



# ALBERTO MAGNO e TOMMASO D'AQUINO: il dispiegarsi della scolastica

Per lo sviluppo del pensiero scientifico l'importanza di Alberto Magno (Alberto di Lauingen o anche di Bolstätt, ca.1100-1180), entrato (1123) nell'ordine domenicano e maestro di teologia all'Università di Parigi (1241), creatore dello studium generale di Colonia (1248), consiste soprattutto nella riscoperta di Aristotele e nell'introduzione della scienza greca e araba nelle Università della Christianitas. Grazie alle traduzioni di Gherardo da Cremona e di Giacomo da Venezia l'opera aristotelica era già ampiamente discussa, ma permaneva la diffidenza dell'autorità religiosa nei confronti dei libri naturales di Aristotele. Nel 1210 il vescovo di Parigi ne aveva impedito l'insegnamento pubblico e privato, pena la scomunica - la condanna viene revocata solo nel 1234. Ma dal 1240 Alberto si dedica alla grande impresa dell'edizione latina dell'intero corpus aristotelico. Non si tratta di una semplice ricostruzione: commentando Aristotele, Alberto non manca di discutere le questioni più controverse, staccandosi talvolta apertamente dal pensiero dello Stagirita. Propagazione del suono e della luce, analisi del calore, teoria dell'arcobaleno sono alcuni dei suoi contributi più significativi nel contesto della "fisica". In astronomia accetta il geocentrismo della tradizione aristotelico-tolemaica, ma attribuisce le macchie sulla Luna a irregolarità della sua superficie e ipotizza che la Via Lattea sia composta di stelle. Cercando una conciliazione tra la tradizione aristotelica e quella atomistica prospetta un'identificazione

dei *minima naturalia* di Aristotele con gli indivisibili di Democrito. Riprendendo il gusto aristotelico per lo studio del vivente fonda una vera e propria botanica sistematica nel *De vegetabilibus et plantis*. Il suo *De animalibus* presenta interessanti variazioni rispetto alla classificazione aristotelica, in particolare in relazione alle specie acquatiche. Non mancano importanti considerazioni sulla riproduzione e sull'embriologia. Anche in medicina molte delle innovazioni di Alberto rispetto ai modelli greci sono dovute al confronto puntuale con le scienze provenienti dall'Islam, nella fattispecie con l'enciclopedismo filosofico-scientifico di Avicenna. Critico di magia e di astrologia, per un capriccio della storia doveva acquistare gran fama di "mago", soprattutto per le sue capacità terapeutiche. Molte opere apocriefe gli saranno attribuite, tra cui un *De secretis mulierum*. Tra i suoi migliori "discepoli" spicca il domenicano Tommaso d'Aquino (1225-1274), il grande conciliatore di teologia e filosofia aristotelica. Autore della *Summa theologiae* (1267-1273) e della *Summa contra gentiles* (iniziata nel 1278), Tommaso teorizza che non possa sussistere contrapposizione tra ragione e rivelazione, in quanto entrambe derivano da Dio. L'esistenza di Dio è provata in via puramente razionale, mentre grandi questioni della filosofia naturale - per esempio, il mondo è stato creato nel tempo o sussiste ab aeterno - possono venir risolte solo con l'appello alla Scrittura, dato che la ragione può dare buoni argomenti sia per l'una sia per l'altra tesi. Anche là dove sembra più duramente critico nei confronti di quella tradizione - la questione dell'intelletto agente e quella della sussistenza dell'anima individuale dopo la morte - Tommaso, doctor angelicus, si rivela profondamente influenzato dalla lettura che del corpus aristotelico avevano dato i filosofi islamici, in particolare il grande Averroè. In cosmologia Tommaso accetta il geocentrismo aristotelico, la distinzione tra fisica sublunare e sopralunare, la dinamica aristotelica dei luoghi naturali. Al contrario di Aristotele concepisce la materia non come pura potenza, ma come realtà effettiva creata da Dio che costituisce il principio di individuazione per membri appartenenti alla medesima specie. Tommaso fu anche attento alla classificazione del vivente e a quella che oggi chiameremmo una vera e propria antropologia.



Tommaso



Alberto Magno

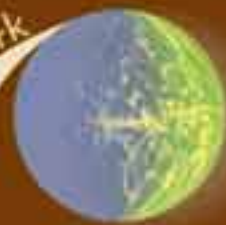


Tommaso era solito dettare a più segretari, per poter disporre di varie copie dei suoi lavori. La pratica era comune nel Medioevo, specialmente per i testi a uso scolastico.



