisse.

# I fondamenti conoscitivi e logici della scienza in Aristotele sono:

- esiste un principio gerarchico noumeno  $\Rightarrow$  fenomeno;
- i fenomeni sono composti dalle osservazioni e dalla conoscenza degli antichi;
- esiste un principio di unicità e semplicità



**il mondo è uno e semplice**

# I momenti operativi della scienza sono:

*Aristotele*

*Attualmente*

- osservazione



**acquisizione dati**

- empiriocriticismo



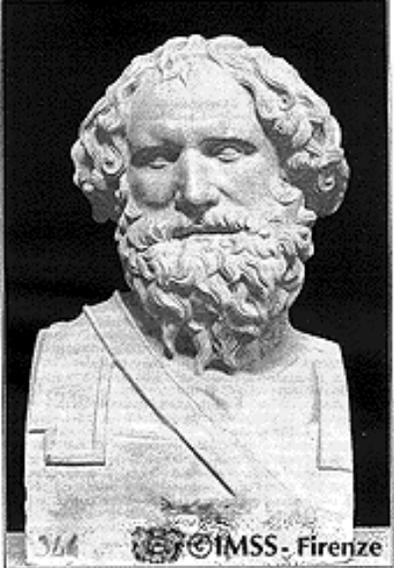
**modellizzazione**

- inserimento nell'uno



**teoria**

armonico e semplice



Archimede, greco di Siracusa, nacque in questa città nel **287 a.C.** Fu ucciso nel **212 a.C.** durante la presa di Siracusa da parte dei Romani. Ebbe fama di essere il più grande matematico ed ingegnere dell'antichità.

La sua fama è legata al "**principio di Archimede**", per cui un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del volume di fluido spostato.

L'importanza di Archimede nella storia del pensiero scientifico consiste soprattutto nell'**influenza da lui esercitata sulla formazione e lo sviluppo di un metodo matematico quantitativo**, che doveva affermarsi nella scienza all'inizio dell'età moderna.

500 d.C. Giovanni Filipponio (commentatore greco di Aristotele) nel moto violento non si spiega:

- 1- perché il lanciatore deve toccare l'oggetto invece di agire sul mezzo, aria o acqua;
- 2- perché due corpi che si sfiorano in aria non deviano come quelli che si urtano;
- 3- perché si può lanciare più lontano un corpo pesante invece di uno leggerissimo.

Conclude: falsificata l'ipotesi che il motore cedesse la sua forza motrice al mezzo (che esercita piuttosto una resistenza al moto) conclude che esso cedeva la forza al corpo:

*"bisogna che una certa potenza motrice immateriale sia impartita dal proicente al proietto"*

L'idea ripresa da Avicenna e da altri pensatori islamici fu rozzamente formulata nel mondo latino dall'inglese Riccardo Rufo solo nel 1200 e si diffuse nel 1300 quando un francescano italiano Francesco Marchia nel contesto di una discussione teologica sull'eucarestia sviluppa un interessante analisi del moto violento di una pietra verso l'alto:

**“i proietti rimangono in moto perché assorbono dal motore l'impulso di una forza residua (*forza derelicta*)”**

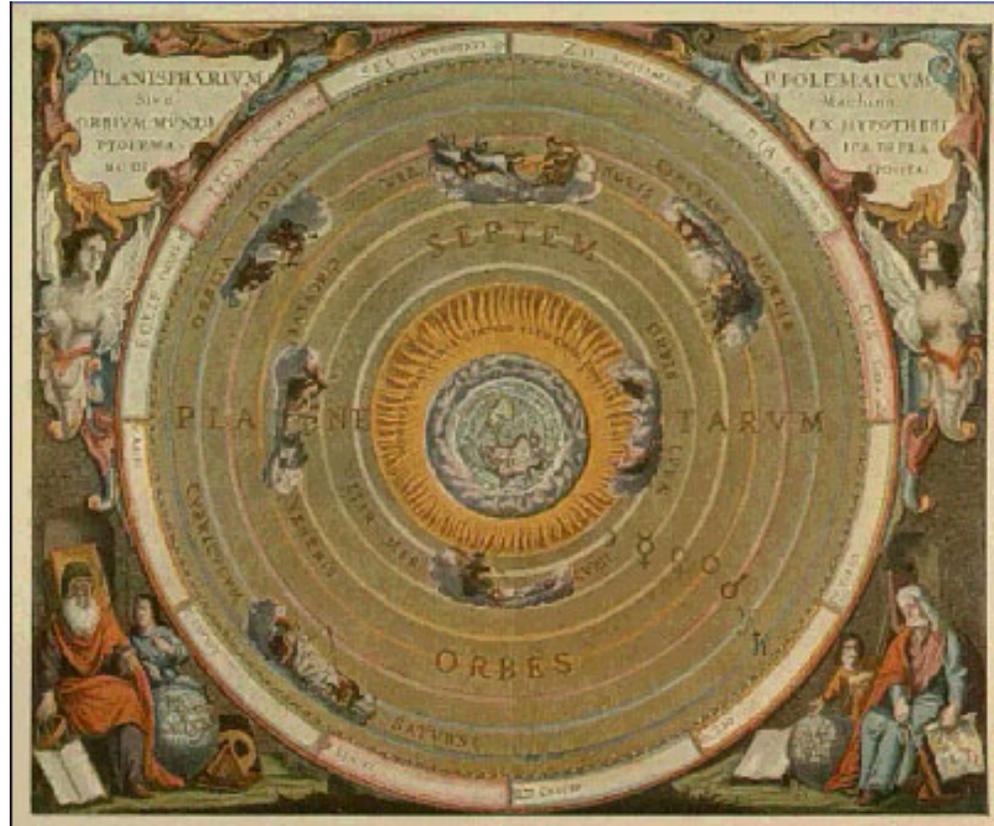
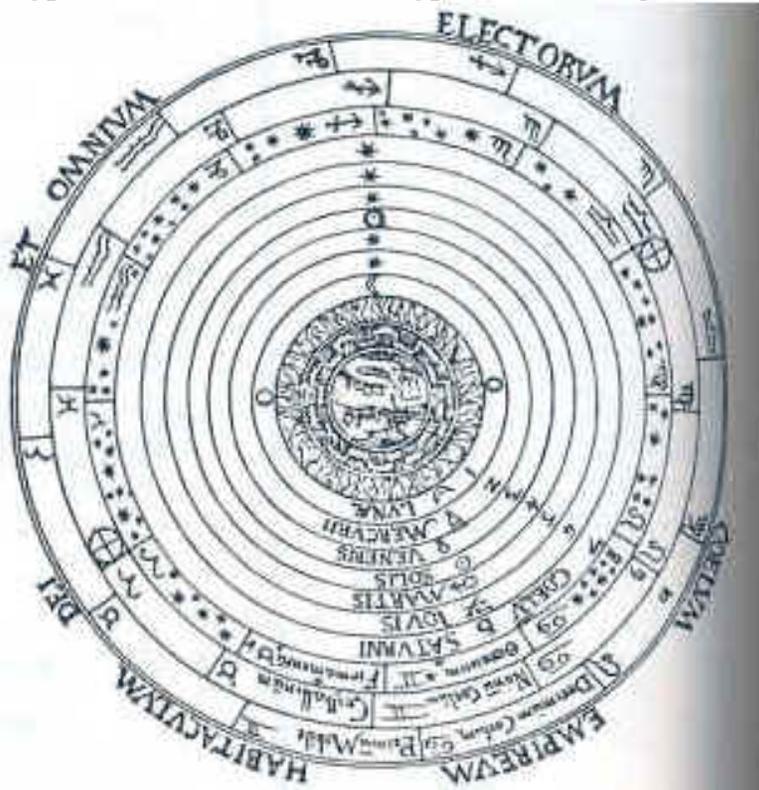
Nel Medioevo si trovano discussioni sul moto nei testi teologici relativi a tentativi di soluzioni logiche per problematiche di argomenti di fede complessi, come *l'eucarestia, l'immacolata concezione, l'ubiquità angelica ecc.* il tutto era finalizzato alla diffusione dei vangeli tra gli infedeli.

