

Queste note sono dedicate, con affetto e riconoscenza, ai carissimis discipulis egregiis clarisque iuvenibus Perusinis (ad alcuni dei quali, sempre presenti nel ricordo, in modo ovviamente speciale), che hanno sopportato continui cambiamenti di opinione nel corso di un lungo viaggio attraverso acque sconosciute...

BREVE PROFILO STORICO **DELLA MATEMATICA**

(Sintesi del corso di "Storia delle Matematiche"
tenuto dal Prof. Umberto Bartocci (dall'A.A. 1977/78 all'A.A. 2002/03)
presso l'Università degli Studi di Perugia,
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali.)

* * * * *

Nell'ambito del pensiero, uno sforzo di pensare in modo ancora più originario ciò che è stato pensato alle origini non è la volontà insensata di far rivivere un passato, ma invece la lucida disponibilità a meravigliarsi di ciò che è venturo nell'origine.

Martin Heidegger (1889-1976)

* * * * *

[Date le particolari finalità dello scritto, si è cercato di non appesantirlo con rimandi bibliografici eccessivamente particolareggiati, o con specificazioni troppo pedanti rispetto per esempio a datazioni incerte, etc.. Ciò nonostante, il debito nei confronti delle "fonti", peraltro naturale nel presente tipo di materia, è stato quasi sempre almeno sommariamente accennato; quelle utilizzate più di frequente (talora anche senza espliciti rimandi, ma inserendo in ogni caso le citazioni tra virgolette) sono i libri di Carl B. Boyer, *Storia della matematica* (I.S.E.D.I., 1976; Oscar Mondadori, 1980, 1990) e di Gino Loria, *Storia delle matematiche - Dall'alba della civiltà al tramonto del secolo XIX* (3 voll., Torino, 1929-33, riediti in un unico volume da Cisaplino-Goliardica, 1982); l'*Enciclopedia Treccani*; i libri di storia di Gabriele De Rosa (mentre le tavole geografiche provengono da: *Atlanti del Mondo Antico*, dell'Istituto Geografico De Agostini). Per gli stessi motivi di praticità, si è ritenuto preferibile espandere il discorso su temi e periodi presumibilmente meno noti, o più controversi, limitandolo viceversa su

altri più "facili", o nei confronti dei quali era lecito supporre maggiore e corretta conoscenza da parte degli studenti, grazie alla cosiddetta "opinione ricevuta". In ogni caso, i paragrafi dedicati ad approfondimenti tecnici, epistemologici, filosofici, etc., che esulano dal filo strettamente storico del discorso, e possono essere rimandati a una lettura successiva, sono stati contrassegnati con un asterisco.

Nonostante gli inevitabili e prevedibili errori (e con la speranza che non siano poi troppo numerosi; del resto, in materie storiche non è possibile, in generale, individuarli autonomamente per via di pura "attenzione logica"), e la citata "disomogeneità", l'auspicio è che ci si sia avvicinati all'intento di costruire non solo un prontuario nel quale rintracciare rapidamente diversi "dati" (anche a puri fini di curiosità), ma soprattutto una "griglia", fattuale e interpretativa, abbastanza solida, da mettere alla prova nel tentativo di inquadrare senza contraddizioni ulteriori eventi e congetture relative a possibili "nessi di causalità".]

0 - Premesse

0-1) Il nome del corso, *Storia delle Matematiche*, fa riferimento a due termini di origine greca. *ιστορια*, racconto, narrazione, investigazione, ricerca, relazione verbale o scritta su quanto è stato investigato, imparato; *ιστοριον*, testimonianza, prova di fatto; *ιστωρ*, una persona che sa, testimone. L'altro, proveniente dalla stessa lingua, è *μαθημα*, studio, oggetto di studio, dalla radice del verbo *μανθανω*, appunto: studiare, imparare. [Il significato della parola è illustrato nel modo seguente da Anatolio (vescovo di Laodicea, vissuto nella seconda metà del III secolo DC; fu anche prete ad Alessandria, dove divenne noto per la sua cultura filosofica e matematica): "Perché la matematica è chiamata così? I Peripatetici [ovvero i seguaci di Aristotele], che dicono che la retorica, la poesia e la musica popolare possono essere praticate anche senza essere studiate, ma che nessuno può capire le cose che vengono chiamate con il nome matematica senza averle prima studiate, rispondono che per questa ragione la teoria di queste cose è detta matematica".] Notiamo pure che vi compare un *plurale* con cui i proponenti la denominazione in oggetto volevano implicitamente alludere piuttosto alla *molteplicità* della disciplina, che non alla sua sostanziale *unità*.

0-2)* Quando si tratta di *storia*, appare scontato che il proposito di un autore debba essere quello di raccontare "tutta la verità, soltanto la verità", limitando il più possibile le proprie interpretazioni per lasciar parlare, così si dice, i *fatti*. Ma questa è una pretesa "ingenua", e per tanti motivi. Primo, per l'irrealistica aspirazione di *completezza* che essa sottende, sicché, dovendosi comunque operare una *selezione*, ecco che qui si potrebbero celare ove si voglia, come i soldati di Ulisse nel famoso cavallo, gli aborriti "aggiustamenti", funzionali a questa o a quella "moda di pensiero", o (più o meno palese) "interesse". Secondo, perché la storia non è semplice *cronaca*, e, pur partendo dai fatti, il compito di uno storico è piuttosto quello di ricercare, ove ve ne siano, i *nessi causali* tra gli eventi (ovvero, il *sensu* di una storia), avendo costantemente presente l'osservazione di [Carl Friedrich] Nietzsche (1844-1900): "La domanda: Che cosa sarebbe successo, se non si fosse presentata questa o quest'altra cosa? viene respinta quasi concordemente, e tuttavia è proprio la domanda cardinale" (*Frammenti Postumi*, 1875) [Quando si tentano risposte a siffatte domande si dice che ci si sta ponendo nell'ambito di un *controfattuale storico*]. Sempre in tema, citiamo ancora da [Georg Wilhelm] Hegel (1770-1831): "E' giusto esigere che la storia, quale ne sia l'argomento, racconti i fatti senza parzialità, senza pretendere di avvalorare interessi o scopi particolari. Ma tale esigenza è un luogo comune che approda a ben poco, giacché la storia di un argomento è necessariamente collegata in modo strettissimo all'idea che ci

facciamo di esso. Questa fissa già in precedenza che cosa si considera importante e conveniente per l'argomento prescelto, e siffatto rapporto tra quanto è accaduto e lo scopo che ci proponiamo porta seco la selezione dei particolari da raccontare, il modo d'interpretarli, i punti di vista sotto i quali collegarli" (*Lezioni sulla Storia della Filosofia*).

0-3)* Non bisogna temere che quanto precede possa far scivolare, dal desiderato *realismo*, all'opposto estremo dello *scetticismo*. Per lo scettico *sistematico*, tutte le storie non sono che racconto, affabulazione, e autentica ingenuità sarebbe ricercare in esse il "vero". In effetti, non esistono quei criteri automatici (tanto cari ai "poveri di spirito") che aiutino a distinguere una *buona* storia da una *cattiva*, a riconoscere di un autore onestà, indipendenza, attendibilità della sua personale testimonianza o di quella delle sue fonti, assenza di "committenti" e di "pregiudizi" (da non confondere ovviamente con i *giudizi* che la sua attività di ricerca gli ha, provvisoriamente, consentito di stabilire), etc.. [A proposito di scetticismo, tutt'altra cosa è il *dubbio metodologico* di origine cartesiana, che invita a non accettare "fideisticamente" - in un cammino di ricerca verso "verità", ovviamente "parziali", che si suppone sia infine possibile raggiungere - tutto ciò che non corrisponda alla propria personale esperienza e riflessione, e aiuta a liberarsi dai condizionamenti mentali imposti dalla sottomissione al *principio di autorità*.] Un buon "indizio" è naturalmente costituito dall'aperta franchezza (e, quando possibile, disponibilità a una sincera rimessa in discussione) con cui uno storico riconosce esplicitamente i presupposti, le scelte, che ne ispirano l'opera, ma in ultima analisi spetta soltanto alla coscienza e alla responsabilità del lettore di orientarsi nel difficile compito di separare il grano dal loglio. Non bisogna lasciarsi scoraggiare dalle difficoltà che comporta qualsiasi approfondimento della storia (qualsiasi ricerca di una verità): come osserva Marguerite Yourcenar (scrittrice belga tra le più interessanti del secolo scorso, 1903-1987), nelle sue straordinarie *Memorie di Adriano*: "Tutto ci sfugge. Tutti. Anche noi stessi. La vita di mio padre la conosco meno di quella di Adriano. La mia stessa esistenza, se dovessi raccontarla per iscritto, la ricostruirei dall'esterno, a fatica, come se fosse quella d'un altro. [...] Il che non significa affatto, come si dice troppo spesso, che la verità storica sia sempre e totalmente inafferrabile; accade della verità storica né più né meno come di tutte le altre: ci si sbaglia, *più o meno*".

0-4) Ecco quindi che una *Storia della Matematica*, come preferiamo dire passando al *singolare*, deve prima di tutto proporsi di spiegare apertamente quale sia l'oggetto del suo studio. Si tratta soltanto della curiosità di classificare, registrare, ogni manipolazione da parte delle varie civiltà a noi note di concetti attinenti alle "arti" del *contare*, e del *misurare* (vuoi le dimensioni di forme geometriche, vuoi il tempo)? In tale accezione, matematica si trova ovunque, ma noi proponiamo qui un'interpretazione assai più restrittiva del termine:

studiamo la storia della matematica non già là dove si è fatto semplice uso delle capacità "quantitative" dell'intelletto umano (collegate all'*intuizione* dello spazio e del tempo), ma là dove si è compiuta una "riflessione" su di esse, e sugli enti che le costituivano nell'unico modo "adeguato". La matematica intesa quindi come *investigazione sulle leggi dell'intelletto* (l'espressione rimanda al titolo di un'opera di Boole di cui diremo al momento opportuno) ci apparirà essere **una costruzione caratteristica ed esclusiva della civiltà (dello spirito) greca(o).**

0-5) E' bene chiarire meglio cosa si voglia intendere con il termine "matematica" dal punto di vista della "filosofia" dianzi accennata, che ovviamente rifiuta per esempio le moderne definizioni "circolari" di origine sociologica, le quali si rifanno al concetto - usato spesso a sproposito - di "comunità scientifica", affermando costituire il *corpus* delle conoscenze matematiche i risultati degli studi effettuati da quella categoria di persone individuate in un dato momento storico, e appunto in un dato "gruppo sociale", come i "matematici". Allo stesso modo, lasciamo pure al loro destino le definizioni più o meno confuse, poetiche, o empiriche (quali quelle che "vedono" la matematica dispiegata nella struttura dell'universo, o confondono la matematica con le sue *applicazioni* - queste possono ben essere talora, come vedremo, motivazioni per l'avanzamento della disciplina, o suo terreno di riscontro, ma non ne costituiscono la più intima essenza), oppure le definizioni di matrice filologica, giacché sapere che per i Greci matematica significava "oggetto di studio e di insegnamento" in nulla ancora ci illumina per i nostri scopi. [Per non dire poi del "valore", che oseremmo qualificare negativo più che nullo, di osservazioni del tipo: "La matematica è quella scienza che trae conclusioni necessarie" (Benjamin Peirce, vedi oltre), le quali non riescono a isolare nessuna delle caratteristiche precipue della matematica da quelle di altre discipline ad essa "simili" nel citato contesto.] Convieni piuttosto riconoscere l'esistenza di alcune "capacità" *innate* nell'intelletto umano (con analogia informatica, "programmi" di un PC), riconducibili tutte in ultima analisi al *saper fare di conto* (studio della *quantità*, collegata peraltro all'*ordine*, come si è visto nei capitoli del libro di cui questa sintesi è appendice), e di *saper misurare* (stabilire cioè "rapporti" tra certi enti geometrici, *grandezze*, uno di essi fissato come unità di misura - e proprio dal latino *ratio*, rapporto, vengono i termini "ragione", "razionale"). La matematica appare allora propriamente una costruzione progressiva edificata sulle due discipline note con i nomi di *Aritmetica* e *Geometria*, le quali si rifanno rispettivamente al modo con il quale il nostro intelletto concepisce il **tempo** (riconducibile alla sensazione dell'autocoscienza, della propria esistenza spirituale - e non al "movimento" di materia esterna, come molti filosofi hanno al contrario proposto) e lo **spazio** (riconducibile all'esperienza della "materia", che va di necessità pensata come immersa ed *estesa* nello spazio), due discipline collegate quindi ad aspetti ovviamente essenziali della condizione umana. "Al

tempo corrisponde il calcolo, allo spazio la geometria ... la matematica è costituita da atti di sintesi a priori, cioè di collegamenti intuitivi e necessari che sono il fondamento della nostra visione delle cose nell'unità del tempo e dello spazio". Si tratta naturalmente di elementi della filosofia kantiana (Immanuel Kant, 1724-1804), che vengono illustrati con estrema concisione da Piero Martinetti (*Kant*, Feltrinelli, 1968) nel seguente modo: "Noi siamo in possesso di verità universali e necessarie che valgono per la realtà a noi nota nell'esperienza (altrimenti non sarebbero conoscenze) e che tuttavia per la loro natura ci rinviano a una fonte diversa dall'esperienza che trascende l'esperienza" [d'onde il termine *trascendentale* per indicare tale punto di vista, secondo cui lo spazio e il tempo sono *forme a priori*, "leggi" organizzative dell'intelletto, le quali vengono utilizzate dallo spirito dell'uomo nei suoi singoli atti di conoscenza - gli "oggetti" della quale si distinguono poi in quelli semplicemente attinenti alla sfera del "sensibile", cioè alla realtà quale essa "appare", o del "concettuale", in ordine alla realtà quale essa "è": da qui la famosa distinzione tra *fenomeno e noumeno*]. Gli atti di conoscenza sono sempre atti di sintesi condizionati dalla presenza di "elementi umani" che ne costituiscono l'indispensabile supporto, sicché non possono mai pervenire a produrre una "riproduzione ideale della realtà in un'unità logica perfetta", ma soltanto "una forma simbolica e provvisoria dell'unità". A tale concezione si rifà la citazione (*Mathematischen Schriften*, ed. Gerhardt, 111, 53) di [Gottfried Wilhelm] Leibniz (1646-1716) scelta come epigrafe per i nostri *Elementi di Matematica*, alla quale possiamo aggiungere una riflessione di Cartesio (René Descartes, 1596-1650): "Toutes les sciences, qui ont pour but la recherche de l'ordre et de la mesure se rapportent aux mathématiques" (dalle *Règles utiles et claires pour la direction de l'Esprit en la recherche de la Vérité*, ovvero *Regulae ad directionem ingenii*, pubblicate per la prima volta nella versione integrale latina soltanto nel 1701, ad Amsterdam, negli *Opuscula posthuma, physica et mathematica*, costituenti il volume IX dell'*Opera omnia* del grande filosofo). Ciò detto, bisogna allora riconoscere che è impossibile non ritrovare un uso più o meno modesto della matematica in qualsiasi società umana, ma altrettanto che **non** è la storia di un siffatto uso "naturale" della matematica quella che interessa in modo particolare. A noi premerà lo studio astratto delle modalità attraverso le quali si esplicano le due nominate capacità, e non il loro semplice esercizio; ovvero, lo studio delle proprietà con le quali gli enti ai quali esse fanno riferimento sono *strutturati* e *necessitati*. Orbene, ripetiamo che una matematica intesa in tale senso iniziò a svilupparsi soltanto presso i Greci (stanti le informazioni oggi disponibili), all'interno delle loro prime generali speculazioni filosofiche, che resero lo studio di essa cosa assai diversa dalla semplice formulazione di regole e procedure aventi finalità eminentemente "pratiche" (anche questa è una parola di origine greca, *πραξις* = azione), che troviamo diffuse anche presso civiltà precedenti e di altri luoghi.

0-6) Come discriminare tra una matematica principalmente pratica, e una che è lecito definire "razionale" (in quanto i suoi "oggetti" di studio - punti, linee, etc. - diventano puri enti del pensiero, astratti da ogni "concretezza materiale") possiamo stabilire la consapevolezza dell'*irrazionale* (il termine, come abbiamo spiegato altrove in questi *Elementi*, introduce quasi un'antinomia nel nostro discorso, ma è ormai così radicato nell'uso che è inutile proporre modifiche). Quando si misura un segmento rispetto a un altro, è ovvio che tale procedimento può essere "indeterminato", nel senso che il segmento più grande può non coincidere con nessun multiplo di un sottomultiplo del segmento più piccolo, sicché un suo risultato "finito" può riuscire sempre inesatto, solamente approssimato. Siffatta constatazione è ininfluenza appunto per applicazioni concrete di procedimenti di misura (si pensi per esempio al fatto che la frazione $17/12$ è una "buona" approssimazione per la radice quadrata di 2, e che il numero intero 3 lo è del numero π - una constatazione "empirica" quest'ultima che si ritrova espressa anche nella *Bibbia* (*Cronache II*, 4-2): "Fece la vasca di metallo fuso del diametro di dieci cubiti, rotonda, alta cinque cubiti; ci voleva una corda di trenta cubiti per cingerla"), non lo è però dal punto di vista concettuale. I Greci mostrano piena consapevolezza del fatto che l'intuizione geometrica implica l'esistenza di coppie di grandezze "incommensurabili", laddove sembra che nessun'altra civiltà l'abbia mai posseduta, e tanto basta per fissare l'oggetto del nostro studio, sia dal punto di vista del suo inizio nel tempo, sia da quello del suo inizio nello spazio. [Appare opportuna la seguente citazione da Platone (*Leggi*, VII): "Bisogna dunque dire che i cittadini liberi debbono imparare di ciascuna di queste discipline [...] con le misurazioni, per quanto ha relazione con le lunghezze, le larghezze e le profondità, li liberano da una certa ignoranza che è diffusa in tutti gli uomini e inerisce loro, ridicola e insieme vergognosa [...] mi parve degna non di uomini, ma piuttosto di giovani maiali, e mi sono vergognato non solo per me stesso, ma anche per tutti i Greci [...] [non si deve credere] che per natura sia possibile misurare una lunghezza con una larghezza, una larghezza con una larghezza [...] alcune di queste dimensioni sono commensurabili fra loro, ma, così, alcune lo sono, altre no [...] ci sono dei casi in cui tale operazione è da ogni punto di vista assolutamente impossibile [...] non è forse questa una di quelle cose in relazione alle quali dicevamo risultare vergognoso il non sapere, mentre non è per nulla cosa meritevole il sapere quelle che sono necessarie?"]

0-7) Un discorso analogo, oltre che per la geometria, vale anche per l'*astronomia*, di cui ci occuperemo estesamente per due motivi. Il primo è che in una comune accezione antica *aritmetica*, *geometria*, *astronomia* e *musica* [Le cosiddette nel Medioevo *arti liberali del quadrivio*, che unite alle *arti liberali del trivio* - logica, dialettica, retorica - venivano genericamente contrapposte alle *arti meccaniche*, o *pratiche*, o *manuali*, che erano alla base dei *mestieri* (la specificazione "liberale" ha a che fare con attività

ritenute meglio confacenti alla dignità dell'uomo "libero"). Per quanto riguarda l'inserimento della musica, non a caso aritmetica, da: ἀριθμός = numero, e musica hanno a comune il concetto di "ritmo", che ha del resto a che fare, in ultima istanza, con il "tempo".] venivano apparentate per comprensibili motivi. [Indebiti, però, sotto l'aspetto meramente filosofico, la matematica facendo propriamente parte, come abbiamo detto, del regno del pensiero, e non dell'osservazione della Natura, φυσικς secondo i Greci, d'onde il termine "fisica" (vedi anche il punto 1-1-3); la distinzione trova piena dignità filosofica nella distinzione, sempre di origine kantiana, tra giudizi sintetici *a priori* e *a posteriori*.] Il secondo è che le applicazioni della matematica all'astronomia (e viceversa le "domande" dall'astronomia rivolte alla matematica) costituiscono un *leitmotiv* importante nella storia oggetto della nostra attenzione. Di fronte a un'astronomia di tipo che potremmo dire semplicemente *osservativo*, presente (quasi) ovunque, tutte le civiltà maggiormente evolute mostrano buone conoscenze di *astronomia quantitativa*, finalizzata alla misura del tempo, alla registrazione delle eclissi, etc. (gnomonica, meridiane, calendari solari, lunari, e luni-solari; anno solare e anno siderale). [Il 2000 dell'era cristiana corrispondeva al 5761 degli Ebrei, *Anno Mundi*, ovvero dalla "creazione del mondo", e al 1420 degli Arabi, i quali ultimi calcolano gli anni a partire dal 622 DC, se ne veda oltre il motivo, ma usano un anno esclusivamente lunare più breve del nostro, cioè di soli 360 giorni, laddove invece per esempio l'anno degli Ebrei è misto, cioè luni-solare.] Definiremo *teorica* l'astronomia coltivata dei Greci, che si distingue da tutte le altre perché si pone domande anche intorno alle "dimensioni" dell'universo, ovvero alle grandezze e alle distanze relative dei corpi celesti, elabora "modelli" che ne determinino posizioni e velocità, etc.. [Appare interessante ricordare invece al proposito l'atteggiamento descritto nel *Libro di Giobbe* (38,4-5), in cui Dio indirizza al profeta le seguenti parole: "Dov'eri tu quand'io ponevo le fondamenta della terra? Dillo, se hai tanta intelligenza! Chi ha fissato le sue dimensioni, se lo sai, o chi ha teso su di essa la misura?"] Anche per questi aspetti la scienza greca appare un *unicum*. Notiamo infine che avremmo potuto introdurre una terminologia parallela a quella che proporremo nel successivo punto 0-10 per la geometria, ma che riteniamo più appropriato il termine *astronomia di precisione* per qualificare l'astronomia post-copernicana.

0-8) In ogni caso, anche senza voler concordare con i rimandi filosofici contenuti nei precedenti punti, appare necessario riconoscere che la matematica viene dai greci sviluppata in modo completamente nuovo e originale rispetto a quello di altre civiltà di ogni tempo e luogo, ed è sulla base di tale convinzione che faremo del popolo greco e delle sue vicende l'oggetto principale delle nostre successive investigazioni. Diciamo qualcosa di più sul problema delle matematiche pre-elleniche (o extra-elleniche) e della loro eventuale influenza sulla matematica greca. La matematica egiziana, per esempio, appare

sinceramente assai minore di quel "livello minimo" che qui abbiamo proposto di prendere in considerazione, indirizzata come essa fu soprattutto alla risoluzione di casi particolari aventi per lo più finalità pratiche, sbrigate le quali non appaiono preoccupazioni (interessi) verso "dimostrazioni", o analisi di contesti generali. Ripetiamo, almeno a giudicare da quel poco che ne è rimasto documentato. [Secondo Boyer: "Gran parte delle nostre informazioni sulla matematica degli egiziani sono state ricavate dal papiro di Rhind [Henry Rhind fu l'antiquario scozzese che lo acquistò nel 1858] o di Ahmes [dal nome dello scriba che dichiaratamente lo trascrisse, intorno al 1650 AC, da un testo detto più antico di un paio di secoli] il più ampio documento matematico dell'antico Egitto; ma vi sono anche altre fonti. Oltre al papiro di Kahun [...] vi sono un papiro di Berlino dello stesso periodo, due tavolette di legno provenienti da Akhmim (Cairo) risalenti al 2000 AC circa, un rotolo di pelle contenente elenchi di frazioni con l'unità a numeratore e risalente al tardo periodo degli Hyksos, e un importante papiro, noto come il Papiro di Goleniscev o di Mosca, acquistato in Egitto nel 1893. [...] Fu scritto, con minore accuratezza dell'opera di Ahmes, da un ignoto scriba della dodicesima dinastia, ca. 1890 AC" (rimandiamo a <http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci/PIRAM.htm> per lo studio di un caso particolare collegato).] Riprendiamo un'altra significativa informazione da Boyer: "Un atto notarile rinvenuto a Edfu, risalente a un periodo di circa 1500 anni posteriore al Papiro di Ahmes, presenta [...] la regola per trovare l'area di un quadrilatero in generale [che] consiste nel prendere il prodotto delle medie aritmetiche dei lati opposti. [...] l'autore dell'atto notarile ne derivava un corollario, secondo il quale l'area di un triangolo è uguale a metà della somma di due lati moltiplicata per la metà del terzo lato". Non sembra ci sia bisogno di alcun commento (si pensi a cosa accade in effetti facendo tendere un lato a zero, dovendosi in tal modo ottenere "al limite" la formula per l'area di un triangolo), tanto più se si tiene conto che 1500 anni dopo il papiro di Ahmes, sia che si intenda dopo la sua effettiva redazione, sia dopo quella del precedente testo che l'autore trascrisse, significa comunque un periodo a ridosso della grande "esplosione" della matematica greca. La formula in oggetto sembra poi risalire ai Babilonesi, e a un'epoca più remota, come dire che per tanto tempo non sembra sia stato compiuto alcun progresso, apportato nessun miglioramento. [Riferiamo di un'altra sorprendente e poco nota-notata "assenza" nella cultura egizia (difficilmente giustificabile unicamente con la motivazione di una "esoterica riservatezza" con cui venivano gestite le informazioni da parte della classe sacerdotale). L'unico storico egiziano di cui si abbia notizia è Manetone, vissuto peraltro ai tempi di Tolomeo I e Tolomeo II (vedi oltre). Nella sua opera *Αιγυπτικά* egli tenta una storia dell'Egitto attingendo agli archivi sacri, che inizia con il periodo in cui i re erano degli dèi. Tale scritto è andato perduto, e oggi ne restano unicamente delle citazioni nello storico ebreo Giuseppe Flavio (37- 96 DC, rimasto famoso come esponente del "collaborazionismo" degli Ebrei

con i Romani, al punto che divenne liberto di Vespasiano, e si adoperò per far accettare agli Ebrei in rivolta l'ineluttabilità di una dominazione romana; scrisse: *Antichità Giudaiche*, una storia del popolo ebraico, e *Guerra Giudaica*, in cui narra gli eventi da lui personalmente vissuti al tempo della distruzione del Tempio da parte di Tito), oltre a un'*Epitome* contenuta nella "cronografia" di Giorgio Sincello (storico bizantino, vissuto tra l'VIII e il IX secolo, scrisse una cronaca dalle origini del mondo fino all'imperatore Diocleziano). Per contro, dalla civiltà greca, come successivamente da quella romana, emersero numerose "storie", le principali delle quali si debbono ai ben noti nomi di: Erodoto di Alicarnasso (484-425 AC); Tucidide (Atene, 460-395 AC); Senofonte (Atene, 430-354 AC); Plutarco (Cheronea, 50-120 DC).] Tutto ciò giustifica un "giudizio" complessivo e conclusivo che presentiamo ancora con parole di Boyer: "Che i Greci abbiano preso a prestito dagli egiziani qualche nozione di matematica elementare è probabile [...] ma essi hanno certamente esagerato la misura del loro debito". [Il giudizio appare viepiù confermato dal famoso episodio narrato da Diogene Laerzio (storico greco vissuto nel III secolo DC, autore di una *Raccolta delle vite e delle dottrine dei filosofi*), secondo il quale sarebbe stato proprio Talete a insegnare viceversa agli egiziani come misurare l'altezza delle piramidi analizzando quella delle loro ombre. Potremmo parlare dei primordi della teoria delle proporzioni e delle similitudini, ricordando l'enunciato di quello che chiamiamo ancora oggi "teorema di Talete", ma in realtà il metodo utilizzato da Talete nell'occasione fu di tipo "astronomico". Eseguì infatti le sue misurazioni in un giorno in cui i raggi del Sole erano inclinati di 45°, sicché l'ombra di un oggetto coincideva esattamente con la sua altezza (vedi anche il punto 1-2-5). Tralasciamo altri particolari, ma osserviamo che l'altezza di una piramide quadrata, impossibile da determinare direttamente, può essere facilmente calcolata via ripetute applicazioni del "teorema di Pitagora", sicché l'accaduto sembra confermare l'opinione che tale teorema, pur essendo noto ai Babilonesi, non lo fosse invece agli Egiziani (e invero non ne risulta traccia nei loro pochi documenti matematici pervenutici).] Terminiamo dicendo che simili osservazioni possono ripetersi sia per la matematica cinese sia per quella indiana. Di entrambe - sovente "sopravalutate", e poi non così antiche come si crede comunemente - daremo qualche notizia nella sezione dedicata al Medioevo.

0-9) Siamo così finalmente in grado di stabilire le nostre prime *biffe* di riferimento [biffa = "dispositivo realizzato con appositi vetri murati a gesso ai lembi di fenditure sui muri, per controllarne l'eventuale allargamento" - l'autore deve l'immagine al grande matematico francese Jean Dieudonné, del gruppo Bourbaki, vedi oltre, senza essere purtroppo in grado di rammentare ulteriori particolari di tale debito], tra

tutte quelle che cercheremo di collocare nel vasto oceano della storia a scopo di *orientamento*. Fissiamo l'**origine** della presente investigazione intorno al 600 AC, e introduciamo una prima suddivisione fondamentale della storia della matematica (alquanto parallela alle altre usuali nella corrente storiografia) in due periodi, **antico** e **moderno**, il primo suddividendosi poi a sua volta in altri due sottoperiodi, **classico** (detto da alcuni **greco-romano**) e **medievale**.

0-10) E' chiaro che la predetta suddivisione (le cui motivazioni illustreremo in misura crescente procedendo nel discorso) fa riferimento, almeno per la sua prima parte, alla scelta effettuata di porre l'attenzione sulla civiltà greca. Invero, quali confini temporali assegnarle? Si tratta di una storia relativamente recente, non solo ovviamente rispetto alle grandi ere di cui ci parlano astrofisica, geologia e biologia (vedi il I riepilogo storico generale), ma anche a quanto si pensa comunemente, con riferimento a "tempi storici" (e pure questi debbono concepirsi assai "limitati", vedi ancora il citato riepilogo). E' infatti soltanto verso la metà del II millennio che dal Nord dell'Europa irrompono nel bacino del Mediterraneo le prime tribù "greche" (Elleni, Danai, Achei, Dori, Ioni,...), le quali si impongono gradatamente alla fiorente civiltà egea-cretese (detta anche minoica, con riferimento al leggendario re Minosse di Creta, il re della leggenda del Labirinto e del Minotauro). Si colloca generalmente la guerra di Troia intorno al 1200, mentre i poemi omerici risalirebbero al IX secolo, e quelli di Esiodo all'inizio del VII secolo. [Un'opinione in proposito del tutto alternativa, che corre il rischio di essere vera!, è propugnata da Felice Vinci: se ne vedano per esempio notizie nella rivista *on line Episteme*, elenco degli articoli alla pagina web: <http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci/epi-3anni.htm>.] La prima Olimpiade viene datata al 776. I Greci trovarono nelle nuove terre diverse popolazioni di cultura che dobbiamo immaginare assai più avanzata della loro originale, come gli Egiziani, i Fenici, etc., dalle quali sicuramente in un primo momento appresero molto (per esempio l'uso della scrittura, per cui usarono un alfabeto di origine fenicia). Interagendo con tali civiltà conobbero una rapida evoluzione, infine superandole tutte nelle materie oggetto del nostro speciale interesse, ed ecco spiegata la biffa relativa al VI secolo AC. Abbiamo già accennato a come i Greci non si limitarono a imitare gli Egiziani nelle loro raccolte di regole eminentemente pratiche, aventi lo scopo di indicare come comportarsi nei diversi casi in cui ci si imbatteva più comunemente, ma cominciarono a fare sistematicamente della matematica un oggetto di riflessione logico-filosofica "pura", pervenendo così a porre le basi di quella che possiamo anche chiamare la *geometria di precisione*.

0-11) **Un problema irrisolto, e forse irrisolvibile**: perché la matematica "razionale" si sviluppò soltanto presso i Greci? "Per caso" sembra essere una buona risposta, dato che l'evento può considerarsi alquanto improbabile (tanto è vero che non si è mai verificato altrove, a quel che ne sappiamo). Allo stesso

modo, verosimilmente, è lecito supporre che siano esistiti interi "cicli" della storia dell'umanità (vale a dire, tra una catastrofe e l'altra) senza nessuna matematica razionale, per non dire senza nessuna capacità di confronto "tecnologico" con la natura. [Vedremo come della matematica pur razionale la "tecnica" sarà al tempo stesso madre e figlia, sia pure solamente nell'età moderna - anche "tecnica" proviene da una parola greca, τεχνη = mestiere, lavoro, da una radice che inizialmente significava "tagliare"; il corrispondente latino è "arte", *ars*, da una radice che rimandava semanticamente a "incastrare", "adattare".] Ciò non toglie che sia estremamente interessante speculare sulle circostanze contingenti che possono aver favorito la nascita e l'evoluzione di tale tipo di matematica (potremmo anzi parlare direttamente di "geometria", l'aritmetica essendo, almeno apparentemente, più "facile", e rapidamente conoscibile, senza bisogno di successivi progressi). Secondo Michel Serres (*Le origini della geometria*, Feltrinelli, 1994): "Esistono così poche risposte a questa domanda che molti storici, per illustrare un evento tanto raro, parlano di miracolo" (poiché il termine "miracolo" presuppone implicitamente un qualche intervento di natura "volontaria", provvidenziale, ecco perché abbiamo prima usato volutamente il termine "caso"). Difficile in effetti attribuire l'invenzione del sapere "disinteressato" al fatto che la classe sacerdotale egiziana potesse permettersi i "lussi" oziosi della contemplazione pura, oppure all'istituto della schiavitù (diffuso peraltro in - quasi? - tutto il mondo antico), che altrettanti ne consentiva agli "aristocratici" greci. [Così si esprime al riguardo Aristotele, all'inizio della sua *Metafisica*: "le arti matematiche [classificate dal filosofo tra le scienze che non badano "né al piacere né al necessario"] si costituirono per la prima volta in Egitto, dove la casta sacerdotale poteva dedicarsi all'ozio". Val forse la pena citare anche le parole che Erodoto dedica all'usanza comune a talune civiltà di tenere in maggiore considerazione sociale coloro che si astengono dal lavoro manuale (*Storie*, Libro II, 167): "Se anche questo costume sia derivato ai Greci dall'Egitto, non lo posso dire con certezza.: osservo infatti che anche i Traci, gli Sciti, i Persiani, i Lidi e quasi tutti i Barbari tengono in minor conto i cittadini che esercitano le arti manuali e i loro discendenti, e stimano invece nobili coloro che se ne astengono, soprattutto quando esercitano il mestiere delle armi. Comunque sia, questo modo di vedere è stato adottato da tutti i Greci e in particolare dagli Spartani: unica eccezione i Corinzi, che meno degli altri disprezzano gli artigiani".] Peraltro, quasi auto-contraddittorio voler individuare le motivazioni dell'importante "passaggio" dal concreto all'astratto nelle particolari esigenze imposte dalle immediate necessità pratiche, quali quelle che Erodoto, discutendo di origini della geometria, ascrive precisamente agli egiziani, che dovevano rimisurare le terre dopo le periodiche inondazioni del Nilo (appunto: γη = terra, μετρον = misura). [Citiamo ancora dalle *Storie* (Libro II, 109): "Questo stesso re [Sesostri III, della XII dinastia, una delle più importanti del Medio Regno, regnò tra il 1880 e il 1840 circa], sempre al dire dei sacerdoti, suddivise il suolo fra tutti gli Egiziani, dando

a ciascuno un lotto uguale, di forma quadrata, e assicurò così delle rendite al tesoro regio mediante l'imposizione di un tributo annuo. Se il fiume toglieva a qualcuno una parte del suo lotto, questi andava dal re e lo informava della cosa: e il sovrano mandava suoi incaricati a esaminare e misurare di quanto fosse stata decurtata la proprietà, perché da allora in poi fosse diminuito il tributo in proporzione della perdita. Credo che di qui abbia avuto origine la geometria, che poi passò in Grecia. L'orologio solare, lo gnomone e la suddivisione del giorno in dodici parti sono [invece] di derivazione babilonese".] Infatti, se siffatte motivazioni possono invero spiegare il sorgere dell'attenzione verso talune problematiche (potremmo anche ricordare le tesi di coloro che riconducono certi avanzamenti dell'aritmetica alle necessità fenicie del commercio), non ci possono ahimé illuminare poi sul perché esse furono successivamente trattate in quel modo che abbiamo detto "filosofico", ricollegando quindi il nostro particolare dilemma a quello generale sulle origini e lo sviluppo della filosofia greca, anch'essa così "diversa" da tutte le altre a noi note. E ciò senza tener conto, infine, del fatto che ciascuna pretesa "causa", o "concausa", è stata probabilmente innumerevoli volte presente, in altri momenti storici e in altre civiltà, senza che si verificasse l'evento che essa dovrebbe contribuire a chiarire.

I riepilogo storico generale

Alcune biffe fondamentali della storia (lineare e progressiva) secondo l'opinione corrente.

- Tra i 15 e i 20 miliardi di anni fa "nasce" l'universo.

[*Teoria del Big-Bang*, che si deve a una prima idea (1931) di Georges Lemaître (1894-1966), astronomo e gesuita belga, e a sviluppi successivi (1948) del fisico russo - successivamente alla rivoluzione sovietica emigrato negli Stati Uniti - George Gamow (1904-1968). Essa rappresenta la più nota delle cosmologie che si basano sulla Teoria della Relatività Generale (1917) di Albert Einstein (vedi oltre); il suo primo fondamento sperimentale consiste nelle celebrate osservazioni (1929) dell'astronomo "dilettante" (in origine era un avvocato!) americano Edwin Hubble (1889-1953), le quali avrebbero constatato un'espansione dell'universo, ascrivendo a un "effetto Doppler" il cosiddetto *red shift* della luce proveniente dalle galassie. Si vedano al riguardo, nella nominata *Episteme*, le considerazioni assai critiche di Alberto Bolognesi e Roberto Monti.]

- Intorno ai 5 miliardi di anni fa si forma il Sole, e successivamente (mezzo miliardo di anni dopo) i vari corpi del Sistema Solare, Terra ovviamente compresa.

- Circa tre miliardi di anni fa nascono sulla Terra i primi organismi viventi, batteri che si nutrono di luce.

- Un miliardo di anni fa fanno la loro apparizione organismi composti da cellule complesse.

- Trecento milioni di anni dopo gli oceani sono popolati da molteplici forme di vita, e la terra ferma da vegetali. Bizzarro notare che secondo la teoria "scientifica" corrente sia sensato scrivere cose simili: "Circa 700 milioni di anni fa i vegetali escono dalle acque e si avventurano sulla terraferma...", mah!

- Tra i 400 e i 300 milioni di anni fa incontriamo i primi vertebrati, pesci, anfibi, rettili.

- Intorno ai 200 milioni di anni fa la terra è il regno dei dinosauri (e quindi degli uccelli), i quali scompaiono circa 60 milioni di anni fa, lasciando il posto dominante ai mammiferi.

- L'apparizione dell'*Homo Sapiens* viene fatta risalire a non più di 50.000 anni fa, preceduta ovviamente da diversi suoi "progenitori", a volte pure apparentemente sopravvissuti in parallelo fino all'estinzione (Uomo di Neanderthal, circa 100.000 anni fa; Uomo di Cro-Magnon, circa 50.000 anni fa, etc.).

- Fino a 10.000 anni fa si immagina l'uomo ancora organizzato in piccole comunità, di non oltre qualche decina di individui, i quali vivono in caverne (15.000/10.000). La cosiddetta età della pietra si divide comunemente in (almeno) tre periodi: Paleolitico, Mesolitico, Neolitico.

- Comunque siano andate davvero certe cose, è palese che in verità ne sappiamo ben poco, così come ben poco sappiamo realmente della storia dell'uomo, quando risaliamo anche solo di pochi millenni prima dell'inizio della nostra era, che diciamo *cristiana*. È opinione dello scrivente che tale situazione sia da ascrivere più ad alcune catastrofi ricorrenti sul nostro pianeta, che non alla relativa primitività dei nuclei umani che vissero in certe epoche remote (si vedano i lavori di Emilio Spedicato pubblicati nella già citata *Episteme*; l'autore in parola fornisce come date approssimative per le catastrofi più recenti, e importanti, l'11.000 AC - che potrebbe essere quella che vide coinvolta la mitica "Atlantide" - e il 6.000 AC). [Nel *Timeo* di Platone troviamo il seguente passo, assai significativo nel nostro contesto: "Allora uno dei sacerdoti assai vecchio disse: Solone, Solone, voi Greci siete sempre bambini, e non esiste un Greco vecchio ... Siete tutti giovani nelle anime: infatti in esse non avete alcuna antica opinione che provenga da una primitiva tradizione e neppure alcun insegnamento che sia canuto per l'età. E

questa è la ragione. Molte sono e in molti modi sono avvenute e avverranno le perdite degli uomini, le più grandi per mezzo del fuoco e dell'acqua..."] L'ultima catastrofe in particolare è quella nota come "Diluvio di Noè", che dovette avvenire intorno al 3250, coinvolgendo una larga parte della Terra. Se così fosse, sarebbe chiaro perché, prima di un certo momento, sulle vicende storiche dell'umanità si possano fare solamente delle ipotesi, più o meno fondate. Sta di fatto che, dopo un periodo che bisogna immaginare di grande caos, di migrazioni e di ripopolazioni, è soltanto intorno ai 300 anni dopo la data citata che inizia per esempio la storia della civiltà degli Egizi, con la fondazione di Menfi da parte del primo mitico faraone Menes (il quale va quindi secondo noi ricondotto al primo secolo del III millennio, e non prima; del resto, sulla questione c'è ampio disaccordo tra gli "esperti").

- 2700 Zoser costruisce la prima piramide a Saqqara. Il cosiddetto *antico regno* dura fino al 2200, ed è seguito da un (primo) periodo intermedio. Vengono ricordati in modo particolare i nomi dei faraoni della IV dinastia (2600-2500), i celebri costruttori di piramidi Cheope, Chefren (al quale si dovrebbe la costruzione della Sfinge), e Micerino.

- Intorno al 2500 possiamo collocare l'*epopea di Gilgamesh*, re della città sumera di Uruk, raccontata in tavolette d'argilla che sono state rinvenute nella "biblioteca" di Ninive, capitale dei Babilonesi, il cui sovrano Assurbanibal regnò dal 668 al 627 (invece Hammurabi, il cui nome è rimasto famoso per l'omonimo "Codice", regnò intorno al 1800). Sempre in queste tavolette troviamo traccia di un resoconto caldeo del "diluvio", dal quale gli Ebrei, durante il periodo dell'*esilio* (circa 600/550), prenderanno verosimilmente lo spunto per la narrazione che compare nella *Genesi*. Sempre all'incirca al medesimo periodo dobbiamo far risalire l'origine e l'espansione delle civiltà dei Sumeri, degli Accadi, dei Caldei, degli Assiri, dei Babilonesi, degli Ittiti, dei Mitanni, dei Fenici, dei Persiani, etc..

- Dal 2060 al 1800 si parla di un *medio regno* in Egitto, al quale seguono un (secondo) periodo intermedio, e l'invasione degli Hyksos (il cui dominio sull'Egitto va dal 1660 al 1550). Si apre quindi la fase del *nuovo regno*, che porta la capitale a Tebe, e dura fino al 1078. Dopo un lungo terzo periodo intermedio (in cui l'Egitto appare diviso in due tronconi, facenti capo a Tebe nell'Alto Egitto, e a Menfi nel Basso Egitto, e i cui sovrani appartengono spesso a etnie diverse, quali libici, etiopi, etc.), vengono sulla scena le dinastie del *tardo regno*, dalla XXVI (672-525) alla XXX (380-343). Ultimo "vero" faraone può considerarsi però Psammetico III, della XXVI dinastia, il quale dovette cedere il regno al persiano Cambise (la successiva XXVII dinastia del tardo regno è in realtà persiana). Dalla XXVIII dinastia fino alla XXX l'Egitto viene nuovamente governato da egiziani, ma si può dire che il paese conosce ormai soltanto dei brevi periodi di indipendenza tra un'invasione e l'altra, fino

all'ultima definitiva ai tempi di Alessandro Magno (successivamente alla cui conquista si apre l'era della dominazione dei Tolomei; la particolare "storia" di questi si concluderà con gli episodi che videro coinvolta la famosa regina Cleopatra).