Trionfo di Tommaso (Francesca Traini)





# Ruggiero Bacone:

## ragioni matematiche, controlli sperimentali

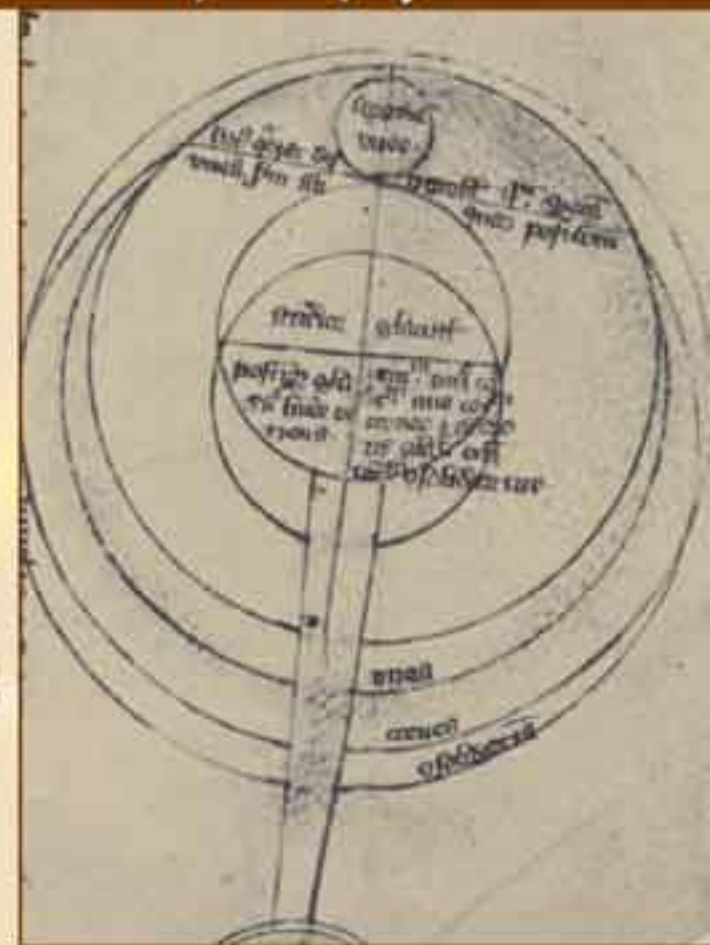
(ca. 1214 - 1292)

"Nella matematica c'è concesso giungere a una verità completa senza errore e a una certezza universale senza ombra di dubbio", e dunque "se nelle altre scienze vogliamo, come è nostro dovere, arrivare alla certezza che escluda ogni dubbio e alla verità che escluda ogni errore, è necessario che la matematica diventi il fondamento del nostro conoscere". Così suona un celebre passo di Roger Bacon. Entrato nell'ordine francescano (verso il 1250), doveva ben presto essere criticato per le sue simpatie per l'astrologia e l'alchimia. In realtà, Bacon rifiuta l'idea che il destino umano sia predeterminato dagli astri, ma riconosce all'astrologia il merito di individuare le disposizioni imposte dalle stelle, salvando così la libertà umana. Quanto all'alchimia, era convinto che si potessero "trasmutare" i metalli l'uno nell'altro. Fu forse per giustificare questi suoi atteggiamenti che Bacon prese contatti con il cardinale Guy de Folques, diventato poi papa (1265) con il nome di Clemente IV. Questi gli chiese ufficialmente nel 1266 una copia dei suoi scritti. Bacon rispose componendo in diciotto mesi le sue tre opere più famose, l'*Opus maius*, l'*Opus minus*, l'*Opus tertium*. Intimorito dalla potenza militare e dalla competenza tecnica dell'Islam, ma al contempo affascinato dalle grandiose conquiste della scienza "araba", Bacone giunge a prospettare addirittura un'alleanza delle tre principali religioni monoteiste (Ebraismo, Cristianesimo e Islam) contro la minaccia dei "tartari", convinto peraltro che la diffusione dello stesso Cristianesimo avrebbe tratto giovamento da una miglior comprensione dei fenomeni naturali e da una profonda riforma della Chiesa stessa. Nel 1268 Clemente IV muore senza lasciare giudizio alcuno sulle opere e sui progetti baconiani.

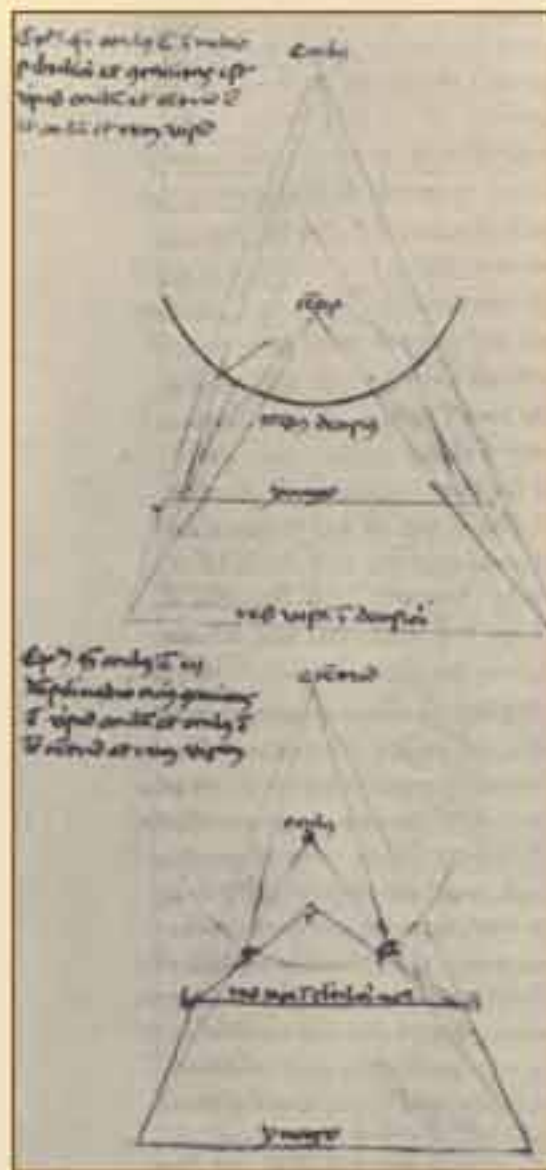
Questi persevera nell'elaborazione delle proprie idee scrivendo i *Communium naturalium* e *Communium mathematicarum* - e successivamente un *Compendium studii philosophiae* in cui veniva tra l'altro criticato il sistema educativo degli stessi domenicani e francescani (di quest'opera ci è rimasta solo un'interessante sezione relativa alla varietà delle lingue e alla natura del linguaggio umano). Tra il 1277 e il 1279 Bacone fu condannato e rinchiuso in prigione a Parigi per un tempo indeterminato a opera del suo