# La cultura ed il cristianesimo

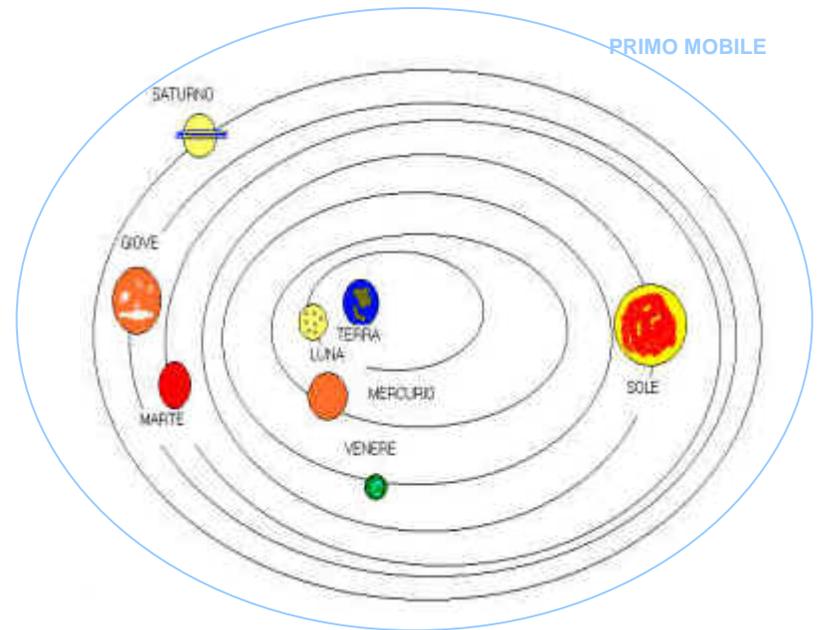
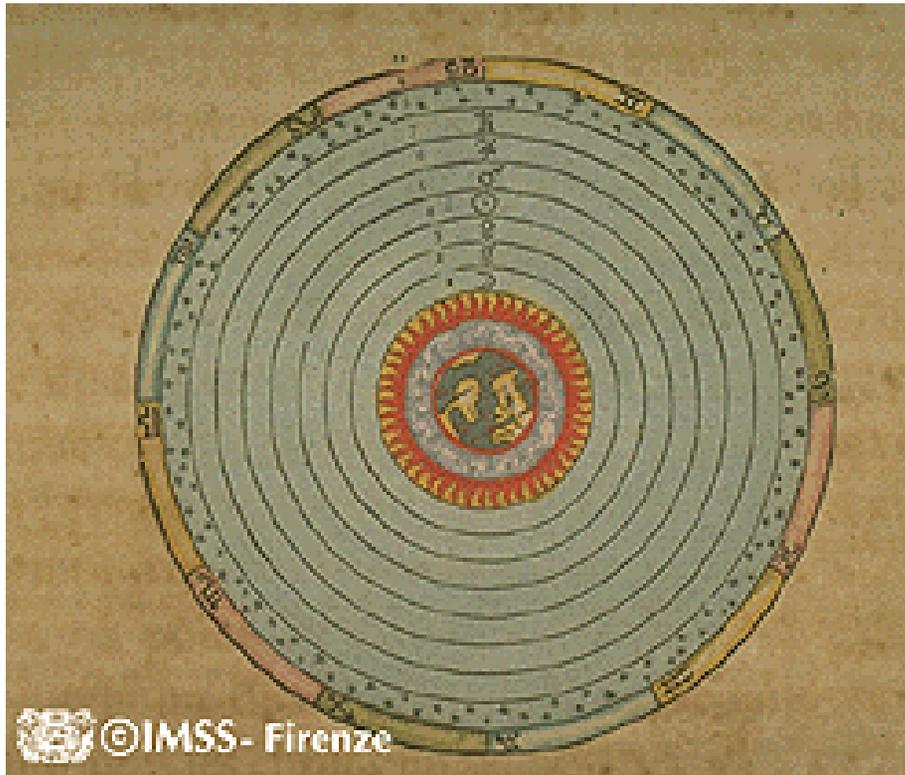
Fino alle crociate il cristianesimo si è dimostrato molto anticulturale. L'incendio della biblioteca di Alessandria e l'assassinio di Ippazia ne sono la prova. Le crociate sono state fatte anche per convertire i mussulmani, ma i frati capirono che era un'impresa impossibile, dovuta principalmente alla abissale differenza culturale con l'islam. Tornati nei conventi tradussero e trascrissero i testi greci dall'arabo e si misero a studiare.