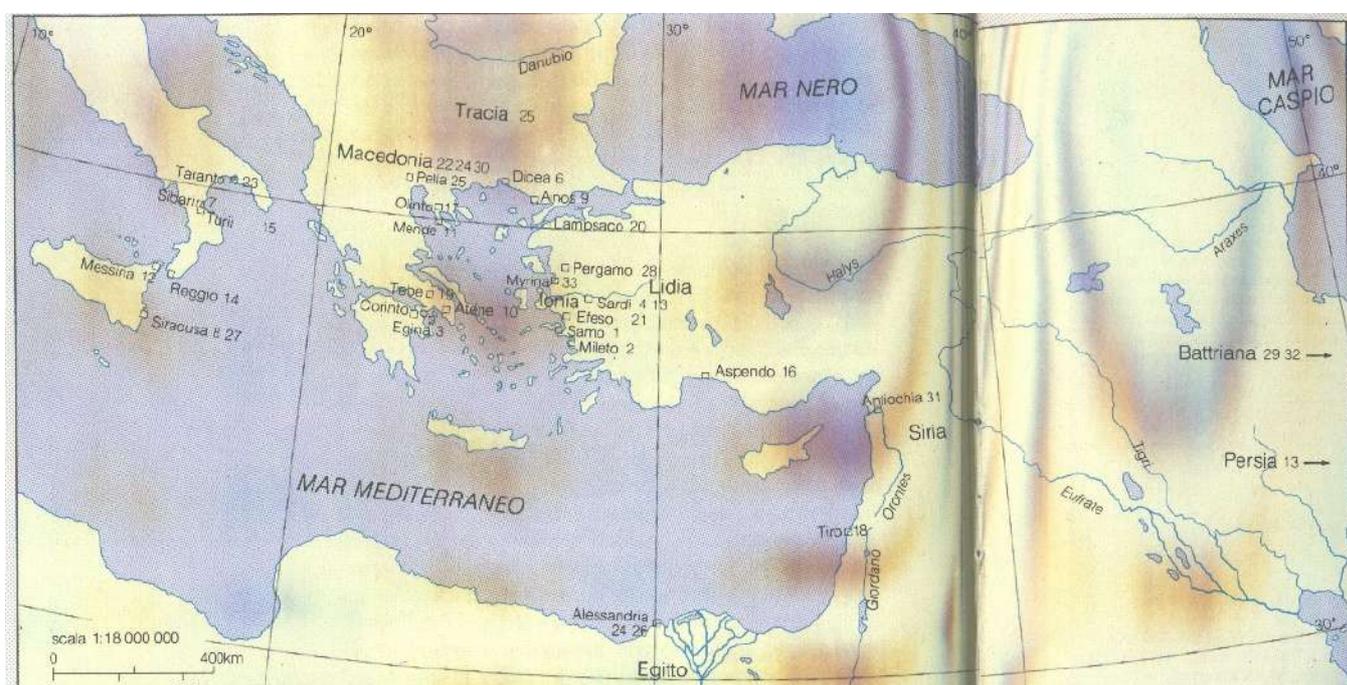
- La storia degli Ebrei origina con Abramo, intorno al 1450. Giacobbe in Egitto intorno al 1330. *L'esodo* verso la "terra promessa" sotto la guida di Mosè avviene circa un secolo dopo. [Per ulteriori notizie sulla prima storia degli Ebrei si rimanda allo straordinario libro di Flavio Barbiero presentato ampiamente in *Episteme* N. 2, *URL* citato.] Il "tempio" viene edificato in Gerusalemme dal re Salomone intorno all'anno 1000. Questo "primo" tempio verrà distrutto dai Babilonesi nel 586. La relativa sconfitta è all'origine della deportazione i cui dolorosi echi permangono nella *Bibbia* (sorgente di ispirazione del *Nabucco* di Giuseppe Verdi). A tale evento va fatto risalire l'inizio del fenomeno della *diaspora* (in effetti, quando Ciro permise agli Ebrei di tornare in patria, e ricostruire il tempio, quindi il "secondo tempio", solo una parte di essi fece ritorno).

1 - La matematica classica

Per quanto riguarda la prima parte della storia della matematica antica, si introduce tradizionalmente una sottosuddivisione in 4 fasi, ciascuna di 300 anni, a coprire quindi un intervallo temporale di circa 1200 anni.

1-1) Il periodo ellenico: 600-300 AC

Incontriamo la civiltà greca già diffusa in "colonie" (le più famose delle quali si possono notare nella seguente cartina), sia nell'Asia Minore che in Italia meridionale.



(Figura 1)

(Le colonie greche, in Asia Minore e in Italia meridionale.)

1-1-1) La prima fase della storia della matematica con cui abbiamo a che fare prende il nome dal termine Elleni, che è uno dei nomi con cui i Greci indicavano collettivamente se stessi (l'uso dura ancor oggi), e parte dal momento in cui la matematica greca appare già avere fatto quel salto di qualità cui abbiamo precedentemente accennato. Si narra infatti come già i discepoli di Pitagora fossero a conoscenza della necessità dell'introduzione dei "numeri irrazionali" per una teoria precisa della misura, ma che riservassero questa scandalosa consapevolezza agli "iniziati" e non ai "profani" (origini di un insegnamento *esoterico* e di uno *exoterico*, collegati alla divulgazione di certe conoscenze da parte di particolari gruppi organizzati). [La spiegazione di questi due termini richiede un minimo di tempo e di attenzione. Tutto

inizia al solito con la lingua greca, nella quale abbiamo una forma avverbiale o preposizionale $\epsilon\xi\omega$, che significa fuori, all'esterno, d'onde $\epsilon\xi\omega\tau\epsilon\rho\omicron\varsigma$, esteriore, ed $\epsilon\xi\omega\tau\epsilon\rho\iota\kappa\omicron\varsigma$, esterno, pubblico (fino a: straniero). Ad essa viene contrapposto un avverbio $\epsilon\nu\delta\omicron\nu$, che rimanda a dentro, all'interno, e da qui per esempio i nostri contrari *esogeno* ed *endogeno* - nel primo caso la ξ , in assenza della "x", diventa "s", fin qui tutto chiaro. Purtroppo in greco esiste anche un altro avverbio o preposizione che appartiene al medesimo ambito semantico di $\epsilon\nu\delta\omicron\nu$, ed è $\epsilon\iota\varsigma$, che vale dentro, in, verso, all'interno (da non confondere con $\epsilon\iota\varsigma$ con l'accento circonflesso: uno, uno solo), la quale si trova pure come $\epsilon\iota\sigma\omega$ o $\epsilon\sigma\omega$. Con l'aggiunta del suffisso $\tau\epsilon\rho\omicron\varsigma$, con cui si forma il comparativo di maggioranza, troviamo $\epsilon\sigma\omega\tau\epsilon\rho\omicron\varsigma$, interiore, riservato, intimo, o appunto $\epsilon\sigma\omega\tau\epsilon\rho\iota\kappa\omicron\varsigma$, che fin dall'antichità fu utilizzato per contrassegnare i discepoli di Pitagora ("iniziati"), o le lezioni di Aristotele riservate al circolo più "interno" degli allievi del Liceo. Il guaio è che se si rende questo $\epsilon\sigma\omega\tau\epsilon\rho\iota\kappa\omicron\varsigma$, che per tradizione non si può ovviamente cambiare ("endoterico" non causerebbe viceversa alcun problema!), con il nostro *esoterico*, ecco che il contrasto con l'opposto $\epsilon\xi\omega\tau\epsilon\rho\iota\kappa\omicron\varsigma$, *se reso con la "s"*, non si coglierebbe più. Ciò costringe alle forme *essoterico*, oppure, forse ancora più capace di scongiurare equivoci, *exoterico*.]

1-1-2) Il fatto che si ascrivano le origini della geometria a **Talete** di Mileto (624-548), e quelle della teoria dei numeri (aritmetica) a **Pitagora** di Samo (580?-496?; fondò la sua celebre scuola a Crotona), che della "numerologia" faceva il perno della sua concezione del mondo, appare un ulteriore indizio della fondazione "dualista" della matematica che sosteniamo. La "setta pitagorica" esercita un forte influsso intellettuale (che permane del resto fino ad oggi, per esempio nella Massoneria). Tra i "pitagorici" si ricordano i nomi di: **Filolao** di Taranto (V secolo); **Ippaso** di Metaponto (o di Crotona, contemporaneo di Filolao) [Una leggenda attribuisce la morte di Ippaso, avvenuta in un naufragio, alla punizione divina per l'*empietà* di aver divulgato conoscenze riservate, quali quelle relative all'esistenza di grandezze incommensurabili!]; **Archita** di Taranto (discepolo di Filolao, nato nel 428).

1-1-3) **Zenone** di Elea (495-435), discepolo di Parmenide (pure di Elea, fu attivo intorno al 500). I suoi famosi "paradossi" possono essere interpretati come un punto di passaggio obbligato verso la comprensione dell'antinomia *materiale-pensato* (la stessa che viene proposta da Cartesio con i due termini *res extensa*, *res cogitans*), gli enti matematici appartenendo sicuramente al secondo ambito. ["Materiale" (o "concreto"), si preferisce qui a "reale", nella persuasione che l'esperienza del pensiero non sia per l'essere umano meno reale di quella della materia.]

1-1-4)* La dualità materiale-pensato può poi completarsi nella terna materiale-pensato-parlato, che introduce la dimensione logica del *linguaggio*, che pur essendo necessario per la comunicazione intersoggettiva, corrisponde ai concetti oggetto della comunicazione solo in modo ineludibilmente imperfetto: "*Le language est source de malentendus*" (da *Le Petit Prince*, di Antoine de Saint-Exupéry, 1900-1944). [Cartesio esprime il medesimo concetto osservando che "noi congiungiamo i nostri pensieri a parole che non li esprimono esattamente" (nel N. 74 dei suoi *Principia...*, Parte I, vedi oltre), al che potremmo aggiungere che, anche quando attraverso un processo di *codifica* si sia riusciti a stabilire una "decente" corrispondenza tra pensato e parlato, essa rischia di mutarsi comunque in un fraintendimento quando, nel corso di una relazione interpersonale, avvenga un processo inverso di *decodifica*, dal parlato (dell'altro) al pensato (proprio).] Rifiutando le tesi dei "nominalisti", o dei "logicisti" - il cui "credo" può essere riassunto nelle parole: *nomina nuda tenemus* [L'espressione, usata con successo da Umberto Eco (1932) per la chiusura del suo *Il nome della rosa*, è stata ripresa, a detta dell'autore medesimo, da *De contemptu mundi*, di Bernard de Morlay, un frate benedettino francese del XII secolo, che riprendeva un analogo tema del più noto filosofo medievale Pietro Abelardo (1079-1142) - il quale ultimo è peraltro forse maggiormente ricordato per i suoi sfortunati amori con Eloisa!] - ribadiamo che la matematica appare più propriamente appartenere all'ambito del "pensato", anziché a quello del "parlato", nonostante essa sia da una parte indissolubilmente legata alla veste che inerisce alla sua formulazione "logico-simbolica", attraverso appunto il linguaggio, dall'altra corrispondente (*adeguata*) all'esperienza sensibile. [Il (ripetuto) uso del termine "adeguato" non è casuale, in quanto rinvia opportunamente - nell'ottica dualista cui sempre qui ci atteniamo - alla nota concezione tomistica di *veritas* (nei suoi diversi "gradi") - ma meglio sarebbe dire *scientia* - come *adaequatio rei et intellectus*. Ecco qui ancora una volta contrapposti i due termini della cui rilevanza, a costituire gli estremi dell'esperienza umana, numerosi filosofi mostrano di avere piena e intuitiva consapevolezza. La "definizione" si trova più volte discussa nella *Summa Theologiae*, in particolare nella Parte I (Quaestio XVI, Articulus 2), nella quale S. Tommaso esordisce sull'argomento riferendo: "*Isaac dicit, in libro De Definitionibus, quod veritas est adaequatio rei et intellectus*" (l'Isaac in questione sarebbe Isaac ben Solomon Israeli, filosofo arabo-ebreo nato in Egitto, vissuto tra l'850 e il 950). Buffo è osservare marginalmente che, secondo quanto viene riportato nel sito filosofico della Stanford University, <http://plato.stanford.edu/entries/truth-correspondence/>: "Aquinas credits the Neoplatonist Isaac Israeli with this definition. But there is no such definition in Isaac. It originated with the Arabic philosophers Avicenna and Averroes (Tahafut, 103, 302) [vedi oltre], and

was introduced to the scholastics by William of Auxerre [Guglielmo d'Auxerre (1144?-1231), filosofo e teologo, insegnò all'università di Parigi, e fu nominato da Gregorio IX membro della Commissione incaricata di "correggere" i libri fisici e metafisici di Aristotele, la cui lettura era stata proibita nel 1210 e nel 1215.]. I due genitivi utilizzati nella formulazione citata mettono l'intelletto e la cosa=materia sullo stesso piano, ma è usuale parlare anche di una *adaequatio intellectus ad rem*, o di una *adaequatio rei ad intellectum* (quest'ultima per esempio in Nicola Cusano, vedi oltre, *Compendium*, 10, 34:20-21). La prima appare su due piedi più sensata, e "modesta" negli intenti, meno "antropocentrica" (sarà ben l'intelletto umano a doversi adeguare all'oggetto, e non viceversa, tanto più che l'oggetto, non essendo dotato di alcuna "volontà", non potrebbe proprio adeguarsi in alcun modo!), ma la seconda, se ben interpretata, sembra essere di stampo quasi kantiano, rimandando all'inevitabile necessità da parte dello "spirito" dell'uomo (se si trova sgradevole la parola, oggi filosoficamente desueta, se ne pensi come alla sede della *voluntas*, detta anche *potentia*, *energia*, *vis*, con l'aggiunta ovviamente del qualificativo *spiritualis*), di utilizzare l'intelletto nei suoi atti di conoscenza per adeguare la "cosa" a se stesso, di modo che essa possa diventargli comprensibile. Si potrebbe anche dire che l'intelletto è già in qualche senso adeguato-strutturato alla funzione richiamata, anche se non univocamente "rigido"; e che ovviamente è sempre lui ad *agire*, tramite una *duplice* azione, in cui "adeguа" la cosa individuando tra le diverse sue possibilità razionali quella che meglio corrisponde alla cosa adeguata. Si invita alla riflessione su siffatte tematiche anche perché capaci di dare lumi sulla corrispondenza, per certi versi "miracolosa", tra *matematica* e *realtà* (in termini più familiari agli studenti, tra *teoria* e *applicazioni*), che Baruch Spinoza (1632-1677) "risolve" con la famosa osservazione (che può essere ancora una volta interpretata in chiave dualista, anche se questa non era l'intenzione dell'autore): "*Ordo et connectio idearum idem est ac ordo et connectio rerum*" (*Ethica Ordine Geometrico Demonstrata*, Parte II, Prop. 7).]

1-1-5) A **Ippocrate** di Chio (seconda metà del V secolo) Proclo (vedi 1-4-1) attribuisce degli *Elementi di geometria* che anticipavano di oltre un secolo quelli di Euclide. Lungo il complesso cammino che possiamo soltanto immaginare verso la vetta della matematica antica, non essendocene rimaste più tracce documentarie, troviamo la figura di **Eudosso** di Cnido (prima metà del IV secolo), il quale stabilisce i primi elementi della teoria delle proporzioni. Allo stesso scienziato si deve il sistema astronomico delle *sfere omocentriche*, detto di Eudosso-Callippo (con l'aggiunta del nome di un discepolo del primo), che, andando molto al di là delle primitive speculazioni del pensiero greco (per esempio quelle dei pitagorici), permetteva di stabilire con buona

approssimazione le posizioni e i movimenti degli astri, ma falliva evidentemente in ordine alle loro relative distanze apparenti. Fu questo il "modello" scelto da Aristotele per la sua concezione del mondo, nonostante il "maestro di color che sanno" (secondo la formulazione dantesca, *Inferno*, IV, 131) fosse a conoscenza dei probabili limiti di esso, in ordine appunto alle variazioni delle distanze dei pianeti dalla Terra. [Pianeta è un altro termine di origine greca, $\pi\lambda\alpha\nu\alpha\omega$ = andare errando, vagabondare, d'onde anche il rimando ai concetti di instabile, irregolare; in effetti i pianeti appaiono dotati di un moto a volte progressivo, a volte retrogrado, così come sono visti dallo specifico pianeta che attualmente ospita noi esseri umani.] Il sistema di Eudosso-Callippo fu successivamente criticato (si potrebbe anche dire: messo in ridicolo!) da Galileo, il quale però ingiustamente lo identificò con quello tolemaico, viceversa assai più evoluto in ordine a una efficiente descrizione dei fenomeni astronomici.

1-1-6) L'età di Socrate (Atene, 470-399); Platone (Atene, 427-347; la scuola, o meglio *ginnasio* - con riferimento al termine greco $\gamma\upsilon\mu\nu\omicron\varsigma$, nudo, d'onde "palestra" - da lui fondata si chiamava *Accademia*, dal nome del quartiere di Atene, che ricordava il nome dell'eroe Academo, dov'essa era situata); Aristotele (Stagira, 384-322; la scuola di Aristotele ebbe invece il nome di *Liceo*, poiché sorgeva vicino al tempio di Apollo Licio, ed è detta anche *Peripato*, dal greco "passeggiare", perché il maestro usava filosofare passeggiando). L'atomismo di Democrito di Abdera, Tracia (vissuto tra il 450 e il 350). Una storia della geometria di **Eudemo** di Rodi (discepolo di Aristotele, fine IV secolo) è purtroppo andata perduta (vedi 1-4-1). In seguito alle conquiste di Alessandro Magno (356-323), che fu discepolo di Aristotele (anch'egli come il conquistatore nato in Macedonia), la cultura greca si espande verso il mondo orientale. Centro universale degli studi diviene la splendida città reale di Alessandria, fondata in Egitto, alle foci del Nilo, nel 332.

II riepilogo storico generale

Agli inizi del VI secolo AC troviamo la civiltà greca diffusa nelle celebri colonie dell'Asia Minore (Mileto, Focea, Chio, Samo, Elea, Cnido, Cos, Lemno, Bisanzio,...) e dell'Italia meridionale (Agrigento, Siracusa, Crotone, Metaponto, Sibari, Selinunte,...), presso le quali fioriscono le prime celebri scuole di filosofia. Oltre a quelli già citati nel testo, ricordiamo i nomi di: Anassimandro di Mileto (discepolo di Talete, rimasto celebre per il suo concetto di $\alpha\pi\epsilon\iota\omicron\nu$ = illimitato, infinito, indeterminato; vissuto nella prima metà del VI secolo); Anassimene di Mileto (discepolo di Anassimandro); Eraclito di Efeso (vissuto intorno al 500); Anassagora di Clazomene (il "fisicissimo", V secolo).

Tra il 600 e il 500 A.C. prosperano le singole città-stato caratteristiche dell'organizzazione sociale dei Greci (quali ad esempio Atene, Corinto, Sparta, Tebe).

Nel 539 Ciro II detto il Grande (che muore nel 528) fonda l'impero persiano, la cui cupidigia si riversa subito sulle ricche colonie greche dell'Asia Minore, e successivamente sulle stesse città della penisola greca.

Nel 490 ha luogo la I guerra persiana (nel corso della quale si verifica il celebre episodio di Maratona, pianura nei pressi di Atene), condotta dalla parte dei persiani da Dario I (imperatore dal 521 al 485).

Nel 480 ha luogo la II guerra persiana, contro l'imperatore Serse (485-456), che si risolve sorprendentemente a favore dei Greci. L'episodio della difesa del passo delle Termopili da parte dello spartano Leonida, e la battaglia di Salamina (Temistocle). I persiani mantengono però il controllo sulle città greche dell'Asia Minore.

Terminate le guerre persiane, la Grecia attraversa una fase di conflitti per la supremazia tra le varie città, passati alla storia con il nome di Guerre del Peloponneso.

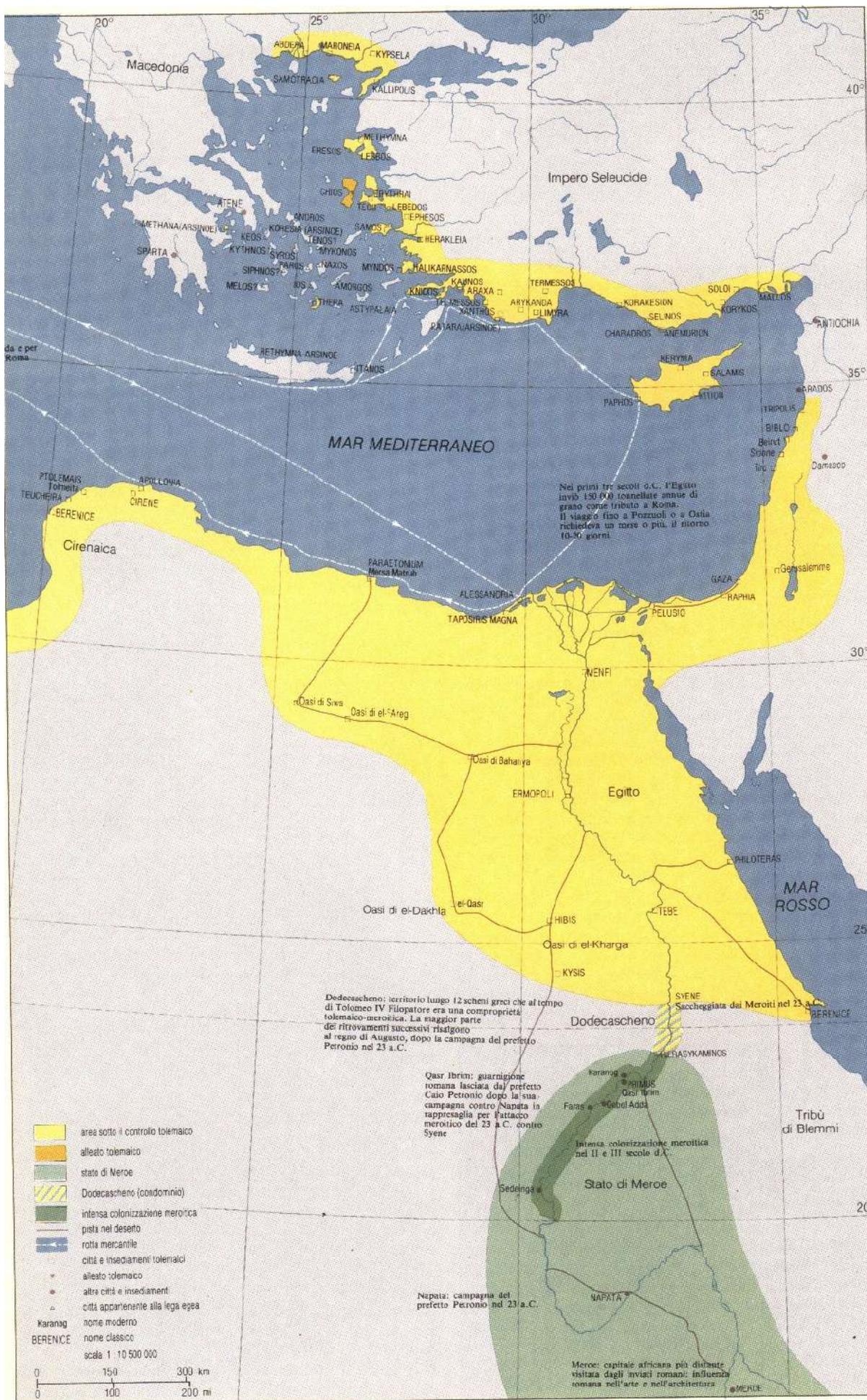
La prima di queste ha luogo tra il 457 e il 445, mentre la seconda, con fasi alterne, tra il 430 ed il 404, e culmina con la sconfitta di Atene. Questa città, sotto la guida di Pericle, tra il 467 e il 428, conosce uno dei periodi di suo massimo splendore.

Dopo la battaglia di Egospotami (405) Atene è costretta a rinunciare alle sue pretese egemoniche, e a subire, anche se per breve tempo, il regime cosiddetto dei 30 Tiranni imposto da Sparta (la quale si trova dal canto suo a lottare successivamente prima contro i Tebani e poi contro i Macedoni).

E' nel 358 che Filippo II, il padre di Alessandro Magno, sale al trono di Macedonia, e inizia quella politica di espansione che condurrà per la prima volta i Greci alla formazione di un'unica entità politica.

Parallelamente si sviluppa la storia dei Romani. Secondo un'antica tradizione, celebrata poi in versi da Publio Virgilio Marone (70 AC-19 AC), Roma venne fondata nel 753 AC da discendenti di un gruppo di superstiti Troiani. Il periodo iniziale della monarchia, caratterizzato tra l'altro dallo scontro con la civiltà etrusca, ha termine nel 509, anno a partire dal quale troviamo a lungo Roma organizzata come una repubblica patrizia. Il V ed il IV secolo sono principalmente rivolti alle lotte per la supremazia nel Lazio e nelle regioni vicine. Lo scontro con Brenno, e il famoso episodio delle "oche del Campidoglio", risale al 390. L'umiliazione delle "forche caudine" da parte dei Sanniti è del 321.

1-2) Il periodo ellenistico: 300-1 AC



(Figura 2)

(Ii regni ellenistici alla morte di Alessandro Magno.

Nella cartina si distingue Syene, di cui al prossimo punto 1-2-5.)

1-2-1) Ellenistico è il termine con cui si indica il periodo storico in oggetto, caratterizzato dalla diffusione della lingua e della cultura greca in tutto il bacino orientale del Mediterraneo. I 13 libri degli *Elementi* di **Euclide** di Alessandria (da non confondersi con Euclide di Megara, IV secolo, filosofo discepolo di Socrate), che insegna nella città egiziana intorno al 300, rappresentano il punto d'arrivo della lunga meditazione "ellenica" sulla geometria e i suoi fondamenti. L'opera di Euclide passerà attraverso i secoli come un modello (con parola greca, *canone*) di come si fa la matematica, attraverso l'uso sistematico della "dimostrazione", ottenuta mediante una catena di deduzioni logiche a partire da "premesse" (*principi*). Ancora agli inizi del XX secolo si trovano gli *Elementi* come libro di testo, ancorché modernamente commentato, utilizzato negli istituti medi superiori europei. [Diamo una breve descrizione del contenuto del testo euclideo tratta da A. Frajese, 1951 (vedi Bibliografia): "Gli *Elementi* di Euclide si compongono di tredici libri: un XIV e un XV libro, che si riteneva fossero parte degli *Elementi*, sono stati riconosciuti essere aggiunte di geometri posteriori. Nei primi quattro libri si trovano le proposizioni fondamentali della geometria piana, e precisamente nel libro I la teoria dell'uguaglianza e dell'equivalenza dei poligoni, nel libro II (assai breve) la cosiddetta algebra geometrica (secondo la denominazione di Zeuthen), nel libro III le proprietà del cerchio e nel libro IV quelle dei poligoni regolari. Il libro V è dedicato alla teoria generale delle proporzioni tra grandezze (secondo la teoria di Eudosso) e il libro VI alle applicazioni di detta teoria alla geometria piana. Seguono i libri aritmetici VII, VIII, IX, nei quali vien trattato dei numeri (interi) e delle loro proprietà. Il libro X (il più lungo di tutti) dà sotto forma geometrica una elaborata classificazione degli irrazionali risultanti da radicali quadratici, anche sovrapposti. Finalmente nei libri XI, XII, XIII viene studiata la geometria solida. L'opera di Euclide, che presuppone naturalmente quella dei predecessori, della quale rappresenta una sintesi organica, ha carattere di sistemazione critica, e venne evidentemente concepita dall'Autore con intenti eminentemente espositivi".]

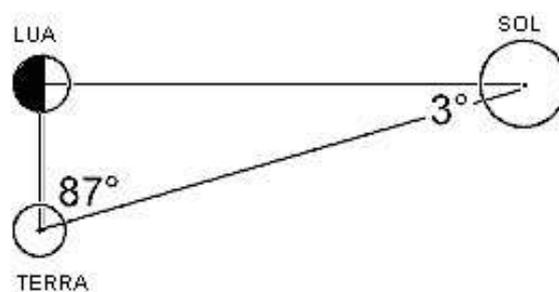
1-2-2) Il metodo di esaustione di **Archimede** di Siracusa (287-212) - celebre anche per le sue ricerche di natura sperimentale, che appaiono però per lo più trascurate dallo spirito greco - conduce tra l'altro alla dimostrazione rigorosa delle formule relative al volume della sfera e all'area della relativa superficie.

1-2-3) La teoria delle sezioni coniche di **Apollonio** di Perga (262-180). I contributi di Apollonio all'astronomia: introduzione del sistema di *deferenti* ed *epicicli*, con il quale, attraverso la composizione di due moti circolari, si spiega il fenomeno delle variazioni di magnitudine apparente dei pianeti.

1-2-4) La biblioteca di Alessandria fu voluta da Tolomeo I "Soter" ("salvatore" di Rodi, primo re d'Egitto tra il 305 e il 285, che si diceva fratello dello stesso Alessandro Magno; si potrebbe dire anzi "faraone", ancorché greco, iniziatore dell'ultima dinastia della lunga storia egiziana, che si concluderà definitivamente con il suicidio di Cleopatra nel 30 AC, successivo a quello di Antonio motivato dalla sconfitta di Azio; Tolomeo I morì due anni dopo aver abdicato in favore del figlio Tolomeo II Filadelfo), e annessa a una scuola, o accademia, chiamata il **Museo**. L'istituzione, protetta anche dai successori del re, come il citato Tolomeo II (regnante tra il 285 e il 247, si ricorda che proprio lui volle chiamare da Gerusalemme i dotti ebrei che avrebbero dovuto procedere alla traduzione in greco della *Bibbia*, producendone una versione detta da allora *dei Settanta*, in ricordo del numero di quei sapienti), continuò a raccogliere nel corso degli anni, e a tradurre in greco quando necessario, tutti i libri che erano stati il prodotto della cultura sviluppatasi in Grecia e nei paesi del Vicino Oriente. Una seconda biblioteca si sviluppò successivamente nel tempio del "patrono" della città, "inventato" (sempre ai tempi di Tolomeo I) mediante un'apposita operazione di *teurgia*: il Dio Serapide (una sorta di personificazione di Apollo, che possedeva simultaneamente caratteristiche greche ed egiziane), d'onde il nome di **Serapeo** al suo tempio.

1-2-5) Trigonometria e misurazione (soprattutto a fini astronomici). **Eratostene** di Cirene (276-194), che fu uno dei bibliotecari del Museo di Alessandria, misura con notevole precisione le dimensioni della sfera terrestre, comparando l'ombra proiettata a mezzogiorno da uno gnomone a Syene (la moderna Assuan, situata circa al Tropico del Cancro, cioè il tropico del nostro emisfero boreale) con quella che si osservava ad Alessandria nella stessa ora e nello stesso giorno. [Si trattava di un solstizio d'estate, per cui l'angolo individuato dall'ombra a Syene risultava (quasi) zero, mentre quello che si osservava ad Alessandria fu valutato in un cinquantesimo dell'angolo giro, vale a dire poco più di 7 gradi, corrispondenti in modo abbastanza esatto alla differenza di latitudine tra le due località; una volta che se ne conoscesse la distanza relativa, tenuto conto anche della circostanza che si trovavano più o meno sullo stesso meridiano, il gioco era fatto. Eratostene valutò un raggio di 6300 Km - espresso naturalmente nelle unità di misura del tempo e del luogo! - sorprendentemente vicino al vero.] Per la prima volta si ha un'idea abbastanza precisa di quanto è grande la Terra, considerata da culture meno evolute come genericamente "smisurata".

1-2-6) All'astronomo **Aristarco** di Samo (310-230; visse la maggior parte della sua vita ad Alessandria, dove fu discepolo prediletto del filosofo peripatetico Stratone di Lampsaco, 330-270 circa, detto "il fisico", precettore del re Tolomeo II Filadelfo) viene fatta risalire, secondo una nota di Archimede, la prima concezione di una teoria eliocentrica, che non incontrò però, a quel che pare, eccessivo credito presso gli studiosi dell'epoca (esamineremo più avanti i motivi - in parte scientificamente fondati, non solo "ideologici" - della resistenza ad abbandonare l'ipotesi geocentrica). Di Aristarco ci è pervenuta un'opera nella quale si tenta una stima della distanza della Luna dalla Terra [Non con il metodo della *parallasse* (vedi il punto 3-2-11; si tratta di un metodo che si sarebbe pure potuto usare con buona approssimazione per un oggetto "vicino" come la Luna, e che fu in effetti successivamente utilizzato da Ipparco al medesimo scopo, effettuando misurazioni simultaneamente programmate ad Alessandria e in Ellesponto, vale a dire lo stretto dei Dardanelli), bensì attraverso la stima dell'ombra proiettata dalla Terra sulla Luna durante un'eclisse. I 60 raggi terrestri che conseguivano da tale procedura costituiscono un apprezzabile risultato, perché rappresentano, dato il valore di Eratostene, 378.000 Km, di fronte a un valore medio oggi stimato in 384.000 Km. In tale modo Aristarco riuscì anche a valutare il raggio della Luna, in 10/34esimi del raggio terrestre, vale a dire circa 1850 Km, che vanno confrontati con i 1735 oggi accettati.], e della Luna dal Sole, con il metodo della "dicotomia lunare", vedi Figura 3. [Aristarco valutò empiricamente l'angolo Luna-Terra-Sole nel momento in cui il satellite appariva esattamente al II quarto, di modo che l'angolo Terra-Luna-Sole poteva essere supposto uguale a 90° . Una stima di tale angolo pari a 87° dava per il rapporto in oggetto l'inverso del seno di 3° , cioè circa 19. Aristarco venne a determinare così un valore numerico troppo piccolo per la distanza Terra-Sole, che è in effetti 20 volte tanto, e ciò perché l'angolo di partenza è in realtà oltre 89° . Un errore iniziale "piccolo" che comporta un errore finale grande, ma il metodo utilizzato dall'antico scienziato era del tutto ragionevole. Aristarco valutò anche di conseguenza il raggio del Sole in 5,5 raggi terrestri, mentre il valore giusto è 109, ma basta confrontare tali risultati con quanto affermato nel *Libro di Enoc* (un *apocrifo* dell'*Antico Testamento*, di datazione incerta, da collocare comunque intorno ai primi secoli AC o DC, quindi non così antico come alcuni favoleggiano, addirittura pre-diluviano!) per apprezzare il livello raggiunto dall'astronomia greca rispetto alle altre: "la luce [del Sole] illumina sette volte più della Luna ma le misure di ambedue sono eguali".] Gli studi astronomici conoscono un ulteriore avanzamento per merito di **Ipparco** di Nicea (180-125), al quale viene generalmente riconosciuta la scoperta del fenomeno della *precessione degli equinozi*. Con **Menelao** di Alessandria (prima metà del I secolo) si chiude quello che viene detto il **periodo aureo** della matematica greca.



(Figura 3)

(Il metodo di Aristarco per la misura del rapporto tra le distanze Terra-Sole e Terra-Luna.)

1-2-7) Nel grafico riportato nell'annessa Tavola 1 è evidenziata la temporanea eclisse della scienza ellenistica tra il I secolo AC e il I secolo DC, causata dalle particolari contingenze storico-politiche relative all'espansione della potenza militare romana - che i Greci cercarono di contrastare schierandosi dalla parte dei Cartaginesi. Le "persecuzioni" nei confronti della comunità greca di Alessandria raggiungono il culmine intorno al 146 (in esse si "distinse" il re Tolomeo VIII appena salito al trono), anno in cui vennero rase al suolo Cartagine e Corinto. Secondo lo storico romano, ma di origine greca, Polibio (208? AC-126? AC), la popolazione in parola ne uscì quasi completamente annientata. [Per approfondimenti sulla scienza ellenistica si può leggere con grande profitto il bel libro di Lucio Russo: *La rivoluzione dimenticata - Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna* (Feltrinelli, 1996), nel quale si illustra pure un'ipotesi assai originale sull'alto livello che si può supporre essa dovette raggiungere, ma che fu successivamente, appunto, "dimenticato".]

III riepilogo storico generale

Salito al trono di Macedonia nel 336, Alessandro volge immediatamente la sua attenzione egemone verso il Vicino Oriente, e intraprende la vittoriosa campagna contro i Persiani, portando le proprie truppe fin nelle regioni dell'Indo. Alessandro muore giovanissimo nel 323, e alla sua morte l'enorme regno che aveva costruito torna a disperdersi in diverse unità territoriali (in Egitto la dinastia dei Tolomei; in Siria, con capitale Antiochia, quella dei Seleucidi, estendente il suo dominio pure alla Persia, almeno fino all'affermazione dello stato feudale e militare dei Parti, sotto la dinastia degli Arsacidi; in Grecia quella degli Antigonidi; e poi i regni ellenistici di Battriana, Bitinia, Pergamo, Ponto,...).

Intanto, nel III secolo, a occidente, inizia l'ormai inevitabile scontro con i Romani, e d'allora in poi la storia dei Greci diventa sostanzialmente parte di quella di Roma. Infatti, risolti i problemi nei propri immediati dintorni, Roma aveva cominciato a dar corso alla propria vocazione espansionista-imperialista,

scontrandosi dapprima con i Greci, che cercavano di difendere le loro colonie nell'Italia meridionale (la guerra contro Pirro, re dell'Epiro, va dal 280 al 275), e poi con i Cartaginesi. La prima guerra punica dura dal 264 al 241, la seconda dal 218 al 202. E' durante questo secondo conflitto che si verifica la famosa invasione dell'Italia da parte di Annibale, il figlio di quell'Amilcare che aveva combattuto i Romani nella guerra precedente: 217 battaglia del Trasimeno e strategia temporeggiatrice di Quinto Fabio Massimo; 215 battaglia di Canne; 202 Publio Cornelio Scipione detto l'Africano e la battaglia di Zama. E' nel corso di tale aspro confronto che i Romani si scontrano nuovamente con i Greci, i quali con Filippo V di Macedonia avevano stretto un trattato di alleanza con i Cartaginesi: 212 assedio della città greca di Siracusa e morte di Archimede. Nonostante un tentativo diplomatico di Filippo V che dà un'illusione di pace tra le due grandi culture che caratterizzano il periodo classico, i Romani non dimenticano l'aiuto greco dato ai Cartaginesi durante la seconda guerra punica, e nel 197 Quinto Tito Flaminio schiaccia l'esercito greco a Cinocefale.

Tra il 149 ed il 146 avviene la terza e definitiva guerra punica, al termine della quale furono distrutte non solo Cartagine ma anche Corinto, che si era ribellata al dominio romano. Fine della Lega Achea.

Concluso un tale periodo vittorioso di guerre esterne, Roma comincia ad essere sconvolta da una serie di conflitti sociali interni. Dal 135 al 131 avviene la famosa rivolta degli schiavi, e alla morte dell'ultimo dei Gracchi avvenuta nel 121 si assiste alla reazione aristocratica, che caratterizza tutto il I secolo fino alla fondazione dell'Impero.

111/104 guerra giugurtina e ascesa al potere di Gaio Mario, del partito popolare.

87 Silla (che era stato eletto console l'anno prima, e aveva ottenuto la provincia d'Asia), inizia una campagna militare in oriente mettendo prima di tutto a sacco Atene. Sconfigge poi in varie battaglie le forze di Mitridate (Mitridate VI, re del Ponto, 132-63, può considerarsi uno degli ultimi "campioni" dell'ellenismo contro la potenza di Roma), con cui alla fine conclude una tregua, e fa ritorno in Italia nell'83. La guerra civile tra i partigiani di Mario e Silla, sostanzialmente iniziata nell'88, e conclusa con la fuga temporanea di Mario in Africa (Mario, rieletto poi console per la settima volta nel'86, moriva però poco dopo), si risolve in favore di Silla (82).

Ascesa di Pompeo, sue vittorie nella "guerra contro i pirati"; repressione della rivolta degli schiavi capeggiata da Spartaco (79). Pompeo conclude vittorioso anche la guerra contro Mitridate (66/63).

Cicerone e la congiura di Catilina (63). Ascesa di Giulio Cesare e sua nomina al consolato (59).

Tra il 49 ed il 45 si ha la guerra civile tra i seguaci di Cesare e quelli di Pompeo, nel corso della quale (47) Cesare si reca ad Alessandria e vi conosce la regina Cleopatra.

44 La congiura di Bruto e Cassio conduce alla morte di Cesare.

42 Sconfitta dei congiurati a Filippi e nuova guerra civile tra Marco Antonio e Gaio Ottaviano.

31 Battaglia di Azio, suicidio di Marco Antonio e di Cleopatra (30), con successiva annessione dell'Egitto. Dal 27 AC inizia l'**età dell'impero**.

1-3) Il periodo greco-romano: 1-300 DC

La cosiddetta Pax Romana, mentre perseguita cristiani ed Ebrei (i primi perché nemici della politica dell'impero che tollerava tutte le religioni che non avessero pretese di assolutismo, i secondi perché irriducibili all'idea di una dominazione straniera), rispetta invece i Greci, riconoscendo la loro supremazia nel campo filosofico e scientifico. Ciò rende possibile una ripresa degli studi, sempre con centro ad Alessandria, dando così origine a quello che viene denominato il **periodo argenteo** della matematica greca.

1-3-1) L'*Introductio arithmeticae* del filosofo neo-pitagorico **Nicomaco** di Gerasa (fine I secolo). La metrica e l'"ingegneria" di **Erone** d'Alessandria (circa 100). Dal *De architectura* del latino **Vitruvio Pollione** (vissuto nel I secolo) si può valutare invece quale fosse la [scarsa] "misura delle conoscenze scientifiche dei romani".

1-3-2) La geometria sferica e l'astronomia di **Claudio Tolomeo** (che opera ad Alessandria nella prima metà del II secolo). La sua opera "enciclopedica" in 13 libri (proprio come gli *Elementi* di Euclide) *Sintassi Matematica* passa alla storia con il nome di *Almagesto* datogli dagli Arabi (un nome però di origine greca, dal superlativo di μέγας = grande, e quindi "l'opera - sottinteso - la più grande"). In essa l'autore coordina tutte le notizie astronomiche in suo possesso, evidentemente ereditate dalla scienza alessandrina, inserendole nel contesto dei deferenti e degli epicicli di Apollonio, riuscendo a fornire in tal modo una più che buona sistemazione della materia da un punto di vista "geocentrico" [Più preciso sarebbe però dire "geostatico". Infatti, per dare conto di quei fenomeni che oggi sappiamo, grazie a Keplero e a Newton, essere imputabili alla non circolarità delle orbite dei pianeti, Tolomeo poneva la Terra in una posizione *eccentrica* rispetto al centro delle orbite circolari. Un'altra correzione veniva poi effettuata attraverso l'introduzione dell'*equante*, un punto, ancora una volta diverso dal centro, rispetto al quale i moti erano *uniformi*, insomma, una serie di accorgimenti di indubbio valore.]. Dello sforzo enciclopedico di Tolomeo rimane (tra l'altro; si potrebbe citare per esempio un trattato di *Ottica*) anche una massiccia opera di *Geografia* in 8 libri, che sarà assai influente al tempo delle grandi esplorazioni geografiche. Essa non consiste semplicemente in una serie di resoconti di viaggi, come i testi descrittivi di geografia extra-scientifici, ma deve ritenersi un vero e proprio lavoro di *geografia scientifica* (coordinate, cartografia, misurazioni, etc., a riprendere tematiche già trattate dal grande astronomo

Ipparco). [Informazioni sulle concezioni geografiche del mondo antico ci pervengono anche attraverso l'opera del greco Strabone (60 AC?-20 DC?), il quale fu attivo pure a Roma, e dall'"enciclopedista" romano Plinio il Vecchio (23 DC-79 DC; perì, come noto, durante l'eruzione del Vesuvio che distrusse Ercolano e Pompei), autore di una poderosa (37 libri) *Naturalis Historia*, che conobbe grande diffusione.]