stesso ordine. L'ultima data nota della sua vita è il 1292 quando compose un *Compendium studii theologici*. È forse da Dio che conviene partire per comprendere le concezioni di uno dei pensatori più complessi e articolati di tutto il Medioevo cristiano. Il Signore nella sua insindacabile potenza ha rivelato ai primi esseri umani i fondamenti non solo della verità religiosa e morale, ma anche di quella scientifica, senza la quale non sono nemmeno concepibili lo sviluppo della personalità individuale e la vita associata (*pactum societatis*). È proprio questa radice comune di scienza e politica che porta Bacone a contestare coraggiosamente qualsiasi forma di principio d'autorità. Quattro ostacoli si frappongono alla crescita della conoscenza e a una piena fioritura umana: l'autorità non fondata, il peso della consuetudine, i luoghi comuni del volgo e soprattutto il travestimento dell'ignoranza nei panni della saggezza. Specificamente, è la *scientia experimentalis* che consente all'intero genere umano di migliorare, in quanto svela segreti di natura cui non sarebbe possibile pervenire per pura deduzione. Come esempi, Bacone cita la scoperta delle proprietà del magnete, il raffinamento dell'oro al di là di quanto era consentito dall'alchimia corrente e lo studio intrapreso dai medici degli effetti delle piante sugli animali. Per altro, tale *scientia* dischiude anche il mondo delle invenzioni. Bacone immagina i più vari dispositivi meccanici: congegni per sollevamento di grandi pesi, macchine per il volo, strumenti per pilotare carri e navi, nonché abitacoli adatti per la navigazione sottomarina. Tecnica e matematica si sposano anche nel compito di smascherare gli inganni dei "maghi" fraudolenti, operando contro ogni forma di superstizione. Non va dimenticato come Bacone, forte in questo della conoscenza dei testi dei geografi "arabi" e dei resoconti dei viaggiatori francescani in Oriente, giunga a congetturare che sia possibile raggiungere le Indie partendo dalla Spagna. Questa osservazione sarà ripresa da Pierre d'Ailly (1350-1420) nella sua *Imago mundi*, letta e citata da Cristoforo Colombo ai re di Spagna. Infine, uno dei settori in cui Bacone diede i maggiori contributi è quello dell'ottica (c'era da aspettarselo da un seguace di Grossatesta). Basandosi sul lavoro di Tolomeo (100-170 d.C.) sulle

superficie sferiche, Bacone diede otto regole o *canones* per la classificazione delle lenti da vista in relazione alle proprietà ottiche del mezzo utilizzato (vetro, cristalli naturali, ecc.). Non manca un suo contributo alla *fisiologia ottica*, incentrato sulla formazione dell'immagine entro l'occhio umano e basato sui fondamentali studi anatomici di Hunayn Ibn Ishaq, il *Johannitius* dei latini (808-873.) e di Avicenna (980-1037).



Anatomia dell'occhio umano



Formazione delle immagini per rifrazione, dall'*Opus Magnus* di Bacone





# GIOVANNI BURIDANO

## la teoria dell'impetus

(ca. 1295 – 1358)

“Nel muovere un corpo il motore gli imprime un certo *impetus*, ovvero una certa potenza capace di muoverlo nella direzione verso la quale il motore lo ha avviato, sia verso l’alto sia verso il basso”[....] “Quanto maggiore è la quantità di materia, tanto maggiore è l’*impetus* che essa può ricevere e tanto maggiore l’intensità con cui può riceverlo”. Per Giovanni Buridano, il grande “maestro delle arti” dell’Università di Parigi, nato a Béthune, nell’Artois, è tale “potenza” che tiene in movimento un proietto dopo che il proicente ha cessato di muoverlo; ma “a causa della resistenza dell’aria e della gravità della pietra” questo *impetus* “si indebolisce continuamente” e di conseguenza il movimento del proietto diviene sempre più lento sino a estinguersi. Nei cieli, però, l’*impetus* dato agli astri dalla potenza di Dio dura all’infinito, “poiché non c’è contrario a opporre resistenza”.  
*(Il cielo e Commenti alla Fisica e alla Metafisica)*

La dissidenza dalla fisica di Aristotele è cominciata. Nelle lezioni parigine, in cui commenta *la Fisica, la Metafisica, il De coelo, il De anima*, ecc. di Aristotele, Buridano critica la spiegazione aristotelica del moto violento (che chiamava in causa solo l’azione dell’aria circostante il proietto) e postula la presenza nel proietto di una certa quantità di *impetus* trasmessa dal lanciatore. Con il che sembra prospettarsi per i cieli, in assenza di resistenza del mezzo, una sorta di inerzia circolare. Con la sua teoria Buridano dà una descrizione dei moti celesti in termini di fisica terrestre: la dinamica è la stessa, sulla Terra e nei cieli, è sempre dominata dall’*impetus*.