Ancora nel 1215 nel IV Concilio Lateranense si rimarcavano le non poche dissonanze tra la cosmologia aristotelica e la Bibbia.

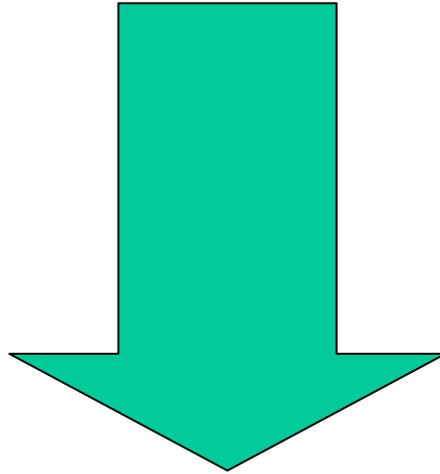
Pochi anni dopo per merito di **San Tommaso d'Acquino** vengono superate le difficoltà e si può parlare di cristianizzazione dell'aristotelismo e la *Dottrina Tomista* viene riconosciuta dalle autorità ecclesiastiche come dottrina ufficiale della Chiesa. Nella fusione delle dottrine cristiane ed aristoteliche realizzata dal *Dottore Angelico*, le sfere celesti e la posizione della Terra assumevano un preciso significato religioso e politico.



**Terra** (immobile al centro dell' universo), **Luna, Mercurio, Venere, Sole, Marte, Giove, Saturno**. Le sfere dei pianeti erano racchiuse dal cielo delle stelle fisse, corpi celesti che non presentavano alcun tipo di movimento; tale cielo ruotava grazie all' impulso datogli dal **primo mobile** - il nono cielo, velocissimo e privo di stelle - attraverso Dio.



Nella *Commedia* dantesca, che ricalcava lo schema tomistico, le sfere celesti erano poeticamente mosse dagli angeli della tradizione cristiana.



La cosmologia dantesca è una mirabile sintesi delle concezioni aristoteliche filtrate attraverso la riflessione teologica di derivazione tomista.

Nel trattato sulla *Monarchia*, Dante fa un suggestivo parallelo tra la natura gerarchica delle sfere celesti e la struttura politica sociale della civiltà occidentale medioevale. Dante non aveva difficoltà a paragonare il primo motore cosmico, che animava e primeggiava sulle gerarchie angeliche, all'imperatore terreno e alla sua catena di vassalli.

Scalzare la Terra dal centro dell'universo, infrangere le sfere celesti, rivoluzionare le concezioni meccaniche sui luoghi naturali, significava minare alla base non solo le concezioni scientifiche fondate sul senso comune, ma introdurre elementi eversivi in una concezione immobilistica e fortemente gerarchica del mondo politico e religioso.

Muovere la Terra metteva in discussione la posizione di Dio nel Cosmo, la posizione dell'uomo nella scala dei viventi, quello stesso ordine sociale per cui nella iconografia medioevale il Dio primo motore aveva trovato significati e riscontri nell'ordinamento politico.

Dall'età classica fino a tutto il 1500 la scienza, individuata fondamentalmente nella cosmologia, è **ancella della teologia** (San Tommaso).

Il controllo della chiesa sulla scienza è totale: le cattedre di fisica sono, come tutte, di nomina papale e mai disgiunte da quelle di teologia.

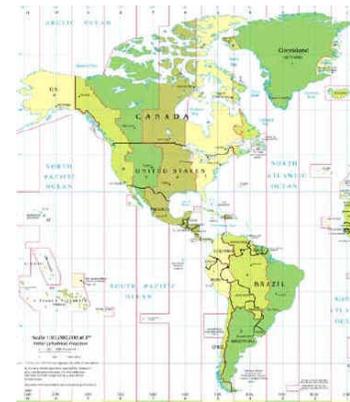
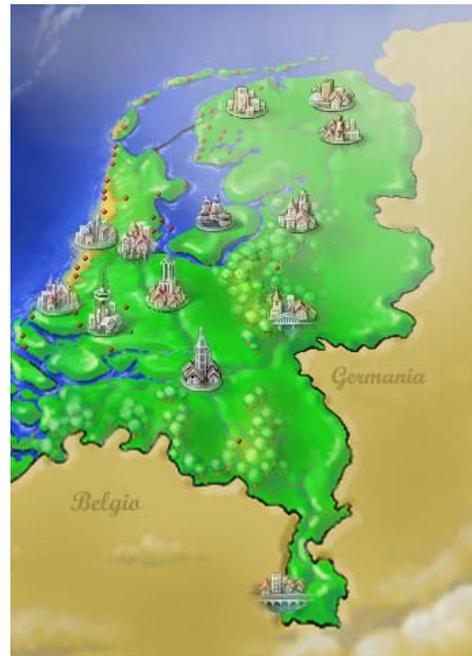
Si afferma in maniera generale, come paradigma di verità: **ipse dixit**, cioè la conoscenza degli antichi ed in particolar modo gli scritti aristotelici e le sacre scritture.