1-3-3) Nei 13 libri (il numero ricorre ancora una volta!) dell'*Arithmetica* di **Diofanto** di Alessandria (III secolo) - un'opera "caratterizzata da alto grado di raffinatezza e ingegnosità matematica", che si occupa di una materia solitamente non trattata dalla matematica greca - fa la sua apparizione quella che può dirsi una matematica sincopata, abbreviata, "simbolica" (di contro alla consueta sua descrizione "retorica"). [Del vantaggio offerto alla matematica da un simbolismo adeguato diremo qualcosa nel punto 1-4-5. Si pensi tra l'altro alle difficoltà di calcolo costituite da sistemi di numerazione "macchinosi" (lo studio particolareggiato dei quali sarebbe un interessante capitolo monografico della storia della matematica), quali quelli usati dai greci o dai romani (provate a fare la divisione tra MDLXXIII e XXXII!). Un loro definitivo superamento avverrà soltanto con l'introduzione delle cifre arabo-indiane. Comunque sia, bisogna ammettere che i greci seppero brillantemente ovviare a tali ostacoli, per esempio nella stima di distanze geografiche e astronomiche.]

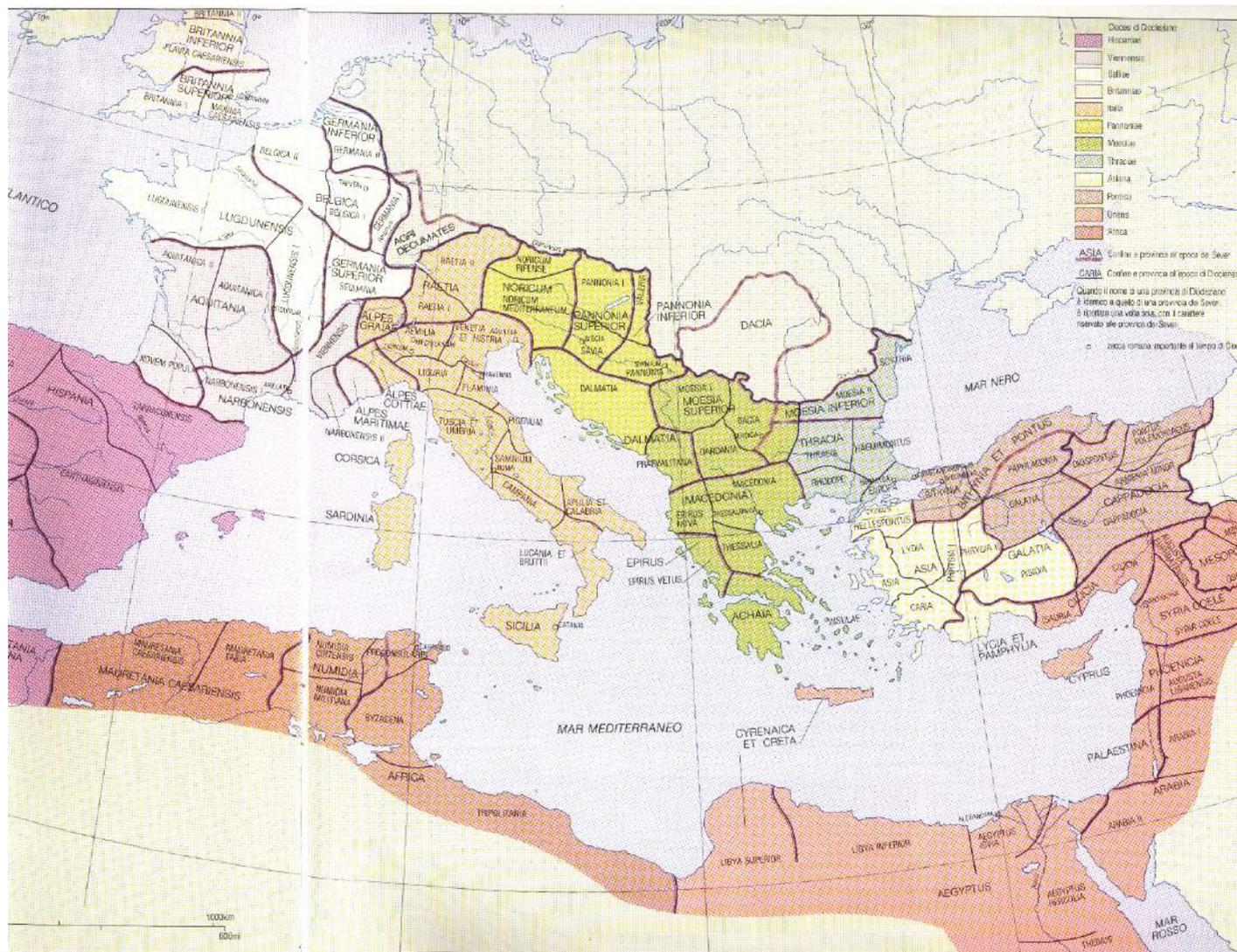
1-3-4) Gli 8 libri della *Collezione* di **Pappo** di Alessandria (fine III secolo), grazie ai quali abbiamo "una preziosissima documentazione storica concernente alcuni aspetti della matematica greca che altrimenti ci sarebbero rimasti sconosciuti", costituiscono l'ultima grande opera scientifica prodotta da una grande civiltà.

IV riepilogo storico generale

Gaio Ottaviano Augusto (imperatore dal 27 AC al 14 DC); Tiberio (14/37); Caligola (37/41); Claudio (41/54); Nerone (54/68), sotto di lui avviene la prima persecuzione dei cristiani (64), in connessione con il famoso incendio di Roma; Vespasiano (69/79); Tito (79/81), figlio di Vespasiano, prosegue la guerra di sottomissione degli Ebrei intrapresa dal padre, distruggendo il tempio di Gerusalemme (70); Domiziano (81/96); Nerva (96/98); Traiano (98/117); Adriano (117/138), sotto il suo impero viene distrutta definitivamente la vecchia Gerusalemme (132); Antonino Pio (138/161); Marco Aurelio (161/180); Commodo (180/192). Alla morte di Commodo si apre quella fase di involuzione dell'impero che va sotto il nome di "autocrazia militare". E' l'esercito che decide quale debba essere il suo capo, e spesso avvengono più designazioni, o la fine del potere di un capo viene risolto da un assassinio perpetrato dagli stessi soldati. Settimio Severo (193/211) è il primo a

trasformare l'impero in un vero e proprio "principato militare". Suo figlio Caracalla (211/217) è ricordato per il famoso editto (212) che estende la cittadinanza romana a tutti gli abitanti dell'impero. Alla morte di Caracalla ci sono ancora problemi di successione. Macrino; Eliogàbalo; Alessandro Severo (222/235) si proclama "principe al di sopra delle leggi", e terminerà ucciso dai suoi stessi soldati. Si accentuano anarchia e tentativi scissionistici. I "barbari" (Franchi, Goti, Alemanni, etc.) cominciano a premere sempre di più alle frontiere dell'impero. Il successore di Alessandro Severo, Massimino il Trace (235/238), il primo degli imperatori illirici, propone la *damnatio memoriae* del suo predecessore, giudicato troppo debole nella sua politica con i cristiani, e inizia un nuovo periodo di persecuzione, ma anche lui finisce ucciso dai suoi stessi soldati. Al termine del periodo di caos emerge la figura di Diocleziano (284/305), che cercando di salvare il salvabile introduce il sistema della *Tetrarchia*: due Augusti, uno a Occidente ed uno a Oriente, ciascuno dei quali affiancato da un Cesare. La prima tetrarchia è composta da: Massimiano (Milano), Costanzo Cloro (Treviri) - Diocleziano (Nicomedia), Galerio (Sirmio).

1-4) Il periodo dei commentatori: 300-600 DC



(Figura 4)
(L'impero romano ai tempi di Diocleziano.)

1-4-1) Questo periodo viene così denominato, con riferimento agli studi scientifici, per il fatto che in esso non si producono più contributi originali al sapere, ma quasi unicamente "commenti" ai testi che potevano considerarsi già allora "antichi". In un siffatto commento al primo libro degli *Elementi* di Euclide, fortunatamente pervenutoci insieme a numerosi altri analoghi scritti, **Proclo** (410-485; nato a Costantinopoli, fu attivo anche in Alessandria, ma morì in Atene, dove era divenuto capo dell'Accademia platonica) riporta alcune notizie storiche - attingendo tra l'altro dichiaratamente alla scomparsa storia di Eudemo (vedi 1-1-5), che al tempo era quindi ancora in suo possesso - venendo a costituire così l'unica fonte non frammentaria che ci consenta di avere delle informazioni sulle vicende della geometria greca dalle origini fino a Euclide e oltre.

1-4-2) L'ultimo esponente noto di livello elevato della cultura matematica Alessandrina è **Teone** di Alessandria (che va distinto da un precedente Teone di

Smirne, anch'egli un matematico e filosofo greco vissuto ai tempi di Adriano), di cui si ricordano commenti agli *Elementi* di Euclide, e al *Trattato delle Corde* contenuto nell'*Almagesto* di Tolomeo. La figlia di Teone, **Ipazia** (nata intorno al 370), essa pure matematica e filosofa, esperta di musica, viene lapidata a morte dai cristiani (incitati dal vescovo Cirillo), in quanto ritenuta un "simbolo" di paganesimo. L'anno in cui avvenne il fatto, il 415, viene da alcuni studiosi proposto come quello che può essere prescelto per segnare la fine della matematica greca. Noi preferiamo scegliere invece quale biffa convenzionale per la conclusione di un'era, e l'inizio del successivo "periodo oscuro" della matematica, il 529, anno nel quale Giustiniano, imperatore romano d'oriente, fece chiudere l'Accademia platonica di Atene e tutte le altre scuole filosofiche greche, considerate una minaccia per l'ortodossia cristiana. Gli ultimi depositari della cultura classica si disperdono in oriente. Fiorisce la leggenda relativa alla splendida "reggia di Cosroe", uno degli ultimi re persiani che volle accogliere alcuni degli esuli, rimanendo a lungo in tutto l'oriente medievale "un proverbiale modello di sapienza e giustizia" (si tratta per la precisione di Cosroe I, della dinastia iranica dei Sasanidi, che a partire dal 226 DC si era sostituita nel dominio della Persia ai Parti Arsacidi, da tempo duramente impegnati contro i Romani; Cosroe I regnò dal 531 al 579, e fu sempre acerrimo rivale dei bizantini).

1-4-3)* Una nota è doverosa a proposito della scomparsa della maggior parte dei libri del mondo antico. Nonostante vi sia chi continui a prestar fede alla notizia (di origine calunniosa) che la gran parte della biblioteca del Museo (vedi 1-2-2) finì tra le fiamme dell'incendio della flotta alessandrina provocato da Giulio Cesare nel 47 AC, la verità è che il Museo continuò a essere prospero (ovviamente tra alti e bassi, ma "nella prima età imperiale aveva avuto momenti di rinnovato splendore", ed era stato "riportato all'antico lustro [verso la metà del III secolo] dall'opera insigne del matematico Diofanto"), e che soltanto nel 270, durante un conflitto locale tra Zenobia (regina araba di Palmira, la quale aveva occupato Alessandria pretendendosi una diretta discendente di Cleopatra), e le truppe dell'imperatore Aureliano, il quartiere in cui esso era ubicato subì ingenti danni (anzi, secondo Ammiano Marcellino - storico latino di origine greca vissuto nel IV secolo - esso andò completamente distrutto), sicché poco dovette restare dell'immenso patrimonio bibliografico contenuto nella sua biblioteca. Quella del Serapeo conobbe la medesima sorte un secolo dopo, nel 391, per mano della plebe cristiana istigata dal vescovo Teofilo ("eterno nemico della pace e della virtù, uomo audace e cattivo", "che si [studiava] di distruggere i monumenti dell'idolatria" - dallo storico "illuminista" inglese Edward Gibbon, 1737-1784: *Declino e caduta dell'Impero Romano*). Quando gli Arabi conquistarono Alessandria nel 640 (nonostante gli strenui tentativi dei bizantini di difenderla), dei vecchi libri non era rimasto quasi più nulla, essendo stati sostituiti dagli "scritti dei padri della Chiesa, gli atti dei concili, in generale le sacre scritture". Se è vera la storia tramandata da singole

fonti che i nuovi padroni della città li bruciarono per riscaldare l'acqua dei loro bagni, quei testi comunque non dovevano essere moltissimi, e soprattutto non erano più inerenti alla tradizione culturale, filosofica e scientifica, che aveva reso universale la reputazione della biblioteca nel succedersi dei secoli: "Se i ponderosi volumi dei controversisti, ariani o monofisiti, andarono veramente a riscaldare i bagni pubblici, il filosofo concederà sorridendo che in definitiva furono consacrati a beneficio dell'umanità" (ancora Gibbon). [La maggior parte delle fonti tace in effetti sul rogo in oggetto; sempre secondo Gibbon, il fatto sarebbe "in verità sorprendente", "[un']asserzione isolata di un forestiero che [ne scriveva] sei secoli dopo [...] ampiamente bilanciata dal silenzio di due annalisti anteriori, cristiani entrambi e nati in Egitto", per non dire della circostanza che per i musulmani non era "mai lecito dare alle fiamme i libri religiosi degli ebrei e dei cristiani, acquistati per diritto di guerra".] Distrutte le altre grandi biblioteche dell'antichità, quella di Pergamo, quella di Antiochia, quella di Atene (voluta da Adriano, e devastata dagli Eruli nel 267), quelle di Roma, e più tardi quelle di Bisanzio, scomparvero mano a mano dalla scena della storia le principali testimonianze del sapere antico. "Quello che alla fine è rimasto non proviene dai grandi centri, ma da luoghi marginali (i conventi) o da sporadiche copie private" (fonte generale per il presente punto: Luciano Canfora, *La biblioteca scomparsa*, Sellerio, 1986). Senza voler negare che il monachesimo sia stato un fenomeno che in ogni caso contribuì alla conservazione di vestigia di un'età irrimediabilmente passata, ma dubitando personalmente che lo zelo cristiano abbia voluto sistematicamente conservare libri estranei alla propria fede (alcuni dei quali sono stati rinvenuti sotto testi sacri che vi erano stati sovrascritti), riteniamo che sia proprio sul termine "private" che dovrebbe concentrarsi l'attenzione dello studioso, tenendo conto per esempio della circostanza che, oltre a quella greca, ad Alessandria era presente - ricca, autorevole, e attenta alle sollecitazioni culturali - una comunità ebraica di circa 40.000 persone. Qualsiasi possano essere state le fortunate modalità della conservazione di alcuni preziosi libri, vedremo come alcune importanti fonti di conoscenza scientifica tornarono a "illuminare" l'occidente soltanto parecchi secoli dopo gli eventi che abbiamo qui sommariamente narrato, e in seguito al loro passaggio attraverso le mani degli Arabi.

1-4-4) Data la costante esiguità degli interessi matematici (più in generale filosofico-scientifici) presso i romani, e perduta poi l'intelligenza della lingua greca in occidente, restano come documenti delle matematiche nella bassa latinità soltanto scarni compendi estremamente elementari. **Marziano Capella** (nato a Cartagine, vissuto nella prima metà del V secolo, fu autore di un'opera enciclopedica "mitologico-misticheggiante" in 9 libri, *De Nuptiis Mercurii et Philologiae*). **Severino Boezio** (480-524, da alcuni considerato "il più ragguardevole matematico" espresso dal mondo latino, fu anche consigliere di Teodorico; lasciò scritti di aritmetica, geometria, astronomia e musica - tutti rifacentisi in modo alquanto elementare agli antichi trattati greci - che ebbero

larga diffusione nelle scuole monastiche medievali. A tale proposito vale forse la pena di rammentare che "scolastica" viene denominata la filosofia, di carattere profondamente religioso, insegnata nelle "scuole ufficiali" del medioevo latino). **Aurelio Cassiodoro** (490?-575; figlio di un funzionario di Teodorico, fu discepolo di Boezio, e, oltre che storico, autore di una raccolta enciclopedica di nozioni provenienti dai vari campi del sapere, destinate alle limitate esigenze culturali dei monaci). La caduta dell'impero romano d'occidente (476) accelera il processo di decadenza e di incompienza della matematica antica. Gli ultimi nomi che si ricordano sono quelli dei "commentatori" **Eutocio** (V secolo; nato ad Ascalona, in Palestina, fu commentatore di Archimede e Apollonio, lasciandoci per esempio interessanti informazioni sul "problema di Delo", ovvero sui tentativi di duplicazione del cubo), e **Simplicio** (VI secolo; nato in Cilicia, attivo anche in Alessandria, di lui ci sono pervenuti tra l'altro preziosi commenti sulle opere fisiche di Aristotele).

1-4-5) Un notevole problema storiografico che va affrontato è quello relativo alla fine della matematica classica (si faccia un confronto con il punto 0-11). Oltre alle palesi motivazioni "esterne", invasioni barbariche e collasso politico-militare-economico-sociale dell'impero romano, non bisogna sottovalutare quelle di natura *ideologica*, in ordine ai rapporti con il cristianesimo, di cui diremo qualcosa nel punto seguente. Non vanno però neppure trascurate le motivazioni propriamente "interne". Il tipo di matematica, e di scienza, coltivata dai Greci, era verosimilmente pervenuta ai propri limiti. E ciò per due motivi, il primo dei quali del tutto "interno": una matematica prevalentemente retorica è troppo "difficile" per l'intelletto umano, che fatica di meno con gli "automatismi" dell'algebra, circostanza questa che diverrà palese nell'era moderna. Il secondo è invece che mancava alla scienza antica, generalmente, quel "volano" costituito dalla coppia motivazioni pratiche-riscontri pure pratici che vedremo invece all'opera con grande efficacia nel secolo delle applicazioni della matematica all'arte della navigazione. Bisogna comprendere a tale proposito che la matematica (e la scienza) dell'età classica - salvo casi particolari, quale per esempio quello di Archimede - venivano intese come attività che rientravano esclusivamente nella categoria dell'**otium**. [Non si dimentichi, del resto, che il termine "scuola" proviene dal greco σχολη, che rimanda proprio al concetto di "ozio" (oltre a: tempo libero, riposo, quiete), etimologia della quale i moderni studenti saranno - giustamente - assai poco persuasi!] Un famoso aneddoto (riferito da Giovanni Stobeo - così chiamato dal luogo di nascita, appunto Stobi, in Macedonia - studioso vissuto nel V secolo DC, che possiamo pertanto appropriatamente inquadrare tra i "commentatori" bizantini) illustra la circostanza meglio di tante parole: "Un giovane che aveva cominciato a interessarsi di geometria con Euclide, quando ebbe imparato la prima proposizione, domandò, <Cosa ci guadagno a imparare queste cose?>. Allora Euclide chiamò uno schiavo e gli disse <Dai una monetina a costui, dato che pensa di dover guadagnare qualcosa da quello che impara>".

1-4-6) Per quanto riguarda il problema dei rapporti con la nuova "religione di stato" [Il cristianesimo viene riconosciuto da Costantino agli inizi del IV secolo subito dopo le ultime grandi persecuzioni di Diocleziano, e viene successivamente imposto a tutti i sudditi dell'impero in forza dell'editto di Tessalonica, 380.], problema con cui dovremo ancora confrontarci nel seguito, si debbono ricordare le posizioni avverse alla matematica, e alla "scienza", di Tertulliano [155-245, nato a Cartagine, filosofo e teologo, esprime un particolare e intransigente rigore morale, che lo indusse ad abbandonare la Chiesa e a fondare infine una propria setta; nonostante ciò, continuò a esercitare una grande influenza sui "padri della Chiesa" che lo seguirono, e che costruirono con le loro opere - *Patristica* - una comune interpretazione del cristianesimo. "Come iniziatore del pensiero ecclesiastico Latino, egli fu fondamentale nel plasmare il vocabolario e la mentalità della Cristianità Occidentale per i successivi 1000 anni", dall'*Enciclopedia Britannica*], e di S. Agostino, pure di Cartagine (354-430). A Marco Minucio Felice (apologeta cristiano nato in Numidia, vissuto nel II secolo, noto per un dialogo *Octavius* nel quale si tenta una conciliazione tra "classicità" e messaggio cristiano) si attribuisce un'opera dal titolo esplicito *Contra mathematicos*, che è però andata perduta. [In effetti anche il filosofo scettico Sesto Empirico (180 DC-220 DC), aveva composto un'opera *Contro i matematici*, che si aggiungeva a una *Contro i dogmatici*, su base concettuale però del tutto diversa (una critica generale contro la possibilità di costruire "modelli teorici").] Del resto, si trovano nelle lettere di S. Paolo "ammonimenti" quali: "*Noli altum sapere, sed time*", "*Non plus sapere quam oportet*" (*Romani*, 11-20 e 12-3); "*Scriptum est enim: Perdam sapientiam sapientium*" (*I Corinzi*, 1-19; qui l'apostolo riprende una considerazione da *Isaia*, 29-14). Tra diversi possibili esempi di un siffatto contrasto ideologico, preferiamo riportarne uno che risale al tardo medioevo (dal *Boncompagnus*, di Boncompagno da Signa - nato verso la fine del XII secolo, insegnò grammatica e retorica a Bologna), anche per dimostrare la lunga permanenza di tali interpretazioni del cristianesimo: "*Scimus enim, quod Christus non elegit philosophos nec rethores, sed preelegit simplices piscatores, qui ecclesiam suam de simplicibus non philosophis construxerunt. Perdidit enim Dominus sapientiam sapientium et scientiam scientium reprobavit, quia sapientes sunt, qui faciunt mala et operari bene ignorant. Sufficit quidem sola Spiritus sancti gratia illis, qui Ei servire peroptant*".

V riepilogo storico generale

Con l'editto di Milano (313), in seguito al conflitto per la successione contro il cognato Massenzio (figlio di Massimiano; Massenzio viene sconfitto a Saxa Rubra nel 312, dopo che il futuro nuovo imperatore aveva sostituito nei labari delle legioni romane le aquile con le croci), Costantino (274-337, figlio di

Costanzo Cloro) legalizza il cristianesimo. Il concilio di Nicea (325) voluto dallo stesso imperatore accentua il processo di cristianizzazione dell'impero (d'ora in avanti crescente, salvo la breve parentesi costituita da Giuliano, 361-363, detto appunto *l'apostata*). Con la fondazione di Costantinopoli (330) si sposta sempre più il baricentro dell'impero verso oriente. Sotto Costantino inizia anche la ricostruzione di Gerusalemme, e viene redatto il "canone" dei vangeli.

379-395 L'età dell'imperatore Teodosio. Alla sua morte avviene la definitiva scissione dell'impero in due parti separate (Arcadio ad occidente, Onorio ad oriente).

380 Editto di Tessalonica (obbligo per i sudditi dell'impero di accettare la religione cattolica secondo il credo di Nicea; riconoscimento della posizione preminente del vescovo di Roma).

401 I Goti, con a capo Alarico, scendono in Italia.

410 Alarico saccheggia Roma.

430 Sotto la pressione dei Visigoti, i Vandali si spostano in Africa. Muore S. Agostino nell'assedio di Ippona.

431 Il concilio di Efeso condanna le teorie "monofisite" (che teorizzavano un'unica natura del Cristo).

452 Incontro di Attila, capo degli Unni, con il pontefice Leone Magno.

476 Con la deposizione di Romolo Augustolo finisce l'impero romano d'occidente. L'unno Odoacre diventa "re dei barbari", "vicario" dell'imperatore d'oriente.

486 Inizio dell'espansione di Clodoveo, re dei Franchi.

488-493 Guerra tra Teodorico, re degli Ostrogoti, e Odoacre, che si conclude con la morte dell'unno. Inizio del regno di Teodorico, fino al 526. Intorno al 500 Teodorico emana un editto che intende disciplinare i rapporti giuridici tra i Romani e i Goti.

496 Conversione al cattolicesimo di Clodoveo.

506 Guerra tra i Franchi e i Goti.

527-565 Sotto l'impero di Giustiniano si ha un periodo di grande ripresa dell'impero romano d'oriente. Tra le altre cose, Giustiniano emana il *Corpus Iuris*, che rielabora il materiale giuridico proveniente dalla tradizione del diritto romano, con l'aggiunta di norme-correttivi di ispirazione cristiana.

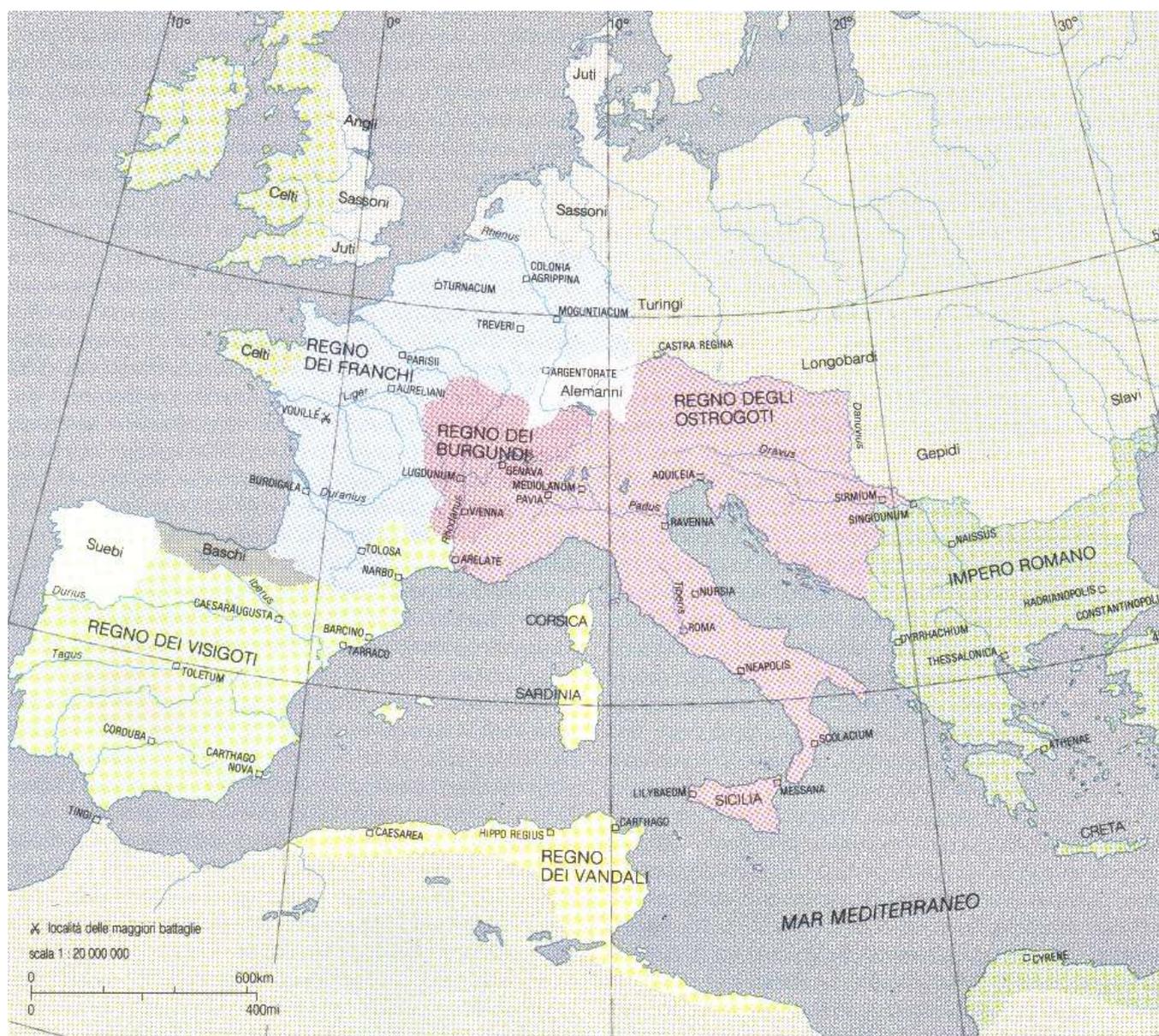
535 Inizia, per opera dei generali Belisario e Narsete, la riconquista bizantina dell'Italia.

568 I Longobardi del re Alboino scendono in Italia.

589 Il re longobardo Autari sposa la cattolica Teodolinda, figlia del duca di Baviera, la quale regnerà fino al 625 (morirà poi nel 628).

2 - La matematica medievale

Povere fonti di sapere bastano ai bisogni di una civiltà decaduta come quella dell'occidente cristiano nei secoli successivi al crollo dell'autorità politica di Roma. [Il cosiddetto **Medioevo** va, secondo le usuali convenzioni, dalla caduta dell'impero romano d'occidente, 476, alla scoperta dell'America, 1492. Secondo un'altra consuetudine, invece, fino al 1453, anno della caduta dell'impero romano d'oriente; anche in questo caso, però, l'inizio dell'evo moderno viene contrassegnato dall'impresa colombiana, sicché appare "sgradevole" il conseguente "avanzo" di 4 decenni. Il termine *media tempestas* ricorre già per la prima volta in un elogio di Nicola Cusano composto da Giovanni Andrea de Bussi (vedi oltre), e appare pienamente teorizzato nella *Historia medii aevi* (1688) di Cristoforo Cellario (in effetti Christoph Keller, tedesco, 1638-1707, professore di eloquenza e di storia a Halle). E' chiaro che si tratta di un portato delle storiografie protestanti e illuministe, che accusano da una parte la "progressiva corruzione" della Chiesa, dall'altra l'oblio "degli ideali di bellezza e di cultura del mondo classico". A tale concezione tenta di opporsi minoritaria la storiografia ispirata dalla Controriforma, rimproverando a quelle citate di non comprendere la caratteristica fondamentale dell'epoca, e cioè "il grandioso tentativo di creare una *Respublica christiana* dove l'universalismo religioso potesse avere espressione anche politica", a tentare di fornire una precisa identità e unità a quel "nuovo mondo" emerso dalla fusione ("non sempre pacifica, lenta e spesso problematica") tra la componente greco-romana, quella germanico-slava, e gli apporti "semitici", soprattutto ideali, che provenivano dal giudeo-cristianesimo. L'interpretazione largamente vincente impedisce anche proposte di "periodizzazione", una qualche nostalgia nei cui confronti "compare soltanto in alcune correnti del cattolicesimo [...] disposte a rivivere in quella età la loro crisi d'inserimento nel mondo moderno".]



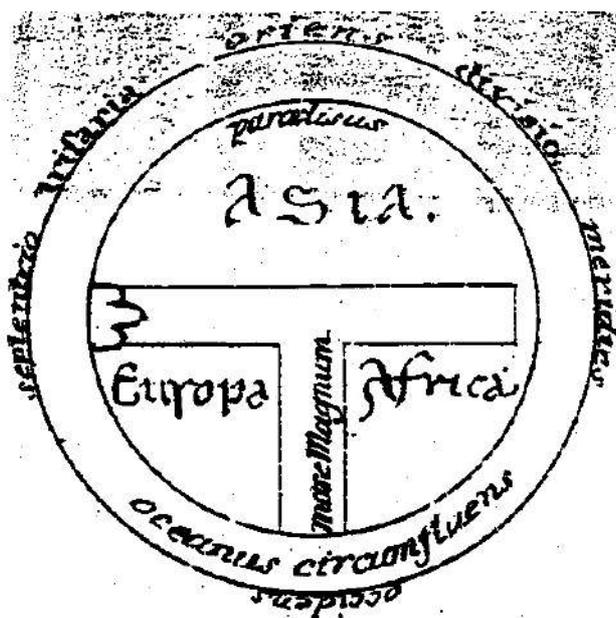
(Figura 5)

(I regni barbarici e l'Impero Romano d'Oriente ai tempi dell'imperatore di Costantinopoli Giustiniano.)

2-1) Un aspetto paradossale della nostra storia consiste nel fatto che, nonostante la descritta rottura della "cristianità" con concezioni che provenivano dal mondo "pagano", è peraltro inevitabile una continuità dell'*immagine del mondo* [*Weltbild*, inevitabile fondamento di ogni *Weltanschauung*, che comprende anche il sistema di principi, opinioni, costituenti la metafisica, l'etica, etc.] cristiana con quella edificata dal mondo classico. ["La storia e la geografia [...] erano parte integrante [di quella concezione], non erano scienze per pochi eletti, al contrario, erano complemento divulgativo delle Scritture, momento di loro concreto riscontro nella realtà"; da Maria Luisa Fagioli Cipriani, *Cristoforo Colombo - Il medioevo alla prova*, ERI, 1985.] Nonostante non ci fosse più diretta familiarità con le opere per esempio

di Aristotele [Tanto per rammentare, soltanto assai più tardi, con l'opera dei domenicani S. Alberto Magno (1193-1280; detto "*Doctor Universalis*") e S. Tommaso d'Aquino (1225-1274; detto "*Doctor Angelicus*"), e dopo il suo passaggio attraverso la filosofia araba, si assisterà a quel pieno recupero dell'aristotelismo che verrà a costituire un sistema di pensiero assai diffuso nel Medioevo cristiano, e anzi in taluni ambienti ecclesiastici fino a oggi.], o di Tolomeo, la rappresentazione del *cosmo* [κοσμος è parola che ha a che fare con "ordine", mentre *universo* è invece termine di origine latina, che rimanda alla rotazione diurna di tutto il "firmamento" in un'unica direzione - "verso" - intorno alla Terra.] rimarrà sostanzialmente la medesima, ancorché arricchita, integrata, con elementi mistici cristiani. Una sorta di monolitica sintesi culturale che sopravviverà indisturbata per secoli, in cui la "logica scientifica" veniva subordinata a quella religiosa, e che era quindi difficile contestare, sia pure relativamente a singoli suoi elementi particolari, pena la frequente accusa di "eresia". [Del resto, va tenuto presente che l'*ortodossia* della fede significava garanzia di unità sociale e politica, sicché era sotto un profilo non esclusivamente ideologico che venivano giudicate tendenze potenzialmente "centrifughe".] Nell'immaginario collettivo medievale, la Terra continuava per esempio a essere concepita come un globo, collocato da Dio al centro del "creato", immobile, attorniato da "sfere celesti" ruotanti secondo i loro movimenti propri stabiliti dal Creatore (tale origine divina era causa anche della loro "conservazione"). Su tali sfere erano infisse le stelle e tutti gli altri astri, di natura perfetta (di cristallo?!), "incorruttibile", diversa da quella della Terra, "corruttibile". [Il cielo delle stelle - dette "fisse" pur muovendosi relativamente alla Terra, perché costante rimaneva la loro posizione relativa - costituiva il *primum mobile*, e da esso (mosso in effetti da Dio stesso: "l'amor che move il sole e l'altre stelle", è l'ultimo verso del *Paradiso*, XXXIII, 145) il movimento si estendeva gradualmente a tutti gli altri.] Il globo terrestre, interamente rivestito d'acqua!, veniva poi immaginato suddiviso in due metà, secondo una partizione che non aveva nulla a che fare con la linea equatoriale, e quindi con la distinzione tra un emisfero nord, boreale, e uno sud, australe: una primitiva "teoria della gravitazione" introduceva infatti anche un emisfero "di sopra" e un emisfero "di sotto". La parte "superiore" del globo conteneva le terre emerse dopo il Diluvio, viste come la vetta di una montagna che emerge dal mare: Europa, Africa e Asia, un unico "continente" - il cui "centro" era la città santa, Gerusalemme - chiamato *ecumene*, ovvero "abitabile" (letteralmente, ancora una volta dal greco: "casa comune"), mentre quella inferiore era completamente ricoperta dalle acque del mare Oceano. ["Siede il gran mare sopra la terra tonda/e la più parte d'essa cuopre et bagna/et quella terra che soperchia l'onda/esce fuor d'essa siccome montagna./Oceano è detto quel che la circonda,/che per lo stretto del Mare di Spagna/mette per meggio della terra il mare/lo qual mediterranean si fa chiamare./Questo tondo non è

mezza la sfera,/ma molto meno è tutto l'altro è mare/..." - versi, probabilmente recitati nel Medioevo dai cantastorie, contenuti in un manoscritto dell'umanista fiorentino Leonardo Dati (1408-1472; fu anche segretario del "papa scienziato" Pio II, vedi oltre), *La sfera*, conservato presso la Biblioteca Nazionale di Roma.] Il confine tra questi due emisferi era rappresentato da una linea, un meridiano (*Finis Terrae*), perpendicolare all'equatore (vedi più avanti la Figura 8). Ai discendenti di Noè era stato concesso di popolare l'ecumene, sempre sotto gli occhi del Signore, e l'unico scopo della vita terrena era prepararsi a quella eterna, mèta per raggiungere la quale non c'era bisogno di essere particolarmente "istruiti", anzi meglio il contrario. [Secondo Kurt Mendelssohn (*La scienza e il dominio dell'Occidente*, Editori Riuniti, 1981), l'Europa medievale si trovava in una condizione di "tranquilla stasi", dovuta al fatto che essendo stata "trovata la forma ideale di esistenza, non ci poteva essere alcun progresso". Perché affannarsi a cercare nuove terre, a misurare il corso degli astri, etc., se erano "poche le ragioni per guardare all'esistenza terrena come qualcosa di più di uno stato transitorio, una preparazione per la futura vita eterna"?)



(Figura 6)

(Il mondo concepito secondo la "geografia sacra" nel Medioevo: si tratta di un'immagine della Terra vista dall'"alto", il che non significa però dalla "stella polare"! Peraltro, il punto cardinale nord si trova a sinistra, come non siamo abituati oggi a raffigurare.

Dal *Codice Guidonis*, 1119, Biblioteca Nazionale di Bruxelles.)

2-2) Intanto, i "semi" gettati dalla scienza greca maturano e fioriscono in paesi del Vicino Oriente, e in India (non si dimentichi che Alessandro Magno arrivò

fino all'Indo, e che popolazioni di origine greca, quali gli Hunza, vivono ancora nelle valli dell'Himalaya). Il contributo della civiltà araba alla tradizione, e a un'ulteriore evoluzione, della scienza e del pensiero greco. La *Al-jabr wal muqabalah* di **Mohammed ibn Musa al-Khuwarizmi** (IX secolo, latinizzato in Algorismus) introduce quello che diverrà addirittura il nome di una nuova "materia". ["La parola al-jabr presumibilmente significava qualcosa come restaurazione o completamento, e sembra si riferisca alla trasposizione dei termini sottratti da un membro all'altro dell'equazione; quanto alla parola muqabalah, si ritiene che essa si riferisca alla riduzione o equilibrio, ossia alla cancellazione dei termini simili che compaiono in entrambi i membri di una equazione", da Boyer. Si ritiene che l'opera avesse tra le proprie motivazioni immediate pure quella di consentire di districarsi senza eccessivo impaccio tra le complesse regole del diritto di successione arabo.] L'autore discute tra l'altro metodi di risoluzione delle equazioni appunto algebriche di I e di II grado, sebbene in modo ancora "retorico", senza alcuna forma di "simbolizzazione" alla Diofanto. In tale libro, che esercitò grande influenza in Europa, viene introdotto il sistema di numerazione prevedente l'uso delle cifre decimali e dello zero, ancora oggi attuale. E' giusto chiamare tale sistema *arabo-indiano*, in quanto arrivava sì dagli Arabi, ma questi a loro volta l'avevano appreso dai loro vicini Indiani. ["Gli Arabi dichiararono sempre, con perfetta onestà, le sorgenti a cui attinsero" - Loria.] Algebra e trigonometria: **Abu'l-Wafa** (940-998); **al-Karkhi** (circa inizio XI secolo); **al-Biruni** (973-1048). La geometria di **Omar Khayyam** (1050-1122) e **Nasir Eddin al-Tusi** (1201-1274). L'astronomia: **al-Farghani** (IX secolo, latinizzato in Alfragano); **al-Battani** (attivo intorno al 900, latinizzato in Albatenio). Tra i grandi filosofi arabi (lasciando da parte storici, geografi, etc.) citiamo almeno i nomi di Avicenna (980-1037) e Averroè (1126-1198; di lui resta famosa la teoria della "doppia verità" - vedi per esempio Bruno d'Ausser Berrau, nella citata *Episteme*, N. 1), i quali ebbero anche loro grande influenza in occidente. L'ultimo noto "scienziato" arabo è **al-Kashi**, la cui morte avvenuta nel 1436 può essere scelta come biffa per segnare la conclusione del periodo della grande scienza araba. Dal 1492, caduta la città di Granada per opera dei "re cattolici" Fernando (d'Aragona) e Isabella (di Castiglia), gli Arabi (termine che talora utilizziamo genericamente per "islamici", da un certo punto comprendente quindi anche i Turchi) non hanno più possedimenti in Europa, e inizia il periodo della loro decadenza anche politica. E' stato già introdotto il termine "miracolo" (punto 0-11), e c'è in effetti chi parla di un "miracolo arabo" (per esempio il Loria): invero, al declino scientifico dell'occidente cristiano corrisponde quasi simultaneamente l'inizio della "parabola" araba, mentre la rinascita degli interessi scientifici in "Europa" si accompagna al tramonto di essa.

2-3) Il termine *Islam* si riferisce a una completa "sottomissione" dell'uomo a Dio, una concezione "fatalista" del mondo e della storia, che si esprime nella

formula tipica *insh'-Allah* ("sarà quel che vuole Dio"; *mash'-Allah* è invece analoga espressione per il passato, ovvero: "è stata la volontà di Dio"), mostrando appieno tutta la sua radice giudaica. Un non banale problema storiografico è posto dalla domanda: perché dalla parte cristiana si riscontra avversione nei confronti della "scienza", e dall'altra no? (almeno genericamente parlando). Forse per l'assenza di una "chiesa" organizzata, di una classe sacerdotale, separata dalla "gente comune", che funga da "dotta custode dell'ordine"? Forse perché, per motivi storici contingenti, non ci fu alcun bisogno per gli Arabi di distinguersi antitetivamente da un mondo pagano inizialmente "persecutore"?

2-4) Altre culle di conservazione della scienza classica: il caso dell'India. Le *Sulvasutras* (o "regole della corda") raccolgono un corpo di conoscenze relative ad attività di misurazione, in un periodo che va all'incirca dall'VIII secolo AC al II secolo DC. Successivamente i *Siddhantas* si riferiscono invece a "sistemi di astronomia", le cui dottrine "sono evidentemente di origine greca, ma mescolate a molti elementi dell'antico folclore indiano" (l'unico *Siddhanta* integralmente pervenutoci risale al 400 DC). **Aryabhata** (vissuto intorno al 500 DC) è il primo, e il più importante, nome pervenutoci di un matematico indiano (scrisse "un esile volumetto in versi che copre i campi dell'astronomia e della matematica"). Al suo si possono aggiungere i nomi di **Brahmagupta** (VII secolo), che si occupò di algebra e trigonometria, e **Bhaskara** (XII secolo), che riprese temi trattati da Brahmagupta e da altri matematici suoi predecessori in uno scritto dal titolo *Lilavati*. [Questo lavoro viene comunemente attribuito a Bhaskara, pur riconoscendone i debiti con opere precedenti di altri autori, mentre Loria (p. 174) ne parla come di una "compilazione fatta da Bhaskara di un'opera di Brahmagupta". *Lilavati* è il nome di una donna ("Vezzosa e cara *Lilavati*, i cui occhi somigliano a quelli di un giovane daino") a cui l'autore rivolge le sue questioni matematiche, forse una figlia, alcuni pensano la moglie, ma di chi? Di Bahskara o di Brahmagupta? *Lilavati* fu tradotto in persiano nel 1587, da un poeta di corte di nome Fyzi, su disposizione dell'imperatore "moghol" Akbar (il termine sembra una modificazione di "mongolo"; l'impero moghol, con centro in India, era stato fondato nel 1526 da un successore di Tamerlano, Babur, e durò sostanzialmente, tra alterne vicende, fino al 1857, quando gli inglesi gli posero fine, a seguito della rivolta dei Sepoy), ed è Fyzi che narra la storia di come lo scritto fosse dedicato alla figlia di Bhaskara, allo scopo di rincuorarla, non si sa con quanto successo, da un problema di natura sentimentale. Riferiamo tutto ciò per mostrare, con un esempio tra innumerevoli, come nella storia abbondino, anche nei casi più innocui, fraintendimenti e "invenzioni" di tutte le specie.] Il più antico riferimento alla notazione indiana si ha nel 662 in uno scritto di Severo Sebokt, vescovo siriano, mentre la prima comparsa certa dello zero si ha in un'iscrizione indiana dell'876 (ovviamente DC). Un merito

che va riconosciuto ai matematici indiani (passato poi da questi agli Arabi) è di aver semplificato i calcoli trigonometrici sostituendo alle "tavole delle corde" usate dagli astronomi greci le più convenienti "funzioni circolari", seno, coseno e tangente, collegate alle semicorde. [Ma "Paul Tannery, il grande storico della scienza vissuto all'inizio del nostro secolo, avanzò l'ipotesi che tale trasformazione della trigonometria può essere avventa ad Alessandria in epoca post-tolemaica", da Boyer.]