A Buridano si attribuisce l’apologo dell’asino che, posto davanti a due mucchi di fieno uguali, non sapendo quale scegliere, muore di fame. Buridano intende dire che negli animali, a differenza dell’uomo, il meccanismo di scelta dipende solo dallo stimolo esterno, per cui due stimoli uguali impediscono che tale meccanismo possa agire.



L'impetus di un corpo in caduta.





# Nicola Oresme

le alternative per la fabbrica dei cieli (ca. 1325 -

Nicola di Oresme, nelle sue *Quaestiones de coelo* sembra concedere il carattere non permanente dell'*impetus* nei moti celesti, destinati dunque a esaurirsi se il Creatore non reintervenisse per sostentarli.

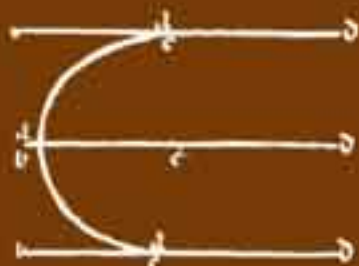
Oresme, nato nei dintorni di Caen, probabilmente proprio nel villaggio di Oresme, studia sotto la guida di Buridano. Diviene arcidiacono di Bayeux, poi canonico di Rouen e infine vescovo di Lisieux. È uno strenuo oppositore dell'astrologia e nel suo trattato *Quaestio contra divinatores* sostiene che tutti i fenomeni debbano essere riconducibili a cause naturali. A Oresme risale la metafora dell'Universo come orologio meccanico, messo in movimento dal Creatore, ma sembra che (al contrario che per Buridano) il divino Orologiaio debba talvolta intervenire perché la macchina cosmica possa continuare a funzionare. Un'immagine per certi versi analoga comparirà qualche secolo dopo in Isaac Newton. Nel celebre *Livre du ciel et du monde* d'Aristotele Oresme non esita a formulare le seguenti quattro tesi scandalose: "I. che non si può provare con alcuna esperienza che il Cielo si muove di movimento diurno e la Terra no; II. che non si può provare ciò nemmeno con il ragionamento; III. si può invece argomentare che la Terra si muove di movimento diurno e il Cielo no; IV. che queste considerazioni sono utili per la difesa della nostra fede cristiana" (in realtà, il movimento della Terra, in particolare la rotazione diurna, è un *topos* ricorrente in non pochi pensatori "arabi" che in questo modo rivendicano l'assoluta potenza di Dio rispetto a qualsiasi schema umano, come per esempio la stessa cosmologia geocentrica di Aristotele e Tolomeo). Particolarmente efficace è l'argomento di Oresme circa la relatività del moto: "sembra a noi continuamente che la parte in cui ci troviamo sia ferma e che l'altra si muova sempre, proprio come a un uomo che si trova su un'imbarcazione in movimento sembra che siano gli alberi sulla riva a muoversi. Analogamente, se un uomo fosse in Cielo, supponendo che questi si muovesse con moto diurno, gli sembrerebbe invece che la Terra fosse mossa di moto diurno, come a noi sulla Terra faccia il Cielo". Tale argomento ritornerà nel mutato contesto dell'Universo infinito nel grandioso quadro presentato da

Giordano Bruno ne *La cena della cenere* (1584). Si ricordi, però, come lo stesso Oresme ammettesse la possibilità che un Dio onnipotente sia in grado di attuare la pluralità dei mondi. Infine, nei suoi testi più propriamente "matematici" Oresme riprende le speculazioni dell'inglese Thomas Bradwardine (1290-1349) del Merton College di Oxford, introducendo un metodo che è stato poi reinterpretato come un antecedente di quello cartesiano delle coordinate e giungendo a un modello della caduta dei gravi per molti aspetti analogo a quello di Galileo.

*Et est telle come il aspect d'un en figure.*



*Et par ce que la premiere maniere est possible de li mouve mens d'ois soit fait un mou vement circulaire si come se la ligne b-c-d. descendit droit en bas. e-t-g. fuit men sus elle en haut. de c. vers b.*



*Et de que las veloitez de ces li. mouvementz paissent estre tellement dispicees que quant a.*

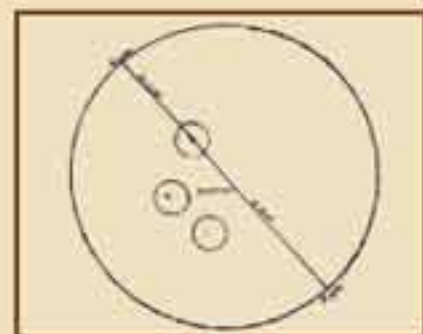


Disegno da una miniature da un manoscritto del XV secolo.