Si sviluppa la **tecnica**: le conoscenze scientifiche permettono di costruire strumenti capaci di modificare in maniera drammatica la vita degli uomini e l'ambiente nel quale essi vivono:

*armi*



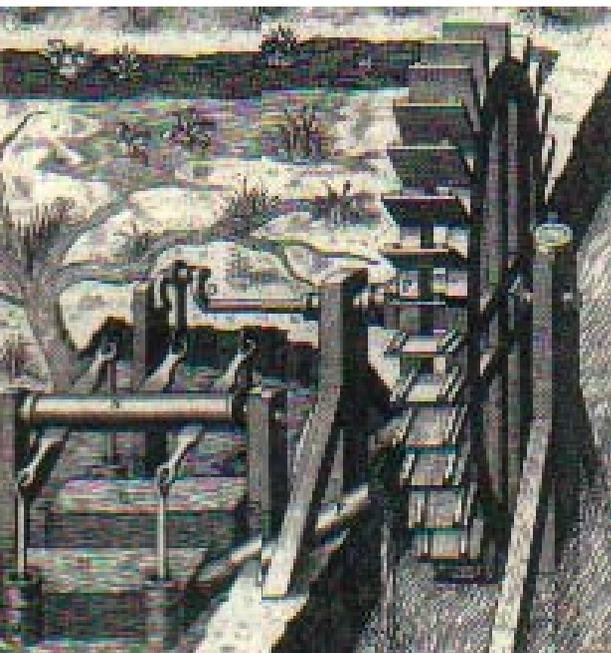
*dighe, chiuse, mulini*



*bussola,  
misure  
terrestri  
e celesti*

## SVILUPPO TECNOLOGICO NEL MEDIOEVO.

**-500 - 900dC** nei conventi, per lasciare più tempo alla preghiera, si sviluppano i mulini ad acqua. Il moto circolare prodotto da una ruota orizzontale mossa da una corrente di acqua veniva trasmesso verticalmente ad una macina da mulino (400Watt) o per follare o cardare fibre tessili.



Gradualmente furono sostituiti dai mulini a ruota verticale (0.7 a 7KW) già usati nella antica Roma, anche se allora poco diffusi. Molti feudatari installarono dei mulini ad acqua nelle loro proprietà ed obbligavano i servi della gleba ad usarli a pagamento, perciò ebbero grande diffusione. Nel 1086 in Inghilterra ne erano installati 5624.

Durante il 1100 sono apparsi i primi **alberi a camme** usati per sollevare mantici o pesanti martelli da fucina con l'energia dei corsi d'acqua.

Successivamente con l'introduzione della **biella** il moto rotatorio si trasformava in moto lineare con continuità, sullo stesso albero si potevano inserire diverse macchine comprese le pompe.

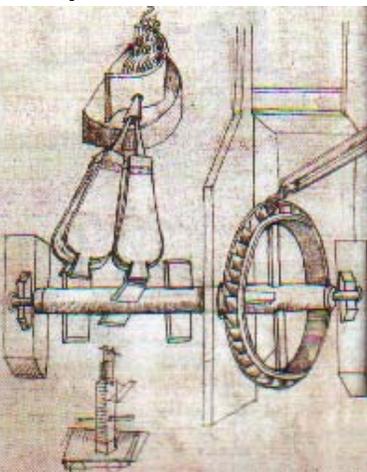
**Fu un susseguirsi di nuove applicazioni, che indussero chi non aveva i corsi d'acqua ad usare i mulini a vento, inventati in Persia nel 700 e portati in Europa dai crociati nel 1100.**



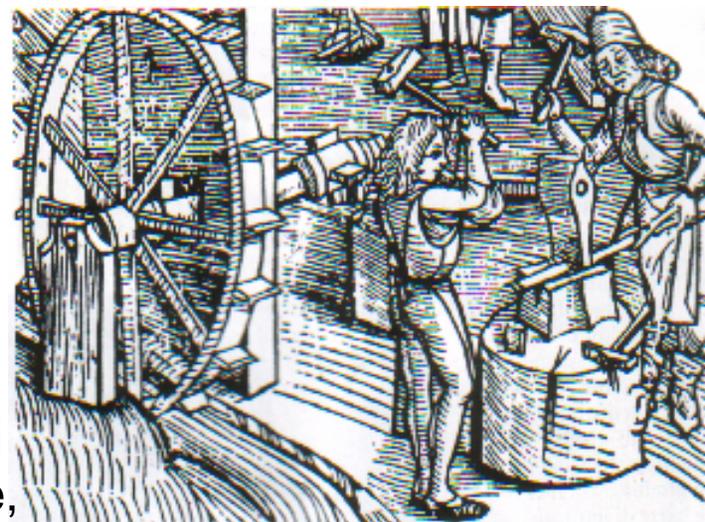
# LA MECCANIZZAZIONE DELLA SIDERURGIA

Fino al 1800 il ferro veniva prodotto in forni mescolando i minerali (ossidi di Fe) con lignite. I forni non superavano la temperatura di  $1350^{\circ}\text{C}$ . Il ferro fonde a  $1550^{\circ}\text{C}$ .

Si produceva una massa di ferro e scorie (loppa). Per separare il Fe dalle scorie si doveva battere con il martello. È quindi facile comprendere l'importanza dei magli mossi dai mulini verticali ad acqua con albero a camme,



quali erano usati anche per muovere i mantici. Una fucina medioevale era costituita da un mulino che con un albero a camme muoveva un maglio e un mantice.