2-5) Il caso dei Bizantini (dal nome greco Bisanzio, la località intorno alla quale era stata costruita Costantinopoli) va tutto compreso nell'ottica con cui è stato introdotto il "periodo dei commentatori". Ad essi si deve per esempio se "sono state conservate nel testo originale greco le opere di Archimede e [...] di Apollonio". Ricordiamo i nomi di **Antemio** di Tralles (vissuto intorno al 500), che fu l'architetto del tempio di Santa Sofia, e del suo successore **Isidoro** di Mileto (VI secolo), il quale fu anche uno degli ultimi capi dell'Accademia platonica in Atene. [E' da non confondere con Alessandro pure di Tralles, città della Lidia, vissuto quasi nello stesso periodo (527-565), il quale viene ricordato della storia della medicina per un'opera terapeutica in 12 libri, Βιβλία ιατρικα, che fu tradotta in latino e in arabo, ed ebbe grande influenza sulla medicina medievale.]

2-6) Poiché stiamo affrontando il tema della matematica al di fuori dei confini spaziali che costituiscono l'oggetto pressoché costante della nostra attenzione, diamo qualche cenno anche alla matematica cinese, tenendo sempre conto della circostanza che possono essere fondatamente ipotizzati indiretti apporti greci ad essa, mediati attraverso la confinante cultura indiana [Si pensi per esempio alla diffusione del Buddhismo in Cina, che a partire dalla sua fondazione risalente al principe indiano Siddharta Gautama vissuto nel VI secolo AC, è documentato presente in Cina intorno al I secolo AC - fino a essere oggi considerato la "religione" più diffusa in quel paese.], e che le datazioni temporali relative a epoche "primitive" risultano (come peraltro quasi sempre) quanto mai incerte e soggettive. "L'affermazione che i cinesi avessero fatto importanti osservazioni astronomiche [...] sin dal XV millennio AC è certamente infondata, ma la tradizione che fa risalire il primo impero cinese al 2750 AC circa non è irragionevole. Secondo un'opinione più prudentiale le più antiche civiltà della Cina sono databili verso il 1000 AC" (da Boyer; si noti la perfetta corrispondenza cronologica con le ipotesi formulate all'inizio della presente appendice). Il più antico testo di matematica cinese, di carattere astronomico, è il *Chou Pei Suan Ching* (il titolo sembra "fare riferimento all'uso dello gnomone nello studio della traiettoria circolare dei corpi celesti"); secondo alcuni risalirebbe al I millennio AC, secondo altri invece soltanto al I secolo AC ("Il problema della sua datazione è complicato dal fatto che esso può essere stato l'opera di parecchi scienziati di periodi differenti"). Intorno al 250 AC va invece ricondotto il *Chiu-chang suan-shu* (ovvero *Nove capitoli sull'arte*

matematica), "forse la più influente fra tutte le opere matematiche cinesi [che] comprende 246 problemi riguardanti l'agrimensura, l'agricoltura, le associazioni, l'ingegneria, la tassazione, il calcolo, la soluzione di equazioni e le proprietà dei triangoli rettangoli". Diciamo che complessivamente interessanti da un punto di vista storico sono i contributi cinesi all'aritmetica (veniva usato un tipo di numerazione sostanzialmente decimale, e di tipo anche "posizionale"), all'interno dei quali si riscontra una delle prime notazioni intese a indicare i *numeri negativi* (ci si imbatte in tali enti per esempio nel corso dei calcoli necessari per risolvere un sistema di equazioni lineari in più incognite a coefficienti interi).

2-7) Nell'830 il califfo [Termine usato dagli Arabi, letteralmente "successore" - sottinteso, del "profeta" - laddove *visir*, pur sempre provenendo dall'arabo *wazir* - aiutante, vicario - verrà utilizzato dai Turchi per designare i "ministri" del sultano.] al-Mamun fonda a Baghdad, peraltro sul modello delle antiche "scuole" greche, la *Bait al-hikma*, ovvero "Casa del sapere", la prima istituzione del genere nel mondo che emerge dalla scomparsa del "mondo classico". Tali scuole si diffondono nei paesi conquistati dall'Islam fin nella Spagna, e da lì il loro modello passa a ispirare poi le nostre "università". [In Spagna, a studiare presso scuole arabe, si recava chi volesse arricchire le sue conoscenze più di quanto non fosse possibile in "occidente", e dalla Spagna spirava quindi il nuovo "vento culturale". Si ricorda in particolare il nome di Gerberto di Siviglia (940-1003), che sarà poi il papa Silvestro II, il quale si impegna anche in studi matematici.] *Universitas Studiorum*, o *Studium Generale*, ovvero luoghi del sapere universale, integrale, senza le "specializzazioni" con cui l'attuale nostra mentalità è abituata a concepire l'università. [Il termine "ateneo" è invece ancora una volta di ovvia origine greca, *αθηναϊον*, nel senso di luogo consacrato alla dea Athena; fu questo il nome dato a una "scuola" fondata in Roma da Adriano - vedi anche il punto 1-4-3 per un'altra testimonianza dell'attività culturale di questo grande imperatore - destinata all'insegnamento superiore di filosofia, retorica, grammatica, diritto.] Le "crociate" (concepite come tali ovviamente soltanto dalla parte cristiana, laddove per gli Arabi erano invece delle ordinarie guerre di aggressione) costituiscono una considerevole occasione di scontro, ma anche d'incontro, tra occidente cristiano e Islam, accelerando il trasferimento di conoscenze da una cultura all'altra. [Una simile opinione può essere ovviamente completamente rovesciata: "La rinascita del sapere nell'Europa latina ebbe luogo *durante* le Crociate, ma probabilmente si verificò *nonostante* le Crociate" (da Boyer), a riprova di quanto sia soggettivo - ma non "arbitrario" - l'applicazione della categoria della *causalità* a questioni storiche.] Traduzioni in latino di testi arabi che sono a loro volta traduzione di testi greci consentono un recupero graduale della matematica classica, almeno di quella sopravvissuta. [Risale per esempio a

un periodo intorno al 1120 la prima traduzione in latino degli *Elementi* di Euclide da parte di Adelardo di Bath (?-1160?), il quale utilizza appunto una fonte araba. Adelardo tradusse successivamente anche le tavole astronomiche di al-Khuwarizmi, e l'*Almagesto* di Tolomeo, ma in questo caso da un originale greco. Tra i traduttori più importanti ricordiamo anche i nomi di Gerardo da Cremona (1114-1187), e di Roberto di Chester (XII secolo, fu arcidiacono in Pamplona).] Le necessità pratiche del commercio, in una società in cui la componente "borghese" si va progressivamente affermando su quella feudale-contadina, appaiono stimolare interessi "aritmetici", o, usando opportunamente la nuova parola araba, "algebrici". Essi vengono favoriti dal nuovo sistema di numerazione arabo-indiano, rapidamente affermatosi in tutta Europa.

2-8) Diffusione delle università in Europa (avversata in qualche misura dalle frange più conservatrici del cristianesimo: nel 1163 il concilio di Tours condanna con forza la presenza di religiosi nei nuovi "studi", "*Ut religiosi saecularia studia vitent*"). Bologna, l'*Alma Mater Studiorum*, risale al 1158, ma prima ancora va ricordata la scuola di medicina di Salerno (seconda metà XI secolo). Oxford (1167); Cambridge (seconda metà XII secolo); Parigi (XII secolo); Montpellier (1220); Padova (1222); Napoli (1224); Salamanca (1243); Roma (1303); Pisa (1343). Per Perugia si riporta ufficialmente la data del 1308. [Poiché lo scrivente, come molti dei suoi prevedibili lettori, è legato in modo particolare a questo ateneo, vale la pena allora aggiungere l'informazione che il 1308 è in effetti la data del suo riconoscimento formale, avvenuto tramite una bolla del papa Clemente V, ma che tale attestazione, ottenuta dopo lunghe e laboriose vicende, sanzionò alcuni decenni di attività "ufficiosa". Si può allora correttamente indicare la data del 1276, ma si parla di documenti che testimonierebbero un'esistenza assai precoce dell'istituzione fin dalla seconda metà del secolo XII, o addirittura prima.] L'Università medievale è organizzata prevalentemente in quattro *facoltà*: teologia, diritto, medicina, arti liberali (vedi il punto 0-7), la frequentazione dell'ultima essendo premessa indispensabile per l'accesso alle altre tre.

2-9) L'interpretazione del cristianesimo offerta da S. Francesco d'Assisi (1182-1226) rivaluta il ruolo e la bellezza della "natura" - ritenuta macchiata anch'essa dal "peccato originale, secondo una concezione corrente non solo al suo tempo - riaprendo così la strada a studi propriamente "fisici" in ambiente cristiano. La presenza di Francescani presso le università di Cambridge e Oxford (e, sebbene in misura inferiore, alla Sorbona di Parigi, che rimane legata soprattutto ai Domenicani) le caratterizza in senso "progressista". **Roberto Grossatesta** (1175-1223, vescovo di Lincoln, cancelliere dell'università di Oxford, "scrive di filosofia e di fisica").

2-10) I cosiddetti "secoli bui" cominciano a "illuminarsi" in modo sempre più manifesto a partire dal XIII secolo (che è quello in cui nacque Dante Alighieri, 1265-1321). **Leonardo Fibonacci** detto il Pisano (1180-1250; nel suo *Liber Abaci* si utilizza l'oggi usuale - e lo fu a partire dal XVI secolo - sbarretta orizzontale per l'indicazione delle frazioni, già comune presso gli Arabi). **Ruggero Bacone** (1214-1292?; detto "*Doctor Mirabilis*", discepolo di Grossatesta, considerato tra i primi a formulare il concetto di "scienza sperimentale", e a sottolineare il ruolo della matematica nei suoi fondamenti, alla fine della vita incorse nel sospetto di eresia da parte dei superiori, e nulla si sa di preciso sulla sua fine; a Ruggero Bacone si deve l'osservazione: *Mathematics is the door and the key to the sciences*). **Alessandro di Villedieu** (prima metà XIII secolo; contribuisce, con un suo *Carmen de Algorismus*, all'affermazione dell'uso delle cifre arabo-indiane). **Giovanni di Halifax (John Holywood)** (1200-1256, più noto con il nome di **Sacrobosco**, studiò a Oxford e fu docente a Parigi; suo è un modesto *Algorismus vulgaris*, ma lo si ricorda soprattutto per aver composto, riprendendo Tolomeo e i suoi successori arabi, un trattato di astronomia elementare, *De sphaera mundi*, che conobbe grande diffusione). **Giordano Nemorario** (prima metà XIII secolo, esponente di un "indirizzo scientifico più marcatamente aristotelico [e] iniziatore degli studi medievali di meccanica").

2-11) A **Raimondo Lullo**, francescano, nato a Maiorca (1235?-1315), viene riconosciuto il merito di aver dato inizio ai tentativi di applicare la matematica alla *nautica*, che segnano i primordi della cosiddetta "navigazione teorica". In uno dei suoi *Quodlibeta* (Questione 154, Tomo IV) si legge: "La principale causa del flusso e del riflusso del Mar Grande o del Mar d'Inghilterra è l'arco dell'acqua del mare che a ponente appoggia o confina in una terra opposta alle coste dell'Inghilterra, Francia, Spagna e di tutta la confinante Africa, nella quale gli occhi nostri vedono il flusso e riflusso delle acque perché l'arco che forma l'acqua come corpo sferico è naturale che abbia appoggi (confini) opposti su cui posare, poiché altrimenti non potrebbe sostenersi. Per conseguenza, così come in questa parte appoggia sul nostro continente, che vediamo e conosciamo, nella parte opposta di ponente appoggia sull'altro continente che non vediamo e non conosciamo fino ad oggi; però per mezzo della vera filosofia, che riconosce ed osserva mediante i sensi la sfericità dell'acqua ed il conseguente flusso e riflusso, il quale necessariamente esige due sponde opposte che contengano l'acqua tanto movimentata e siano i piedistalli del suo arco, si inferisce logicamente che nella parte occidentale esiste un continente nel quale l'acqua mossa va ad urtare così come rispettivamente urta nella nostra parte orientale".

2-12) Nel secolo successivo, il XIV, spicca, assieme a quello di **Tommaso Bradwardine** (1290?-1349, arcivescovo di Canterbury, autore di un *Tractatus de proportionibus*), il nome di **Nicola d'Oresme** (1323-1382, autore di un *De proportionibus proportionum* e di un *Algorismus proportionum*), il quale con la

sua *latitudo formarum* precorre a un tempo la geometria analitica e il calcolo integrale. Nell'*Imago Mundi* di **Pierre d'Ailly** (1350-1420; vescovo e cardinale, docente alla Sorbona), opera che fu successivamente meditata da Cristoforo Colombo, viene ammessa la possibilità di una rotazione diurna della Terra intorno al proprio asse (si noti che anche questa concezione crea problemi alla "teoria della gravità" implicita nella *Weltbild* "sacra"). Con **Raimondo di Sabunde** (?-1432) si accentua la tesi di un primato del "libro della natura" (medico e teologo catalano, anch'egli originario dell'isola di Maiorca come Raimondo Lullo; la sua opera principale, *Theologia Naturalis seu liber creaturarum*, fu posta all'*Indice dei libri proibiti* da Paolo IV nel 1559).

2-13) La caduta di Costantinopoli (1453), che segna il definitivo collasso dell'impero romano d'oriente [Il titolo di *Cesare* passa però allo *Zar* di Russia, sicché secondo alcuni la vera fine dell'impero romano avviene soltanto con l'eliminazione dell'ultimo discendente della dinastia Romanov, al tempo della rivoluzione bolscevica.], costituisce l'evento più rilevante dell'età dell'**umanesimo** (termine che viene utilizzato soprattutto a significare un periodo della "storia letteraria", ma è quanto mai significativo sotto ogni contesto). Sotto l'incalzare dei Turchi, si verificano successive "migrazioni" di dotti bizantini in occidente, i quali recano con sé preziose copie di libri. [Per esempio, la *Geografia* di Tolomeo ci è pervenuta attraverso un rifacimento bizantino; la copia fu portata a Firenze ai primi del Quattrocento da Emanuele Crisolora, che la tradusse poco dopo in latino insieme a uno dei propri discepoli, Iacopo Angeli.] Il fenomeno accelera il processo di riscoperta delle opere greche, con le quali si ricomincia ad avere un contatto diretto (non mediato cioè attraverso versioni arabe), grazie alla concomitante ripresa dello studio della lingua originale (che era stata "dimenticata", nonostante il canone dei *Vangeli* sia scritto in greco). Tra le figure di maggiore rilievo a tale proposito ricordiamo il cardinale Bessarione (Trebisonda 1403-Ravenna 1472; arcivescovo di Nicea nel 1437, teologo, umanista, traduttore in latino della *Metafisica* di Aristotele, donò a Venezia, 1468, la sua ricca biblioteca di codici greci, costituente il nucleo dell'attuale Biblioteca Marciana: "Da lui ebbe grande impulso in Italia lo studio del greco").

2-14) Johannes Gutenberg (1400-1468) e l'invenzione della stampa. [Il più antico foglio a stampa senza indicazione né di data né di tipografo, databile tra il 1445 e il 1446, è costituito da un piccolo frammento, conservato presso il Gutenberg Museum di Magonza: in esso è riportato un brano di un poemetto tedesco sul Giudizio Universale. Successivamente, Gutenberg stampò un *Calendario* per l'anno 1448; le *Lettere d'indulgenza*, la più antica stampa a caratteri mobili che riporti la data, risalgono al 1454, mentre il famoso primo vero "libro" a stampa, una copia della *Bibbia*, fu composto in un periodo tra il 1452 e il 1456.] Giovanni Andrea de Bussi (1417-1475), vescovo, umanista, discepolo di

Lorenzo Valla (1407-1457; altro noto umanista romano, al quale si rimprovera una "deplorable infatuazione pagana", provò la falsità della cosiddetta "donazione di Costantino", questione di sapore "filologico" alla quale si interessò pure il Cusano - vedi oltre - che del Valla fu "protettore"), viene ricordato in modo particolare per essere stato tra i più ferventi promotori della causa della diffusione della stampa, nonostante essa fosse considerata presso certi ambienti di chiesa (non insensatamente!) un altro pericoloso strumento fatalmente destinato a essere indirizzato verso la distruzione della concezione sacra del mondo di cui abbiamo parlato, e pertanto da contrastare. [Nel bel libro di Pasquale Lopez, *Sul libro a stampa e le origini della censura ecclesiastica* (Ed. Regina, 1972) viene riportato che: "I guasti che soprattutto la *domina ratio* produce, divulgando e rafforzando anche l'incredulità e l'empietà, al punto di preoccupare più di uno spirito illuminato, scuotono, dunque, a lungo andare, la Curia romana e la inducono a reagire con crescente energia".]

2-15) Sviluppi dell'aritmetica-algebra e della geometria nel XV secolo dell'occidente cristiano, soprattutto in Germania e in Italia. Le considerazioni geometriche (*De triangulis omnimodis libri V*) di **Johannes Müller**, detto **Regiomontano** (1436-1476), sono ancora espresse in una maniera spiccatamente "retorica", che non tiene conto né dell'esempio dell'aritmetica di Diofanto (pure nota in un testo greco all'autore, che aveva anzi pensato a una sua traduzione; di fatto, fino al 1575, quando ne apparve la prima versione latina, "pochi furono gli scienziati che ne conoscevano il contenuto"), né dell'algebra araba. Il primo manuale di aritmetica a stampa è la cosiddetta *Aritmetica di Treviso*, del 1478 (modesta in realtà dal punto di vista qualitativo, costituisce oggi "una delle più preziose rarità bibliografiche"), a cui fece seguito un testo del genere pubblicato a Bamberg nel 1482 (ne era autore tal **Ulrich Wagner**). In Francia, **Nicolas Chuquet** (morto intorno al 1500) scrive un *Triparty en la science des nombres*, di qualche importanza relativa. Lo studio della *prospettiva* da parte di artisti e architetti segna la piena ripresa anche degli studi di natura geometrica, e la nascita della "geometria proiettiva". Ricordiamo i nomi di: **Filippo Brunelleschi** (1377-1446); **Leon Battista Alberti** (1404-1472); **Piero della Francesca** (1410-1492); **Leonardo da Vinci** (1452-1519; questi si ispira addirittura in modo esplicito, nel suo *Trattato della pittura*, al vecchio motto dell'Accademia platonica: "Non mi legga chi non è matematico" - il motto antico era: "Non entri chi non conosce la geometria"); **Johannes Werner** (1468-1528); **Albrecht Dürer** (1471-1528).

2-16) Negli scritti di **Nicholas Krebs**, detto (Nicola) **Cusano**, perché originario di Cues, città tedesca situata vicino Treviri [1401-1464; fu in particolare colleganza con Pio II (1458-1464), detto il "papa scienziato" per il suo interesse nei confronti delle "scienze laiche", testimoniato da un'opera intitolata *Historia rerum ubique gestarum*, nota anche come

Cosmographia, la quale fu certamente nota a Cristoforo Colombo.], si trovano: la concezione di un universo "infinito" senza centro (o dove ogni punto può essere pensato come centro); quella di una possibile pluralità di "Soli" e di mondi abitati (precorrente l'interpretazione che ebbe abbastanza rapidamente la successiva "rivoluzione copernicana", al di là forse delle intenzioni e limiti dello stesso Copernico); la consapevolezza del ruolo epistemologico della matematica (riaffermato in seguito da Cartesio): *Nihil certi habemus in nostra scientia nisi nostram mathematicam* (*De Possess*, 1460; il titolo fa riferimento a uno degli appellativi di Dio, cioè l'Onnipotente; l'affermazione di Cusano rimanda secondo noi all'analoga di Ruggero Bacone, vedi punto 2-10, con l'ulteriore specificazione che nel discorso matematico risiede l'unica possibile umana certezza). Nel suo *De docta ignorantia* si teorizza una "ragione umana" che, attraverso il pieno riconoscimento dei propri condizionamenti, è comunque capace di avvicinarsi alla verità: "premessa critica [diremmo quasi pre-kantiana, vedi anche il punto 1-1-4] dello sforzo razionale", e "coscienza umanistica della forza e dei limiti, e però dei diritti e dei doveri, dell'umana ragione". Ancora del Cusano è la formula "*Religio una in rituum varietate*" (da: *De pace fidei*), con la quale così, "all'invito alla ricerca della verità", si unisce "la garanzia della tolleranza verso qualunque ricercatore". Il personaggio, e la diffusione del suo pensiero [Cusano conobbe certamente l'opera di Lullo, e quella di Cusano fu a sua volta senza dubbio conosciuta da Copernico.], sono essenziali per comprendere come si stabilisca quel "volano" di cui abbiamo parlato nel punto 1-4-5, alla cui base oltre alla "ragione" [Cui volendo potremmo aggiungere la qualificazione "matematica" (Cusano scrisse nel 1458 un *De mathematica perfectione*). Singolare da un punto di vista filosofico constatare che proprio agli enti matematici - enti di pensiero, e quindi a priori sottoposti alla soggettività immaginativa dei singoli intelletti - vengano viceversa riconosciute proprietà di stabilità e di certezza, che li autorizzano quale valido fondamento, επιστημη, della conoscenza.] si colloca anche la solida "esperienza": "A me sembra che quelle scienze siano vane e piene d'errori, le quali non son nate dall'esperienza, madre di ogni certezza, e che non terminano in nota esperienza" (Leonardo da Vinci).

2-17) A proposito di anticipazioni di "eliocentrismo", in una correlazione però di natura "mistica" con i culti solari, e non con la stretta osservazione scientifica, ricordiamo Marsilio Ficino (1433-1499), fondatore di un'Accademia platonica a Firenze sotto gli auspici di Cosimo de' Medici, nonno di Lorenzo il Magnifico. Ficino collocava il Sole, "illuminatore, signore e regolatore dei cieli", al centro dell'universo. Sulla stessa scia Leonardo da Vinci, il quale scrive che: "la Terra non è nel mezzo del cerchio del Sole, né nel mezzo del mondo", e che: "il Sole non si move".

2-18) Tenendo conto degli accennati sviluppi dell'algebra e della geometria, c'è chi propone (per esempio A. Frajese, 1951, Introduzione - vedi Bibliografia)

come biffa per l'inizio del periodo "moderno" della nostra storia l'anno 1499, corrispondente alla pubblicazione della *Summa de arithmetica, geometria, proportioni et proportionalitate* di Fra' **Luca Pacioli** (nato a Borgo San Sepolcro, 1445-1514). Si tratta in effetti del primo trattato generale di matematica a stampa [Fu invero preceduto da altri libri di "aritmetica" pubblicati a Venezia e a Firenze, di statura però assai minore.], che comprende e rielabora la gran parte del materiale tramandatoci dalla matematica antica, che deve quindi intendersi per allora pienamente recuperato. A parte il fatto che Pacioli appare un "plagiatore" di Piero della Francesca [Secondo la già antica accusa di Giorgio Vasari (1511-1574), formulata nelle sue *Vite de' più eccellenti pittori, scultori et architettori* (1550): "Colui che doveva con tutte le sue forze ingegnarsi ad accrescergli gloria e nome per aver appreso da lui tutto quello che sapeva, come empio e maligno cercò d'annullare il nome di Piero suo precettore, e usurpare quell'onore che a lui solo si doveva per se stesso, pubblicando sotto nome proprio, cioè di fra Luca del Borgo, tutte le fatiche di quel buon vecchio" - vedi Ettore Picutti, "Sui plagi matematici di frate Luca Pacioli", *Le Scienze*, N. 2, 1989.], noi preferiamo invece proporre, ritenendo di privilegiare in tal modo una "trama" più essenziale di quella dello sviluppo dell'algebra e della geometria, la data del 1416, anno della fondazione di un Centro di Cultura Nautica (a Sagres, nell'estrema punta meridionale del Portogallo) da parte del principe Enrico il Navigatore (1394-1460), gran maestro "templare".

2-19) Tale scelta sottolinea la circostanza che il risveglio delle antiche arti di Pitagora e di Euclide avviene nel tardo Medioevo sotto un'ottica completamente diversa da quella del semplice recupero testuale, ovvero sotto quella di una "concezione pratica della scienza". Tenuto conto di quanto già detto a proposito dell'**otium** (punto 1-4-5), una scienza intesa cioè come **negotium**, il cui motore principale (anziché la pura "curiosità" di cui parla Aristotele all'inizio della *Metafisica*) diventa il confronto dialettico tra le *motivazioni* e i *riscontri* concreti. Secondo Umberto Forti (*Storia della Tecnica*, UTET, 1974, Vol. II): "La matematica non è pensata, al modo platonico, come un aspetto della filosofia o della metafisica, ma piuttosto come un'arte utile che ci permette di misurare, di calcolare, e - così - di operare sulle cose concrete". La "nuova" scienza è naturalmente fondata sulla matematica, che pur mantiene le caratteristiche ormai consolidate di scienza astratta, ideale, "precisa". Si tratta di una circostanza che va messa bene in evidenza: l'*interesse applicativo* che è secondo noi alla base della **rinascita** della matematica in occidente (e quindi alla **nascita** della "scienza moderna"), rendendo entrambe così diverse dalle corrispondenti "antiche" (ed evitando loro di conseguenza in un immediato futuro quel *processo involutivo* cui abbiamo accennato sempre nel punto 1-4-5), *non* modifica la qualità conferita dai Greci alla matematica di essere comunque "scienza razionale", e non empirica. Ovvero, nonostante avrebbe potuto verificarsi una sorta di *regressione* della disciplina verso un trattamento del tipo

descritto in occasione dello studio delle matematiche orientali pre-elleniche, o extra-elleniche, essa non accadde, grazie verosimilmente alla permanenza di uno *status* ormai "canonizzato" nelle opere classiche fortunatamente rimaste, come gli *Elementi* euclidei. Se ne potrebbe ricavare la conclusione epistemologica che tanto più la matematica è "pura" (vale a dire, "scienza del pensiero esatto"), tanto meglio riescono poi le sue "applicazioni". Una conferma indiretta della circostanza descritta è non solo il permanere di quella che abbiamo chiamato geometria di precisione, ma anche l'affermazione di quella che sarà l'*astronomia di precisione*, con la quale si aprirà, naturalmente in campo scientifico, l'**evo moderno**.

2-20) Simon Wiesenthal (*Operazione Nuovo Mondo - I motivi segreti del viaggio di Cristoforo Colombo verso le Indie*, 1973; Garzanti, 1991) così descrive il compito che era stato assegnato agli scienziati chiamati a collaborare con la corona portoghese al grande progetto di esplorazione del mondo: "Venne loro affidato un compito della massima importanza per la navigazione: trovare un mezzo che permettesse alle navi veleggianti lontano dalla costa di mantenere la direzione scelta: senza un perfezionamento deciso degli strumenti, senza un metodo per determinare la posizione del sole nelle diverse stagioni e la distanza di una nave dall'equatore, viaggiare per mari sconosciuti era infatti quasi impossibile". [Citiamo a conferma di ciò un'osservazione da una lettera (1500) di Amerigo Vespucci (1451-1512), il quale dice della navigazione dei suoi tempi che: "la loro navichazione è di chondinovo a vista di terra"; un altro testimone coevo, Pietro Martire d'Anghiera (1457-1526), riferisce nei seguenti termini delle esplorazioni portoghesi dell'Africa: "perché a vista di terra, né mai da quella allontanandosi e andando ogni sera in porto, avevano scorso tutta quella costa dell'Africa la quale in su l'Oceano guarda verso mezzodì".] Come abbiamo ricordato nel punto 2-12, riconosciuti prelude del metodo delle coordinate si trovano già in Nicola d'Oresme, il quale usava per esse, nel caso del piano, i due termini di chiara provenienza geografica *latitudo* e *longitudo*, a riprova del fatto che il loro utilizzo in matematica ha tratto ispirazione dalla geografia (nel suo aspetto di premessa alla navigazione), e non viceversa (si presti attenzione al fatto che Oresme viene *dopo* Lullo). La circostanza che numerosi aspetti di questa storia siano generalmente misconosciuti si spiega con un'osservazione del già citato Kurt Mendelssohn, punto 2-1, secondo il quale le attività del Centro di Sagres erano "clandestine", e coperte da "estrema segretezza".

2-21) Il Mendelssohn dianzi citato riporta inoltre un'opinione assai significativa: "I coraggiosi marinai portoghesi non temevano la morte, ma il loro valore non sarebbe servito a molto se non fosse stato per le menti intelligenti e la misteriosa forza nascosta che dirigeva i loro sforzi. I grandi viaggi di scoperta sono diventati un capitolo d'obbligo nei nostri testi scolastici, ma non dicono niente, e molto poco si sa, degli uomini che li pianificarono e li

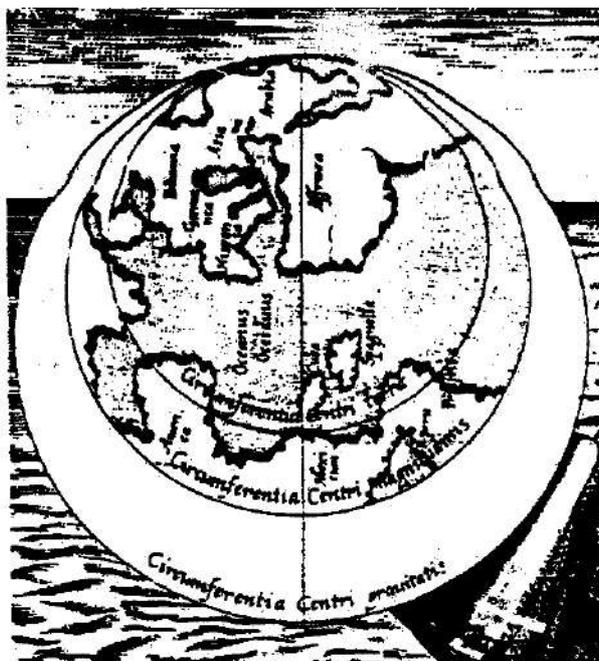
diressero. In un mondo di zelo cristiano avevano buone ragioni per rimanere nell'ombra, perché erano ebrei". In effetti, a Sagres si troveranno a operare numerosi "matematici" ebrei, quali: **Jehuda Cresques** (1350?-?; era figlio dell'ebreo maiorchino **Abraham Cresques**, autore del famoso *Atlante catalano*); **Abraham ben Samuel Zakkut** (1450-1510; latinizzato in Zacuto, autore di tavole astronomiche redatte in ebraico che si ritiene Colombo portasse con sé nel suo primo viaggio); **José Vizinho** (di cui non si sa nulla quanto a notizie biografiche, comunque seconda metà del XV secolo), discepolo di Zacuto, etc.. Al Centro di Sagres si può ricollegare l'impresa di Cristoforo Colombo (1451?-1506), il quale sposò la figlia di uno degli aiutanti (anch'egli ovviamente un "templare") del principe Enrico. "Si dice che le sue scoperte furono possibili per l'aiuto di frati e nobildonne, regine e marinai. Credetemi: più di tutto questo poté l'azione di pochi spiriti eletti che rimasero nell'ombra. Le loro tracce compongono un misterioso disegno di cui nessuno sa intravedere il fine" (*La veridica historia di Cristobal Colon*, E.Elle, 1991). Tra coloro che si occupano invece apertamente in occidente di riprendere e portare avanti gli studi astronomici dei Greci e degli Arabi (i quali per esempio avevano anche ripetuto la misurazione della Terra effettuata da Eratostene) citiamo il nome di **Georg Peurbach** (1423-1469).



(Figura 7)

(Nell'incisione coeva sono rappresentati il re del Portogallo Giovanni II, il quale ebbe fieri contrasti con Cristoforo Colombo, e uno scienziato che si presume essere Abraham Zacuto. Si noti il tipo di matematica rappresentata nelle pagine del libro che si trova nelle mani dello scienziato.)

2-22) Il futuro scopritore dell'America si trova costretto a operare contro la "geografia sacra" descritta nel punto 2-1, rischiando l'accusa di *eresia* (documentata da un diretto testimone, il vescovo Alessandro Geraldini di Amelia, porta-parola presso la corte spagnola del papa Innocenzo VIII). Il problema delle reali proporzioni della sfera terrestre e dell'ecumene (relativa possibile confusione tra diverse unità di misura; informazioni provenienti da mercanti e da Francescani sull'effettiva estensione della terraferma fino alla Cina). Su tali questioni potevano esserci delle divergenze di opinione, ma non ce ne potevano essere sul fatto che la Terra non fosse uguale in tutte le sue parti (*non omogenea*), e che nell'"emisfero inferiore" (non quello boreale!) non si potesse navigare. "Ammesso infatti, *per absurdum*, che si fosse potuto navigare fuor dell'abitabile in discesa, lungo la china della sfera, come si sarebbe poi potuto voltare e continuare la navigazione dall'altra parte? Sarebbe stato come voler risalire la china d'un monte, cosa che le navi non avrebbero potuto fare, nemmeno con il più forte dei venti" (la citazione, dalla già nominata M.L. Fagioli Cipriani, comprende parole di Fernando Colombo, 1488-1539, figlio - "illegittimo", nel senso di nato fuori da regolare matrimonio, ma "riconosciuto" - di Cristoforo). Di conseguenza, in tale sconosciuto emisfero ci potevano essere forse terre (i famosi antipodi, a far da "contrappeso" a quelle emerse nell'emisfero superiore), ma certamente non abitanti, dal momento che la navigazione fino a loro era per i motivi appena detti impossibile (se si immaginava una vera e propria "caduta" una volta raggiunta la "*circumferentia centri gravitatis*", e non una semplice navigazione in discesa sebbene senza ritorno), e che il genere umano era tutto disceso da un solo uomo (ipotesi monogenetica). A tale immagine del mondo, Colombo contrappone "modernamente" che: "Acqua e terra insieme formano un corpo rotondo. Il centro di gravità della terra e dell'acqua insieme è il centro del mondo". [Si tratta di una delle famose "postille" appuntate di propria mano dal navigatore sulle pagine di una copia del libro di Pierre d'Ailly - vedi il punto 2-12 - conservata presso la Biblioteca Colombina di Siviglia; queste parole verranno riprese quasi tali e quali da Copernico.] Concludiamo notando che, nonostante i fraintendimenti della vicenda continuino ancor oggi, a Fernando Colombo si riconosce comunque il merito di aver introdotto apertamente il metodo per la misurazione di una *differenza di longitudine* mediante il "trasporto del tempo" (in una "proposta" presentata al re di Spagna Filippo II nel 1524).



(Figura 8)

(Il mondo appare ancora "capovolto" in un'incisione del XVII secolo, conservata presso il Museo del Louvre.)

2-23) Le probabili relazioni tra la scoperta dell'America e la rivoluzione copernicana, la seconda usualmente separata dalla prima da circostanze di *spazio*, di *tempo*, e *qualitative* (scienza *versus* casualità). La (rapida) affermazione di una nuova *Weltbild*, e la conseguente scomparsa di quella "sacra", sono segno di una disponibilità concettuale al *capovolgimento dei valori*, proprio come la "rivoluzione geografica" che aveva preceduto quella astronomica, ancorché sapientemente occultata per motivazioni politiche, aveva letteralmente "capovolto" il globo. Così declama al riguardo il Galileo di Brecht: "Sempre, a memoria d'uomo, le navi avevano strisciato lungo le coste: ad un tratto se ne allontanarono e si slanciarono fuori, attraversando il mare. Sul nostro vecchio continente allora si sparse una voce: esistono nuovi continenti. E da quando le nostre navi vi approdano, i continenti ridendo dicono: il grande e temuto mare non è che un po' d'acqua. E c'è una gran voglia di investigare le cause prime di tutte le cose [...] Presto l'umanità avrà le idee chiare sul luogo in cui vive, sul corpo celeste che costituisce la sua dimora. Non le basta più quello che sta scritto negli antichi libri". In altre parole, il "rinascimento" è contraddistinto sì dalla ripresa della scienza e della cultura classica, ma in misura ancora maggiore dal definitivo *affrancamento* dal loro comunque ininterrotto autorevole influsso.

VI riepilogo storico generale

L'Alto Medioevo [Secondo un'altra corrente convenzione, solo fino all'anno 1000.]

590-640 Pontificato di Gregorio Magno.

614 Il re persiano Cosroe II conquista temporaneamente Gerusalemme.

622 Egira (inizia l'epopea araba, con la fuga di Maometto dalla Mecca, e il suo rifugio a Medina).

630 Maometto torna da vincitore alla Mecca.

635 Conquista araba della Siria.

641 Gli Arabi conquistano Alessandria.

627 Battaglia di Ninive tra i Bizantini (sotto l'imperatore Eraclio) e i Persiani, con conseguente riconquista di Gerusalemme. L'episodio segna il declino del "ciclo" persiano, che si avvia a definitiva rapida conclusione sotto l'impeto delle conquiste arabe. L'Iran si "islamizza".

637 Gli Arabi conquistano a loro volta Gerusalemme.

643 Il re longobardo Rotari (606-652) emana il famoso editto, che fissa, in 388 capitoli di diritto penale e privato, l'ordinamento legislativo del suo popolo. L'editto rappresenta la codificazione delle *antiquae leges patrum*, accertabili attraverso il ricordo degli *antiqui homines*, depositari della tradizione.

681 Gli Arabi completano la conquista dell'Africa settentrionale, giungendo sulle sponde dell'Oceano Atlantico.

711 Gebel al-Tarik (d'onde Gibilterra) guida gli Arabi alla conquista della Spagna.

732 Sconfitta degli Arabi a Poitiers per opera del re dei Franchi Carlo Martello.

751 I Longobardi scacciano i Bizantini da Ravenna.

762 Fondazione di Baghdad.

768 Sale al trono Carlo (Magno), "patrizio dei Franchi".

774 Dopo aver sconfitto i Longobardi, Carlo assume il titolo provvisorio di *rex francorum et longobardorum atque patricius Romanus*.

796 Carlo conquista e cristianizza la Pannonia (l'attuale Ungheria): i suoi domini si estendono dai Pirenei al Danubio.

800 La "restaurazione": Carlo Magno viene incoronato a Roma, da papa Leone III, imperatore del Sacro Romano Impero.

812 Anche i Bizantini riconoscono l'autorità di Carlo.

827 Inizia la conquista araba della Sicilia, e di parte dell'Italia meridionale.

843 Finisce presto l'unità imperiale, con la divisione nei tre regni di Francia (Carlo il Calvo), Germania (Lodovico) e Italia (Lotario).

849 I Bizantini fermano gli Arabi nella battaglia di Ostia.

852-893 I santi Cirillo e Metodio convertono i Bulgari al cristianesimo, e continuano la loro opera di predicazione presso le popolazioni slave (ancora oggi l'alfabeto russo si dice *cirillico*).

867-871 Lodovico II riprende Bari dalle mani degli Arabi, e sottomette Capua e Salerno.

877 Riconoscimento del diritto di ereditarietà dei grandi feudi.

878 I Danesi arrivano alle coste dell'Inghilterra.

897 Gli Ungari si stanziavano in Pannonia, e fanno incursioni fino in Veneto.

911 Contrasti tra Franchi e Normanni.

936-973 Ottone I restaura temporaneamente il Sacro Romano Impero. Incoronato a Roma nel 962 dal pontefice Giovanni XII, concede al pontefice diversi privilegi (salvo a deporlo l'anno dopo, sostituendolo con Leone VIII), ottenendone in cambio "il controllo imperiale sulle elezioni papali".

941 Il principe Igor minaccia Costantinopoli.

966 Conversione al cristianesimo dei Polacchi.

1000 (circa) Arrivo dei Turchi dall'Asia Centrale. In un primo momento stanziati ai confini della Persia come mercenari, diventano poi conquistatori, comunque convertiti all'Islam.

1002-1024 Impero di Enrico II di Baviera, successore di Ottone III.

1014-1035 Il re danese Canuto il Grande vince gli Anglo-Sassoni, e cinge la corona d'Inghilterra.

1016 Gli Arabi vengono scacciati dalla Sardegna dalle flotte unite di Pisa e di Genova.

1037 Riconoscimento del diritto di ereditarietà anche dei piccoli feudi.

1053 Con la sconfitta da parte di Roberto il Guiscardo di una coalizione di forze papali e bizantine inizia l'era dei Normanni in Italia.

1054 Scisma d'oriente: la chiesa ortodossa si separa da quella cattolica romana.

1055 I Turchi Selgiucidi conquistano Baghdad.

1061 I Normanni scacciano gli Arabi dalla Sicilia.

1066 I Normanni si insediano anche in Inghilterra.

1075 Gregorio VII ribadisce il primato della chiesa di Roma, e la sua origine divina.

1076 I Turchi conquistano Gerusalemme.

1077 Nel contesto dei conflitti tra potere imperiale e potere papale, si verifica il celebre episodio in cui Enrico IV chiede il perdono di Gregorio VII a Canossa, ottenuto (dopo tre giorni passati in attesa a piedi nudi sotto la neve) grazie all'intercessione della cugina Matilde, al contrario fervente sostenitrice della causa pontificia.

1082 Ascesa di Venezia. I mercanti veneziani ottengono particolari privilegi dai Bizantini.

1095 Durante il concilio di Clermont, il papa Urbano II lancia l'idea di una "crociata".

1099 Alla fine della I crociata, Gerusalemme viene riconquistata dalle truppe cristiane. Inizio del regno di Gerusalemme, il cui primo re è Goffredo di Buglione.

Il Basso Medioevo [Secondo un'altra corrente convenzione, solo gli ultimi due secoli, XIV e XV.]

1118 Il fenomeno degli ordini cavalleresco-monastici. In particolare, in virtù dell'iniziativa di nove cavalieri francesi in Terrasanta, guidati da Ugo de Payns, viene fondato l'Ordine del Tempio.

1126 Primo insediamento templare in Portogallo.

1128 La Regola dell'Ordine del Tempio, alla cui stesura collabora anche San Bernardo da Chiaravalle, viene approvata dal concilio di Troyes.

1137 Amalfi soccombe davanti a Genova e a Pisa.

1143 Il titolo di Re del Portogallo viene riconosciuto a Don Alfonso Henriques da parte del papa Innocenzo II.

1147 Don Alfonso Henriques conquista Lisbona.

1156 Federico Barbarossa viene incoronato imperatore.

1157 Don Alfonso Henriques concede ai Templari privilegi straordinari.

1176 La "lega lombarda" sconfigge le truppe imperiali a Legnano. Al termine di un lungo conflitto, viene firmata la pace di Costanza (1183).