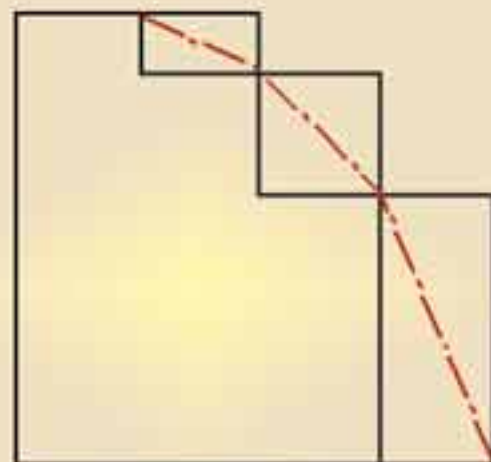
Da un commento di Oresme al *De caelo* di Aristotele.

Figura superiore: alternativa al fatto che la Terra non sia al centro dell'Universo

Figura inferiore: combinazione di moti rettilinei e circolari: se un corpo si muove su una linea retta e la retta si muove verso il basso, il corpo percorrerà una traiettoria circolare



Un infinito unidirezionale si può trasformare in un infinito in ogni direzione



Le distanze verticali percorse aumentano in ogni unità di tempo successive, mentre le distanze orizzontali percorse durante gli stessi intervalli restano costanti.

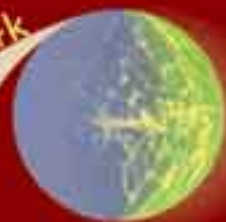


# GUGLIELMO DI OCCAM:

## pluralità dei mondi ed economia del pensiero

(1285-1349)

L'opera di William of Ockham, ovvero Guglielmo di Occam, il francescano di Oxford detto *doctor invincibilis*, a un tempo critico della "realtà" degli universali e del primato del papa sul concilio (nonché sostenitore dell'autonomia del potere politico da quello ecclesiastico), spazia da temi più propriamente teologici (potenza di Dio e contingenza del mondo) a quelli più tipicamente filosofici (metafisica, logica e teoria della conoscenza), per non dire di quelli politici. È per le sue coraggiose tesi nel campo della filosofia naturale che vogliamo qui ricordarlo. Occam contesta radicalmente la diversità di natura postulata da Aristotele tra i corpi celesti e i corpi sublunari; una sorta di "principio di economia" vieta di ammettere una doppia fisica, dal momento che i fenomeni celesti e terrestri si possono spiegare insieme ricorrendo alle stesse leggi. Tale tematica riemergerà potentemente in Nicola da Cues, in Galileo e in Newton. Benché possa sembrare paradossale il teorico dell'economia dell'Universo è anche il sostenitore della possibilità di più mondi. All'argomento di Aristotele che se ci fosse un mondo diverso dal nostro, la Terra in quel mondo si muoverebbe "naturalmente" verso il centro e si congiungerebbe con la nostra Terra, Occam oppone la negazione delle determinazioni assolute dello spazio, chiave di volta della tradizione aristotelica: un mondo diverso dal nostro avrebbe un altro centro, un'altra circonferenza, un alto e un basso diversi, sicché i movimenti dei vari elementi sarebbero "naturalmente" diretti verso sfere diverse e non si verificherebbe così il catastrofico schiacciamento di una Terra contro l'altra. Alla pluralità dei mondi Occam perviene anche dall'infinità della potenza divina. Dio può produrre altra materia, oltre quella che costituisce il nostro mondo; può creare, inoltre, infiniti individui delle stesse specie esistenti nel nostro mondo, o magari individui di specie diverse da quelle che conosciamo. Nulla esclude, dunque, che Dio possa formare più mondi in differente misura diversi dal nostro. E poiché Dio può continuamente aggiungere materia a quella già esistente, il mondo è estendibile *in infinitum*. Per altro, accanto all'infinità di grandezza, Occam ammette l'infinità nella divisione: ogni continuo è infinitamente divisibile e non esistono entità indivisibili, se non come mere finzioni mentali. Postulare dei limiti nel grande e nel piccolo sarebbe vincolare in modo arbitrario la *potentia* Dei. Questo è in contrasto con lo stesso "principio di economia".



# NICOLÒ COPERNICO:

## la "rivoluzione" nei cieli (1473 - 1543)

Nicolas Koppernigk nasce a Torun, il 19 febbraio 1473, un villaggio sui bordi della Vistola; è un suddito del re di Polonia, ma probabilmente il suo linguaggio nativo è il tedesco (i suoi scritti, invece, sono in latino).