Solo nel XIX sec. con l'uso dell'antracite si raggiunse la fusione del Fe ed iniziò industrialmente la produzione di ghisa, acciaio e leghe.

Sulle tecnologie medioevali si trovano pochissimi scritti, a parte poche cose scritte dai monaci cistercensi. La maggior parte delle informazioni è stata raccolta con scavi archeologici. Le ragioni stavano: nel fatto che gran parte degli artigiani erano analfabeti, nell'abitudine a tramandare le conoscenze tecniche oralmente dal maestro all'apprendista, dalla volontà dell'artigiano di mantenere i segreti per evitare la concorrenza.

*Il mondo accademico ed intellettuale considerava la tecnica qualcosa di servile per cui era disdicevole occuparsene.* Si deve aspettare fino al **1556** che **Georg Bauer** (Agricola) un medico tedesco, che lavorava a Joachimstal un bacino minerario boemo, pubblicasse ***De re Metallica***, un tratto della tecnologia metallurgica (per 200 anni rimase il riferimento).

# LA CARTA E LA STAMPA



Qualche secolo a.c. i cinesi usavano la carta per scrivere. Era fatta di un impasto di fibre vegetali sospese in acqua e poi estratte sopra un filtro piatto e seccate. Nel 751 a Samarcanda i cinesi furono sconfitti dagli arabi che attraverso i prigionieri conobbero il segreto della carta. Nel 793 a Baghdad operava una fabbrica di carta. Attraverso la Spagna musulmana raggiunse l'Europa verso il 1150. A Fabriano si industrializzò il processo usando la forza idraulica per pestare le fibre vegetali.

La scrittura si è sviluppata prima sulle tavole di argilla, in seguito gli egizi usarono il papiro, in seguito venne usata la pergamena che era pelle di capra o pecora trattata appositamente. Il materiale era molto caro per cui la diffusione degli scritti rimase molto limitata



~1450 **Johannes Gensfleisch detto Gutenberg** inventa la **STAMPA** a caratteri mobili. I caratteri, compresa la punteggiatura e gli spazi, erano incisi in rilievo in una lega 70% Pb, 25% Sn (per rendere più basso il punto di fusione) e 5% Sb per dare durezza. La pagina era composta in un telaio di serraggio. Inventò speciali spugne per cospargere un inchiostro fatto di trucioli di legno resinoso e di vernice di olio di lino. Nel 1454 commercializzò la Bibbia in latino tradotta da San Gerolamo realizzata con 290 caratteri differenti di 1282 pagine di 42 righe su due colonne. Nel 1500 il numero delle città con stamperie era di 286, erano state pubblicate 35000 edizioni di 15000 testi diversi ed erano in circolazione 20M di copie. I testi degli antichi, dei monaci e dei filosofi erano stati resi pubblici. Nel 1234 la stampa a caratteri mobili era stata inventata in Corea, non si ha idea se Gutenberg lo avesse saputo



**LA MISURA DEL TEMPO.** La posizione dell'ombra di un'asta piantata nel terreno permette di dividere la giornata in periodi. Ovviamente funziona solo di giorno con il sereno e la posizione dell'ombra dipende dalle stagioni, si chiama **MERIDIANA**. Gli egizi inventarono una clessidra ad acqua (il tempo varia con l'altezza del livello). La usarono i greci per limitare la lunghezza dei discorsi. All'epoca di Carlo Magno arrivarono in Europa le prime **CLESSIDRE** a sabbia nelle quali la caduta è indipendente dal livello della sabbia. Alla **fine del 1200** si iniziarono a costruire in Europa nell'ambito dei monasteri, orologi meccanici: un peso in caduta legato ad una corda arrotolata su un asse lo faceva girare e questo muoveva un complesso meccanismo. La precisione era scadente.



All'inizio del 1300 fu inventato il **bilanciere**, che permetteva l'avanzamento della ruota collegata all'asse mosso dal peso, a tempi fissati. Nel 1350 Giovanni Dondi costruì, per la città di Padova un orologio pesi con bilanciere a barra. La precisione di questi orologi era scarsa: scartava anche di mezza ora ogni 24 ore. Solo nel 1600 usando il pendolo e le sue leggi scoperte da Galileo la precisione diventa soddisfacente. L'orologio a pendolo proposto da Galileo fu effettivamente costruito da Huygens.

L'orologio a molla, come organo di movimento, è iniziato con l'invenzione del fuso avvenuta nel 1400, con precisioni simili a quelli con bilanciere. Ne 1511 Peter Henlin orologiaio di Norimberga costruì un orologio grande come un uovo, segnava solo le ore ed una carica che durava 40 ore. 1665 Huygens introdusse il bilanciere con molla a spirale.



La bussola permise i viaggi transoceanici, ma il problema della longitudine rimase irrisolto. In particolare era grave per l'Inghilterra che aveva coste nebbiose. Dopo una serie di gravissimi incidenti nel 1714 il parlamento di Londra emise la *Longitudinal Act* che offriva un premio di 20000LS (10Meuro) per l'inventore di un metodo per determinarla. Un orologio che avesse mantenuto l'orario del porto di partenza con la precisione di 1sec/giorno, confrontato con la posizione del Sole avrebbe dato la longitudine. Con il rollio della nave e con le temperature diverse gli orologi a pendolo e a bilanciere non davano precisioni sufficienti. I metodi astronomici erano troppo laboriosi. L'orologiaio inglese John Harrison con l'invenzione dei cuscinetti a sfera e le lamine bimetalliche ottenne il premio (con molte difficoltà).