1187 Gerusalemme torna in mano del sultano d'Egitto, "il feroce Saladino".

1199-1216 Durante il regno di Giovanni Senzaterra in Inghilterra viene emanata la *Magna Charta libertatum*, considerata il primo dei testi fondamentali di garanzia delle libertà individuali.

1204 La IV Crociata devia dal suo progetto originale rivolgendosi contro i Bizantini, e si conclude con la conquista di Costantinopoli e la creazione di un provvisorio Impero Latino d'Oriente.

1206 Inizia l'espansione mongola sotto Gengis Khan (1155-1226), il quale conquista Pechino nel 1215, il Turkestan e la Persia nel 1221, e dà inizio all'impero mongolo (non breve, e generalmente sottovalutato, quanto a "grado di civiltà" raggiunto).

1209 La lotta contro gli "eretici" del papa Innocenzo III si conclude con la sanguinosa crociata contro gli Albigesi.

1229 Con Federico II, che viene scomunicato da Gregorio IX per "scarsa belligeranza", Gerusalemme viene restituita per via diplomatica ai Cristiani. Inizia in Italia un periodo di lotte tra sostenitori del papa (Guelfi) e sostenitori dell'imperatore (Ghibellini). [Secondo il toscano Lapo di Castiglionicchio (XIV secolo): "I guelfi sono uomini pietosi e misericordiosi, pacifici e mercanteschi, desiderosi di vivere in libertà e a comune e popolare stato e sotto la riverenza di Santa Chiesa. E i detti altri del numero dei Ghibellini [sono] uomini feroci, superbi, pieni di scandali". Secondo il cronista fiorentino Matteo Villani (ancora XIV secolo): "L'Italia tutta è divisa mistamente in due parti, l'una che seguita ne' fatti del mondo la Santa Chiesa, secondo il principato, che ha da Dio e dal santo Imperio in quello. E questi son dinominati Guelfi, cioè guardatori di fe'. E l'altra parte seguitano lo Imperio, o fedele o infedele, che sia delle cose del mondo a Santa Chiesa. E chiamansi Ghibellini, quasi *guida belli*". Si trattava in realtà dei nomi dei due partiti che si disputarono la successione di Enrico V, imperatore di Franconia, morto nel 1125. Quello dei primi prendeva origine da Guelfo (in tedesco Welf), duca di Baviera, vale a dire "gli eredi di Guelfo", mentre quello dei secondi da un castello in Franconia, Weiblingen, di proprietà dell'altro pretendente. La denominazione fu successivamente adottata in una contesa locale tra famiglie fiorentine, senza alcuna "giustificata" ragione, e da lì si estese

poi in tutta Italia al tempo dei nominati contrasti tra Federico II e il papato.]

1245 Viaggio in Cina del francescano Giovanni da Pian del Carpine (l'attuale Magione nei pressi di Perugia).

1260 Il primo viaggio di Marco Polo in Cina.

1261 I Bizantini riprendono Costantinopoli dalle mani del franco Baldovino II, ponendo termine all'Impero Latino d'Oriente.

1263 L'ascesa della casa d'Angiò, accordo con il papa Urbano IV.

1282 Insurrezione contro gli Angioini, detta dei "vespri siciliani". Comincia l'alternativo dominio degli Aragonesi in Sicilia.

1284 Sconfitta della flotta pisana di fronte a quella genovese nella battaglia della Meloria.

1291 A seguito della capitolazione di San Giovanni d'Acri, e della conseguente definitiva espulsione dei Cristiani dalla Terrasanta, i Templari trasferiscono il loro quartier generale a Cipro.

1294-1303 Il pontificato di Bonifacio VIII (Benedetto Caetani), dopo che lo "spirituale" Celestino V ebbe espresso "per viltade il gran rifiuto" (*Inferno*, III, 60).

1297 Si rafforza a Venezia il regime oligarchico.

1298 Genova sconfigge anche Venezia presso le isole della Curzola.

1301 Le truppe francesi di Carlo di Valois, fratello del re di Francia Filippo il Bello, entrano in Firenze.

1302 Dante Alighieri viene esiliato da Firenze. Bonifacio VIII con la bolla *Unam Sanctam* riafferma i principi della supremazia del potere papale su quello temporale.

1303 Guglielmo di Nogaret e l'episodio del famoso "schiaffo di Anagni".

1305 Clemente V sposta la sede della Chiesa da Roma ad Avignone, dove resterà fino al 1377, quando Caterina da Siena riuscì a convincere Gregorio XI a fare ritorno a Roma.

1307 Inizia la persecuzione contro i Templari per ordine del Re di Francia Filippo il Bello e del Papa Clemente V. Il francescano Giovanni da Montecorvino viene nominato arcivescovo di Pechino.

1308-1313 Con l'impero di Enrico VII fallisce l'ultimo tentativo di riaffermare il vecchio concetto di un impero universale.

1312 Il Papa Clemente V durante lo svolgimento del concilio di Vienne decreta lo scioglimento dell'Ordine del Tempio, mentre l'assemblea conciliare nel quadro delle controversie tra Spirituali e Conventuali condanna anche (senza mai nominare però il loro principale ispiratore, Pietro di Giovanni Olivi) le tesi che circolavano nell'ambiente francescano sulla necessità della povertà della Chiesa.

1314 L'ultimo Gran Maestro dei Templari, Jacques de Molay, sale sul rogo a Parigi assieme ad altri dignitari dell'Ordine.

1319 Il re del Portogallo Don Dionigi trasforma quello templare in un nuovo ordine cavalleresco, l'Ordine dei Cavalieri di Cristo, la cui creazione viene autorizzata dal papa Giovanni XXII.

1322 Si tiene a Perugia un capitolo generale dei Frati Minori, al termine del quale viene indirizzato a tutta la cristianità un "manifesto" sulla necessità della povertà della Chiesa, che riprende così le tesi già condannate dal concilio di Vienne. Il papa avignonese Giovanni XXII reagisce duramente contro tale dichiarazione, provocando la ribellione di numerosi Francescani, tra i quali lo stesso generale dell'ordine, Michele da Cesena. A Norimberga, la corte di Ludovico il Bavaro (incoronato re d'Italia a Milano nel 1327) diviene il rifugio di Francescani e Ghibellini perseguitati dal papato.

1337 Inizia la guerra cosiddetta "dei cento anni".

1342 Un certo Giovanni di Conte dei Medici, gonfaloniere della repubblica fiorentina, prende parte alla guerra contro Pisa.

1347 Insurrezione a Roma di Cola di Rienzo.

1347/1351 L'Europa è sconvolta dall'epidemia di "peste nera", quasi un terzo della sua popolazione ne viene falciata.

1356 L'imperatore Carlo IV tenta di regolare con la *Bolla d'Oro* la procedura per l'elezione imperiale, fissando a 7 (4 laici e 3 ecclesiastici) il numero degli "elettori". Gli inglesi sconfiggono i francesi a Poitiers. Conseguenti insurrezioni contadine (*jacqueries*) vengono represses col sangue.

1360 Nasce Giovanni di Bicci, il fondatore del ramo storico dei Medici. Da lui e da Piccarda di Odoardo Bueri nascono Cosimo (detto il Vecchio) e Lorenzo. E' questo il periodo in cui si affermano le grandi case di mercanti e di banchieri, come in Italia appunto i Medici, e in Germania i Fugger (una dinastia che divenne in breve tempo così potente da riuscire a condizionare, agli inizi del XVI secolo, l'elezione all'impero).

1361 Il sultano Murad I conquista Adrianopoli e vi stabilisce la capitale dell'impero ottomano.

1366 Salvestro di Alamanno dei Medici viene eletto priore e inviato in missione diplomatica a Venezia.

1368 Con la cacciata dei Mongoli, e l'inizio del potere della dinastia nazionale dei Ming, i Francescani vengono espulsi dalla Cina.

1378 Dopo l'ultimo papa avignonese, Gregorio XI, si apre con Urbano VI il periodo cosiddetto del "grande scisma", con una serie di papi e antipapi che mette a dura prova l'unità della Chiesa. A Firenze si verifica e viene represso il cosiddetto "tumulto dei Ciompi", avente carattere "proletario" (la città verrà in seguito guidata da un'oligarchia formata dalle grandi famiglie della borghesia commerciale e finanziaria). [Si tratta di una di quelle frequenti rivolte urbane o contadine sintomo del cosiddetto "pauperismo", per combattere il quale si moltiplicano iniziative di assistenza e beneficenza, come i Monti di Pietà, che prestavano denaro su pegno, e banche "alternative" (per esempio il Monte dei Paschi di Siena). Il francescano S. Bernardino da Siena (1380-1444) nelle sue prediche tuona contro

l'usura. Da altre parti si delineano anche risposte più dure, inasprite successivamente in età moderna, quali la regolamentazione della mendicizia e la repressione del vagabondaggio.]

1380 Periodo di guerre tra Genova e Venezia.

1385 Inizia l'espansionismo dei Visconti, le cui truppe arrivano fin in Umbria. Filippo Pallastrelli e Caterina Visconti emigrano da Piacenza in Portogallo, mentre il fratello di Filippo, Bartolomeo, resta in Italia. Nel 1398 la coppia (che muta il cognome in Perestrello) ha un figlio, a cui viene dato il nome di Bartolomeo: questi sarà il padre della futura moglie di Cristoforo Colombo.

1392 Mentre in Francia infuria la guerra civile, gli Ottomani conquistano Tracia, Macedonia e Bulgaria.

1394 Proposta di un concilio ecumenico per risolvere i problemi causati dal "grande scisma".

1399 In Inghilterra, Enrico IV di Lancaster viene nominato re dal Parlamento.

1410 Con la nomina di Giovanni XXIII si hanno ben tre papi che ambiscono simultaneamente a essere il legittimo successore di Pietro.

1414 Inizio dei lavori del concilio di Costanza, indetto dall'imperatore Sigismondo.

1415 Giovanni Huss (1369-1415), che riprende in Boemia le tesi "indipendentiste" di John Wycliffe (1330-1384, iniziatore in Inghilterra dei movimenti di riforma religiosa in senso anti-romano) finisce sul rogo. Enrico V d'Inghilterra sbarca in Normandia e sconfigge i Francesi ad Azincourt.

1416 Il principe Enrico il Navigatore, figlio del re del Portogallo Giovanni I, e fratello del futuro re Duarte, fonda il Centro di Cultura Nautica di Sagres, chiamandovi a raccolta i più influenti scienziati dell'epoca. Con il titolo di duca di Savoia concesso ad Amedeo VIII (1392-1451) dall'imperatore Sigismondo, culmina il periodo che vede la progressiva ascesa di questa casata (Amedeo VI, 1334-1383, soprannominato "il conte verde", aveva combattuto con i Visconti contro gli Angiò; Amedeo VII, 1360-1391, detto "il conte rosso", aveva esteso i suoi domini fino a Nizza).

1417 Con la nomina del papa Martino V si conclude il periodo del "grande scisma".

1427 Disfatta delle truppe dei Visconti a Maclodio, presso Brescia; il capo delle truppe veneziane, Francesco Bussone detto il Carmagnola (dalla località ove era nato nel 1382), pur riuscendo vincitore, viene successivamente sospettato di collusione con il nemico, e poscia decapitato (1432).

1431 L'insurrezione anti-inglese guidata da Giovanna d'Arco si conclude con la morte della giovane donna sul rogo.

1432 Nicola Cusano si trova al concilio di Basilea (fa parte di un circolo "umanistico" che comprende tra gli altri Enea Silvio Piccolomini, il futuro papa "scienziato" Pio II), e vi sostiene la superiorità del concilio rispetto a quella del Pontefice.

1433 Cosimo il Vecchio, esponente di una delle più grosse case bancarie d'Europa, è bandito da Firenze, ma vi fa ritorno l'anno dopo, allontanandone a

sua volta i propri avversari. Termina il periodo di libertà comunale della città, e inizia il "regime signorile" (senza però che formalmente venissero ripudiate le istituzioni repubblicane): "l'abile banchiere fondò la sua autorità soprattutto sul consenso dell'opinione pubblica, sul favore che gli procuravano le sue doti umane e la sua ricchezza".

1437 Con improvviso voltafaccia, Cusano ripudia le tesi "conciliariste", e diviene strenuo paladino della causa papale (al punto di sostenere successivamente le ragioni del papa "legittimo" Eugenio IV contro quelle di Felice V, vedi oltre).

1439 Il concilio di Basilea nomina un antipapa, Felice V (al secolo quell'Amedeo VIII di Savoia dianzi nominato, che si era fatto monaco!), e proclama l'Immacolata Concezione della Beata Vergine Maria. Effimera riunificazione tra la Chiesa d'occidente e quella d'oriente, separate per effetto del cosiddetto "scisma d'oriente" fin dal 1054.

1444 Alla battaglia della Varna (città bulgara sul Mar Nero), un esercito cristiano (ungheresi e polacchi) viene sconfitto da Murad II.

1448 Invenzione della stampa a caratteri mobili.

1449 Si chiude il periodo del "conciliarismo" (o "piccolo scisma") con l'abdicazione di Felice V, e l'elezione da parte del concilio "ribelle" dello stesso pontefice Niccolò V eletto dal concilio "regolare".

1449 Nasce Lorenzo il Magnifico da un figlio di Cosimo il Vecchio.

1451 Nascono nello stesso anno Cristoforo Colombo (presumibilmente) e Amerigo Vespucci.

1453 Maometto II conquista Costantinopoli, e viene così posta fine, con la morte dell'ultimo imperatore bizantino Costantino XI Paleologo, al millenario impero romano d'oriente. Una congiura capeggiata dall'umanista Stefano Porcari contro il papa Niccolò V, con lo scopo di costituire una Repubblica romana, si conclude nel sangue.

1454 Johannes Gutenberg pubblica a Norimberga il primo libro a stampa.

1455-1485 Guerra civile in Inghilterra cosiddetta "delle due rose" tra i sostenitori della casa Lancaster e quelli della casa York.

1464 Presso il letto di morte di Nicola Cusano a Todi, testimoni del suo testamento, si trovano Paolo del Pozzo Toscanelli (geografo di Lorenzo il Magnifico), Giovanni Andrea de Bussi, Fernando Martins (un portoghese, parente della moglie di Cristoforo Colombo). Il cardinale muore probabilmente avvelenato, come il papa Pio II, morto negli stessi giorni ad Ancona. Lo spagnolo Rodrigo Borgia, successivamente papa Alessandro VI, è al tempo vice-cancelliere di Santa Romana Chiesa (vedi nella già citata *Episteme*, N. 1, l'articolo della principessa Emanuela Kretzulesco Quaranta).

1466-1468 Appena eletto papa, Paolo II fa processare gli umanisti appartenenti all'Accademia Romana ("un processo inscenato dalla Curia e portato avanti con interrogatori e torture"), di cui poi dispone la chiusura.

1468 Pomponio Leto (1428-1498; figura di spicco del "neopaganesimo" romano, nelle catacombe di S. Callisto si trova un'iscrizione che lo definisce

Pontifex Maximus) viene estradato a Roma dal Senato di Venezia, perché indiziato di aver preso parte a una congiura contro il papa Paolo II simile in concezione a quella del 1453 di Stefano Porcari. Il capo dei congiurati, Bartolomeo Sacchi detto il Platina, viene arrestato e torturato a Castel Sant'Angelo. Per lo stesso motivo Filippo Buonaccorsi, che aveva adottato lo pseudonimo di Callimaco Esperiente, fugge da Roma, e finisce con lo stabilirsi definitivamente qualche tempo dopo in Polonia (1470), aiutato dallo zio di Copernico. Sono dimostrabili successivi collegamenti tra Pomponio Leto e l'ambiente colombiano (Pietro Martire d'Anghiera, amico personale del grande navigatore).

1476 Cristoforo Colombo fa la sua prima apparizione in Portogallo, e vi sposa presto (1479?) Dona Felipa Moniz Perestrello (imparentata da parte di madre con la famiglia reale), dalla quale ha un figlio, Diego.

1478 A Firenze la "congiura dei Pazzi" costa la vita al fratello di Lorenzo il Magnifico, Giuliano, e la scomunica a Lorenzo a causa della repressione seguita alla rivolta, che vedeva tra i promotori anche uomini della Chiesa. Viene concessa ai reali spagnoli da parte del Papa Sisto IV l'autorizzazione all'istituzione di una sezione speciale della Santa Inquisizione presso quel paese.

1484 Viene innalzato al soglio pontificio, con l'aiuto (finanziario) decisivo di Lorenzo il Magnifico, il genovese Giovanni Battista Cybo, di origine ebraica, che assume il nome di Innocenzo VIII. I due uomini diventano consuoceri facendo maritare una figlia di Lorenzo con un figlio del Cybo. Il re del Portogallo Giovanni II uccide Don Diego, XI Governatore dell'Ordine dei Cavalieri di Cristo. Cristoforo Colombo lascia (fugge?!) il Portogallo e si reca in Spagna.

1487 Bartolomeo Diaz doppia il Capo di Buona Speranza.

1492 I "re cattolici" Fernando ed Isabella conquistano la città di Granada, mettendo fine così all'ultimo possedimento arabo in terra di Spagna. Viene decretata l'espulsione degli Ebrei dalla Spagna. Il 12 agosto Cristoforo Colombo salpa da Palos, e il 14 ottobre arriva in America. Muoiono Lorenzo il Magnifico e Innocenzo VIII, probabilmente avvelenati. Rodrigo Borgia, che assume il nome di Alessandro VI, ascende al trono di Pietro, e divulga presto della scoperta dell'America una versione tutta cattolica e spagnola. Emulo di Giustiniano, tra i suoi primi atti dispone anche la chiusura dell'Accademia fiorentina (1493).

1493 Alessandro VI, mettendo rapidamente in soffitta tutte le controversie sulla "geografia sacra", traccia la famosa *raya* lungo un meridiano su una carta geografica (il precedente trattato tra Portoghesi e Spagnoli, firmato ad Alcaçobas soltanto pochi anni prima, nel 1479, usava invece per la "spartizione" un parallelo, distinguendo una zona di influenza portoghese a sud, da una spagnola a nord), e divide nuovamente il mondo in due parti, stavolta però in senso "verticale". Quella a ovest del confine stabilito dal papa viene assegnata agli Spagnoli, cui viene così praticamente riconosciuto il possesso di

tutte le terre oltreoceano (poteva essere l'Asia?!). I Portoghesi si danno da fare per rinegoziare quel confine, facendolo spostare di qualche centinaio di chilometri a occidente, fino a comprendervi l'estrema punta orientale del Brasile. La conseguente definizione dei due "domini" viene ratificata l'anno successivo dal trattato di Tordesillas.

1494 Il cugino di Lorenzo il Magnifico, Lorenzo detto il Popolano, contribuisce a cacciare da Firenze il figlio di Lorenzo, Piero detto lo Sfortunato. Pier Capponi difende Firenze contro Carlo VIII di Valois. Muoiono altri uomini della cerchia del Magnifico, quali Pico della Mirandola e Angelo Poliziano (entrambi furono in un certo momento rinchiusi nel convento dei canonici regolari presso Fiesole, "perché puzzavano di protestantismo", prima del tempo!). Nuovi sospetti di avvelenamento avvolgono la loro fine.

1496 Filippo Buonaccorsi, alias Callimaco Esperiente, muore esule a Cracovia. Niccolò Copernico si reca in Italia.

1497 Falsi resoconti di viaggio (1504-1505) pretendono che in quest'anno Amerigo Vespucci abbia avvistato la terraferma del continente sudamericano. Esplorazioni dei Caboto sotto il patrocinio della corona inglese nella attuale zona di Terranova.

1498 Durante il corso del suo terzo viaggio Cristoforo Colombo avvista le coste dell'attuale Venezuela, e racconta che si tratta probabilmente del "paradiso terrestre". Vasco de Gama raggiunge l'India dopo aver circumnavigato l'Africa.

1499-1500 Primo viaggio di Amerigo Vespucci nel Nuovo Mondo con una spedizione spagnola al comando di Alonso de Hojeda (ne risultò la prima carta geografica delle nuove terre disegnata da Juan de la Cosa, attualmente conservata presso il Museo Navale di Madrid).

1501-1502 Vespucci compie il suo secondo viaggio nel Nuovo Mondo con una spedizione portoghese, e nel 1504 ne offre una narrazione scritta che ebbe grande diffusione, *Mundus Novus*.

1506 Anno del probabile definitivo ritorno in Polonia di Niccolò Copernico dall'Italia, dopo essersi addottorato in diritto canonico a Ferrara (1503). Copernico stende le linee fondamentali del nuovo sistema del cosmo nel cosiddetto *Commentariolus* (*Piccolo commentario sulle ipotesi dei moti celesti*). Cristoforo Colombo muore in disgrazia a Valladolid.

1507 A Saint-Dié dei Vosgi, il geografo Martin Waldseemuller propone, in una sua *Cosmographiae Introductio*, che il Nuovo Mondo venga chiamato America in onore di Amerigo Vespucci: "*alia quarta pars per Americum Vesputium [...] inventa est, quam non video cur quis iure vetet ab Americo inventore sagacis ingenii viro Amerigem quasi Americi terram sive Americam dicendam*". Waldseemuller non fa alcun cenno a Colombo, e se per questo neppure Copernico, il quale si limita a dire: "l'America, così chiamata dal nome del comandante di navi che la scoprì" (*De revolutionibus...*, Libro I, Cap. III). La denominazione proposta si afferma subito nei paesi "protestanti", ma in Spagna si continuerà a parlare a lungo di Indie Occidentali, o di Terra della Santa Croce.

3 - Il periodo protomoderno (seconda e terza parte)

Compiuta quella che può fondatamente ritenersi una "rivoluzione geografica", si apre l'**era della modernità** (in senso, come presto spiegheremo, lato), esclusiva della civiltà che aveva vissuto prima le vicende caratterizzate dal potere "teocratico" della Chiesa romana erede dell'impero, e poi dalla reazione "umanista" (una reazione i cui effetti coinvolsero in qualche modo anche "masse", ma che fu in essenza un movimento d'*élite*). Questo è l'**occidente**, che dopo la scoperta di Colombo si espande oltre oceano, ma non solo (all'epopea delle grandi navigazioni del Quattrocento, culminata con la traversata transoceanica, succede una fase caratterizzata da sempre più ampie esplorazioni e scoperte geografiche compiute dagli europei, alle quali si accompagnano espansione e colonizzazione - comprendenti pure l'Africa e l'Asia), e nel cui seno si sviluppano, indissolubilmente intrecciate, la **scienza** e la **tecnica**. La loro progressiva crescita consente interventi sulla "natura" (concepita pertanto, da un certo punto in poi, esclusivamente come "deposito", "risorsa" - vedi Martin Heidegger: "La questione della tecnica", in *Saggi e discorsi*, a cura di Gianni Vattimo, Mursia, 1976) in misura mai sperimentata in precedenza dall'umanità. Lo sviluppo della matematica, all'interno di una più generale "storia della scienza" da cui non può essere concepito disgiunto (come talora accade per il prevalere di miopi "settarismi"), diventa parte essenziale della storia della civiltà occidentale moderna. Non c'è dubbio infatti che, se è possibile in qualche modo isolare la storia della matematica antica da quella generale delle "idee", è impossibile invece non riconoscere il ruolo essenziale di tale disciplina nella costruzione della *Weltanschauung* "scientifica" moderna. [Usiamo volutamente il termine più ampio per alludere agli effetti che la nuova *Weltbild* ha prodotto a livello *metafisico* (in realtà, la "scomparsa" della metafisica) ed *etico*, e ai conseguenti riflessi sulle strategie di edificazione e gestione del "consenso", per una nuova organizzazione economica, politica e sociale.] Non è usuale "periodizzare" questa storia, se non facendo riferimento a singoli secoli (o a singole materie, o personaggi), ma se si tiene in particolare riguardo la nominata storia delle idee, ecco che tre momenti appaiono emergere con una certa chiarezza. A un primo, che potremo definire *protomoderno* (1500 e 1600, secoli che ricevono come "legato" l'incarico di portare a compimento quanto intrapreso nel 1400 - che ci sembra quindi doveroso aggiungere ai due citati a costituire di massima un unico grande periodo, suddivisibile però in una prima, una seconda e una terza parte - e di fissare le linee di ulteriore progresso del "razionalismo", peraltro a parere di chi scrive non sempre operando la scelta "giusta"), succede quello *moderno* propriamente detto (1700 e parte del 1800), nel corso del quale si accentua il "processo di secolarizzazione" in chiave spiccatamente meccanicistica e materialistica. Infine, l'*era postmoderna* (dal darwinismo in poi) che stiamo

attualmente vivendo, nella quale si porta a estremo compimento quella "deantropocentrizzazione" (di cui riparleremo) che riteniamo la più autentica chiave di volta ideologica con la quale interpretare l'intera avventura della modernità. In quest'ultima fase emergono distintamente, come frutti forse indesiderati, "relativismo ideologico e nichilismo morale" ("che dichiarano talora bene quello che è male e male quello che è bene"; parole del papa Giovanni Paolo II, in un discorso rivolto ai partecipanti al III Forum Internazionale della Fondazione Alcide De Gasperi, 23.02.002), i quali rischiano di favorire da un canto una reazione "irrazionalista" (di cui è tipico esempio il sincretismo paranormale-religioso dei movimenti *New Age*), dall'altro un irrigidimento "scientista", entrambi premessa di prevedibilmente poco auspicabili conseguenze (drammatiche in particolare quelle che sono sotto gli occhi di tutti mentre le presenti note vengono redatte).

In conclusione di premessa, quanto sopra accennato si può riassumere nella proposta di suddividere il "segmento" di quasi 5300 anni comprendente la storia "alta" dell'umanità post-diluviana in **11 parti** (disgiunte!), non esattamente coincidenti con le usuali già introdotte. Anche per questo motivo specifichiamo qui di seguito la partizione così concepita, con le proposte di denominazione e le biffe note da prima, o con le nuove di evidente significato (si ricordi che "paleo", dal greco *παλαιος*, vale vecchio, antico - da non confondere con *παλιν*, di nuovo, o all'indietro, d'onde sia palingenesi che palindromo):

- 1 - *pre-ellenico* (dal 3250 al 1500 AC circa);
- 2 - *paleoellenico* (dal 1500 al 776 AC, anno della prima olimpiade);
- 3 - *ellenico* (dal 776 al 332 AC, fondazione di Alessandria);
- 4 - *ellenistico* (dal 332 AC al 27 AC, inizio dell'impero romano);
- 5 - *greco-romano* (dal 27 AC al 313 DC, editto di Milano di Costantino; da un altro punto di vista: *paleocristiano*);
- 6 - *dei commentatori* (dal 313 al 529, editto di Giustiniano che chiude le "scuole pagane"; meglio, *del tardo impero*, o *della decadenza*, ma anche, sotto una prospettiva che rimanda a un diverso "giudizio di valore", *protocristiano*);
- 7 - *alto medioevo* (dal 529 al 1099, prima crociata);
- 8 - *basso medioevo* (dal 1099 al 1416, fondazione del centro di Sagres);
- 9 - *protomoderno* (dal 1416 al 1687, pubblicazione dei *Principia...* di Newton - comprende: **umanesimo**, XV secolo; **rinascimento**, XVI secolo; **secolo dei geni**, o del razionalismo, XVII secolo);
- 10 - *moderno* (dal 1687 al 1859, pubblicazione della teoria evuzionistica di Darwin - comprende: **illuminismo**, XVIII secolo; **periodo aureo della matematica**, dal 1797 al 1859);
- 11 - *postmoderno* (dal 1859 a oggi).

3-1) Il Rinascimento

3-1-1) Come abbiamo dianzi osservato a proposito di "umanesimo", "rinascimento" è termine (non neutrale!) che viene utilizzato soprattutto con riferimento al campo artistico, ma è ovviamente significativo anche in relazione alla nostra storia particolare. Iniziamone la presentazione doverosamente citando, per *continuità* con alcune linee fondamentali del periodo precedente: la *cartografia* del fiammingo **Gerhard Kremer**, latinizzato in Gerardo **Mercatore** (1512-1594); le *traduzioni* di **Francesco Maurolico** (1494-1575; benedettino, nato a Messina da un medico bizantino emigrato a causa degli eventi descritti nel punto 2-13, viene ricordato anche per una *Cosmographia* nella quale dichiara l'impossibilità del moto della Terra, e per un trattato di aritmetica dove espone, forse per primo, il "principio di induzione completa" - che comunque si intravede in alcune pagine di Euclide) e **Federico Commandino** (1509-1575; nato a Urbino, a lui si deve la traduzione di Pappo). Aggiungiamo la menzione di un libro di **Martín Cortés Albácar**, *Breve compendio de la esfera y del arte de navegar*, che veniva usato nella "scuola per navigatori" di Siviglia, e la cui importanza ci viene narrata con le seguenti parole da uno dei pochissimi autori che comprendono come, almeno in un certo momento, "*mathematics and the art of navigation meant the same thing [...] This made of mathematics a respected and useful science*" (Laurence Young, *Mathematicians and Their Times*, North-Holland, 1981): "*While England and Spain where thus allied for a short time [A seguito del matrimonio avvenuto nel 1554 tra il re di Spagna Filippo II e la regina d'Inghilterra Maria I Tudor, detta da alcuni la Sanguinaria - d'onde *Bloody Mary* - da altri la Cattolica, figlia di Enrico VIII e di Caterina d'Aragona.], someone named Stephen Borough brought to England a 1551 book in Spanish by Martin Cortés [...] It was translated into English and published in London in 1561. [...] I want you to imagine the tremendous impact of that book. It changed the history of the world. Previous to Martin Cortés, only a few mariners who knew Latin could sail the seven Seas with a reasonable chance of reaching their destination [...] This is what raised up England and made possible the Pilgrim settlements in North America. Without it, without this key to freedom, nothing in Europe or in America could have checked the power of the Iberian peninsula at sea. The United States prides itself on its freedom: the key to it was mathematics*". Il libro di Cortés fu studiato per esempio da **Thomas Harriot** (1560?-1621; fu "il primo matematico di un certo rilievo che mettesse piede sul suolo dell'America del Nord", quale consulente scientifico di Sir Walter Raleigh), a cui si debbono notevoli miglioramenti nella navigazione astronomica, oltre a una *Artis analyticae praxis*.

3-1-2) Mettiamo quindi in rilievo, conformemente al parere che sia questa la "trama" principale dell'evoluzione della scienza moderna, la "rivoluzione astronomica" legata al nome di **Niccolò Copernico** (1473-1543). La sua "teoria dei cieli" è esposta nell'opera *De revolutionibus orbium coelestium* (letteralmente, "Sulle rivoluzioni delle sfere celesti"; si noti che la stessa parola

"rivoluzione" compare in due contesti semantici diversi, eppure nel caso particolare consonanti!), pubblicata a Norimberga proprio nell'anno della morte dell'autore. Ad alcune vicende relative alla prima parte della vita di questo personaggio abbiamo accennato nel precedente riepilogo storico, con l'intento di eliminare la "barriera psicologica" che lo separa (e separa pertanto l'importante questione delle origini della scienza moderna) dall'ambiente in cui si sviluppò (sebbene "in sordina") la detta "rivoluzione geografica", e di inquadrare la sua attività in quella che riteniamo essere la cornice maggiormente adeguata. ["Non per niente in difesa del Sistema Copernicano, nello stesso lasso di tempo, accorrono tra gli altri anche Bruno e Campanella: amici tutti della rinata scienza o membri tutti di una sorta di unica società segreta" (Marcello Caleo, *Galileo l'anticopernicano*, Dottrinari, 1992). A proposito del ruolo possibilmente giocato da "società segrete" di tendenze anticattoliche e/o anticristiane (in una sinergia che vede schierate diverse "forze"), appare opportuna anche la seguente citazione, seppure riferentesi a un periodo successivo a quello qui preso in esame: "The charge that the freethinkers formed a cabal or party occurs consistently in their opponents' literature. The historian is tempted to dismiss it entirely as a piece of official paranoia, but that would be unwise. Sufficient evidence exists, most of it unpublished, to posit that many of the freethinkers knew one another, socialized together, engineered literary projects, and even traveled about incognito in London and then on the Continent. Indeed, later in this chapter strong evidence will be presented to support the claim that John Toland belonged to a secret society from as early as the 1690s which can best be described, for lack of a better term, as an **early Masonic lodge**" (Margaret C. Jacob, *The Newtonians and the English Revolution 1689-1720*, Gordon and Breach, 1990 - enfasi aggiunta).] L'interrogativo fondamentale è infatti come mai un "umile fraticello polacco" (che in effetti non era né umile, né fraticello, né tantomeno polacco), apparentemente senza particolare esperienza in merito [Risulta iscritto all'università di Bologna nel 1497, fra i membri della *natio germanorum*, ma fu anche a Padova a studiare medicina e diritto, e a Ferrara, dove nel 1503 ottenne un dottorato in diritto canonico; resta probabilmente in Italia fino al 1506, e nella lettera dedicatoria al papa Paolo III con cui si apre il *De revolutionibus...* ammette apertamente che si decide a pubblicare la sua teoria "dopo averl[a] tenut[a] nascost[a] non solo per nove anni, ma ormai per quattro volte nove anni". Inclinazione dell'autore a una saggia "prudenza", o un segno di "esoterismo"? (di cui si avvertono ulteriori echi laddove Copernico più avanti sostiene che: "Era infatti norma dei pitagorici non affidare alla scrittura e non comunicare a tutti indistintamente i misteri della filosofia"). La precocità della concezione eliocentrica, o meglio eliostatica (vedi poco oltre), è testimoniata da un *De hypothesibus motuum coelestium a se constitutis Commentariolus*, in

breve *Commentariolus*, che Copernico compose verosimilmente nel primo decennio del secolo.], si accinga a mettere a soqquadro una concezione del mondo che era stata accettata per oltre un millennio (superando indenne anche l'esame degli Arabi), e costituiva il fondamento della *Weltbild* cristiana, grazie pure a quei noti riferimenti di carattere scritturale che saranno apertamente contrapposti al "copernicanesimo" soltanto un secolo dopo, in occasione del processo a Galileo. [Ma il cui ostacolo era evidentemente già chiaro allo stesso Copernico, il quale, assai poco umilmente in verità, sentenzia nella citata dedica che: "Se per caso vi saranno ciarlioni, che pur ignorando del tutto le matematiche, tuttavia si arrogano il giudizio su di esse, e in base a qualche passo della Scrittura, malamente distorto a loro comodo, ardiranno biasimare e diffamare questa impresa, non mi curo affatto di loro, in quanto disprezzo il loro stesso giudizio come temerario", e che "*mathemata mathematicis scribuntur*".] Non ci si può infatti accontentare di: "E' difficile determinare il motivo che spinse Copernico a capovolgere la teoria tolemaica vecchia di quattordici secoli. Le indicazioni contenute nella prefazione della sua opera classica [...] sono incomplete e alquanto enigmatiche", "La teoria copernicana non era in migliore accordo con le osservazioni di quanto non lo fossero le modificazioni correnti di quella tolemaica" (secondo uno dei più lodati storici della scienza attuali: Morris Kline, *Storia del pensiero matematico*, Einaudi, 1991), ma l'intera questione si affronta almeno sotto un'ottica "ragionevole" (l'unica possibile?!) applicando il seguente "principio" metastorico: "Non esistono geni autodidatti. L'insegnamento di un maestro consente una rapida acquisizione delle conoscenze precedenti, e più vecchie sono queste più è utile il maestro. Ogni volta che qualcuno produce lavori il cui livello non è giustificabile attraverso un dimostrabile curriculum dei suoi studi, ci sono solo due possibilità: o il maestro è stato nascosto, o i lavori non sono opera di quella persona" (vedi Giorgio Taboga, nella citata *Episteme*, N. 4). Elementi di natura "tecnica" che possono portare a un'accettabile soluzione del problema sono la connessione con gli studi "segreti" sulla navigazione nel XV secolo, e la conseguente necessità di rielaborare precise tavole stellari [Dal momento che le stelle si erano "mosse" nel corso dei secoli, per effetto del lento fenomeno della *precessione* dell'asse terrestre - avente un periodo, peraltro ritenuto irregolare, dell'ordine di grandezza dei 26.000 anni - che in effetti Copernico assume a principale motivazione della sua "riforma" (mirante a introdurre un "più razionale sistema di circoli con i quali fosse possibile spiegare ogni diversità apparente" - dal *Commentariolus*), pur essendo tale fenomeno in effetti già ben noto agli "antichi" (vedi punto 1-2-6; il movimento di precessione veniva stimato in un grado ogni 80/100 anni - onestà vuole che si accenni a opinioni diverse sull'antichità della conoscenza della precessione, si veda per esempio il commento che Massimo Cardellini fa di una famosa opera - *Hamlet's Mill* - di Giorgio de Santillana, in *Episteme* N. 5;), e lo si potesse in linea di principio

descrivere con opportune modificazioni del sistema tolemaico: "A causa di questi fatti, altri idearono una nuova sfera, la nona, altri ancora una decima [...] Già aveva cominciato a venire alla luce anche un'undicesima sfera, e facilmente confuteremo tale numero di cerchi come superfluo nel caso del moto terrestre [...] gli equinozi e i solstizi sembrano venire in anticipo non perché la sfera delle stelle fisse si muova da ovest a est, ma piuttosto perché l'equatore si muove da est a ovest, essendo obliquo rispetto al piano dell'eclittica, secondo la misura dell'inclinazione dell'asse del globo terrestre. Sarebbe infatti più appropriato dire (con un confronto del minore al maggiore) che l'equatore è obliquo rispetto all'eclittica, anziché che l'eclittica è obliqua rispetto all'equatore". Nel presente contesto ci sembra assai significativa un'altra citazione dal Cusano: "Aggirandoci in nient'altro che in congetture, ci accorgiamo di essere per tutto ciò in errore, meravigliandoci tutte le volte che non troviamo le stelle in quelle loro posizioni quali furono calcolate secondo le regole degli antichi, credendo noi che questi abbiano rettamente pensato e dei centri e dei poli e delle misure. Da tutto ciò deriva che anche la Terra si muove" (*De docta ignorantia*).], ma non vanno trascurati quelli di natura che potremmo dire "filosofica" (la scelta tra due diverse "ipotesi" naturali, in mancanza di informazioni fattuali che risulterebbero decisive, avviene in base a un criterio di "ragionevolezza", e non di "fede", questione sulla quale torneremo), oppure "mistica", rimandanti cioè a certo neopaganesimo umanista (vedi anche il punto 2-17, e il commento all'anno 1468): "In mezzo a tutti sta il Sole. In effetti chi, in questo tempio bellissimo, potrebbe collocare questa lampada in un luogo diverso o migliore di quello da cui possa illuminare tutto quanto insieme? Per questo, non a torto, alcuni lo chiamano lucerna del mondo, altri mente, altri guida, Trismegisto [lo chiama] Dio visibile; l'Elettra di Sofocle, l'onniveggente". [Secondo il citato Kline, "[a Bologna] Copernico si familiarizzò con le dottrine pitagoriche e con altre dottrine greche". A proposito di "pitagorismo", che appare essere uno dei fili conduttori di questa trama, si può ricordare che, oltre alla teoria della sfericità della Terra (per cui si cita anche il nome di Parmenide), la tradizione attribuisce a Pitagora e ai suoi seguaci una concezione geodinamica (vedi poco oltre), sebbene assai diversa da quella "copernicana". Immaginavano infatti al centro del cosmo un "fuoco centrale", intorno al quale orbitavano (seguendo traiettorie circolari) la Terra e tutti gli altri corpi celesti. Codesto "focolare" non era però il Sole, che anzi ne riceveva, riflettendoli, luce e calore. Un oggetto sconosciuto perché invisibile dalla Terra, in quanto essa (o almeno la sua parte abitata-abitabile) gli volgeva sempre la faccia opposta, ed era per di più occultato da un'Antiterra, situata tra la Terra e il fuoco centrale, che teneva sempre il passo del nostro pianeta. L'Antiterra, che pare si immaginasse anche come una mezza sfera "completante" l'altra costituita dalla Terra, e separata da essa da uno spazio angusto, veniva

introdotta tra l'altro per portare al numero "perfetto" $10 = 1+2+3+4$ il numero dei corpi celesti (Terra, Luna, Sole, i 5 pianeti allora noti, Mercurio, Venere, Marte, Giove, Saturno, la sfera delle stelle fisse, e naturalmente la misteriosa Antiterra). Un sistema dunque alquanto primitivo, e pervaso da elementi eccessivamente "mistici" per menti aliene da siffatte tendenze, che influenzò comunque il dibattito sulla questione dell'eliocentrismo, con la possibilità di introdurre un autorevole riferimento antico, sebbene fondato su un fraintendimento (fonte: J.L.E. Dreyer, *Storia dell'astronomia da Talete a Keplero*, Feltrinelli, 1970). Aggiungiamo infine che appare particolarmente degno di nota, nel passo citato, il riferimento a Ermete Trismegisto, il "tre volte grande", "mitico autore della tarda grecoità alessandrina", da cui proviene il termine "ermetismo", a qualificare le teorie cabalistiche e occulte esposte nelle opere a lui attribuite. I primi 14 volumi del cosiddetto *Corpus Hermeticum* furono portati dall'oriente nella Firenze dei Medici intorno al 1460, e li tradotti da Marsilio Ficino, 1471.] In realtà la concezione di Copernico, almeno per come è pubblicamente esposta, non appare poi così "moderna", fin dal titolo che contempla ancora le "sfere celesti" (peraltro mai nominate nell'*Almagesto*), e non si sgancia dalla contemplazione dei soli moti circolari uniformi. Unicamente una riscrittura (e un aggiornamento, nello spirito di quella che abbiamo all'inizio proposto di chiamare *astronomia di precisione*) del trattato di Tolomeo - nei cui confronti Copernico non fa sfoggio di quel senso di superiorità che si avverte poi in Galileo - dopo aver effettuato un cambiamento di "centro" (un matematico direbbe: d'origine), che non è come si penserebbe il Sole, bensì il centro dell'orbita terrestre (sicché la Terra mantiene ancora un "indebito" ruolo privilegiato; in armonia con quanto detto nel punto 1-3-2; sottolineiamo che di conseguenza *eliostatico*, oppure *geodinamico*, qualifica meglio il sistema copernicano che non *eliocentrico*, allo stesso modo che è preferibile definire il sistema tolemaico *geostatico*, o *eliodinamico*, che non *geocentrico*). Un sistema, poi, nel quale si è costretti a mantenere ancora "qualche" epiciclo (si osservi che tale presenza non implica necessariamente moti retrogradi, ciò dipendendo dalla velocità del corpo sull'epiciclo rispetto a quella del centro dell'epiciclo sul deferente): "In tal modo, dunque, bastano 34 circoli per spiegare l'intera struttura dell'universo, così come la danza dei pianeti" (sono le ultime parole del *Commentariolus*). La scomparsa di siffatti elementi "accessori" avverrà pienamente soltanto con Keplero, ma le implicazioni "metafisiche" rivoluzionarie del copernicanesimo si danno invece tutte e subito, né era possibile evitarle nel clima ideale del Cinquecento, in cui soffiavano forti venti antiromani. Torneremo su alcuni aspetti specifici della questione quando affronteremo il "caso Galileo".



(Figura 9)

(Una rara incisione del 1598 - Adam Islip, *The Mirror of Policie* - mostra un massone con gli strumenti della geometria, squadra e compasso.

Fonte: George V. Tudhope, *Bacon Masonry*, Berkeley, 1954.)