Copernico proviene da una famiglia della classe media e riceve un'educazione di tipo umanistico. Studia le scienze matematiche dapprima all'università di Cracovia e poi in Italia, alle Università di Bologna e Padova. È a Bologna che comincia a occuparsi di astronomia, facendo la sua prima osservazione (9.3.1497 - occultamento di Aldebaran da parte della Luna). Nel Cinquecento le matematiche, e in particolare l'astrologia, sono considerate propedeutiche per la medicina. Copernico intraprende gli studi di medicina e greco proprio all'Università di Padova e, ritornato in patria, esercita la professione medica pur nella sua qualifica di canonico nel capitolo della cattedrale (lo zio materno, Lucas Waczelrode, vescovo della diocesi di Ermland, è in grado di sostenerne la carriera ecclesiastica). Durante il suo soggiorno in Italia, nel 1513, scrive un breve resoconto, a beneficio di una ristretta cerchia di amici, di quella che oggi è nota come "teoria copernicana", sulla posizione centrale del Sole nell'Universo ("teoria eliocentrica"). Durante la sua vita non riesce a produrre una trattazione completa di tale teoria, o forse non intende pubblicarla, credendo che quanto scritto non fosse corretto, sicché sarà Oslander a Norimberga nel 1543, anno della morte di Copernico, a dare alle stampe l'opera *De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Copernico riceve infatti dallo stampatore il primo esemplare del libro poche ore prima di morire.

I principi fondamentali, contenuti nel primo dei sei libri che compongono il *De Revolutionibus*, si possono così riassumere. L'Universo occupa uno spazio finito, delimitato dalla sfera delle stelle fisse; al centro si trova il Sole. La sfera del Sole e quella delle stelle sono immobili. Attorno al Sole ruotano i pianeti, Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno. La Luna gira attorno alla Terra. La rivoluzione diurna apparente del firmamento è dovuta alla rotazione della Terra. Il movimento annuo apparente del Sole sull'eclittica è dovuto alla rivoluzione annua della Terra sulla sua orbita.

**"Al centro di tutto risiede il Sole...assiso sul trono reale governa la famiglia dei pianeti che girano attorno a lui...troviamo quindi in questa disposizione un'ammirevole armonia del mondo" (lib. I, cap. 10).**

La cosmologia eliocentrica di Copernico non ha molti precursori famosi (il più noto è l'alexandrino Aristarco di Samo, vissuto nel III secolo avanti Cristo) e prevede diversi moti distinti per la Terra. Per questo motivo non viene considerata plausibile dalla grande maggioranza dei suoi contemporanei e da molti astronomi e filosofi naturali delle generazioni successive, prima della seconda metà del XVII secolo. Inoltre il moto della Terra contraddice l'interpretazione letterale delle Sacre Scritture (per questo motivo, cautamente, Oslander scrive una prefazione in cui si esorta a considerare la teoria di Copernico come una semplice speculazione matematica).



Il sistema copernicano da *Harmonia macrocosmica* di Andreas Cellarius (1686)



Ritratto di Copernico

Il sistema eliocentrico dal manoscritto autografo *De revolutionibus orbium coelestium*



Una pagina del *De revolutionibus*



# Geocentrismo e eliocentrismo da Tolomeo a Copernico

Tolomeo (100 ? - 170) nel suo *Almagesto* raccoglie le dottrine astronomiche basate sulla concezione geocentrica, elaborata da Ipparco di Nicea (194 - 120 ? a.C.). La Terra è al centro di una sfera (deferente) percorsa non dal Sole o dai pianeti, ma centro di altre sfere (epicicli) su cui i corpi celesti si muovono. Con questa costruzione si riuscivano a spiegare i moti di apparente regressione dell'orbita dei pianeti. (I pianeti, infatti, apparivano periodicamente fermarsi, invertire il loro moto e quindi ripartire nel verso originario e di ciò non si poteva render conto considerando il loro moto semplicemente su orbite circolari con centro la Terra). Tolomeo raffinò la teoria di Ipparco e la sua teoria geocentrica e basata sugli epicicli, che riusciva a essere d'accordo con le osservazioni, fu dominante per circa 2000 anni. C'era qualcosa in questa teoria che non convinceva Copernico. Egli non è un grande osservatore (pare che nel corso della sua vita abbia registrato non più di settanta osservazioni). Studiando la teoria tolemaica, Copernico trova che essa, pur spiegando correttamente la posizione dei pianeti, facendoli muovere su cerchi perfetti, non funziona bene per quanto riguarda la loro velocità. Egli si mette allora in caccia di qualche indizio per smontare "l'orologio" di Tolomeo e combinare gli ingranaggi in modo diverso.