## L'ARTE

Nella seconda metà del medioevo la scultura ed in particolare la pittura ebbero un enorme sviluppo. Erano considerati forme di rappresentazione della realtà sia a religiosa che profana. L'introduzione della prospettiva nel 1400 ebbe una grande importanza. I pittori che inizialmente erano considerati al livello dei servi e degli artigiani assunsero un ruolo sempre più rispettato che si può riassumere con il famoso aneddoto di Tiziano, al quale cadde un pennello mentre eseguiva il ritratto di Carlo V e questi lo raccolse.

## LA PROSPETTIVA

Lo studio delle apparenze ottiche come le ombre, portò i greci anche all'elaborazione delle leggi della prospettiva per le scene teatrali, ciò è documentato da Lucrezio, Erone e Vitruvio che scrive in *De Architectura*: **La scenografia è lo schizzo del fronte e dei lati che si allontanano e la convergenza di tutte le linee al centro.** Vitruvio fa risalire la scenografia ad Anassagora e Democrito. La prospettiva fu dimenticata nel medioevo e **non fu scoperta indipendentemente** da nessun'altra civiltà, essa fu recuperata nell'ambito dell'interesse rinascimentale per la cultura ellenistica.

Il cristianesimo è per principio contrario alla schiavitù e per di più una società molto povera ha delle vere difficoltà a reperire schiavi. Nel medioevo la tecnologia si è sviluppata anche per ottemperare a problematiche che molte altre civiltà hanno risolto con la schiavitù. All'inizio chi si occupava di tecnologia non aveva un rango superiore al contadino o al servo. Ma nel 1500 le attività economiche legate allo sviluppo tecnologico avevano assunto un grande importanza sia sociale che militare che ha portato un sempre maggiore rispetto per gli operatori tecnologici. L'importanza dell'arte in particolare in Italia è la più conosciuta ma la questione fu molto più generale e diffusa. L'invenzione della stampa ha avuto un grande ruolo con la diffusione dei libri dedicati alle tecnologie, basti ricordare il libro di Bauer sull'arte mineraria, che nel Potosì (Bolivia) era dagli spagnoli collocato sugli altari come fosse un libro sacro.

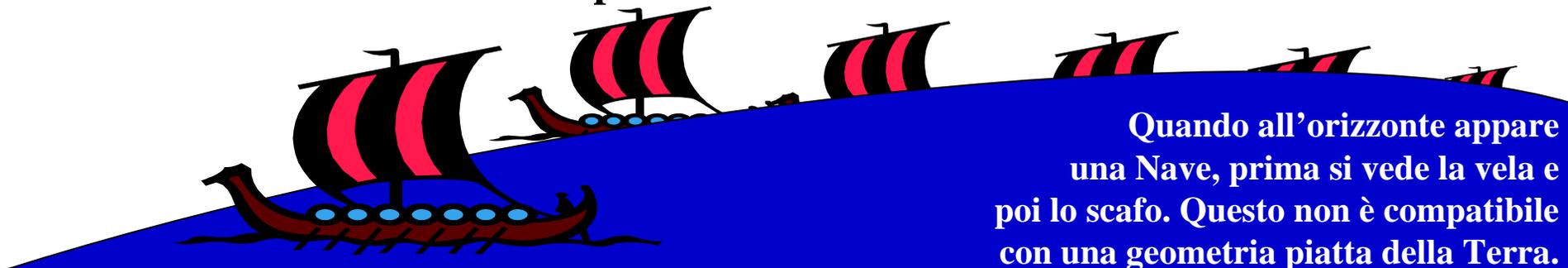
La magia derivata da culture precedenti era stata definita *Magia demonica o nera* è completamente debellata nel Medio Evo da tutti i territori cristiani.

Nel 1460 arriva dalla Macedonia il libro *Corpus hermeticus* del sacerdote egizio Ermete Trismegisto, tradotto, dopo pochi anni, in latino da Marsilio Ficino su espresso ordine di Cosimo dei Medici. La riscoperta di quegli antichi testi neoplatonici e stoici del II sec. dc diffusero ovunque convinzioni nuove della posizione dell'uomo nel creato e sulla posizione uomo natura e sulle origine più antiche e misteriose del cristianesimo. La necessità di rinnovare il cristianesimo favorì la diffusione della gnosi ermetica presso gli studiosi più sensibili. Ficino vide nella *prisca theologica* del Primander la più convincente spiegazione della Trinità e della Genesi. Un forte impulso lo ebbe da uomini come Pico della Mirandola, Francesco Patrizi, Tommaso Campanella e Giordano Bruno.

I Sumeri pensavano che la terra fosse piatta.