3-1-3)* Un noto storico della massoneria (Aldo A. Mola, *Storia della Massoneria italiana dalle origini ai nostri giorni*, Bompiani, 1992) lamenta il fatto che sia inusuale parlare del ruolo ricoperto da questa "società" nelle vicende della "storia moderna" (nel caso particolare quelle del nostro paese), quasi che esso fosse ininfluenza, o che l'argomento fosse viceversa ancora troppo "scottante" per essere trattato in modo distaccato: "Mentre persino ministri della repubblica e autorevoli *leaders* politici e istituzionali asseriscono che la Massoneria è il filo rosso (o nero o verde...) della storia nazionale [...] essa non figura nella *Storia d'Italia* edita da Einaudi e nei suoi ormai numerosi *Annali*; né compare, se non in forma sbrigativa, riduttiva, quasi per sgravio di coscienza, anziché per approfondimento critico e documentario, nella generalità delle opere che ne han seguito le orme". Orbene, nei modesti limiti delle presenti faticate note, questa almeno è una critica che non dovrebbe essere loro mossa, nella persuasione che viceversa il ruolo di *società segrete* di tale tipo sia stato molto importante nella storia della scienza, almeno fino a quando certe attività furono costrette a rimanere occulte (ma è pure naturale aspettarsi nel seguito qualche isolato fenomeno di isteresi). Per dare qualche cenno in più su una realtà di cui "più se ne scrive, meno se ne capisce" (situazione giustificata del resto, quando si cerchi di andare nel dettaglio, dall'estrema frammentarietà e molteplicità della "galassia massonica", e dal pullulare della disinformazione al riguardo), riferiamo allora che tra le sue caratteristiche essenziali ci sono quelle di essere: 1, una società *esoterica* (dove le conoscenze sono cioè di tipo "riservato", se non vi vuol dire "segreto" - "velate con allegorie, illustrate attraverso simboli" - alla maniera dei pitagorici; un fondamento cristiano di tale consuetudine è sovente indicato nel passo di Matteo, 7-6: "*Nolite dare sanctum canibus; neque mittatis margaritas vestras ante porcos*" - le *margaritas* sono le

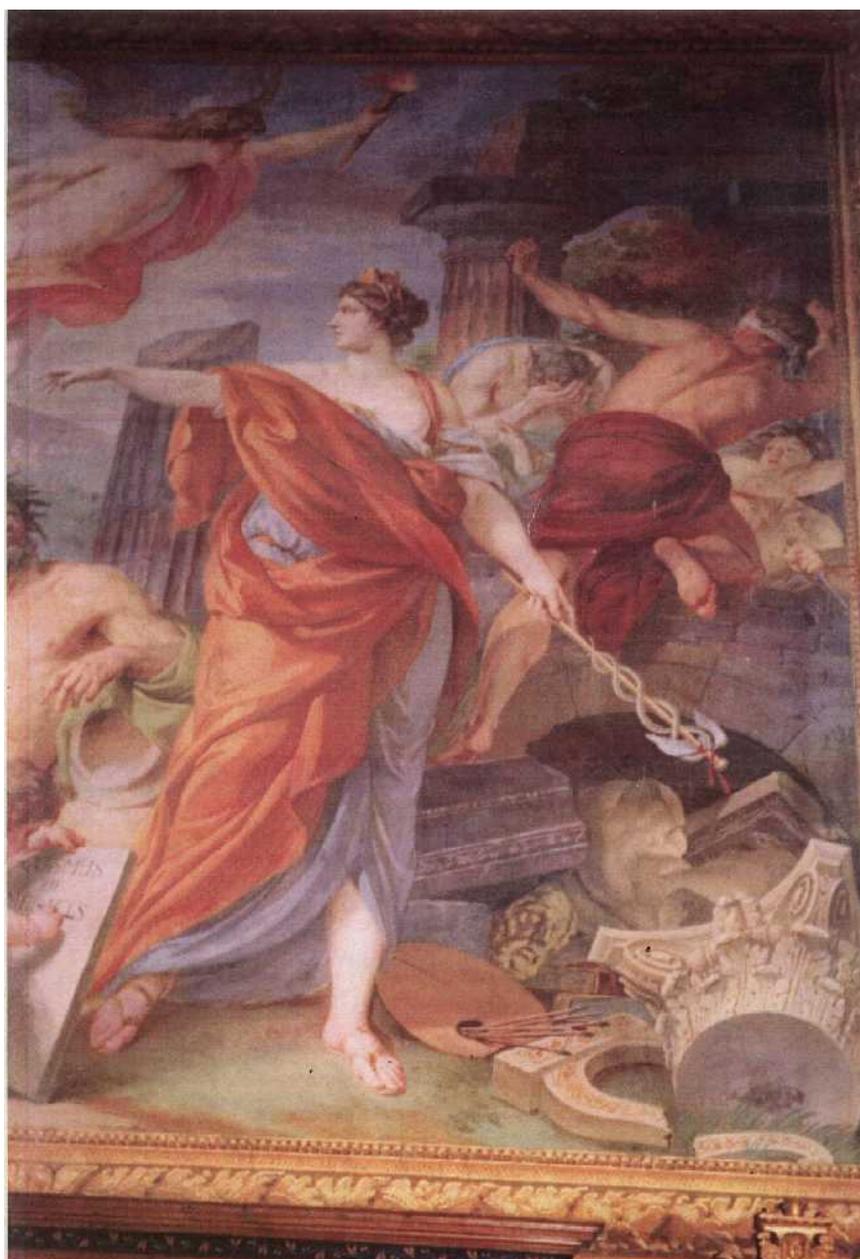
perle!); 2, *iniziatica* (l'apprendimento, la "purificazione" della persona, avvengono per gradi, ai quali si accede attraverso "promozioni" successive); 3, *tradizionale* (con riferimento a una pretesa "verità" primordiale ed eterna, *prisca sapientia*, la quale passerebbe di generazione in generazione, attraverso una serie ininterrotta di "iniziazioni regolari"). Al verso di *Matteo* aggiungiamo due altri "motti", che possono servire a descrivere in qualche modo le convinzioni massoniche: "*Ordo ab chao*" [La formula può essere intesa anche nel senso di un progetto storico-politico teso a favorire l'instaurazione di un "governo mondiale" unitario capace di far sparire definitivamente ogni traccia di guerra, che oggi sembra trovare purtroppo attuazione soltanto nell'imperialismo aggressivo di matrice anglo-americana], e il già citato "*Religio una in rituum varietate*", di Nicola Cusano, il quale motto, se è certamente espressione di un anelito a una larga "tolleranza" in campo religioso, è pure sicuramente incompatibile con le pretese a loro volta "cattoliche" (ovvero, ecumeniche, universali, e quindi "missionarie") di parte del cristianesimo (del resto, in ciò coerente con la propria fede). [La questione è ancora oggi di scottante attualità. Vedi per esempio quanto se ne dice, dal punto di vista di un cattolico "tradizionalista", in: <http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci/st/ebraismo.htm>.] Di origine pure massonica è il celebre *Liberté, Egalité, Fraternité* della rivoluzione francese, che è in realtà una variazione del più realistico e propriamente massonico *Libertà, Fratellanza, Tolleranza*. Non è forse superfluo specificare che la massoneria non è di fondo un'istituzione atea, conservando sempre il concetto di GADU, ovvero di *Grande Architetto dell'Universo*, che rimanda ovviamente allo *Yahweh* della religione ebraica, in una sorta di ideale vagheggiata "sintesi" [E' intuizione dello scrivente che questa sia l'interpretazione da dare al crittogramma XMY presente nell'enigmatica firma di Cristoforo Colombo - vedi Figura 10 - conformemente alle sue parole: "Affermo che lo Spirito Santo opera in cristiani, giudei, mori e in altri d'ogni possibile setta", Lettera ai re, da Cadice o Siviglia, 1501.] con le due religioni che da essa sono derivate, la cristiana e l'islamica. [Si parla di solito delle *tre* grandi religioni monoteiste, ma il cristianesimo lo è davvero? Questa è la più comune critica che gli viene mossa dalle religioni "cugine".] Ciò nondimeno, derivate di tipo ateo-materialistico, capaci anche di giustificare il conflitto anglo-napoleonico, si sono verificate in paesi per esempio come la Francia (giacobinismo), e l'Italia, nel nostro paese in misura forse ancora maggiore a causa della particolare avversione nei confronti del potere temporale della Chiesa di Roma. [Perugia ne è un caso paradigmatico: nei giardini cosiddetti del Frontone si vede ancora il grifo simbolo della città che tiene sotto gli artigli la tiara pontificia!] Quest'ultima ha peraltro creduto di poter individuare proprio nella massoneria uno dei suoi principali nemici, incarnazione delle forze ostili al cattolicesimo (e, ma solo in parte, al cristianesimo; non a torto c'è chi parla di "massoneria protestante") che sono state il "motore" della modernità, diverse volte lamentando la lotta che la

"società segreta" le muoverebbe. Una bolla di papa Clemente XII (1738) - emanata quindi a poco più di venti anni di distanza dalla costituzione "ufficiale" della massoneria avvenuta in Londra nel 1717 - condanna "la società e le associazioni segrete dette dei Liberi Muratori, sotto pena di scomunica immediata per questo solo fatto". In modo speciale riprende la polemica papa Leone XIII, dedicandole la sua enciclica *Humanum genus* (1884). Dopo aver stabilito la divisione del genere umano in due campi avversi: "il primo è il regno di Dio sulla terra, cioè la vera Chiesa di Gesù Cristo" e "il secondo è il regno di Satana", più avanti afferma: "essere scopo supremo dei Framassoni perseguitare con odio implacabile il Cristianesimo, e che essi non si daranno mai pace, finché non veggano a terra tutte le Istituzioni religiose fondate dai Papi [...] Voler distruggere la religione e la Chiesa fondata da Dio stesso, e da lui assicurata di vita immortale [...] è insigne follia e sfrontatissima empietà". In una lettera spedita ai vescovi italiani l'8 dicembre 1892, definiva poi la massoneria con le parole *Inimica vis*, che non lasciano adito ad equivoci. La situazione cambia soltanto sotto il pontificato di Giovanni XXIII, il quale ritira la scomunica "generalizzata", che resta però nel caso di consapevoli adesioni a società che abbiano come scopo di danneggiare la Chiesa (senza che sia definito *a priori* quali esse siano). Senza voler negare l'esistenza di società di questo tipo nel mondo classico (o in quello pre-classico), e in seguito in quello medievale (le famose corporazioni appunto "muratorie", se "massone" si vuol far provenire dal francese *maçon*, muratore, costruttore - ma si veda anche la singolarissima ipotesi di Flavio Barbiero in *Episteme* N. 5, e in generale, di segno assai diverso, quanto varie volte nella medesima rivista riferisce sulla questione l'esperto Bruno d'Ausser Berrau), è convinzione dello scrivente che le sue caratteristiche "moderne" le provengano prima dall'immissione di contributi della "tradizione templare" ["La Massoneria figlia primogenita dell'intellettualismo settecentesco non nacque in Inghilterra durante l'anelito preromantico al mistero che affonda le radici nella Tradizione e nello spirito medievale, com'è stato scritto, ma testimone il cinquecentesco Studiolo di Francesco de' Medici, in Italia s'affermò vari secoli prima di quel che fino ad oggi s'è detto" (Giulio Cesare Lensi Orlandi Cardini, *Il Bafometto dei Templari a Firenze*, Arktos, 1988). Ancora oggi a Firenze, esattamente a congiungere la villa dei Medici a Fiesole e il luogo dove era situata l'Accademia fiorentina, esiste una "via dei Massoni", denominazione che viene ammessa "antica e d'incerta origine", ma che l'acume di "studiosi" amanti della tranquillità mentale spinge a ritenere possa derivare "dalla natura del terreno [...] abbondante di massi pietrosi". "Massoni" starebbe dunque per "grossi massi"!], in seguito alla drammatica distruzione dell'ordine agli inizi del XIV secolo, e poi, sopra le altre significativa in quanto alla sua innegabile "funzione politica" in momenti decisivi della storia dell'occidente, dalla trasformazione che essa subì in terra inglese, per opera dell'intelligente opera di Francesco Bacone (vedi oltre). Naturalmente, uno dei problemi principali che ci si trova a

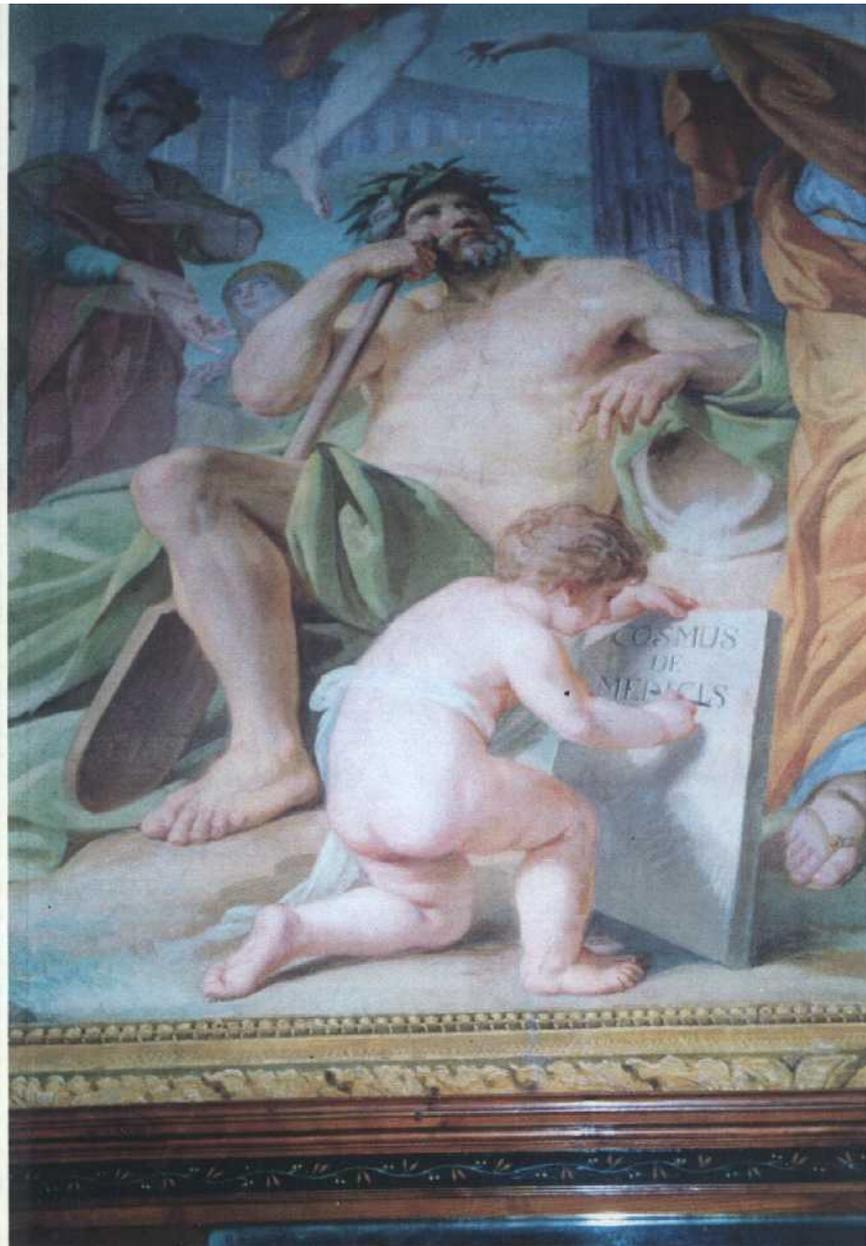
dover affrontare in quest'ordine di idee, è se esista (sia esistita) "sostanzialmente" una sola società avente le finalità accennate, o se (anche) altri "gruppi organizzati" (con parola moderna, "partiti") abbiano svolto un ruolo nelle vicende oggetto del nostro interesse; gruppi eventualmente "coperti" all'interno della massoneria, o di altre istituzioni (la stessa Chiesa romana?!), per i quali si usa talora il termine "contro-iniziazione". In ogni caso, si può essere ragionevolmente certi che "qualcosa" del tipo descritto ci sia davvero stato, e che abbia avuto primaria importanza ("Non sappiamo chi sono, però sappiamo che ci sono"), ma con questi ultimi accenni, *de hoc satis*. [Sia però concesso allo scrivente un commento personale. Interpretando l'opinione di diverse persone, una giornalista lo ha definito "certamente legato alla massoneria", ma ciò non è vero. Diversi elementi lo rendono anzi lontano da tale mondo: la non simpatia per ogni forma di esoterismo (di gran lunga più affascinante è la figura di Prometeo); la non condivisa anglofilia; una concezione dell'uomo che mal si concilia con l'invito all'"obbedienza"; i forti dubbi sulle "favole" relative alla *prisca sapientia*, la cui possibile "efficacia" non è sufficiente a giustificarle; infine, la persuasione che ogni forma di conoscenza la quale venga coltivata in primo luogo a fini di "dominio" - vedi oltre la voce Bacone - non possa veramente contribuire all'accrescimento dello "spirito", *ad maiorem Dei gloriam*.]

.5.
.s. A .s.
X M Y
X̄P̄O FERENS

(Figura 10)
(L'enigmatica firma di Cristoforo Colombo.)



(Figura 11)



(Figura 12)

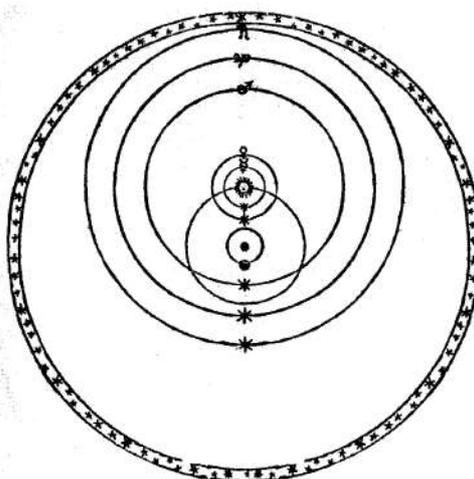
(Nelle Figure 11 e 12 sono riportati particolari di un quadro del XVIII secolo, di chiara ispirazione massonica, che si trova nella reggia di Caserta, in una sala della Biblioteca. Nel primo, di facile interpretazione, un angelo alato impugna una fiaccola ardente con cui scaccia due persone, una con lunghe orecchie asinine, l'altra bendata. Nel secondo, Cosimo de' Medici, riteniamo il Vecchio, è rappresentato con un otre da cui fuoriesce un getto d'acqua, manifesto riferimento simbolico a una *sorgente*, ovvero all'*origine* degli eventi descritti nel quadro.)

3-1-4) Dopo il 1543, la concezione eliocentrica viene sviluppata, tra gli altri, da **Georg Joachim von Lauchen**, latinizzato in **Retico** (Rhaeticus), perché nativo della Rezia (1514-1576; proveniente dall'università di Wittenberg, il "focolaio

di eresie", lavorò direttamente con Copernico a Frauenburg, e fu tra coloro che si adoperarono perché il *De revolutionibus...* venisse infine pubblicato). Retico già nel 1540 offre un'esposizione riassuntiva del sistema copernicano (*De libris revolutionum narratio prima...*), e successivamente si dedica interamente alla compilazione di tabelle dei seni, ovviamente utili per i calcoli astronomici. A prescindere dagli aspetti "tecnici", la questione assume immediatamente risvolti "ideologici", dal momento che a favore del copernicanesimo si schiera apertamente il "partito protestante". [Anche se avrebbe anch'esso dovuto avvertire la fondatezza di certe obiezioni di natura teologica, fondate sulla Sacra Scrittura, ma si veda del resto quanto di analogo si dirà in seguito a proposito del successo del darwinismo: è vecchia storia che "i nemici dei miei nemici sono miei amici". Di tali risvolti Galileo sarà perfettamente consapevole: "a confusione degli eretici, tra i quali sento quelli di maggior grido essere tutti dell'opinione di Copernico". E' curioso osservare, ma la storia offre infiniti di questi esempi, che lo stesso Lutero invece era del tutto contrario al copernicanesimo, arrivando al punto di sostenere che: "Il folle vuole sconvolgere tutta la scienza dell'astronomia, ma, come la Sacra Scrittura mostra, fu al Sole e non alla Terra che Giosuè ordinò di fermarsi". Da "matematici", non possiamo non riconoscere come la posizione personale luterana sia piuttosto "coerente", ed è ovvio del resto che il suo "pessimismo antropologico" (nel *De servo arbitrio* del 1525, concepito in risposta alla *Diatriba de libero arbitrio*, 1524, di Erasmo da Rotterdam (1469-1536), Lutero teorizza appunto la "non libera" volontà dell'uomo, che deve rimettersi esclusivamente alla misericordia di Dio) appare del tutto incompatibile con le teorie sulla dignità dell'uomo di provenienza umanistica. Poiché si parla molto, e si parlerà anche qui, di un "protestantesimo" più favorevole allo sviluppo della scienza moderna, ecco che si è costretti a formulare l'ipotesi che si tratti piuttosto di una "facciata"; quanto meno di una professione religiosa interpretata, in seno alle élites cui più volte accenniamo, in una chiave simbolico-allegorica di tipo cusaniano.] L'esempio naturalmente più eclatante sono il rogo (1600) di Giordano Bruno (1548-1600) [Difensore appassionato delle nuove concezioni dell'universo, al punto di chiamare Cusano "divino", e da rivolgere all'"alemano" (o "borusso") Copernico parole del seguente tenore: "Invoco te, generoso Copernico, venerabile ingegno che il secolo oscuro non toccò, che il clamore degli sciocchi non fece tacere"; "è meraviglioso, Copernico, che tu sia potuto emergere in un'epoca tanto cieca, mentre ogni fiamma di filosofia sembrava spenta: è meravigliosa l'audacia con cui hai svolto i temi che con voce sommessa Niccolò Cusano aveva enunciato nella *Dotta ignoranza*" (da: Eugenio Garin, *Rinascite e rivoluzioni - Movimenti culturali dal XIV al XVIII secolo*, Laterza, 1975); appare particolarmente ostile al cristianesimo (quasi disgustato dai suoi riti), massime alla sua interpretazione cattolica, fino

ad avvicinarsi per questo ai nuovi nemici anglicani. Per un inquadramento alquanto fuori dall'ordinario di tale singolare personaggio, sanguigno mago-scienziato-agente segreto, si veda quanto se ne dice nella recensione al libro di John Bossy, in *Episteme* N. 4.], e l'imprigionamento di Tommaso Campanella (1568-1639). [Domenicano, cadde ben presto sotto i rigori dell'Inquisizione, per l'antitomismo esibito nella *Philosophia sensibus demonstrata* (1591), e fu più volte detenuto e processato (si ritiene sia stato anche compagno di prigionia di Giordano Bruno). Liberato nel 1595, si ritirò nella nativa Stilo, in Calabria, dove preparò una congiura con cui "sperava d'infrangere il gioco politico e religioso" sotto il quale a suo parere l'Italia (il mondo) languiva, e di "realizzare la perfetta repubblica che vagheggiava". Scoperto (1599), processato e torturato, rimase nelle prigioni degli inquisitori per ben ventisette anni (se la cavò da conseguenze peggiori, nonostante tutto, per aver simulato la pazzia, rispondendo sempre in maniera scomposta alle domande degli aguzzini; secondo la testimonianza rimasta di uno dei suoi carcerieri, lo sventurato gli ebbe a dire: "Che si pensavano che io era coglione, che voleva parlare?"). In tale periodo (1616) compose tra l'altro una *Apologia di Galileo*, ("scrive su lembi di carta che carcerieri corrotti gli procuravano e che amici devoti trascrivevano all'esterno del carcere"), pubblicata nel 1622. Dopo la sua liberazione, avvenuta nel 1626, e un nuovo breve imprigionamento, riuscì infine a riparare a Parigi (1634), grazie a una benevolenza di Urbano VIII. Nella capitale francese ebbe accoglienze amichevoli, e lì fu raggiunto dalla morte. Alla sua opera più nota, *Civitas solis*, aggiungiamo almeno la *Philosophia rationalis*, che ne fa in qualche modo un precursore di Cartesio, e un superatore del "naturalismo" cinquecentesco.] Invece il danese **Tycho Brahe** (1546-1601), indipendentemente da motivazioni extra-scientifiche (non era infatti un cattolico, ma un "protestante"), rifiuta sia il moto della Terra sia il sistema tolemaico (tra le obiezioni che aggiunge, quelle sulle dimensioni che avrebbero dovuto avere le stelle, e la difficoltà a immaginare una distanza tanto grande che le separava dall'orbita di Saturno, il più lontano dei pianeti allora conosciuti nella nostra porzione d'universo), ed elabora un sistema "misto" elio-geocentrico (tutti i pianeti ruotano intorno al Sole, il quale ruota intorno alla Terra insieme alla Luna): un sistema sostanzialmente identico dal punto di vista fenomenologico a quello copernicano, che non incontra però grande successo. [Esso fu diffuso attraverso lettere che costituiscono le *Tychonis Epistulae astronomicae*, e soprattutto il libro *De Mundi aetherei recentioribus phaenomenis liber secundus* (1588), originato dalla discussione del moto di una cometa apparsa nel 1577.] Sotto la direzione di Ticone (come veniva latinizzato il nome di Tycho Brahe) si compiono quelle attente osservazioni di natura puramente osservativa che avrebbero dovuto costituire il fondamento di un *Theatrum astronomicum* che la morte impedì all'autore di completare, e sulle quali si baserà Keplero per la formulazione delle

sue celebri leggi (vedi oltre). Ulteriori, e meno drammatiche, tracce del "risveglio" dell'astronomia nel '500 si possono riscontrare nella riforma del calendario (1582), da allora in poi detto "gregoriano", alla quale prende parte il gesuita **Cristoforo Clavio** (1537-1612; nato a Bamberg, vero cognome Clau, nel 1570 pubblicò un commento al *De sphaera mundi* di Sacrobosco, rifiutando l'ipotesi eliocentrica), che sarà poi tra i protagonisti del "caso Galileo" ai primi del '600. [Il precedente calendario era detto "giuliano", dal nome di Giulio Cesare - in cui onore permane il nome di "luglio", *Iulius*, così come "agosto" è in onore di Augusto - che lo fece entrare in vigore l'anno 708 di Roma, ovvero il 46 AC.] "*Inter gravissimas pastoralis officii nostri curas*" sono le parole con cui il papa Gregorio XIII introduce tale riforma, di cui si discuteva già dopo il concilio Lateranense del 1514. [Si ritiene che in quell'occasione sia stato chiesto anche un parere a Copernico, la cui fama come astronomo era già evidentemente consolidata.] La necessità di una tale decisione si spiega con il fatto che sin dai tempi del concilio di Nicea era stato stabilito che la Pasqua si dovesse celebrare nella domenica che segue il primo plenilunio successivo all'equinozio di primavera (un algoritmo "semplice" per determinare la data del quale in modo "perpetuo" fu tentato anche da Gauss, sebbene senza successo!). Dieci giorni del 1582 furono soppressi, per compensare l'errore che s'era andato accumulando nel corso dei secoli, tenendo fissa come data dell'equinozio quella del 21 marzo (un effetto quindi della durata "frazionaria" dell'anno solare, e non precessionale): si sarebbe finiti, proseguendo senza correzioni, con il celebrare la Pasqua d'estate.



(Figura 13)

(Il sistema di Tycho: la Terra è immobile al centro, nel cerchio più piccolo intorno ad essa orbita la Luna, nel successivo il Sole. I cerchi più piccoli intorno al Sole sono a loro volta le traiettorie di Mercurio e di Venere.)

3-1-5)* Un altro "paradosso", la compresenza nel periodo protomoderno di "razionalismo" e "irrazionalismo". Il decadimento della scienza propriamente

intesa favorisce in un primo momento anche il regredire dalla mentalità razionale a quella cabalistica ed ermetica, che affiora in pratiche alchemiche associate al culto dell'astrologia, secondo uno spirito magico e teurgico (presunzione che sia possibile interagire meglio con la natura attraverso la "parola", che non mediante l'azione). Forse per un ritorno a suggestioni platoniche in opposizione all'aristotelismo della scolastica, o a temi propri di uno gnosticismo di matrice esoterica, anche la "scienza" in questa prima fase moderna sembra subire influenze di questo genere, e non è disgiunta per esempio dallo studio dell'astrologia (connesso con quello dell'astronomia, o meglio viceversa: "astrologia naturale" concepita come un capitolo dell'"astrologia giudiziaria"). Tale teoria, nata probabilmente presso i Caldei (VII/II secolo AC), e successivamente importata in Grecia, non cessò mai di avere larga popolarità in tutto il Medioevo, ed è fenomeno di rilievo anche nel Rinascimento europeo, tanto da essere innalzata al ruolo di materia universitaria. [Per esempio, si trova un insegnamento di astrologia nella Facoltà di Medicina a Perugia nel 1523 - le malattie potevano dipendere dal corso degli astri! - che viene sostituito nel 1600 da un corso di "Sfera e matematica".] Da siffatte concezioni, che a prescindere dall'astronomia non possiamo non supporre nefaste per la medicina, ci si libera man mano soltanto a partire dal XVII secolo (non si dimentichi che ancora Keplero e Galileo compilavano oroscopi, anche se possiamo legittimamente ritenere solo per interesse), con l'affermazione del "razionalismo illuminista", che le relega a "ciarpame della storia della stupidità umana" (Franz Böll *et al.*, *Storia dell'astrologia*, Laterza, 1979). [Nel 1666, all'atto della fondazione dell'Accademia delle Scienze di Francia (vedi punto 3-2-7), l'astrologia non vi viene ammessa.] C'è da notare però che, almeno per quanto riguarda l'oggetto della nostra analisi, il ruolo dell'astrologia non fu forse interamente negativo, in quanto concausa favorente quell'attenzione al cielo che dette impulso al progresso della geometria, della trigonometria, etc.. [Senza dire del fatto che i tentativi di "falsificazione" sul piano pratico di certe teorie possono aver spianato la strada alla "scienza sperimentale". Leonardo osservava come fosse possibile recarsi sul terreno di una battaglia, o di un qualche disastro, per verificare se i morti avessero in comune qualche particolare "segno" fatale.] Dal punto di vista del pensiero in generale, è chiaro comunque che l'astrologia presenta aspetti di "determinismo" che sono estranei a una concezione nella quale nulla è in grado di condizionare la libera attività dello "spirito" (inteso sia nel senso del "creatore" sia nel senso della "creatura"), ciò che spiega la costante generale diffidenza, se non aperta ostilità, della Chiesa nei confronti di certe credenze.

3-1-6) Un altro "filo" importante della nostra storia, sebbene distinto da quello precedente: lo sviluppo dell'algebra. [Nonostante l'entusiasmo provato dai matematici in senso stretto nei confronti delle relative vicende (secondo Loria, "Il secolo XVI, di cui imprendiamo lo studio, è uno dei più

importanti che s'incontrano nella storia dell'algebra e uno dei più gloriosi per la patria nostra"), e l'importanza innegabile che esso riveste per i successivi sviluppi "algoritmici" della nostra disciplina, confessiamo di sentire tale filo abbastanza "minore" dal punto di vista "filosofico", ovvero del progresso della conoscenza in generale. La matematica mostra qui principalmente il suo aspetto che potremmo definire "ludico-enigmistico" (comunque, certamente capace di contribuire positivamente al progresso della disciplina: da specifici problemi senza particolare apparente rilevanza, a teorie generali che gettano luce su intere classi di fenomeni), il quale stimola l'attenzione verso problemi quali la "costruzione" di quadrati inscritti in un dato triangolo, che venivano fatti oggetto di appassionati "cartelli di sfida" tra i personaggi dell'epoca.] Gli studi sulle equazioni (appunto algebriche) di grado superiore al secondo segnano ormai il superamento definitivo dei confini ai quali era arrivata la matematica greca. Alla formula risolutiva per il terzo grado restano legati i nomi di: **Scipione del Ferro** (1465-1526; bolognese, considerato "matematico eccellentissimo", fu titolare nella città felsinea della cattedra *ad arithmetica*, si ritiene sia stato il primo a trovare la formula in questione, senza però mai divulgarla: "sce[se] nella tomba senza avere reso di pubblica ragione una scoperta capace di farlo salire ai pinnacoli della gloria, mosso per fermo soltanto dal non lodevole sentimento di conservarne il monopolio" - Loria); **Niccolò Fontana**, detto **Tartaglia** per un difetto sopravvenuto gli a causa delle ferite che dovette subire da giovane (1511) durante il sacco di Brescia da parte delle truppe francesi vincitrici sui Veneziani (1500-1557; di umile estrazione, autore di *Delli quesiti et inventioni diverse*, 1546, e di un *General trattato di numeri et misure*, 1556, redatti in volgare, si risolse infine a dare la formula che aveva trovato al Cardano che gliene faceva richiesta, sebbene in forma di versi rimasti famosi) ["Quando che 'l cubo con le cose appresso/Se agguaglia a qualche numero discreto:/Trovan dui altri differenti in esso./Dapoi terrai, questo per consueto,/Che 'l loro prodotto, sempre sia eguale/Al terzo cubo delle cose neto;/El residuo poi suo generale,/Delli lor lati cubi, ben sottratti/Varrà la tua cosa principale/...", la "cosa" è l'*incognita*.]; **Gerolamo Cardano** (1501-1576; nato a Pavia, laureato in medicina, ebbe grande fama anche come medico, "rettore degli studenti" a Padova, insegnò anche a Milano e a Bologna, pubblicò la formula che aveva ricevuto dal Tartaglia - sotto il vincolo del segreto sancito da un giuramento *ad sacra Dei* - nella sua notevole *Artis magna sive de regulis algebraicis liber unus*, 1545, e in una successiva *Ars magna arithmeticae...*, legando quindi il suo nome ad essa senza averne particolare merito; un buffo particolare relativo alla sua vita, fu imprigionato per empietà per aver osato compilare un oroscopo di ... Gesù Cristo; di Cardano va ricordato anche un *Liber de ludo aleae*, pubblicato postumo nel 1663, nel quale si possono rinvenire i primordi del calcolo delle probabilità, in ordine a questioni relative al gioco d'azzardo, cui l'autore era devoto - nello scritto cerca pure di insegnare come barare). [E' forse

interessante riportare per intero, in connessione con il punto 3-1-5, le parole che Loria dedica a Cardano (il quale si dipingeva da sé "...avido di cognizioni mediche, entusiasta per il meraviglioso; astuto, furbo, ingannatore, satirico, esercitato nelle arti occulte;...detrattore della religione, vendicativo, invidioso, tristo, finto, perfido, mago,..., geloso, rozzo, calunniatore, officioso ed incostante a cagione del contrasto che vi è tra la mia natura ed i miei costumi"): "Uomo di grande ingegno, abbracciò tutta la scienza del proprio tempo, senza però riuscire a evitare le aberrazioni che vanno sotto i nomi di magia, astrologia, alchimia; nessuno più di lui offre conferme alla massima di Seneca *Nullum umquam magnum ingenium sine mixtura dementiae*".] La formula generale per il quarto grado si deve invece al bolognese **Ludovico Ferrari** (1522-1565), allievo del Cardano (il maestro definì l'allievo "di carattere violento e spregevole", comunque "*ingenio et eruditione in mathematicis nulli secundi*" - Loria), che aveva già trattato nelle sue opere il caso delle equazioni biquadratiche. L'argomento conduce a una progressiva familiarità con l'uso di quantità negative, senza l'uso delle quali bisogna distinguere per esempio il caso $x^2 = px+q$ da quello $x^2+px = q$, e perfino a qualche prima introduzione di "numeri complessi", che si riscontra nell'opera del bolognese **Raffaele Bombelli** (1526-1573; lasciò tre libri di *Algebra*, 1572, nella quale si introducono esplicitamente durante il calcolo le due "quantità" i e $-i$, che scompaiono però al momento della conclusione) e del francese **Albert Girard** (?-1633; fu autore di una "modesta di mole, ma riboccante di vedute originali": *Invention nouvelle en l'algèbre*, nella quale si trova un'intuizione del "teorema fondamentale dell'algebra", e si precorre la "regola dei segni" di Cartesio). Premesse teoriche all'arimetizzazione della geometria di Cartesio e al calcolo infinitesimale si riscontrano infine nell'opera assai notevole di **François Viète** (1540-1603; avvocato e consigliere al Parlamento di Bretagna, "decifratore" al servizio di Enrico IV, perfino membro del Consiglio privato di corte, dedicò alla matematica soltanto il "tempo libero", favorendo sempre più il passaggio da una forma retorica-sincopata a una simbolica). [Viète viene ricordato in modo particolare per aver voluto fare della *logistica speciosa*, nella quale cioè i dati fossero "grandezze" qualsiasi, rispetto alla usuale *logistica numerosa* del suo tempo, nella quale i dati erano soltanto dei "numeri". Le sue idee, esposte in maniera piuttosto oscura, spesso non pubblicate, e nel caso in località di secondario rilievo, ebbero difficile e lenta diffusione.]

3-1-7) Come abbiamo detto, nel passaggio dal Medioevo al mondo moderno si afferma in misura crescente l'interesse per le applicazioni pratiche, che si accompagnano alle speculazioni teoriche. **Simone Stevino** (1548-1620; belga, "ingegnere" al servizio di Alberto di Nassau, si occupò di vari problemi di meccanica pratica, statica ed idraulica, oltre che di algebra - calcolo letterale, rappresentazione decimale dei numeri - e trigonometria sferica). **Jobst Bürgi**

(1552-1632; svizzero, astronomo, si occupò di problemi di misura del tempo). L'invenzione dei logaritmi e la loro applicazione ai calcoli astronomici: **John Napier**, latinizzato in Nepero (1550-1617; scozzese, autore di *Mirifici logarithmorum canonis descriptio*, 1614, e di un successivo *Mirifici logarithmorum canonis constructio*, 1619, lo si ricorda anche per aver svolto ricerche "nel campo delle artiglierie, dei carri d'assalto, dei sottomarini"); **Henry Briggs** (1561-1639; inglese, docente a Londra e ad Oxford, amico di Nepero, pubblicò le sue tavole dei logaritmi fino a 14 cifre decimali in una *Arithmetica logarithmica*, 1624).



(Figura 14)

(La dea Athena - Minerva - con la lancia e il serpente.)

3-1-8) **Francis Bacon** (1561-1626), barone di Verulamio, uno dei "padri fondatori" della scienza moderna (almeno secondo quella che è stata la sua interpretazione vincente), constata che: "*Neque enim agitur solum foelicitas contemplativa, sed vere res humanae et fortunae, atque omnis operum potentia [...] Itaque intentiones geminae illae, humanae scilicet Scientiae et Potentiae, vere in idem coincidunt*" (nella sezione *Distributio Operis* della sua *Instauratio Magna* o *The Great Instauration* del 1620). Tale opera, contenente tra l'altro *Novum organum sive indicia vera interpretatione naturae*, è espressione di un progetto grandioso sin dal titolo, che seguirà nel 1623 con *De dignitate et augmentis scientiarum*, "a Latin translation, with many additions, of the *The Advancement and Proficiency of Learning Divine and Human*, 1605". La proposta identità di "scienza" e "potere" (riassunta da Will Durant nella sua *Story of Philosophy* del 1926 come: "*Knowledge is power, not mere argument or ornament*") era già presente nelle *Meditationes sacrae* di Bacone (1597; *De Haeresibus*, 11): "*nam et ipsa scientia potestas est*", e viene ripresa nella prefazione dell'opera del 1620, in un punto in cui l'autore sostiene: "*I have raised up a light in the obscurity of philosophy which shall be seen centuries after I am dead [...] I am laboring to lay the foundation not of any sect or*

doctrine, but of utility and power". Detto che "*The exact phrase 'scientia potentia est' (knowledge is power) was written for the first time in the 1668 version of Leviathan by Thomas Hobbes, who was a secretary to Bacon as a young man*", osserviamo che ci troviamo di fronte ad una tendenza "pratica" della filosofia che si afferma in misura crescente nei paesi anglofoni [Non a sproposito si possono fare i nomi dei filosofi "scettico-empiristi" John Locke (1632-1704; nel suo *An Essay concerning Human Understanding*, 1690, sostiene che non esistono né principi né idee innate, *Nihil est in intellectu quod prius non fuerit in sensu*, e che la pura esperienza è alla radice di ogni processo cognitivo, in una chiave anti-cartesiana e anti-leibniziana, ma soprattutto prima del tempo anti-kantiana; in una *Epistola de tolerantia* pubblicata l'anno precedente teorizza la completa separazione tra Stato e Chiesa, l'interpretazione della religione come appartenente alla sola sfera del morale-privato, proponendo che la tolleranza vada però negata a sua volta alle religioni intolleranti, quali il cattolicesimo, e ... l'ateismo, giudicato nocivo per il benessere della società; tale concezione sembra confermare l'opinione, punto 3-1-4, che per molti degli "iniziati" - ritroveremo Locke tra i fondatori della *Royal Society* - la devozione verso culti religiosi sia soltanto un atteggiamento di facciata, un *instrumentum regni* socialmente utile, vedi anche quanto si dirà sul medesimo argomento in relazione all'illuminista *Encyclopédie*), e David Hume (1711-1776, autore di *Philosophical Essays Concerning Human Understanding*, 1748, e *An Enquiry Concerning the Principles of Morals*, 1751, particolarmente noto per l'impostazione anti-metafisica), senza trascurare Thomas Hobbes (1588-1679, autore del *Leviathan*, 1651, e degli *Elementa philosophiae*, 1642-1658), con la sua antropologia materialistica, autentica premessa del darwinismo (a Hobbes risale la tristemente famosa constatazione: *homo homini lupus*).], fino ad arrivare al manifesto esplicito del *pragmatismo* da parte dell'americano Charles Peirce (vedi oltre): "Il senso di una dottrina o di un'idea consiste nelle conseguenze pratiche che se ne deducono". [Informiamo che "*Scientia Est Potentia*" è ancora oggi il motto dell'*Information Awareness Office* (IAO) della *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), naturalmente un'agenzia militare degli Stati Uniti.]