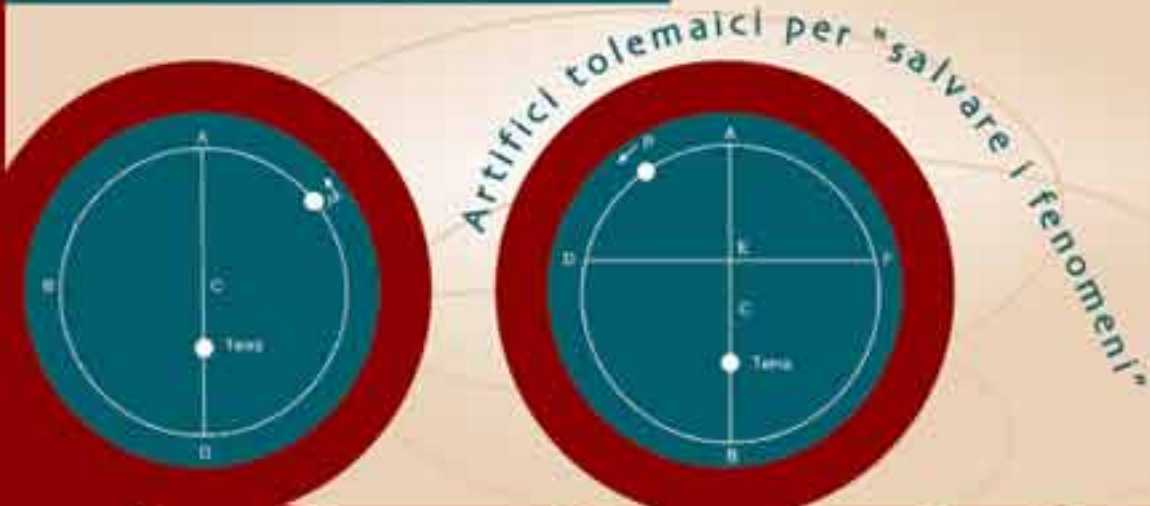
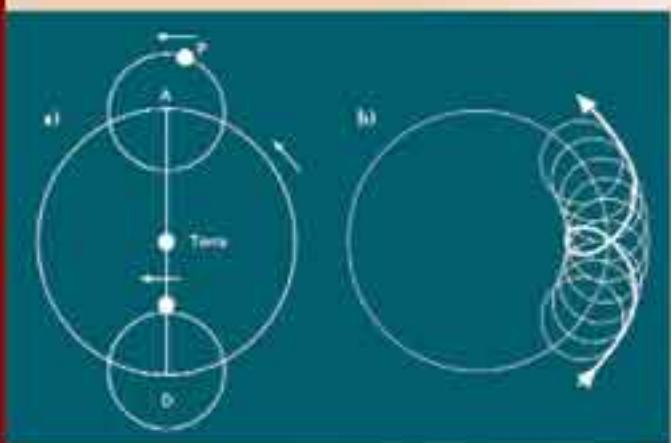
Trova un indizio nel pitagorico Filolao, che sosteneva che "la Terra gravita attorno al fuoco formando un cerchio obliquo come il Sole e la Luna". E' così che Copernico comincia a pensare al moto della Terra. Quando cerca di conciliare la sua elegante teoria con le osservazioni, Copernico si accorge però che i conti non tornano. Nel III libro afferma che la Terra non gira attorno al Sole bensì attorno a un punto dello spazio separato da esso di una distanza pari a circa tre volte il diametro del Sole. Anche i pianeti si muovono su orbite il cui centro è quel punto. Il sistema copernicano non risulta alla fine molto più semplice di quello tolemaico ma presenta comunque il vantaggio di spiegare i movimenti retrogradi dei pianeti, che tanto avevano angustiato gli antichi, e, soprattutto, di considerare che la Terra si muove (Copernico deve comunque assegnare alla Terra ben nove movimenti!). Copernico cerca di avanzare degli argomenti *fisici* per difendere la sua teoria dalle critiche di coloro che, per esempio, sostenevano che, in una Terra che si muove, un corpo che cade resta distanziato dalla Terra e così deve capitare anche per l'atmosfera. La risposta di Copernico è puramente "aristotelica": **poiché la rotazione della Terra è un moto naturale e non violento, "i corpi che cadono a causa del loro peso debbono, a causa della loro grande telluricità, partecipare senza alcun dubbio alla natura di tutto ciò a cui appartengono"**. In altre parole, le pietre che cadono "accompagnano" la Terra non per inerzia ma perché hanno in comune con essa la *telluricità*, per cui il movimento circolare è per loro naturale. Non è allora del tutto sbagliato considerare Copernico l'ultimo aristotelico tra i grandi uomini di scienza.

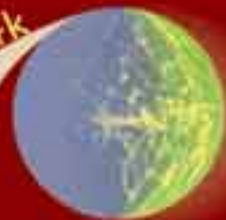


Il sistema tolemaico da *Harmonia macroscopica* di Andreas Cellarius (1687)