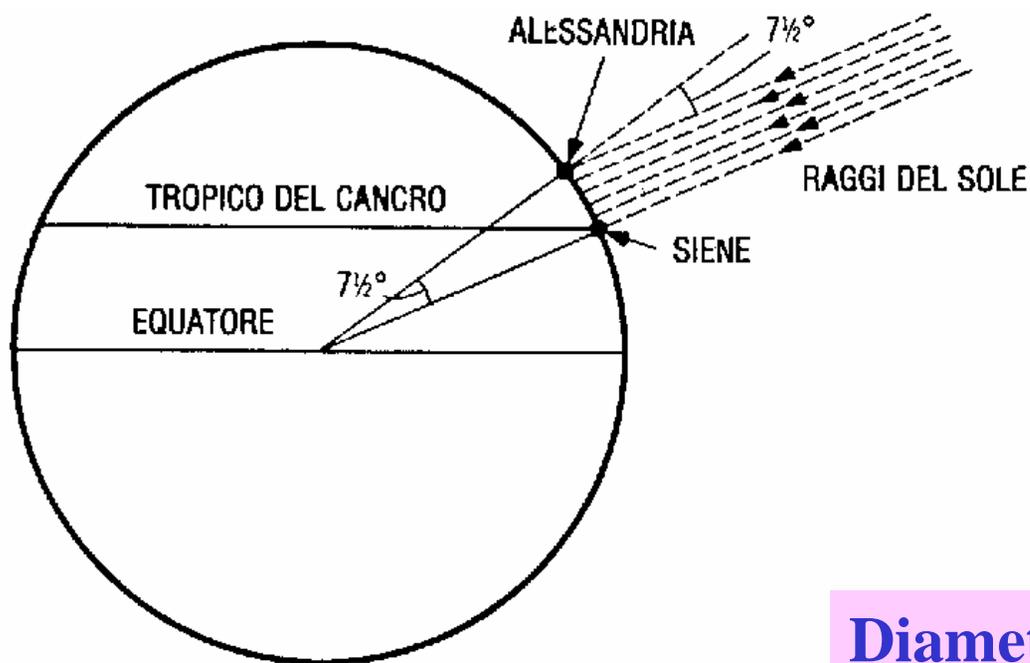
LA FORMA DELLA TERRA

350aC-Aristotele-I Greci sapevano che la terra era sferica.



Quando all'orizzonte appare una Nave, prima si vede la vela e poi lo scafo. Questo non è compatibile con una geometria piatta della Terra.

- Viaggiando verso sud alcune stelle sparivano e ne apparivano altre.
- Durante l'eclisse lunare l'ombra terrestre proiettata sulla Luna è un cerchio.
- Aristarco** valuta le dimensioni relative degli astri, trova il Sole molto più grande della Terra e trova illogico che questa sia il centro cosmico.



240 a.c Eratostene misura il diametro della Terra:

A mezzodì del solstizio d'estate (21 giugno) il Sole è a perpendicolo sui tropici.

Diametro della Terra ~ 13 000 Km

Per via delle vicende della scoperta dell'America da parte di Cristoforo Colombo, è convinzione generale che nel Medioevo si credesse che la Terra fosse un disco piatto. L'opinione si è formata nel periodo illuminista. Non esiste nessuna prova di tale convinzione, anzi nei circoli culturali ed universitari medioevali era ben noto che la Terra fosse sferica, infatti erano tutti Aristotelici e la cosmologia era quella di Tolomeo. A livello popolare il fatto che la Terra fosse un disco piatto circondato dall'oceano era una convinzione generale, ma non solo nel medioevo, fino ai voli spaziali lo era anche in tempi molto recenti.

Un problema era legato alla questione degli antipodi. Credendo che la Terra fosse sferica si poneva il problema di come potevano comminare le persone nel mitico continente Australe. Si supposeva che se esistevano delle persone queste avessero i piedi al posto delle braccia (*antipodi*). L'altra questione era se questi antipodi avessero l'anima. Si discusse assai sull'argomento e vennero anche condannati e bruciati alcuni eretici. Il problema nasceva dal fatto che si pensava che all'equatore ci fosse una cintura di fuoco che non permetteva il passaggio, infatti andando verso sud era sempre più caldo e si estrapolava in modo ovvio (i portoghesi nel 1470 dimostrarono che si poteva passare).

Nel Vangelo stava scritto che Gesù aveva ordinato agli apostoli di portare la buona novella a tutti gli uomini, ma se c'era la cintura di fuoco non si poteva portare la buona novella agli antipodi. dato che Gesù non poteva dare compiti impossibili. Quindi gli antipodi non avevano anima immortale, erano cioè solo animali. Molti dei *conquistadores* approfittarono di queste dotte elucubrazioni per trattare realmente gli indigeni americani come animali.

**Cose mai viste:** Le scoperte geografiche fecero conoscere una enorme quantità di piante ed animali mai visti prima e non descritti in nessun modo nelle scritture. Inoltre, e non fu cosa da poco, nel brillò in cielo, per una ventina di giorni, una nuova stella chiamata appunto *nova*. Questo fatto metteva in crisi la tanto conclamata immutabilità dei cieli. Infatti c'erano argomenti sufficienti permettere in dubbio molte convinzioni radicate e spingere le persone più creative a criticare la cultura antica ed ha pensare con la propria testa.

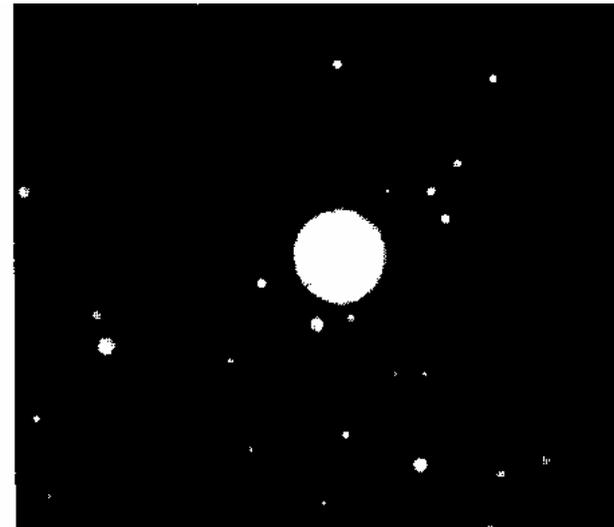
Va fatto notare che nel 1054 brillò nel cielo la nova della famosa nebulosa del granchio. Brillò per 20 giorni anche nel cielo diurno quasi come un altro sole. I cinesi la notarono e scrissero del fatto. In Europa nessuno si prese la briga di scriverlo, solo un frate collegò questo fatto con la morte recente di un papa e scrisse che l'anima di tale papa brillò nel cielo anche diurno per molti giorni.

Questo dimostra che i fatti straordinari possono essere ignorati se manca la cultura per apprezzarli.

Nel 1572 appare una nova nel cielo della Cassiopea.