Bacone non è propriamente un "matematico", ma anche sulla matematica mostra di possedere delle idee molto chiare, esattamente quelle che ispirano i nostri *Elementi di Matematica* (un libro di "matematica dualistica" iniziato nel 2003 e rimasto purtroppo allo stato di progetto): "*Mathematics is either pure or mixed. To the pure belong the sciences employed about quantity wholly abstracted from matter and physical axioms. This has two parts - geometry and arithmetic; the one regarding continued, and the other discreet quantity [...] without the help of mathematics many parts of nature could neither be sufficiently comprehended, clearly demonstrated, and dexterously fitted for use*" (dal citato *De dignitate...*, ovvero *The Two Books of Francis Bacon, of The Proficience*

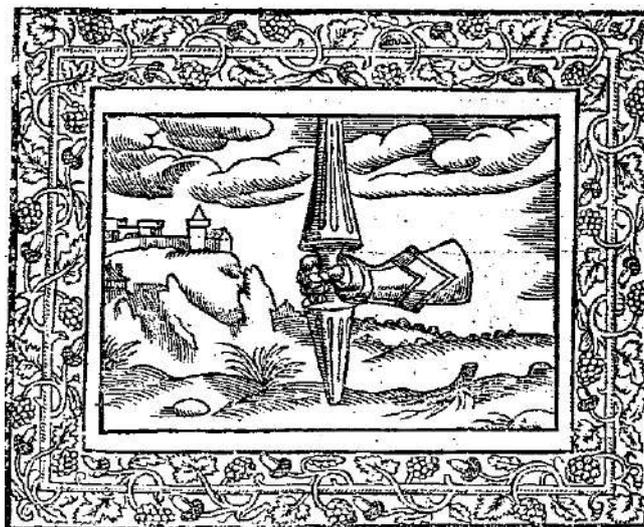
and Advancement of Learning, Divine and Human). [A mostrare una volta di più l'alto grado di continuità che permea la nostra storia, sottolineiamo come la "definizione" baconiana riecheggi molto, ci pare, quella data da Aristotele nella *Metafisica* (XI, 1061): "Il matematico considera ciò che deriva dall'astrazione. Egli [...] trattiene soltanto la quantità e il continuo, che in certe cose ha una sola dimensione, in altre due, in altre tre, e considera le proprietà di queste cose in quanto sono quantità e in quanto sono continue, e non le considera sotto nessun altro rispetto". Un chiarissimo accenno al duplice, *naturale*, fondamento della matematica sulle intuizioni del discreto e del continuo che noi abbiamo scelto come chiave di volta di questi *Elementi...*, e che danno origine alle due distinte (sebbene interagenti) materie chiamate oggi aritmetica e geometria. Bisogna riconoscere però che Aristotele così prosegue: "Poniamo un'unica e identica scienza di tutte queste cose, la geometria" (laddove noi useremmo invece il termine collettivo: "matematica").] A prescindere dalla nostra storia particolare, Bacone è sicuramente una figura centrale per comprendere taluni "ingredienti" essenziali della modernità [E' molto controverso il suo ruolo nella fondazione, o nella trasformazione, delle "società" di cui al punto 3-1-3, ma a noi appare indubitabile da molti "indizi", nella persuasione di fondo che: "La vera conoscenza deriva soltanto da un sospetto, o da una rivelazione" (Herman Melville). Bacone era certamente devoto al simbolo della dea Athena, alla lancia che schiaccia il serpente (vedi Figura 15), ed era pertanto noto ai suoi seguaci, che aveva organizzato in una società dei *Knights of the Helmet* (dall'elmo della dea), come *the shaker of the spear*, con tutto ciò che la circostanza permette poi di congetturare. Sono noti pure i legami ideali tra le *Invisible Societies* di ispirazione baconiana e l'*Invisible College* che si trasformò poi nella *Royal Society*, vedi oltre. Terminiamo con due altre significative citazioni, ancora da *The advancement of Learning* (XXIII, 47): "*Concerning Government, it is a part of knowledge secret and retired, in both these respects in which things are deemed secret; for some things are secret because they are hard to know, and some because they are not fit to utter. We see all governments are obscure and invisible*"; e dal "Proemio" al saggio *De Interpretatione Naturae* (1603, ma apparso soltanto postumo): "Now for my plan of publication - those parts of the work which have it for their object to find out and bring into correspondence such minds as are prepared and disposed for the argument, and to purge the floors of men's understandings, I wish to be published to the world and circulate from mouth to mouth: the rest I would have passed from hand to hand, with selection and judgment. [...] a sober foresight, which tells me that the formula itself of interpretation, and the discoveries made by the same, will thrive better if committed to the charge of some fit and selected minds, and kept private".], ed è senza dubbio sotto la sua influenza che si stabilisce il progetto storico: "*of a Golden*

Age Empire/under Anglican England's world leadership/to be based not on war/but on strength, peace, compassion/and a vigilant use of knowledge, science, intelligence,/espionage and secrecy". [Citiamo da uno splendido articolo di Stevan Dedijer, essenziale per inquadrare come si conviene Bacone e il suo ambiente: "The Rainbow Scheme British Secret Service and Pax Britannica", in *Clio goes spying: Eight essays on the History of Intelligence*, Wilhelm Agrell and Bo Huldt, Lund Studies in International History, Scandinavian University Books, 1983, ristampato in *Episteme*, N. 2. In questo saggio si riconosce la necessità per comprendere la storia, almeno del periodo in esame, di saper decodificare messaggi cifrati, e interpretare il linguaggio dei simboli e delle immagini. La questione è naturalmente assai controversa: ci appare doveroso segnalare allora un'interpretazione di segno del tutto contrario, quella di Nieves H. De Madariaga Mathews, in *Episteme* N. 1.]



(Figura 15)

(Il serpente dell'ignoranza agonizza ai piedi di Bacone, che lo schiaccia con una lancia. Da *Minerva Britannia*, di Henry Peacham, 1612; fonte: George V. Tudhope, già citata.)



(Figura 16)

(Nella pagina precedente di *Minerva Britannia* - la N. 33, forse non a caso - un guanto da falconiere agita la lancia, *shakes the spear*, di Minerva.



(Figura 17)
(Un ritratto allusivo della regina Elisabetta: *The Rainbow*.)



(Figura 18)
(Un altro ritratto significativo assolutamente ... contemporaneo!)

VII riepilogo storico generale

1500 Il portoghese Pedro Alvares de Cabral scopre "ufficialmente" il Brasile. Il regno di Napoli viene diviso tra Francia e Spagna.

1503 La Spagna assume il monopolio del commercio con il Nuovo Mondo. La città di Siviglia diviene importante centro commerciale e finanziario.

1508 Il papa "guerriero" Giulio II promuove la Lega di Cambrai contro Venezia. Successivamente (1511) una Lega Santa contro i Francesi.

1511 Viene istituito in Spagna il Consiglio delle Indie.

1516 Nuova spartizione dell'Italia tra Francia (Francesco I) e Spagna (Carlo V).

1517 Martin Lutero, dopo un viaggio a Roma in cui rimane scandalizzato dallo spettacolo offerto dalla Chiesa dell'epoca, affigge le sue 95 tesi contro la pratica delle indulgenze al portale di una chiesa della città di Wittenberg. Inizia la cosiddetta riforma protestante, caratterizzata anche da sommosse popolari, che lo stesso Lutero peraltro contrasta.

1519 Fernando Magellano inizia la circumnavigazione del globo. Fernando Cortés inizia la distruzione dell'impero azteco.

1520 Niccolò Copernico dirige la resistenza polacca del suo Capitolo contro i Cavalieri dell'Ordine Teutonico. Solimano II inizia una nuova fase di espansione ottomana.

1521 Scomunica di Lutero.

1525 A Pavia, Francesco I viene sconfitto da Carlo V, ormai divenuto imperatore. Una grande rivolta contadina tedesca viene repressa nel sangue, con l'approvazione di Lutero.

1527 A seguito dello schieramento del pontefice dell'epoca dalla parte francese, avviene il "sacco di Roma" ad opera delle truppe tedesche (i famigerati Lanzichenecci) di Carlo V.

1529 Pace di Cambrai tra Francesi (che perdono il controllo dell'Italia) e Spagnoli. Viene imposta anche la fine della repubblica fiorentina e la restaurazione medicea.

1530 Carlo V viene incoronato a Bologna imperatore del Sacro Romano Impero e re d'Italia.

1531 Francesco Pizarro, un altro dei cosiddetti *conquistadores*, inizia la conquista del Perù.

1533 In Russia sale al trono Ivan IV, detto il Terribile: il suo regno è caratterizzato da crescenti mire espansionistiche verso Svezia e Polonia.

1534 Enrico VIII con l'*Atto di Supremazia* scinde la Chiesa d'Inghilterra da quella di Roma. Il suo Ministro Thomas Cromwell provvede all'esproprio dei beni ecclesiastici. Ignazio di Loyola fonda l'ordine dei Gesuiti.

1535 Sir Thomas More viene ucciso a Canterbury per la sua fedeltà al pontefice.

1536 Gli Spagnoli fondano Buenos Aires.

1537 Il papa Paolo III emana una bolla contro lo sfruttamento indigeno nelle colonie oltreoceano.

1540 A seguito di una fallita insurrezione popolare, Paolo III erige in Perugia la cosiddetta Rocca Paolina sopra le case dei suoi oppositori. Nello stesso anno il papa approva la Compagnia di Gesù.

1542 Paolo III istituisce il Sant'Uffizio dell'Inquisizione contro eretici e protestanti (non è questa comunque la prima "inquisizione" della storia: per maggiori notizie vedi per esempio l'URL

<http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci/inq.html>).

1543 Lo stesso anno della morte del suo autore, viene pubblicato a Norimberga il *De Revolutionibus Orbium Coelestium*.

1545 Si apre il Concilio di Trento, al termine dei lavori del quale (1563) resteranno definiti i principi della cosiddetta Controriforma.

1546 Francesco Burlamacchi, gonfaloniere di Lucca, combatte contro Cosimo de' Medici (il Giovane), ma viene sconfitto e ucciso.

1555 Con la pace di Augusta tra Spagnoli e principi della Lega protestante si esaurisce il disegno egemonico di Carlo V. Viene stabilito il principio: *cuius regio eius religio* (ovvero, ciascuno è tenuto a professare la religione del posto in cui vive).

1558 Sale sul trono d'Inghilterra la Regina Elisabetta I, che l'anno dopo emana l'*Atto di uniformità*, con cui proibisce ogni forma di culto diversa da quella anglicana.

1559 Nel corso di un'insurrezione popolare vengono bruciate le carceri dell'Inquisizione a Roma. In Francia sale al trono Francesco II, sotto la reggenza della madre Caterina de' Medici.

1561 Massacro dei Valdesi in Calabria per ordine di Filippo II di Spagna.

1562 Con un nuovo *Atto di supremazia*, Elisabetta I rafforza la subordinazione della Chiesa anglicana alla corona. Strage dei calvinisti in Francia ordinata dal duca di Guisa.

1563 Emanuele Filiberto di Savoia porta la capitale a Torino, emancipandosi dall'influenza francese.

1566 Tentativi del papa Pio V di appoggiarsi agli Spagnoli per portare a termine le "guerre di religione" e operare una restaurazione cattolica in Europa.

1570 Elisabetta I viene scomunicata da Pio V.

1571 La flotta cristiana capeggiata da Giovanni d'Austria sconfigge quella turca a Lepanto dopo la caduta di Famagosta, a Cipro.

1572 Riprendono le lotte antispagnole nei Paesi Bassi. Guglielmo d'Orange-Nassau, detto il Taciturno, consolida il possesso delle province del nord. Durante la notte di San Bartolomeo, Caterina de' Medici ordina la strage degli Ugonotti.

1573 Venezia è costretta a cedere l'intera Cipro ai Turchi, inizio della sua irreversibile decadenza (dovuta anche all'apertura delle nuove rotte marittime verso l'oriente).

1580 Filippo II di Spagna invade il Portogallo, liquidandolo come nazione a sé stante.

1582 Riforma del calendario, da allora in poi detto "gregoriano".

1584 Boris Godunov sale sul trono di Russia.

1587 Elisabetta I fa decapitare Maria Stuart, facendo entrare così in aperto conflitto l'Inghilterra protestante e la Spagna cattolica.

1588 La guerra anglo-spagnola si conclude con la disfatta dell'*Invincibile Armada* sulle coste della Manica. Inizio del dominio inglese sui mari (nel 1740 si canterà: "*Rule Britannia! Britannia rules the waves./Britons never, never, never shall be slaves*", che diviene l'inno politico della nuova potenza).

3-2) Il "secolo dei geni"

3-2-1) **Johannes Kepler** (1571-1630), dopo aver studiato a Tubinga, collabora direttamente con Tycho Brahe, potendo attingere alle preziose informazioni da esso raccolte, e nel 1601 gli succede nella carica di "matematico imperiale". Nonostante presso il letto di morte del danese avesse ricevuto dal maestro l'incarico di provare la "verità" del sistema misto da quegli elaborato, la sua opera conduce a un'ulteriore, quasi decisiva, affermazione del sistema copernicano. A partire dal *Prodromus Dissertationum Cosmographicarum*

continens Mysteriorum cosmographicum (1596), fino alle *Harmonices mundi libri V* (1619), passando attraverso l'*Astronomia nova αιτιολογητος* [che indaga le cause] *seu Physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis. Ex observationibus G.V. Tychonis Brahe* (1619), Keplero elabora su base puramente osservativa le sue famose tre leggi: i pianeti orbitano intorno al Sole secondo una traiettoria ellittica, di cui l'astro occupa uno dei fuochi; la velocità areolare di un pianeta sulla sua orbita è costante; il quadrato del periodo di rivoluzione di ogni pianeta è proporzionale al cubo del semiasse maggiore della sua orbita secondo un coefficiente costante. Con esse si abbandona il "dogma" dei moti circolari uniformi [Ma pure una composizione di due di essi, al modo di Apollonio, può dare un'ellisse: basta che il movimento sull'epiciclo avvenga con velocità doppia e in direzione opposta di quella del centro dell'epiciclo sul deferente. Tale osservazione sembra si debba a David Fabricius (1564-1617), un pastore protestante (il cui figlio Johann fu "il primo a osservare le macchie solari"), il quale la fece oggetto di una delle sue numerose lettere a Keplero (che considerava il suo corrispondente "un osservatore secondo soltanto a Tycho"). Si può inoltre osservare che già Tolomeo aveva "tacitamente lasciato cadere [tale dogma] introducendo l'equante" (fonte: Dreyer, citato nel punto 3-1-2).], e nonostante le concezioni su cui si fondano siano spesso di difficile comprensione, mescolanti elementi strettamente razionalistici ad altri di natura che potrebbe dirsi mistico-fantastica, ebbero grande diffusione e influenza nello sviluppo dell'astronomia del XVII secolo (massime nell'opera di Newton, che dalle leggi di Keplero parte per poterle poi "ritrovare" a partire da un'unica "legge", quella di gravitazione universale, vedi oltre). Va aggiunto che già Keplero perviene a "intuizioni" di natura fisica capaci di influenzare sia la teoria gravitazionale di Newton sia quella contrapposta di Cartesio: il moto dei pianeti "è causato da una forza emanante dal Sole", una sorta di *virtus*, o *anima motrix*, della stella, che si concretizza nella "produzione di una corrente o vortice circolare che trasporta con sé i pianeti" (da Dreyer, sopra citato). Rispetto a Newton, però, Keplero considera tale effetto limitato alla prossimità del piano dell'*eclittica*, intorno al quale sono situate tutte le orbite planetarie, e inversamente proporzionale alla distanza dal Sole, non al suo quadrato. Concludiamo informando che Keplero cerca pure una ragione del perché le orbite siano ellittiche e non circolari, ed essendo stato da poco pubblicato a Londra il libro di William Gilbert (1540-1603) *De magnete magneticisque corporibus* (1600), è proprio al "misterioso" fenomeno del magnetismo che si rivolge per trovare la desiderata spiegazione.

3-2-2) Il "caso" **Galileo Galilei** (1564-1642) assume un ruolo paradigmatico nella storia della scienza moderna. Il pisano aderisce presto al copernicanesimo [In una lettera a Keplero del 1597 confida di "essere da molti anni un seguace di Copernico, pur non avendo fino allora osato difendere pubblicamente il nuovo sistema", da Dreyer, citato nel punto

precedente.], e con l'uso del cannocchiale compie nei primi anni del '600 quelle osservazioni che confuteranno definitivamente la concezione aristotelica del cosmo (ritenuta, ma discuteremo presto quanto a ragione, fondamento del sistema tolemaico): la superficie lunare appare simile a quella terrestre, con montagne e vallate; la via Lattea è costituita da innumerevoli stelle; sul Sole sono presenti "macchie" che fanno ritenere come l'astro appartenga al regno della "corruttibilità" al pari della Terra; Giove possiede diversi satelliti (che Galileo battezza "pianeti medicei"); Venere ammette un ciclo completo di fasi (impercettibili a occhio nudo, consentono di stabilire che il pianeta va "al di là" del Sole, mentre si riteneva comunemente che esso rimanesse sempre "al di sotto"); anche Saturno appare essere un astro "composito". Annuncia parte delle sue rivoluzionarie scoperte nel *Sidereus Nuncius* (1610), e continua ad acquisire dall'*esperienza* quelle nozioni che mettono in crisi la (o almeno parte della) fisica aristotelica, e lo fanno giustamente definire "padre della fisica moderna". Tutto ciò proprio mentre (1616) la Compagnia di Gesù pubblica invece una nuova edizione della sua *Ratio studiorum*, che stabilisce la centralità dell'aristotelismo nell'insegnamento, ritenendo "molto deficiente e monca la filosofia di coloro che non hanno in pregio il suo studio". Assumendo la questione - come abbiamo già osservato - sempre maggiori risvolti "politici", la Chiesa romana non può più rimandare di pronunciarsi in merito, e si arriva così alla censura del 1616: "La proposizione che il sole è centro del mondo e del tutto immobile di moto locale è dichiarata stolta e assurda in filosofia e formalmente eretica, perché contraddice la Sacra Scrittura [condanna dell'*eliostaticità*]; egualmente stolta e assurda in filosofia, e almeno erronea in fide, la proposizione che la terra non è centro del mondo, né immobile [condanna, in tono "minore", della *geodinamicità*]"; all'inserimento dei testi reprobati, e genericamente di tutti quelli *idem docentes*, nell'*Index librorum prohibitorum* (con la clausola *donec corrigantur*, finché non vengano corretti); a un'ammonizione formale a Galileo (S. Roberto Bellarmino, nel ruolo di consultore del Santo Uffizio, e teologo personale del pontefice, attesta: "*Cui praecepto idem Galilaeus acquievit et parere promisit*"). [È poco noto che Galileo era stato già oggetto della pericolosa attenzione degli inquisitori. Come ci informa Antonino Poppi (*Cremonini e Galilei inquisiti a Padova nel 1604 - Nuovi documenti d'archivio*, Antenore, 1992), sono stati rinvenuti recentemente presso l'Archivio di Stato di Venezia documenti concernenti "le denunce e il tentato processo per eresia nei confronti di Cesare Cremonini e Galileo Galilei presso il tribunale del Sant'Uffizio di Padova nell'aprile 1604". In essi si fa cenno a un precedente procedimento contro Galileo già nel 1599. Allo scienziato viene tra l'altro rimproverato dai denunciatori di non praticare né "la messa né i sacramenti". Secondo la testimonianza dell'*interrogatus* messer Silvestro Pagnoni, che Galileo "aveva assunto nella sua casa" in qualità di amanuense "per ricopiare le sue opere e dispense da vendere agli studenti": "Io so anco questo, che io sono stato 18 mesi in casa sua et

non l'ho mai visto andare alla messa altro che una volta, con occasione che lui andò per accidente, per parlare a monsignore Querengo, che io fui con lui; et non so che lui si sia confessato et comunicato mentre son stato in casa sua". Di fronte a tale esplicita dichiarazione appare alquanto pretestuoso - allo scopo di difendere comunque l'immagine del Galileo "buon cattolico" - richiamarsi alla distinzione tra semplici credenti e devoti praticanti, come cerca di fare anche l'autore del "fortunato rinvenimento" della preziosa documentazione in parola: "E' uno scarto comune da sempre tra i cristiani fra ortodossia nel pensare e ortoprassi nell'agire". Galileo in quell'occasione se la cavò grazie all'intervento diretto del governo della Serenissima, che non si scomodava certo a rischiare crisi politiche con Roma per chicchessia (si ricordi ad esempio il diverso comportamento nel caso di Pomponio Leto un secolo prima). E' forse curioso aggiungere che, in uno dei verbali concernenti analoga delibera del Senato veneziano, relativa all'altro personaggio inquisito (Cesare Cremonini, 1550?-1631, amico e collega di Galileo presso lo Studio di Padova, era accusato di "non tener l'immortalità dell'anima nello spiegare Aristotele", ma rimase sempre fedele all'aristotelismo, a quel che pare), sia riportato che la mozione di difesa fu infine approvata, dopo un primo esito negativo, "cacciati li papalisti".] Come si sa, Galileo non si attenne scrupolosamente alle indicazioni ricevute, e si arriva al famoso processo del 1633, dopo la pubblicazione (Firenze, 1632, avvenuta comunque a seguito della concessione dell'*Imprimatur*) del: *Dialogo di Galileo Galilei Linceo matematico sopraordinario dello studio di Pisa E Filosofo, e Matematico primario del serenissimo Gr.Duca di Toscana Dove ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico, e copernicano, Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali tanto per l'una, quanto per l'altra parte*, in breve: *Dialogo sopra i massimi sistemi!* Il copernicanesimo vi viene in effetti presentato, a parte le astuzie retoriche dell'autore (che fa difendere le tesi di Aristotele e Tolomeo dallo "sciocco" Simplicio), come "tesi" e non come "ipotesi", e Galileo (cui si rimprovera di essere amico dello scomunicato Paolo Sarpi, e capo di una "setta" che gode di "publichissima fama", che "in Firenze ha molti seguaci che si chiamano galileisti et questi sono quelli che vanno magnificando e lodando la sua dottrina et opinioni") si trova così costretto "d'andare a Roma, chiamato dal Santo Officio, il quale ha già sospeso il mio Dialogo; e da buona parte intendo, i Padri Giesuiti haver fatto impressioni in teste principalissime che tal libro è esecrando e più pernicioso per Santa Chiesa che le scritture di Lutero e di Calvino; e per ciò tengo per fermo che sarà proibito". Nonostante la protezione offertagli dalla diplomazia fiorentina [Galileo fu ospite a Roma durante il processo in quella villa Medici che è l'attuale sede del Grande Oriente d'Italia, vale a dire la principale "obbedienza" massonica del nostro paese. Ma non si trattava più di "schermaglie": si minaccia Galileo renitente di "[mandare] costì un

Commissario con medici a pigliarlo, et condurlo alle carceri di questo supremo Tribunale, legato anco con ferri, poiché sin qui si vede che egli ha abusato la benignità di questa Congregatione". Galileo venne minacciato anche di "rigoroso esame" durante gli interrogatori, il che significava la tortura (gli amanti dell'opera lirica ricorderanno il II atto della *Tosca* di Giacomo Puccini, che pure si svolge in un periodo di gran lunga successivo.), e i particolari appoggi di cui indubitabilmente godeva anche nell'ambiente ecclesiastico, Galileo fu costretto alla celebre *abiura* ["Con cuor sincero e fede non finta abiuro, maledico e detesto li suddetti errori et heresie, e generalmente ogni et qualunque altro errore, heresia e setta contraria alla Santa Chiesa; e giuro che per l'avvenire non dirò mai più né asserirò, in voce o in scritto, cose tali per le quali si possa haver di me simil sospitione; ma se conoscerò alcun heretico o che sia sospetto d'heresia, lo denontierò a questo S. Offizio ovvero all'Inquisitore o Ordinario del luogo dove mi trovarò. Giuro anche e prometto d'adempire et osservare intieramente tutte le penitenze che mi sono srtate o mi saranno da questo S. Offizio imposte..."], e condannato a essere custodito a vita nelle "carceri del Santo Offitio" (mentre il *Dialogo...* finiva all'*Indice* in compagnia del libro di Copernico), in isolamento. Nonostante il parere di Urbano VIII, secondo il quale Galileo sarebbe stato "più pernicioso per Santa Chiesa" che non tutto il movimento della Riforma [Va da sé che la condanna del vecchio scienziato ebbe enorme risonanza in tutta Europa (Cartesio per esempio cessò di occuparsi di un suo trattato di fisica, cui premessa necessaria era l'ipotesi copernicana, adducendo la motivazione che non gli piaceva la carne affumicata - vedi oltre), accrescendo anziché diminuendo le "ragioni" dei protestanti.], e la persuasione "che il pur vinto Galileo continuava ad essere un uomo assai pericoloso", l'atteggiamento della Chiesa appare nel caso specifico molto blando, al punto che il carcere fu commutato negli "arresti domiciliari", e addirittura in un primo momento si permise a Galileo di essere ospitato a Siena, sotto la cura dell'arcivescovo di quella città [Ascanio Piccolomini, guarda caso, un altro dei cognomi che ritornano nella nostra storia! Non è forse inutile aggiungere che tra Enea Silvio ed Ascanio questa storia potrebbe pure ricordare il nome del cardinale Alessandro Piccolomini (1508-1579), autore, oltre ai popolari *De la sfera del mondo* e *De le stelle fisse* (Venezia, 1540), di un *Commentarius de certitudine mathematicarum disciplinarum* (Venezia, 1565), che rimanda senz'altro al pensiero di Nicola Cusano che abbiamo già citato.], il quale "intuì che il suo primo dovere era quello di fare in modo che lo scienziato non sentisse il palazzo arcivescovile come una prigione, ma, al contrario, vi trovasse un ambiente capace di ridargli fiducia in se stesso e di stimolarlo alla ricerca scientifica" (da Ludovico Geymonat, *Galileo Galilei*, Einaudi, 1957). [Non stentiamo a credere che fosse veritiero il contenuto di una lettera pervenuta anonima al Sant'Uffizio: "Il Galileo ha seminato in questa città opinioni poco

cattoliche, fumentato da questo Arcivescovo suo hospite, quale ha suggerito a molti che costui sia stato ingiustamente agravato da codesta Sacra Congregazione, e che non poteva né doveva reprobar le opinioni filosofiche, da lui con ragioni invincibili matematiche e vere sostenute, e che è il prim'homo del mondo, e viverà sempre ne' suoi scritti, ancor proibiti, e che da tutti moderni e migliori vien seguitato".] Anche dopo il trasferimento nella sua villa di Arcetri (richiesto dallo stesso Galileo, e per i detti motivi concesso di tutto cuore dal Sant'Uffizio), lo scienziato continuò senza incontrare troppe difficoltà a ricevere persone, intrecciare corrispondenze, perfino a scrivere, e riuscire a pubblicare in Olanda (Leida, 1638), la sua ultima opera, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla Meccanica e i Movimenti Locali*. [Che questa redazione, da parte di un Galileo vecchio e quasi completamente cieco, con successivo inoltro e pubblicazione all'estero, costituisca un autentico "mistero", è comprovato dall'ipotesi romanzesca che ne offre Brecht, già citato nel punto 2-23.]

3-2-3)* Dal canto suo la Chiesa cattolica, che aveva tramutato in vittoria la rivoluzione geografica, esce invece definitivamente sconfitta da quella astronomica. E' noto come la "primitiva" ostilità nei confronti della "nuova" scienza abbia continuato a pesare idealmente nei rapporti tra mondo laico e mondo religioso, tanto che ancora l'attuale pontefice Giovanni Paolo II ha ritenuto di dover intervenire sul "caso Galileo". [Nel 1992 il papa ammise lo sbaglio delle gerarchie della Chiesa, che nel 1616 avevano creduto "a torto che l'adozione della rivoluzione copernicana, peraltro non ancora definitivamente provata, fosse tale da far vacillare la tradizione cattolica, e che era loro dovere proibirne l'insegnamento".] Meno comune è comprendere però come la detta ostilità *non* sia soltanto una caratteristica quasi accidentale, limitata ai "difficili" secoli XVI e XVII, e come un atteggiamento **pre-moderno** continui a essere presente in quelle frange della Chiesa che mostrano (a parere dello scrivente) una maggiore "coerenza" (e si sa che per un matematico la coerenza è uno dei pochi valori ideali suscettibili di qualche valutazione oggettiva): "Noi siamo medievalisti. Noi ci sentiamo profondamente lontani, nemici anzi della cosiddetta cultura moderna. L'Università Cattolica deve perciò elaborare una cultura cattolica da contrapporre a quella laica: formare dei soldati di un'Idea per il trionfo del regno di Cristo" (Padre Agostino Gemelli, fondatore nel 1921 dell'Università Cattolica del Sacro Cuore). Per quanto riguarda la nostra particolare storia, è curioso sottolineare un "equivoco" nel quale cadono numerosi commentatori. Tanto per fare un esempio, nel *Dizionario Enciclopedico Italiano* della Treccani (1970), alla voce "Galileo", troviamo scritto che: "Nel 1757, la Chiesa riconosceva vera la dottrina di Copernico e di Galileo, e provvedeva a togliere dall'Indice le opere del grande scienziato". In realtà, invece, nell'edizione dell'*Indice* di quell'anno semplicemente più non compare la *clausola generale*

prescrivente la proibizione di qualsiasi testo "copernicano", ma continuano a esservi inseriti quelli precedentemente condannati, e quindi le opere di entrambi gli scienziati. La loro cancellazione avvenne alquanto più tardi, a seguito di un'istruttiva storia "minore" cui ci sembra allora interessante accennare. Accadde infatti che nel 1820 il Maestro del Sacro Palazzo Filippo Anfossi negò l'*Imprimatur* agli *Elementi di Ottica e di Astronomia* di un docente dell'università romana "La Sapienza", tal Giuseppe Settele, facendo osservare "burocraticamente" che la condanna del 1616 non era mai stata revocata, e che nell'edizione dell'*Indice* pubblicata appena l'anno prima veniva implicitamente ribadita la proibizione dell'insegnamento della teoria eliocentrica. Nessuno (o quasi) della gerarchia cattolica fu ovviamente lieto che l'anacronistico eccessivo zelo di un modesto "funzionario" resuscitasse così una questione ritenuta ormai morta e sepolta, ma evidentemente, se lo era stata, non lo era stata in modo appropriato. Il Settele si dette da fare per quanto poteva [Mentre in una Supplica al Papa chiede che possa essere pubblicato il suo libro, "il che permettendosi, ne provenga gloria alla S. Sede [...] ed ornamento alla Cattolica Religione, la quale, invece di temere i lumi delle scienze, si adorna di essi, e con essi si innalza a difendere i Dogmi rivelati, e a celebrare le glorie del Creatore", e "prostrato" ne "implora l'Apostolica benedizione", nel suo diario fortunatamente conservato trova invece il modo di sfogarsi con sincerità scrivendo: "Io non posso capire perché il S. Offizio non voglia impicciarsi in questa cosa [...] o perché teme, che il Papa, essendo così imbecille, non li sostenga", e in altro luogo, riferendo di un incontro avuto appositamente con il pontefice (Pio VII): "Come lo lasciano solo questo povero vecchio. Da questo discorso si vede, che non è persuaso del sistema Copernicano [...] Per non far fare trista figura al Papa, io racconto la cosa tutta diversa, come se il Papa fosse persuaso del Sistema copernicano". Cosa si sarebbe potuto dire della "devozione" del Settele (il quale da docente in Roma era costretto a professioni di fede contrarie evidentemente al suo intimo sentire: "Oggi è terminata la Seccatura dei SS. Esercizj") se non si fossero rinvenute tali annotazioni, e si fossero conosciuti soltanto i famosi "documenti ufficiali" tanto cari agli storici?], ottenendo infine l'*Imprimatur* a cui teneva, ma il Padre Anfossi continuò a fare opposizione, finché nel 1822 un decreto del S. Ufficio ordinò esplicitamente "al Maestro del Sacro Palazzo di non proibire più i libri sul moto della Terra". La prima edizione completa dell'*Indice* dopo quella del 1819 (in genere tra un'edizione e la successiva vengono pubblicate solo delle pagine di aggiornamento) apparve nel 1835, e lì finalmente non appaiono i nomi di Copernico e Galileo (fonte: Paolo Maffei, *Giuseppe Settele, il suo diario e la questione Galileiana*, Dell'Arquata, 1987).

3-2-4) Anche dai problemi inerenti alla "meccanica" galileiana (per esempio, lo studio del moto uniformemente accelerato) scaturiscono premesse teoriche all'"algebrizzazione della geometria" di Cartesio e al calcolo infinitesimale,

aventi l'ulteriore conseguenza di favorire l'evoluzione dell'"algebra" verso una veste sempre più marcatamente "simbolica". [Una notazione agile, automatica, è un utile strumento per non affaticare il pensiero nel corso di una procedura di calcolo. Cartesio, nel N. 73 (Parte I) dei *Principia...* (vedi oltre) constata: "che il nostro spirito si stanca, quando presta attenzione a tutte le cose di cui giudichiamo".] Tra gli "allievi" di Galileo spiccano i nomi di: **Bonaventura Cavalieri** (1598-1647; docente a Bologna, celebre soprattutto per la *Geometria degli indivisibili*, 1635, considerata "non a torto, una delle opere più profonde ed oscure che annoveri la letteratura matematica", contribuì più d'ogni altro "alla diffusione in Italia della teoria e della pratica dei logaritmi, di cui egli considerò in particolar modo le applicazioni alla trigonometria" - Loria); **Evangelista Torricelli** (1608-1647; nominato dal Granduca di Toscana "al posto vacante per la morte di Galileo", e detto addirittura *Galilaeus alter*, scomparve prematuramente dopo aver pubblicato un unico libro, *Opera geometrica*, 1644, e dato comunque prova, nelle sue ricerche di fisica e matematica - nel corso delle quali stabilì rapporti con altri studiosi contemporanei su cui esercitò notevole influenza - di essere stato "il primo che seppe comprendere e applicare a nuovi problemi il metodo indivisibile"); **Vincenzo Viviani** (1622-1703; segretario di Galileo ad Arcetri, esperto di geometria antica, a lui si deve un commento, intitolato *Quinto libro di Euclide spiegato con la dottrina del Galileo*, a quelle ultime pagine scritte dal pisano *Sopra le definizioni delle proporzioni di Euclide*, pubblicate in appendice ai *Discorsi...*, che abbiamo nel corso di questi *Elementi...* ampiamente discusso; in sintonia con quanto già segnalato nel punto 2-23, ricordiamo che in esse Galileo, dopo aver altrove criticato i sommi classici Aristotele e Tolomeo, non risparmia le sue obiezioni neanche a Euclide, al quale preferisce dichiaratamente Archimede). [Val forse la pena di citare di sfuggita a tale proposito pure il nome di **Pierre de la Ramée** (1515-1572), latinizzato in **Petrus Ramus**, il quale "ben prima di Descartes proclamò l'impero della ragione sul principio d'autorità; in conseguenza insorse contro il feticismo per Aristotele e poi contro la cieca adorazione per Euclide. [...] Per esempio nella più celebre delle sue opere scientifiche - le *Scholae mathematicae* - egli osservò quanto fosse didatticamente opportuno il distribuire gli assiomi e i postulati nel corso dell'opera, invece di accatastarli nell'esordio come fece Euclide" (Loria), raccomandazione di cui la matematica soprattutto postmoderna non sembra aver purtroppo tenuto alcun conto.] Nel medesimo contesto, rammentiamo ancora lo svizzero **Paolo Guldino** (1577-1643; si occupò in particolare dello studio dei baricentri di alcune forme geometriche, sicché il suo nome resta legato [Assieme a quello di Pappo, visto che una simile affermazione è contenuta nella celebre *Collezione*. Aggiungiamo che il passo relativo è da alcuni ritenuto un'interpolazione introdotta posteriormente nel testo originale "nel corso della tradizione manoscritta", frutto di un "notevole progresso realizzato da qualche

ignoto matematico durante o dopo il lungo periodo di declino della matematica" - Boyer.] al teorema concernente le aree o i volumi di figure di rotazione).

3-2-5) La prima metà del secolo vede fiorire personaggi di notevole rilievo anche in Francia (fonte generale Loria). **Girard Desargues** (1591-1661; un suo conciso trattato sulle coniche può essere scelto per segnare la data di nascita effettiva della *geometria proiettiva*, in quanto "vi si trova per la prima volta esposto e applicato il concetto di considerare le rette e i piani paralleli come casi speciali delle rette concorrenti in un punto o dei piani passanti per una retta"). **Pierre de Fermat** (1601-1665; da considerarsi il "principe dei dilettanti", in quanto dedicava agli studi scientifici solo il tempo libero dalla sua professione di avvocato, dette alle stampe solo una breve *Dissertatio geometrica de linearum curvarum comparatione*, "pure le comunicazioni verbali ed epistolari da lui fatte sulle sue scoperte lo fecero conoscere in Francia e al di là del Reno e della Manica come uno dei massimi matematici del tempo"). **Gilles Personnes**, meglio noto semplicemente come **Roberval** dal di lui luogo di nascita (1602-1675; "l'unico vero matematico di professione fra gli scienziati francesi" di questo periodo, in quanto occupò la cosiddetta "cattedra di Ramo", istituita da Pietro Ramo - vedi punto precedente - presso il *Collège Royal*, fece parte del "circolo di Mersenne" - vedi punto successivo - ed è soprattutto ricordato per essersi occupato di problemi di *quadratura* di famose curve). **Blaise Pascal** (1623-1662; "come matematico non fu uomo dei suoi tempi; egli non comprese il fulgido avvenire riserbato all'algebra di Viète o alla geometria di Descartes", tanto più che lasciò presto gli studi scientifici per dedicarsi alle controversie religiose, in cui si distinse come polemista di prim'ordine; ciò nonostante, tra le carte di lui rimaste si ritrovano contributi - resi noti sotto forma di lettere - che giustificano l'alta reputazione di cui godette negli ambienti scientifici dell'epoca, e legano il suo nome a famose questioni sulla teoria delle coniche, al cosiddetto *triangolo aritmetico* [Nel discutere il quale "fa uso con marcata predilezione e indiscutibile abilità del metodo di induzione completa [...] di cui egli può avere appreso l'esistenza in alcuni scritti di Maurolico". Secondo Boyer: "[Pascal] condivide con Fermat e altri il merito di aver sviluppato il ragionamento ricorsivo. L'appellativo di 'induzione matematica' sembra abbia avuto un'origine molto più recente: comparve infatti per la prima volta nell'articolo di De Morgan [...] pubblicato nella *Penny Cyclopaedia* del 1838".], e perfino alla *teoria della probabilità*, la quale muove i suoi primi passi - dopo l'ormai dimenticato Cardano, vedi punto 3-1-6 - in una corrispondenza tra Pascal e Fermat riguardante situazioni legate al gioco d'azzardo). [Ai nostri giorni non possono omettersi due notizie. La prima, che deve al genio di Pascal la costruzione della prima *macchina calcolatrice*, detta la *Pascaline*, che ideò "animato dal desiderio di alleviare le fatiche del padre, che per il suo ufficio era costretto a eseguire numerose e lunghe addizioni" (Loria), e che fu

successivamente riprodotta in diversi esemplari. La seconda, che sulla medesima linea di pensiero che ispira le descrizioni della matematica di Aristotele e Bacone (vedi il punto 3-1-8) (per non dire di quelle di Cartesio, di Leibniz e di Kant riportate altrove in questi *Elementi...*), anche Pascal ne dà una in un celebre non specialistico passo dei suoi *Pensieri* (110), che riportiamo allora per intero: "*Nous connaissons la vérité non seulement par la raison mais encore par le coeur. C'est de cette dernière sorte que nous connaissons les premiers principes et c'est en vain que le raisonnement, qui n'y a point de part, essaie de les combattre. Les pyrrhoniens [nome con cui si fa generale riferimento agli "scettici", in memoria di Pirrone di Elide (360?-270; seguì Alessandro Magno fino in India, dove venne in contatto con la filosofia dei maestri yoga); le sue tesi furono riproposte dal Carneade di Cirene (214?-129?) di manzoniana memoria. Val forse la pena di aggiungere che σκεψις significa l'atto dell'osservare, riflettere, esaminare criticamente, esprimendo dubbi, e che questo è uno di quei casi in cui la "gabbia del linguaggio" costringerebbe a non riconoscere tra gli scettici un filosofo come Cartesio (vedi punti 1-3 e 3-2-14), che pure fa del "dubbio" uno degli elementi essenziali del suo "metodo", e ad inserirlo, sempre per una delle perverse dicotomie del linguaggio (simili a quelle degli "americani" dei nostri giorni, o con noi o contro di noi), nella categoria contrapposta dei dogmatici, da δογμα, opinione certa! Si sa di una conversazione tra Cartesio e John Dury - uno dei "baconiani" organizzatori della Royal Society, vedi punto 3-2-7 - durante la quale si convenne che l'emergere dello scetticismo costituiva la crisi profonda della loro epoca e che occorreva trovare un modo per contrastarlo con certezza epistemologica: come risposta più promettente alla crisi, Descartes scelse la matematica, Dury l'interpretazione della profezia biblica.], qui n'ont que cela pour objet, y travaillent inutilement. Nous savons que nous ne rêvons point. Quelque impuissance où nous soyons de le prouver par raison, cette impuissance ne conclut autre chose que la faiblesse de notre raison, mais non pas l'incertitude de toutes nos connaissances, comme ils le prétendent. Car l(es) connaissances des premiers principes : espace, temps, mouvement, nombres, sont aussi fermes qu'aucune de celles que nos raisonnements nous donnent et c'est sur ces connaissances de coeur et de l'instinct qu'il faut que la raison s'appuie et qu'elle y fonde son discours. Le coeur sent qu'il y trois dimensions dans l'espace et que les nombres sont infinis et la raison démontre ensuite qu'il n'y a point deux nombres carrés dont l'un soit double de l'autre. Les principes se sentent, les propositions se concluent et le tout avec certitude quoique par différentes voies - et il est aussi inutile et aussi ridicule que la raison demande au coeur des preuves de ses premiers principes pour vouloir y consentir, qu'il serait ridicule que le coeur demandât à la raison un sentiment de toutes les propositions*"

qu'elle démontre pour vouloir les recevoir. Cette impuissance ne doit donc servir qu'à humilier la raison - qui voudrait juger de tout - mais non pas à combattre notre certitude. Comme s'il n'y avait que la raison capable de nous instruire, plutôt à Dieu que nous n'en eussions au contraire jamais besoin et que nous connussions toutes choses par instinct et par sentiment, mais la nature nous a refusé ce bien; elle ne nous a donné au contraire que très peu de connaissances de cette sorte; toutes les autres ne peuvent être acquises que par raisonnement".]