Gli elementi del sistema tolemaico, da un codice miniato del XVI secolo





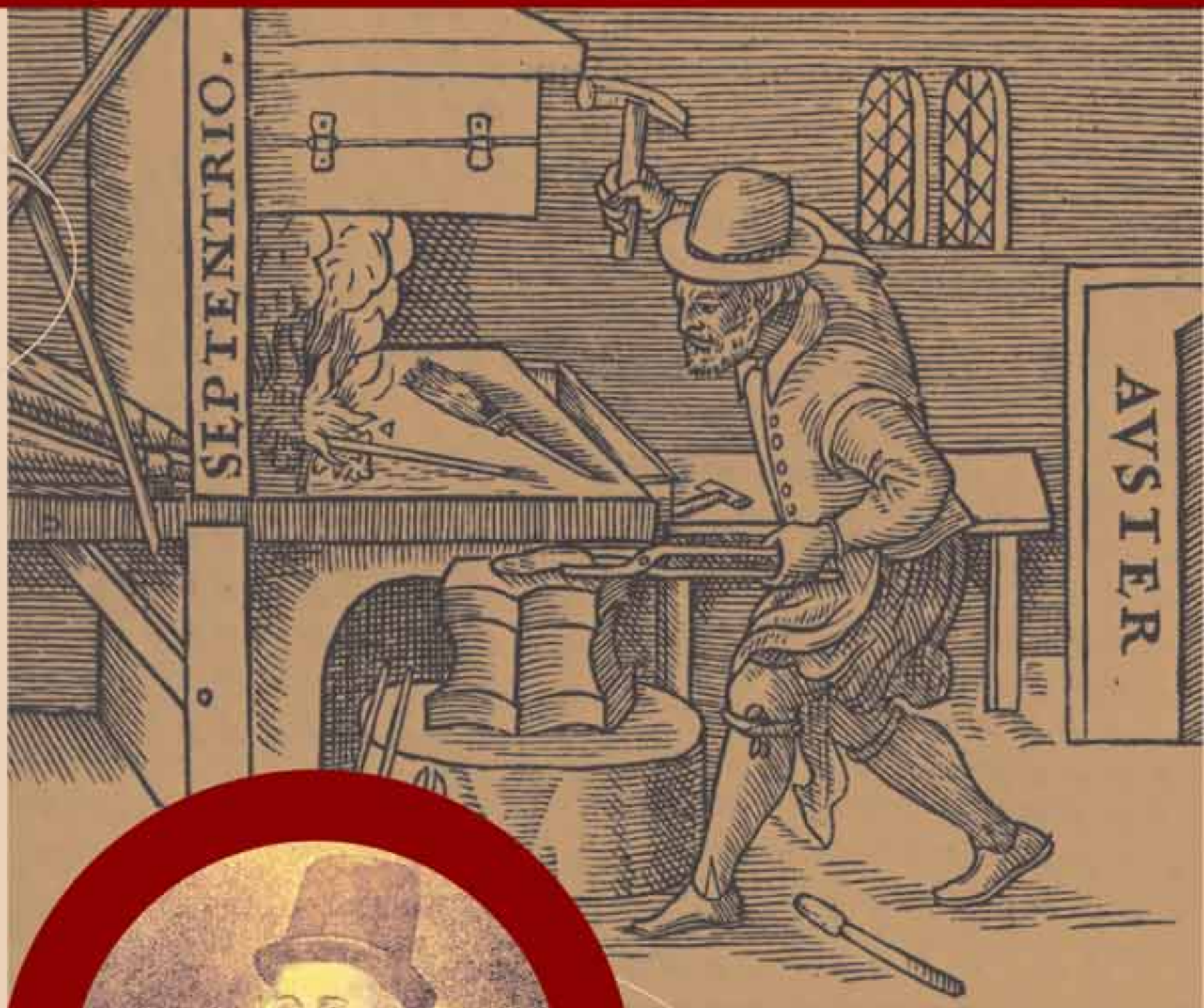
# WILLIAM GILBERT:

## Il campo magnetico terrestre (1540-1603)

William Gilbert nasce a Colchester da una famiglia della classe media inglese. Entra nel St. John's College di Cambridge nel 1558, dove studia medicina e nel 1569 consegue il Master Degree (il livello di laurea più elevato). Esercita la professione medica a Londra a partire dall'anno successivo e diviene membro del Royal College dei medici, un organismo di controllo della pratica medica nella capitale, nel quale ricoprirà diverse cariche fino a diventare presidente nel 1600. Nel frattempo è anche medico di corte e riceve dalla regina Elisabetta una pensione che gli consente di svolgere attività di ricerca nel campo della filosofia naturale. Risale al 1600 la sua opera principale, *De Magnete*, che diventa ben presto in tutta Europa il trattato di riferimento sull'elettricità e il magnetismo: all'interpretazione dei fenomeni già noti, Gilbert aggiunge i risultati dei suoi stessi esperimenti.

Fin dall'antichità erano note le capacità attrattive dell'ambra strofinata e di sostanze magnetiche o magnetizzate. Gilbert chiarisce per primo la distinzione tra le proprietà dei magneti e quelle dell'ambra (e di altre sostanze di cui mette in evidenza analoghe virtù, manifestazioni di quella che oggi viene chiamata "attrazione elettrostatica"). Gilbert, inoltre, dà una definizione precisa dell'asse magnetico e pone l'analogia fra la polarità di un magnete e i poli magnetici della Terra, che viene da lui considerata come una "enorme calamita sferica": nella sua spiegazione animistica, di fatto, il magnetismo non sarebbe altro che l'"anima" della Terra stessa; la Terra, ruotando su se stessa, comunica il moto rivolutorio alle sfere celesti proprio in virtù del suo potere magnetico.

Il contributo di Gilbert allo sviluppo della fisica consiste nell'aver distinto l'elettricità dal magnetismo, consentendo lo sviluppo sperimentale soprattutto della scienza dell'elettricità, e di aver suggerito l'idea di "azione a distanza" come fenomeno generale. Infatti, i magneti si influenzano reciprocamente senza essere posti a contatto, e lo stesso avviene tra la Terra (che viene assimilata a un grande magnete) e i corpi celesti. Si tratta di un concetto eversivo per le idee fino ad allora dominanti: lo stesso Galileo rifiuterà l'idea di azione a distanza perché troppo impregnata, a suo avviso, di concezioni animistiche ritenute inaccettabili. Tuttavia, con l'opera di Newton, l'azione a distanza diverrà una sorta di paradigma fondamentale della meccanica per diversi secoli.



Gilbert nel suo laboratorio



William Gilbert