Gli astronomi, Tycho, Digges, Maestlin e Dee constatarono con la misura del parallasse l'estraneità della nova al mondo sublunare e compresero che l'immutabilità aristotelica dei cieli non era sostenibile.

Questo fatto creò molte perplessità.



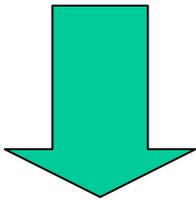
Esami sempre più accurati di diversi corpi celesti come la cometa del 1577 indussero **Tycho Brahe** ad affermare clamorosamente nel *The mundi aetherei recentioribus phenomenis* l'inesistenza reale delle sfere cristalline: **In realtà non esistono orbi nel cielo. Quelli che gli autori hanno inventato esistono solo nell'immaginazione.** Brahe rifiutava però il moto della Terra.

**Francesco Patrizi da Cherso** professore di Filosofia Platonica prima a Ferrara e poi a Roma il quale nel 1591 in *Nova de universis philosophia* nega l'esistenza delle sfere celesti *alle quali come nodi in una tavola sarebbero infissi le stelle e i pianeti.* Anche Copernico egli afferma, ritiene a torto che i corpi celesti siano trasportati da sfere. Qui propone di abbandonare l'immutabilità aristotelica dei cieli e di tornare a pensare come Pitagora e Platone che le stelle siano *animali celesti dotati di anime di volontà e appetiti,* e considera la nuova stella apparsa nel cielo nel 1572, come una dimostrazione dell'evidente mutabilità dei cieli.

**1576- Thomas Digges** pubblica un almanacco di grande successo (6 edizioni) *Perfit description of Celestials orbits* dove presenta un universo copernicano privo di confini.

**Comunque sia tra gli astronomi che tra i filosofi e pensatori quelli disposto a difendere teorie di tipo copernicano furono ben pochi fino almeno alla metà del XVII secolo.**

Il clima culturale viene radicalmente cambiato il 31 ottobre del 1517 da Martin Lutero (Eisleben 1483-1546) il quale affigge sulla porta della cattedrale di Wittenberg un manifesto contenente 95 tesi



# RIFORMA

L'affermazione della **libertà di interpretazione delle sacre scritture** favorisce l'imporsi di un modello culturale nel quale il **sapere scientifico è separato da quello religioso**, in contrapposizione al modello unitario (**Controriforma**) nel quale la cultura scientifica è ancora sottomessa a quella religiosa



Bruno nacque nel 1548 col nome di Filippo. Figlio di un soldato, nella piccola città di Nola ai piedi del Vesuvio.

Domenicano, tra i testi formativi di **Giordano Bruno**, va certamente citato "L'elogio alla Follia" di Erasmo Da Rotterdam.

Era convinto di poter convincere con le sue argomentazioni razionali, chiunque, e rimaneva sorpreso quando ciò non accadeva.

A causa di letture proibite, nel 1576, venne accusato di eresia e comincia così il lungo periodo di peregrinazioni che lo vedranno toccare la maggiori città Milano, Venezia, Firenze e dopo Ginevra (1579 dove aderisce formalmente al Calvinismo), Parigi (1581 professore straordinario di filosofia), Oxford (1583 Bruno fece alcune letture sulla nuova cosmologia Copernicana), ancora Parigi (1585) e poi Praga, Mainz, Wittemberg, Zurigo e Francoforte.

Nel 1591 torna a Venezia, dove il suo ospite **Giovanni Mocenigo**, che pretendeva che Bruno gli insegnasse formule magiche di stregoneria, lo denuncia all'Inquisizione veneziana.



Per evitare la morte, decise di ritrattare e di abiurare.

Chiese perdono in ginocchio e affermò di rinnegare

tutte le sue teorie di origine scientifico, ma il Senato

della Serenissima, su pressioni di Roma, votò per l'espulsione ed

il trasferimento di Bruno a Roma, dove venne trasferito nel mattino del 27 Febbraio del 1593. Venne rinchiuso nelle prigioni del Sant'Uffizio dove fu più volte vittima di torture.

All'alba del **17 Febbraio del 1600** Bruno venne condotto al rogo in piazza Campo dei Fiori. Per evitare che potesse influenzare le genti accorse ad assistere all'esecuzione del nemico della Chiesa, gli venne applicata una morsa alla lingua che gli causò un vistoso e prolungato sanguinamento.

**Venne denudato, legato al palo, e arso vivo sotto gli occhi di Roma, mentre i monaci cantavano le litanie senza interruzione.**



## LA RELATIVITA' DEI MOTI

"Sarebbe impossibile che una pietra gittata all'alto potesse per medesima rettitudine perpendicolare ritornare al basso: ma sarebbe necessario, che il velocissimo moto della Terra se la lasciasse molto a dietro verso lo **occidente**". Così Bruno affronta in una famosissima pagina della **"Cena delle Ceneri"** (1584) l'obiezione tradizionale a una Terra mobile e ribatte: **"con la Terra [...] si muovono tutte le cose che si trovano in terra [...non diversa è la situazione su una nave quando...] alcuno che è dentro una nave gitta per dritto una pietra: quella per la medesima linea ritornerà a basso, muovasi quanto si voglia la nave, pur che non faccia de gl'inchini"**.

Con le grandi opere di Giordano Bruno (*De l'infinito universo e mondi* del 1584 e nel poema *De immenso et innumerabilis*) può dirsi compiuta l'opera di distruzione dell'angusto cosmo aristotelico-tomistico.



Nella mente profetica, intrisa di religiosità ermetica, del grande *nolano* prendevano una dimensione reale spazi infiniti animati da mondi simili al nostro sistema solare.

Emergeva dai suoi pensieri una posizione inedita dell'uomo nella scala degli esseri nonché una religione solare sostanziata da un vitalismo panteistico.