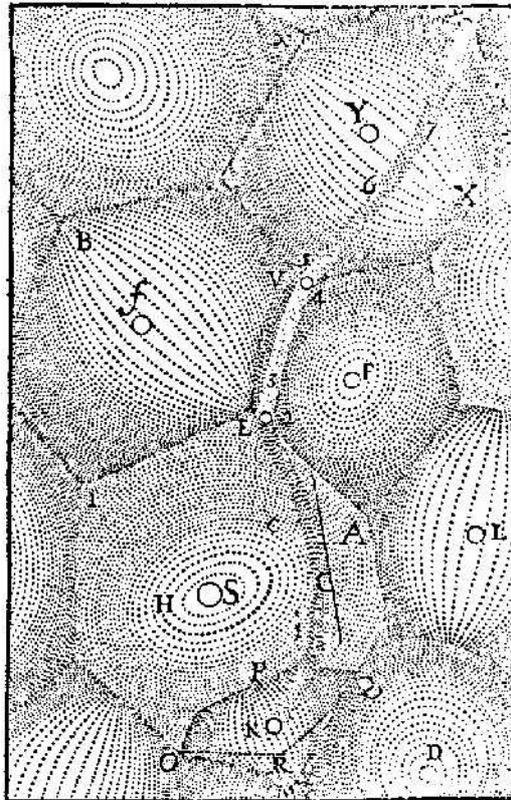
3-2-6) Non ci sembra "fizioso" affermare che tra tutti risalta in modo particolare **René Descartes** (1595-1650, latinizzato in **Cartesio**), e non solo per l'introduzione sistematica della *geometria analitica* (le coordinate dette appunto cartesiane, e i "grafici" relativi a un sistema di assi, sono ormai familiari a tutti, non solo ai matematici). Interrotto dalla notizia della condanna di Galileo nel corso della stesura di un'opera "fisica" *Sul mondo*, per la quale gli appariva indispensabile l'eliocentrismo copernicano (ma vedi anche quanto si dirà in generale nel punto 3-2-11), e conducente una vita da "esiliato volontario" in Olanda [In cui si era ritirato già dal 1628, e dove resterà circa venti anni. Si racconta come Cartesio avesse commentato le notizie che provenivano da Roma dicendo che non gli piaceva la "carne affumicata". Un ruolo di "intermediazione" fra Cartesio e gli altri scienziati dell'epoca che volevano corrispondere con lui fu assolto da un frate dell'ordine dei Minimi di San Francesco, **Marin Mersenne** (1588-1648). Questi, condiscipolo di Cartesio al collegio gesuita di La Flèche, intenzionato a combattere il costume della segretezza diffuso tra i matematici, fu animatore di un vero e proprio "circolo" scientifico, che fu anche centro di un intenso generale carteggio (comprendente pure Galileo e i "galileiani", che vennero tramite esso a conoscenza dei progressi di Fermat, Descartes, etc.), il quale contribuì non poco alla diffusione delle informazioni in una fase in cui non erano ancora disponibili specifiche riviste - vedi il punto successivo. Mersenne è ricordato anche per propri personali studi matematici, che ne immortalano il nome nei *numeri di Mersenne*.], si risolve infine a pubblicare a Leida, in forma anonima, il *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences* (1637). Testo fondamentale per quanto riguarda il "razionalismo" seicentesco (e quindi il "metodo scientifico" di cui ci occuperemo nel punto 3-2-14), esso era pensato come prodromo a tre saggi (pubblicati in effetti come "appendici" al *Discorso...*), tra i quali celebre quello intitolato *La géometrie*. Il contributo che Cartesio porta così alla matematica, quasi però come un "sottoprodotto" della sua attività di ricerca, è enorme: permette di risolvere con semplici calcoli questioni che sarebbe complicato trattare per via esclusivamente *sintetica* (alla maniera cioè degli antichi geometri greci); permette di distinguere e classificare le curve in base alla loro equazione, se

trascendenti o *algebriche*, e tra queste ultime di introdurre inoltre un *grado* che ne stabilisce la crescente complessità; la geometria analitica è anche necessaria premessa al calcolo infinitesimale, sia per quanto riguarda la determinazione della tangente a una curva in un punto tramite l'angolo che essa forma con l'asse delle ascisse (*derivazione*), sia quella delle aree e volumi (*integrazione*) sottesi tra una curva, o superficie, e gli assi o i piani coordinati; etc.. Cartesio espone quindi la sua "cosmologia" nei *Principia Philosophiae* (1644), nei quali ripudia il concetto di *spazio vuoto* [Corrispondentemente a una filosofia *dualista*, che distingue tra "materia" e "spirito", individuati rispettivamente come *res extensa* e *res cogitans*.], come già Anassagora e Aristotele, proponendo una concezione *fluidodinamica* dell'universo (la cosiddetta "teoria dei vortici", che, si ricordi, era già un'intuizione di Keplero) in cui l'ipotesi "eliocentrica" trova perfetta collocazione e finalmente "spiegazione". [Come illustreremo meglio in seguito (3-2-11), si tratta, né potrebbe essere altrimenti, di una spiegazione *dinamica*, dal momento che dal punto di vista puramente *cinematico* i vari "sistemi" messi a confronto sono invece indistinguibili.] Il filosofo francese sostiene per esempio: "Che non può esserci nessun vuoto nel senso in cui i filosofi prendono questa parola" (principio N. 16, Parte II); "Che la Terra e i cieli non sono fatti che di una stessa materia..." (N. 22, P. II); "Che non si può dire propriamente che un corpo duro si muova, quando è così trasportato da un corpo fluido" (N. 62, P. II); "Che i cieli sono fluidi" (N. 24, P. III); "Ch'essi trasportano seco tutti i corpi che contengono" (N. 25, P. III); "Che la Terra si riposa nel suo cielo, ma non cessa d'essere trasportata da esso" (N. 26, P. III); "Che è lo stesso di tutti i pianeti" (N. 27, P. III); "Che non si può propriamente dire che la Terra o i pianeti si muovano, benché siano così trasportati" (N. 28, P. III); etc.. [Non sfuggiranno a chi già sa di queste cose le ovvie connessioni con la relatività einsteiniana e l'interpretazione corrente del celebre esperimento di Michelson-Morley (e di altri simili *test* "relativistici"), tutta fondata su una sfortunata permanenza, e fraintendimento, dell'*Eppur si muove* galileiano.] Uno "spazio reale", materiale, dotato di precise caratteristiche fisiche (tra le quali il "movimento", e quindi "energia"), per definire il quale si userà in seguito la parola *etere*, ben distinto dallo "spazio ideale" della geometria, appartenente alla categoria del "pensato". [Nell'ambito di una concezione fluidodinamica dello spazio reale, la gravitazione può essere concepita come una proprietà dell'etere (ovvero: "pressione dello spazio"), e non come un misterioso attributo di tutti i corpi materiali, come verrà poi proposto da Newton. In maniera analoga, inversa a quel che si potrebbe pensare, sarebbe un vortice ad originare una stella, suo centro caldo, e non una stella, per esempio il Sole, ad originare un vortice nello spazio circostante.] Vedremo attraverso quali complessi sviluppi, principalmente sotto l'influenza newtoniana, una siffatta impostazione verrà prima rifiutata dal pensiero scientifico del Settecento, poi ripresa dalle teorie elettromagnetiche dell'Ottocento, e infine di nuovo abbandonata (definitivamente?!) agli albori del Novecento, in seguito

all'affermazione della teoria della relatività di Einstein. Si sarà capito che lo scrivente ritiene al contrario del tutto valida ancora oggi l'osservazione di Marco Todeschini (vedi per esempio: <http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci/todes.html>): "La cosmogonia di Cartesio, prima di essere ripudiata, ebbe un momento di vero trionfo. E fu questo l'istante in cui l'uomo, per pura intuizione andò più vicino alla realtà dell'architettura dell'Universo!". [L'illustre matematico René Thom afferma che: "Descartes, con i suoi vortici e i suoi atomi uncinati, spiegava tutto e non calcolava nulla; Newton con la legge di gravitazione in $1/r^2$ calcolava tutto e non spiegava nulla [...] la vittoria del punto di vista newtoniano è pienamente giustificata sotto il profilo dell'efficacia, della possibilità di previsione, e quindi di azione, sui fenomeni [...] [ma] non sono affatto convinto che il nostro intelletto possa accontentarsi di un universo retto da uno schema matematico coerente, privo però di contenuto intuitivo" (in: *Parabole e Catastrofi, Intervista su matematica scienza e filosofia*, a cura di Giulio Giorello e Simona Morini, Il Saggiatore, 1980). Per contro Enrico Bellone, nel quaderno della rivista *Le Scienze* dedicato a Galileo (1998), sostiene che: <<Le pagine dei Discorsi apparivano imperfette a Cartesio perché non individuavano quelle "cause prime" che, secondo la tradizione, rappresentavano l'obiettivo più importante della ricerca sui fenomeni e che invece Galileo aveva scelto di non trattare. [...] Cartesio dichiara che "tutto quanto" Galileo "afferma sulla velocità dei corpi che scendono nel vuoto ecc., è costruito senza fondamento, perché egli avrebbe dovuto prima determinare che cosa è la gravità; e se conosceva la verità avrebbe saputo che nel vuoto è nulla">>. Il nostro personale commento è che, se poteva essere ammissibile risolvere un problema alla volta in una prima fase in cui la conoscenza scientifica doveva essere (ri)costruita a partire quasi da zero, un simile atteggiamento riduttivo è purtroppo rimasto eccessivamente a lungo, uno scomodo "legato" che le difficili e contrastate origini della scienza lasciano ai posteri - fino ad arrivare a quella vera e propria *epistemologia della rassegnazione*, di cui riparleremo a tempo debito, davanti alla constatazione dell'impossibilità di pervenire per certe strade a delle spiegazioni accettabili. Come dire che ciò di cui viene accusato Cartesio da Bellone costituisce viceversa la sua più autentica gloria, in quanto la critica "scientifica" galileiana non toglie alcuna validità all'osservazione metafisica di Aristotele: *vere scire est per causas scire* (ripresa da Bacone nel *Novum Organum*: "*Recte ponitur; Vere scire, esse per causas scire*").] Aggiungiamo che anche sotto l'aspetto meramente filosofico Cartesio è sovente interpretato con aperta ostilità. Un pensatore cattolico quale Cornelio Fabro (*Introduzione all'ateismo moderno*, Studium, II ed. riveduta 1969) descrive addirittura il pensiero del francese con le parole: *Incipit tragoedia hominis moderni*; il filosofo Rocco Ronchi (se ne può avere qualche notizia in: <http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci/att/condizionam.htm>) illustra un'altra

opinione negativa (peraltro assai diffusa) sull'influenza del cartesianesimo, la citiamo allora integralmente in nota. [<<La cosiddetta "modernità" inizia addirittura con una estromissione forzosa dell'animale dal regno dell'anima. Non esseri "animati", ma soltanto macchine semoventi e autoriproducentesi, sono gli animali per il razionalista Cartesio. "Macchina" diventava anche tutto quanto c'è di animale in quell'"animal rationale" che è l'uomo. Di veramente animato gli restava solo il pensiero agganciato tramite una minuscola e improbabile ghiandola (pineale) al resto della macchina-corpo. La rottura con il passato era totale, se si pensa che solo qualche decennio prima era viva nella migliore intelligenza europea l'idea, assai new age, che l'intero universo fosse, come recitava il vecchio Platone nel "Timeo", un immenso animale intelligente... Ma disanimare l'universo era indispensabile se si voleva procedere alla sua conquista. Estensione e movimento, le sole caratteristiche che Cartesio riconosce a tutto ciò che non è puro pensiero, non hanno diritti da rivendicare. Il vivente diventa così, ad ogni livello, l'oggetto di una conquista illimitata, una risorsa inesauribile sempre a disposizione (almeno al tempo di Cartesio...)>> (per l'ultima osservazione si veda anche la premessa alla presente quarta sezione, con riferimento a uno scritto di Heidegger).] Dopo aver informato che in <http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci/st/ARTMOSCH.htm> si può trovare un tentativo di "difesa" generale di Cartesio dalle accuse di essere alle origini del "materialismo quantitativo" caratteristico dell'evoluzione "morale" della civiltà occidentale, accenniamo qui soltanto al fatto che, dal punto di vista della storia della matematica, si è in grado di obiettare facilmente che le dette contestazioni vanno più propriamente ricondotte al "primato" della matematica che si afferma dopo Newton nel XVIII secolo, e al successo del darwinismo nella seconda metà del XIX, e quindi, come argomenteremo meglio nel seguito, a concezioni *anti-cartesiane* per eccellenza. [Sono queste all'origine di critiche del tipo dianzi illustrato, che rimproverano viceversa al filosofo francese di avere sviluppato una concezione del cosmo "fantastica" (vedi punto 3-3-2) nella misura in cui essa è solo *qualitativa*, oltre che *spirituale*. Un aspetto da chiarire bene in tale genere di discussioni riguarda il ruolo che "Dio" assume nel sistema cartesiano quale "garante" della validità dell'intero complesso. Dopo aver osservato che in generale bisognerebbe sempre precisare a *quale* "immagine" di Dio si riferisca ciascuna *Weltanschauung* - come quella di chi scrive, del tutto indipendente da particolari religioni "storiche" (massimamente dalle varianti sviluppatesi dall'ebraismo, comprendenti quindi cristianesimo e islamismo) - notiamo appena che, mentre il "cartesianesimo" ci appare proponibile anche "senza Dio", almeno nel senso in cui l'espressione verrebbe comunemente intesa, altrettanto non è possibile senza mantenere il dualismo materia-spirito, determinato-indeterminato. Si può ovviamente anche costruire una filosofia prendendo solo *metà* di Cartesio, come in

effetti alcuni hanno storicamente fatto, ma si tratterebbe in tale caso di un sistema del tutto diverso, in quanto la constatata duplice esperienza fenomenologica del "pensiero" e della "cosa" è ciò che davvero conta nell'*antropologia cartesiana*.]



(Figura 19)

(Nel disegno tratto dai *Principia Philosophiae* sono raffigurati il vortice solare S, e altri vortici celesti, di centri Y, f, F, A partire dal punto N, e successivamente contrassegnato con i numeri 2, 3, 4, ... , è rappresentato il percorso sinuoso di una cometa.)

3-2-7) Lungo il cammino che porta all'organizzazione della scienza e dell'insegnamento da parte della società (o dello "stato") [Che si realizzerà pienamente soltanto a partire dalla Francia post-rivoluzionaria, in conformità al baconiano: "*Scientific understanding is not an individual undertaking. The extension of man's power over nature is never the work of a single investigator who keeps his results secret, but is the fruit of an organized community financed by the state or by public bodies. Every reform of learning is always a reform also of cultural institutions and universities*" (*Of the Interpretation of Nature*, citato nel punto 3-1-8).], si assiste al fenomeno della formazione "spontanea" delle prime *accademie*, ovvero organizzazioni ufficiali che coordinano le attività di coloro che si dedicano al progresso della scienza [Non si può parlare ancora propriamente di "professionisti", se non in quei casi all'epoca

relativamente rari di docenti universitari "scienziati", in quanto: "le Università, imbavagliate dalla Chiesa e controllate dallo Stato, generalmente conservarono per lungo tempo i caratteri d'intolleranza che avevano al loro nascere; donde la spiegazione del fatto che parecchi dei maggiori matematici del secolo [...] e alcuni dei minori non ebbero relazione alcuna con le Università del tempo" (Loria).], e contribuiscono alla diffusione delle scoperte scientifiche pubblicando appositi "giornali", e quindi alla internazionalizzazione - o supernazionalizzazione - della scienza (pure in tale particolare contesto bisogna saper interpretare gli eventi *cum grano salis*). Le prime e più importanti fanno la loro comparsa proprio in Italia, e sono: l'*Accademia dei Lincei* (fondata in Roma nel 1601 dal principe Federico Cesi, duca d'Acquasparta, amico personale di Galileo, fu subito sospetta alla Chiesa e alla stessa famiglia del principe, ciò che ne decretò la rapida fine alla morte del fondatore, 1630); l'*Accademia degli Oziosi* (fondata a Napoli nel 1611, un anno prima dell'apertura di una sezione in quella città dell'Accademia dei Lincei, ne "fu anima il noto fisico Giovanni Battista della Porta" [1538-1615. Cadde anch'egli, come Galileo che conobbe personalmente, nel mirino dell'inquisizione. "Studio di filosofia e magia naturale, chimica e alchimia", un *Magiae naturalis sive de miraculis rerum naturalium* (1558) gli procurò fama internazionale.]); l'*Accademia del Cimento* (1657, fondata a Firenze dal "principe illuminato" Leopoldo dei Medici, ebbe anch'essa la vita breve di appena un decennio). [Ricordiamo però che in Spagna un'*Academia naturae curiosorum* risulta attiva già nel 1557, e che un'analogo *Academia secretorum naturae* si trova operante in Napoli intorno al 1570, sempre per opera del Della Porta precedentemente nominato.]. In Francia intorno agli anni '30 del Seicento abbiamo il *Cabinet Dupuy* [Dal nome di due fratelli librai parigini, Jacques e Pierre Dupuy, il secondo soprannominato addirittura "il papa di Parigi", assistiti nella loro attività di promozione culturale da Ismaël Boulliau, 1605-1694, all'epoca riconosciuto come il più autorevole matematico e astronomo di Francia; del *Cabinet Dupuy* fece parte Elia Diodati, l'amico di Galileo che ebbe un ruolo primario nella pubblicazione dei *Discorsi....*], e successivamente l'*Académie des Sciences* (1666). In Inghilterra (a partire almeno dal 1645) si trova traccia delle riunioni di un *Invisible College*, che divenne successivamente la *Royal Society of London* (1660, riconosciuta ufficialmente da re Carlo II nel 1662 quale "corporazione privata" avente però un "carattere permanente e statale"). [In tale storia rivestono un ruolo da protagonisti il già citato (punto 3-1-8) John Locke, Robert Boyle (1627-1691; famoso per studi di fisica e chimica che lo condussero alla legge descrivente un gas ideale chiamata ancora oggi *legge di Boyle-Mariotte*, fu tra i più accesi simpatizzanti di Galileo e avversari della Chiesa romana, contribuendo fortemente a diffondere la convinzione della superiorità del "new approach to studying the world through mathematics and mechanics"), e lo stesso Newton (che della *Royal Society* fu per

diversi anni presidente), tutti dichiaratamente "baconiani".] In Germania si incontrano la *Fruchtbringende Gesellschaft* di Weimar (1617) e l'accademia di Halle (1652). Come abbiamo detto, è nell'ambito dell'attività di siffatte istituzioni che inizia la pubblicazione delle prime riviste scientifiche generali (non esiste ancora quella tendenza alla "specializzazione" che porterà poi a giornali di carattere esclusivamente matematico, o fisico, etc.), tra le quali ricordiamo: le *Philosophical Transactions* della Royal Society (a partire dal 1664); gli *Acta Eruditorum* (editi in Germania dal 1682); il *Journal des Savants* dei circoli scientifici parigini (dal 1665), assieme al quale ricordiamo le *Nouvelles de la république des lettres*, "destinate a diventare il più influente periodico letterario e filosofico dell'epoca" (furono fondate nel 1684 dal filosofo Pierre Bayle, 1647-1706; docente a Rotterdam, sue opere vennero bruciate nella pubblica piazza a Parigi; in un *Commentaire philosophique*, 1686, rivendicò i "diritti della coscienza errante", sollevando "dure reazioni da parte di quasi tutti i teologi protestanti", e non solo, i quali considerarono il *Commentaire...* come "un manifesto della miscredenza religiosa"). Non vanno comunque dimenticate le *Gesta lyncaeorum*, che forniscono il primo esempio di "resoconti regolari di lavori accademici", e ospitarono due importanti lavori di Galileo.

3-2-8) Abbiamo già detto che i metodi della nuova geometria analitica danno bella prova di sé, mostrando di poter risolvere agevolmente parecchi problemi rimasti insoluti dall'antichità, e che sorge spontaneo il problema di studiare con nuove procedure aree e tangenti, massimi e minimi (diremmo oggi di "funzioni", al posto delle quali venivano considerate quelle che potremmo dire grandezze geometriche variabili). Tra coloro che precedono immediatamente la fondazione del calcolo infinitesimale, e il cui contributo fu significativo in tale grande costruzione [*"If I have seen farther than others, it is because I was standing on the shoulders of giants"*, scrive Isaac Newton in una lettera a Robert Hooke nel 1676, riprendendo un'immagine di Bernardo di Chartres (XII secolo, iniziatore di una famosa scuola di pensiero avente atteggiamento "umanistico", compose un poema cosmologico ispirato al *Timeo* di Platone, *De mundi universitate*, in cui usa il concetto di *anima mundi*: "Noi siamo come nani seduti sulle spalle dei giganti", alludendo ai grandi classici dalle cui opere doveva ripartire un movimento di rinascita culturale.], la prima vera "novità" della matematica moderna, ricordiamo, in ordine cronologico (fonte generale: Loria): **John Wallis** (1617-1703; *Savilian professor* a Oxford - ovvero titolare di una delle due famose cattedre istituite nel 1619 da Henry Savile, un promotore degli studi matematici e astronomici - è noto soprattutto per la grande influenza che esercitò la sua *Arithmetica infinitorum*, 1655, nella quale riprende spunti della teoria degli "indivisibili" del Cavalieri notagli tramite il Torricelli; trattò anche, in modo "enciclopedico", di questioni di algebra, nelle opere *Mathesis universalis sive arithmeticum opus integrum* e *Treatise of algebra both historical and practical*;

lo si rammenta pure per essere assunto "alla fama di acuto decifratore di criptogrammi", un talento che esercitò al servizio del governo; a lui si deve inoltre il primo calcolo dei numeri delle combinazioni e delle permutazioni); **Nicolaus Mercator** (1620-1687; il suo vero cognome era Kaufmann, ed è noto anche come Nicolas di Holstein, dalla terra d'origine tedesca che lasciò prima per Londra e poi per Parigi; "è suo merito di avere proposto un nuovo metodo per calcolare i logaritmi, basato sulla teoria delle serie", un argomento che veniva esaminato in funzione della sua connessione con la quadratura dell'iperbole); **Pietro Mengoli** (1625-1686; discepolo del Cavalieri, docente a Bologna, nella sua opera principale *Novae quadraturae arithmeticae* si "leggono importanti osservazioni sopra le serie", tra le quali la divergenza della serie armonica, pur avente termine generale infinitesimo); **Christian Huygens** (1629-1695; le sue opere, tra le quali un *De ratiociniis in ludo aleae*, in cui si riprendono le questioni trattate nella corrispondenza Pascal-Fermat di cui al punto 3-2-5, e un *Theoremata de quadratura*, che lo fece già apprezzare, appena ventiduenne, nel mondo scientifico, "stanno a dimostrare che egli volse la sua mente a tutti i rami della matematica del tempo", ma è soprattutto per gli studi naturali, e "la costruzione di apparecchi fisico matematici" che va ricordato; "ammiratore ad occhi aperti di Cartesio", concepì all'interno della concezione fluidodinamica dello spazio la *teoria ondulatoria* della luce: "Non c'è dubbio che la luce arrivi da un corpo luminoso a noi come moto impresso alla materia interposta", *Tractatus de Lumine*, 1690); **Isaac Barrow** (1630-1677, ideatore di un metodo "per costruire le tangenti che gli fa accordare un posto nella preistoria del calcolo infinitesimale [...] alla cui scoperta non rimasero estranee le considerazioni cinematiche di Torricelli e Roberval", fu maestro di Newton al *Trinity College* di Cambridge; grande ammiratore delle qualità del discepolo gli lasciò addirittura la prestigiosa cattedra di matematica che occupava - detta *Lucasian*, in quanto fondata, 1664, con i fondi di un lascito di tal Henry Lucas, un mecenate-benefattore dell'epoca - per dedicarsi tutto agli studi di teologia); **James Gregory** (1638-1675; "usò le serie con singolare perizia, e per primo ne considerò e denominò la *convergenza*; egli scoperse gli sviluppi in serie del seno e del coseno e delle loro funzioni inverse", permettendo così l'inizio di studi precisi sul π - ma la prima rigorosa dimostrazione dell'*irrazionalità* di questo famoso "numero" dovrà ancora attendere parecchio, vedi quanto si dirà nella sezione dedicata al '700 a proposito di Johann Heinrich Lambert) [Gregory, come altri, fu "protetto" da John Collins (1625-1683), "direttore della biblioteca della Royal Society, il quale fu per i matematici inglesi quello che Mersenne era stato per i francesi una generazione prima, ossia una sorta di corrispondente permanente" - Boyer.]. Aggiungiamo a conclusione di questo punto la notizia delle prime critiche ai recenti sviluppi della matematica: Thomas Hobbes (vedi 3-1-8) esprime riserve sull'applicazione dell'algebra alla geometria (disciplina che diventava così "una scabbia di simboli" - Boyer). [Figurarsi cosa avrebbe detto Hobbes di fronte al moderno "logicismo", a dimostrazioni quali

quella del teorema di incompletezza di Goedel, o al libro di aritmetica di Peano - vedi oltre. Il fatto è che quando si apre un vaso di Pandora non si sa mai bene cosa ne uscirà, quale sarà il destino di certe idee una volta che siano lasciate andare in giro per il mondo. Non è raro il caso di persone coinvolte in tali dissuggellamenti le quali si mostrano sorprese di ciò che è "venturo nell'origine": un caso paradigmatico è quello di Einstein, critico ma responsabile dell'"irrazionalismo" in cui precipitò la fisica quantistica dopo la sua demolizione del concetto di etere).]

3-2-9) La fondazione del calcolo infinitesimale: **Isaac Newton** (1642-1727). Durante la peste che investe Londra negli anni 1665-1666, compie (come lui stesso ricorderà in seguito) le quattro grandi scoperte della formula del binomio [Un'espressione che porta ancora il suo nome, ed è importante soprattutto perché convince Newton dell'importanza delle serie infinite nella risoluzione di numerosi problemi che venivano discussi al tempo. Essa si presta infatti ad essere generalizzata dal caso di un esponente intero a quello di un esponente frazionario, fornendo così la *serie binomiale*, e permettendo di trovare la derivata, e l'integrale, di funzioni del tipo x^q , con q numero razionale - le relative formule erano peraltro già note, nel caso elementare, a Fermat.], del calcolo infinitesimale [Termine che comprende sia le regole di differenziazione, sia l'individuazione del legame che esiste tra quadrature e primitive di una "funzione", anch'esso noto in casi particolari "a Barrow e a Gregory, e forse anche a Torricelli e Fermat" - Boyer], della legge di gravitazione universale, della natura dei colori. E' solamente parecchi anni dopo però che vengono pubblicati i *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687) ["Il più ammirato trattato scientifico di tutti i tempi [...] che presenta i fondamenti della fisica e dell'astronomia nel linguaggio della geometria pura" - Boyer.], i quali sin dal titolo rimandano ai *Principia...* cartesiani per criticarli implicitamente sotto **due** aspetti: la specificazione *naturalis* apposta alla *philosophia* (che separa da allora la "scienza", intesa in senso stretto, dal "sapere" in generale), e la qualificazione *mathematica* dei nuovi *principia*, a sottolineare la diversità (e in modo allusivo la pretesa superiorità) di questi già solo a partire da tale loro caratteristica. In un contesto quale il nostro, va segnalato che il testo newtoniano in realtà non contiene gli automatismi analitici che il nuovo "calcolo" avrebbe consentito (anche se il loro uso deve essere stato necessaria premessa in una materia così difficile) [Lo stesso Newton avrà successivamente a dire: "Ai matematici del secolo presente, versati quasi totalmente per l'algebra, lo stile sintetico [dei *Principia...*] è meno gradito [...] E certamente io avrei potuto scrivere analiticamente ciò che avevo scoperto analiticamente con meno sforzo di quanto sia stato necessario per comporre [le mie scoperte]. Scrivevo per Filosofi ferrati negli elementi della geometria, ed ho quindi gettato le basi della filosofia naturale in termini geometrici".]; forse perché l'autore sentiva difficilmente

proponibile-accettabile un lavoro che contenesse al tempo stesso fisica nuova e matematica nuova; forse perché convinto (un po' alla maniera del citato Hobbes, ulteriore manifestazione allora di anti-cartesianesimo) che le dimostrazioni più convincenti rimanessero sempre quelle che si basavano sui "vecchi" metodi geometrici; o chissà per quale altro motivo. Fatto sta che Newton ne rinvia l'esposizione in un'appendice all'*Opticks*, 1704, dal titolo *De quadratura curvarum*, e vedremo che tali riluttanze alla divulgazione del nuovo metodo hanno avuto delle conseguenze non secondarie nel successivo progresso della matematica. L'*analisi* [Termine che proviene dal greco αναλυω, sciogliere, ridurre in frammenti - vedi il II principio del "metodo" di Cartesio nel punto 3-2-14.] si occupa sostanzialmente di algoritmi infiniti allo scopo di "determinare esattamente e geometricamente le aree e le lunghezze ecc. delle curve", come spiega Newton nel *De analysi per aequationes numero terminorum infinitas* (già ideato e composto nel 1669, ma pubblicato soltanto nel 1711): "E qualsiasi cosa l'analisi comune [ossia l'algebra] esegua per mezzo di equazioni con un numero finito di termini [purché lo si possa fare] questo metodo può sempre eseguire la stessa cosa per mezzo di equazioni indefinite. Così non ho esitato a dare ad esso lo stesso nome di analisi. Infatti i ragionamenti usati in questa analisi non sono meno certi di quelli usati nell'altra, e le sue equazioni non sono meno esatte". Per quanto riguarda la fisica newtoniana, essa è decisamente anti-cartesiana, poggiandosi viceversa sulla concezione di uno spazio reale del tutto *vuoto* di materia, nel quale la distinzione con lo spazio ideale della geometria diventa allora meno apprezzabile. [Da tale concezione deriva anche una *teoria corpuscolare* della luce, ovviamente contrapposta a quella ondulatoria di Huygens, il quale ebbe a commentare lo spazio vuoto newtoniano con le parole: "Non riesco a capire come il Signor Newton abbia potuto dedicare tanta buona matematica a un'ipotesi fisica così assurda". Si potrebbe aggiungere che Newton contesta la teoria dei vortici su precise basi fisico-matematiche, nella convinzione che eventuali moti dei corpi aventi una siffatta origine fluidodinamica non soddisferebbero le leggi di Keplero, vuoi in ordine alla forma delle orbite, che risulterebbero circolari anziché ellittiche, vuoi in ordine alle loro velocità, e di conseguenza alla relazione tra periodi e distanze espressa dalla III legge di Keplero. Un'altra obiezione è che forze intese esclusivamente come "spinte" di un fluido (*vis a tergo*) dovrebbero dipendere in qualche misura dalla *forma* dei corpi, e non dalla solo loro *massa*. E' ovvio che un tentativo di recupero della "fisica cartesiana" non può prescindere da tali osservazioni (davvero definitive, insuperabili?!), e se possibile confutarle.] Le titubanze personali dello scienziato, che continua talvolta a parlare di "etere", e sente lui stesso poco convincente una teoria che attribuisce ai corpi materiali una proprietà, l'attrazione gravitazionale (la quale riprende e precisa l'idea della *virtus* kepleriana), per cui non riesce a trovare alcuna spiegazione "fisica" [A tale ammissione di insuccesso si riferisce la

famosa frase contenuta nei *Principia...: Hypotheses non fingo*, di cui diamo l'intero contesto nella versione in inglese: "*But hitherto I have not yet been able to discover the cause of those properties of gravity from phenomena, and I frame no hypotheses; for whatever is not deduced from the phenomena is to be called an hypothesis; and hypotheses, whether metaphysical or physical, whether of occult qualities or mechanical, have no place in experimental philosophy. In this philosophy particular propositions are inferred from the phenomena, and afterwards rendered general by induction.*" C'è poi naturalmente da chiedersi quanto tale dichiarazione sia compatibile con quanto verrà osservato in 3-2-11 e 3-2-13.], non saranno motivo d'impaccio per i suoi entusiastici seguaci. [A tale proposito deve essere chiaramente enunciato il "principio" che un personaggio storico va studiato principalmente per come la sua "immagine" è stata compresa e ha avuto influenza sulle generazioni successive, ovvero che egli conta più per l'interpretazione ricevuta, che non per come era realmente. Meno interessante, oltre che quasi impossibile (sia perché le opinioni possono mutare da periodo a periodo della vita, sia perché possono essere ambigue, oppure in modo volontario non apertamente dichiarate), è cercare infatti di dare risposte alla domanda: come era, come pensava, *veramente?*]. "Non ci sarà assolutamente luogo per i movimenti delle comete, se quella materia immaginaria non viene completamente rimossa dai cieli", scrive uno di questi, Roger Cotes, nell'Introduzione alla seconda edizione dei *Principia...* (1713 - vedi più avanti la Figura 20). *A conti fatti*, nel senso letterale del termine, Newton si dimostra capace di dominare la matematica necessaria a convincere tutti della validità indiscutibile del sistema copernicano-kepleriano, in quanto a partire unicamente dal cosiddetto secondo principio della dinamica [Sempre di origine newtoniana, afferma che le accelerazioni dei corpi sono proporzionali alle "forze" ad essi applicate, tramite un coefficiente intrinseco al corpo, la sua massa (interpretata come "quantità di materia").], e dalla legge di gravitazione universale [Che era stata già intuita nel suo andamento inversamente proporzionale al quadrato della distanza da Robert Hooke (1638-1703) e Edmund Halley (1656-1742), i quali non possedevano però gli strumenti di calcolo indispensabili per una soluzione completa del problema cosmologico. Del resto, a partire dalla III legge di Keplero, $T^2/R^3 = K = \text{costante}$, ovvero $T = KR^{3/2}$ (le K rappresenteranno qui *diverse* costanti), e supposto inizialmente un moto circolare uniforme, di raggio R e velocità angolare ω , è chiaro che l'espressione della forza coerente con tale moto, della forza proporzionale cioè all'accelerazione, si ottiene attraverso le seguenti identità: velocità scalare = ωR , periodo $T = 2\pi/\omega$, ovvero $\omega = 2\pi/T$, accelerazione scalare = $\omega^2 R = KR/T^2 = KR/R^3 = K/R^2$, *cvd.*], riesce a determinare, attraverso due successive integrazioni, esattamente le orbite e i moti previsti dalle leggi di Keplero. Queste ultime avevano un'origine

osservativa che si accordava perfettamente con la "teoria matematica", capace quindi non solo di spiegare il noto, ma pure di *prevedere* l'ancora ignoto: si andava a realizzare così quello che sarà il sogno del "fisico" moderno. [Ricordiamo che il termine "teoria" risale al greco θεωρεω, guardare, esaminare, contemplare, da cui proviene θεωρημα, che corrisponde pure a principio, regola, precetto.]

3-2-10) **Gottfried Wilhelm Leibniz** (1646-1716). Dare solo un cenno sull'ultimo grande erudito dotato di conoscenze universali, l'autore degli *Essais de Theodicée sur la bonté de Dieu, la liberté de l'homme et l'origine du mal* (1710) e della *Monadologia* (1720) [Ricordiamo che si tratta di un'opera scritta originalmente in francese, che compendia in brevi proposizioni l'intera filosofia di Leibniz, composta per il principe Eugenio di Savoia, il quale ne aveva fatto esplicita richiesta al filosofo, nel 1714. Essa fu pubblicata soltanto nel 1721, negli *Acta Eruditorum*, e in latino, con il titolo *Principia Philosophiae seu theses in gratiam Principis Eugenii conscriptae* (il termine *Monadologie* preposto alla versione primitiva - che sarà disponibile a stampa soltanto nel 1840 - ritornerà nelle successive edizioni del testo), e così abbiamo finora ben tre *Principia...* di filosofia nella nostra storia!], del *Discours de Métaphysique* (1686) e del *Codex juris gentium diplomaticus* (1693), oltre a tanti altri scritti svolgenti indagini in disparate materie, quali la fisica e la matematica, appare impresa pressoché impossibile. Dovrà bastare allora dire (fonte generale: Massimo Mugnai, quaderno della rivista *Le Scienze* dedicato a Leibniz, 2003) che dopo aver acquisito un titolo di dottore in legge, e "aver rifiutato la possibilità di accedere alla carriera accademica [...] chiamando in causa il desiderio di acquisire una posizione indipendente, tale da consentirgli di sviluppare le proprie idee senza subire condizionamenti", fu introdotto agli studi scientifici da Huygens, conosciuto a Parigi nel 1672. Già nel 1673, a imitazione di Pascal, si applicò alla costruzione di una macchina calcolatrice che fosse in grado di effettuare le quattro operazioni dell'aritmetica, riuscendo a produrre un modello funzionante. Nel 1676 si trova a Londra, e tramite John Collins (vedi 3-2-8) viene a sapere delle ricerche e dei risultati ancora non pubblicati di Newton, con il quale ha una corrispondenza. Nel 1682 è tra i fondatori degli *Acta Eruditorum* (vedi 3-2-7; alcuni anni più tardi, 1697, Leibniz iniziò ad adoperarsi affinché venisse istituita un'Accademia delle Scienze a Berlino, che vide in effetti la luce ma soltanto nel 1711), e su tale rivista nel 1684 appare il suo celebre saggio *Nova methodus pro maximis et minimis, itemque tangentibus, quae nec fracta, nec irrationales quantitates moratur et singulare pro illis calculi genus*, nel quale viene resa pubblica per la prima volta la scoperta del calcolo infinitesimale, ovvero del fatto che differenziazione e integrazione sono operazioni l'una inversa dell'altra. Vedremo nella sezione dedicata al '700 come tale indiscutibile priorità di pubblicazione sia stata all'origine di un'aspra controversia con Newton e i newtoniani, peraltro giustificata sulla base delle

notizie dianzi fornite, relativa a chi dovesse essere attribuito il merito scientifico di una così grande conquista. ["Ironia della sorte: proprio lui [Leibniz] che pensava che l'universalità della ragione avrebbe finito con l'eliminare le polemiche dal mondo dei dotti (*calculemus!*) si è visto coinvolto in dispute acerrime" (da: Niccolò Guicciardini, quaderno della rivista *Le Scienze* dedicato a Newton, 1998). Si può aggiungere a tale riguardo che Leibniz nacque al termine della guerra dei trent'anni, il cui ricordo rimase "a lungo impresso nella mente dei sopravvissuti, anche se non sarà sufficiente a evitare nuovi sanguinosi conflitti. Non è da escludere che proprio l'eco di questa tragedia abbia contribuito a far nascere nel giovane Leibniz il desiderio che lo accompagnerà per tutta la vita, di realizzare l'unione delle chiese cristiane e di garantire un lungo periodo di pace in Europa".] Concludiamo invece la presente voce informando che rilevanti appaiono non solo i contributi di Leibniz alla teoria dei numeri complessi, alla teoria dei determinanti, alla logica matematica [All'interno delle ricerche logiche di Leibniz c'è l'aspirazione alla costruzione di un "linguaggio universale", che sia capace non solo di favorire la comprensione interpersonale, ma anche "di far progredire le conoscenze umane". Tale concezione è riconducibile all'opera del Raimondo Lullo che abbiamo nominato nella sezione dedicata alla storia della matematica medievale, "il quale nell'*Ars magna* aveva pensato che, se si fossero raggiunti i concetti primitivi, con un procedimento puramente meccanico si sarebbero potuti riprodurre non solo tutti i concetti noti, ma anche quelli che finora nessuno aveva pensato e che avrebbero potuto corrispondere a vere scoperte. Nei secoli XVI e XVII, la tradizione del 'lullismo' conosce uno straordinario sviluppo, assumendo varie forme e connotazioni, alcune anche di tipo 'magico'".], ma pure quelli alla fisica, altra materia nella quale Leibniz e Newton appaiono rivali. Infatti Leibniz, seppur critico di Cartesio in diversi punti specifici [Nel 1686 apparve sempre sugli *Acta Eruditorum* un saggio di Leibniz dal titolo eloquente: *Brevis demonstratio erroris memorabili Cartesii et aliorum circa legem naturalem.*], resta comunque, sulla scia di Huygens, un "cartesiano", condividendo l'opinione "secondo la quale la gravitazione è o un'assurdità o un ritorno alle cause occulte degli aristotelici". [Curioso ribadire che anche Newton era della medesima opinione! In una lettera a Richard Bentley (1662-1742; noto teologo e polemista, fu "*Keeper of the Royal Library*" e "*Master of Trinity College*") del 1693 (vedi *Episteme*, N. 5) ebbe a scrivere: " Che la Gravità debba essere innata, inerente ed essenziale alla Materia, così che un Corpo possa agire sopra un altro a Distanza attraverso il Vuoto, senza la Mediazione di niente altro per, e attraverso il quale, la loro Azione e Forza possa essere convogliata da uno all'altro, è per me una tale Assurdità, che io credo che nessun Uomo che abbia una competente Facoltà di pensare in Materie Filosofiche, possa mai cadere in essa. La Gravità deve essere causata da una Agente che

agisce costantemente in accordo a certe Leggi, ma che questo Agente sia materiale o immateriale, l'ho lasciato alla Considerazione del mio Lettore".] Di conseguenza Leibniz colloca le sue idee cosmologiche nell'ambito della teoria dei vortici, cercando di offrirne una versione più avanzata e matematizzata. Il frutto delle relative ricerche è un *Tentamen de motuum coelestium causis* (1689, revisionato nel 1706; vedi Alessandro Moretti, "L'universo intellegibile, ovvero, la gravità descritta da Leibniz", nella citata *Episteme*, N. 3), del quale si può dire che sia stato "deplorable che la teoria leibniziana del vortice non [sia diventata] influente, perché era matematicamente ineccepibile ed emergeva tra tutti i tentativi di spiegare i moti planetari in base all'azione di vortici fluidi [...] Forse, l'elemento più importante a suo favore, come amava dire lo stesso Leibniz, era che il vortice spiegava perché tutti i pianeti ed i satelliti ruotino nella medesima direzione nella loro orbita, cosa che la meccanica newtoniana non può spiegare, senza l'aiuto di ulteriori ipotesi riguardo all'origine del sistema solare" (Alfred Rupert Hall, *Filosofi in guerra - La polemica tra Newton e Leibniz*, Il Mulino, 1982).

3-2-11)* Prima di andare avanti, e di abbandonare quindi per sempre il periodo protomoderno [Con tutte le "potenzialità" del pensiero che esso conteneva, una *molteplicità* che si risolve purtroppo in favore di un'unica tendenza.], è d'uopo una parentesi di approfondimento, per non correre il rischio di contribuire all'ulteriore diffusione di quel tipo di storia "addomesticata" con cui si acquetano con poca fatica dell'intelletto le curiosità dello spirito: cioè di quella storia che ha più l'aspetto di "propaganda" (a enfatizzare, con il senno del poi, come ciò che è avvenuto, seppure attraverso strade tortuose, sia sempre stato il *migliore*, e che il presente sia - quasi per definizione, da un punto di vista così palesemente influenzato da paradigmi evolucionistici - il frutto dell'affermazione delle parti migliori), che non di *magistra vitae*. [Nel *De oratore*, Cicerone scrive della storia che essa è: "*testis temporum, lux veritatis, vita memoriae, magistra vitae, nuntia vetustatis*". In generale, quando si privilegiano il potere, il fatto compiuto, le ragioni del più forte del momento, fino al punto di identificare il successo con il favore divino, la sconfitta con un segno della sua disapprovazione, la storiografia si tramuta in apologetica, mentre un'autentica educazione storica, ovvero la devozione verso una storia *magistra*, può contribuire a saper eventualmente distinguere tra chi ha vinto e chi aveva ragione (e può averla ancora), e a consentire che ogni generazione possa "ricreare" il *corpus* delle nozioni ereditate dalla precedente allo scopo di superarle - nello spirito dell'osservazione di Enriques apposta in epigrafe all'Introduzione del presente libro.] Limitandoci al "caso Galileo", l'interrogativo fondamentale è: aveva veramente ragione il pisano con la sua appassionata difesa del sistema copernicano contro quello tolemaico? Una tipica risposta "progressista" a questa domanda è che: "*As time marched on, the accuracy of Ptolemy's theory didn't always satisfy the*

increasing demands of astrology and astronomy", ma a parte il fatto che in queste parole non si fa cenno né alla *navigazione* (che riteniamo viceversa essere una delle cause fondamentali che misero in moto l'intera questione), né alla *precessione* (che seppur ben nota agli "antichi" fu una delle principali motivazioni che guidarono Copernico), ci sarebbe da replicare: ma quali "richieste" esattamente? C'era davvero bisogno di tanta precisione da parte degli astrologi (i quali continuano ancora ai nostri tempi, a quel che pare, a non aggiornare affatto i loro "dati" astronomici)? E, per quanto riguarda gli astronomi, quali "enigmi" non avrebbero potuto essere eventualmente risolti con opportune correzioni del sistema di Tolomeo? [Clifford A. Truesdell sostiene a tale riguardo che: "Solo i limiti del calcolo numerico al tempo di Keplero resero inattuabile l'aggiunta di ulteriori epicicli che avrebbero potuto modificare il sistema di Tolomeo per renderlo perfettamente coerente con le osservazioni per altri 1000 anni. Se a quel tempo fossero state disponibili macchine moderne, Keplero stesso avrebbe potuto comunque formulare le sue leggi, ma gli astronomi non le avrebbero accettate. [...] Se le macchine fossero state disponibili all'epoca di Newton, dubito che le avrebbe utilizzate, ma dubito pure che sarebbe stato spinto a dedicare anni di studio intenso alla matematica del sistema planetario, e seppure lo avesse fatto, dubito che la sua teoria sarebbe stata accettata. [...] I calcolatori stimolano le applicazioni della scienza conosciuta; inibendo la creazione di una nuova scienza, essi limitano il campo di applicazione futuro della scienza" ("Il calcolatore: rovina della scienza e minaccia per il genere umano", in *La Nuova Ragione: scienza e cultura nella società contemporanea*, a cura di P. Rossi, Il Mulino, 1981).] Una risposta più radicalmente "scientista" è che il sistema tolemaico esce irrimediabilmente distrutto dai semplici "dati di fatto" acquisiti grazie alla nuova disposizione intellettuale all'esperienza, e qui bisogna intendersi. Se si trattava per esempio di provare che nei cieli non esisteva alcuna impalcatura materiale, tipo le sfere di cristallo, che reggeva i vari corpi celesti, allora è chiaro che bastava osservare Venere al di là del Sole (vedi dopo), oppure i satelliti di Giove, per essere certi che tali oggetti avrebbero dovuto infrangere codeste sfere nel passaggio da una parte all'altra, per non dire del fatto che non si sarebbe certo riusciti a concepire delle sfere, intersecantisi con le altre, in cui i citati corpi avrebbero dovuto essere a loro volta infissi. Ma era questo davvero il punto in discussione? Il fatto è che non si parla per niente di sfere di cristallo nell'*Almagesto* (vedi però quanto si dirà in seguito a proposito delle *Ipotesi dei pianeti*) e anche se tali residui di aristotelismo erano probabilmente la cornice più comune nella quale veniva interpretato (in modo alquanto acritico e "infedele") il sistema di Tolomeo [Può contribuire utilmente al presente dibattito sapere che già nell'opera di Marziano Capella citata in 2-4-4 si trova riportato che: "*Venus vero ac Mercurius non ambiunt terram*", con buona pace delle sfere di cristallo di aristotelica memoria. Si può aggiungere che il libro in oggetto fu

stampato a Vicenza nel 1499, e che esso ha presumibilmente ispirato Copernico (il quale lo cita esplicitamente nel *De revolutionibus...*) assai più di altre fonti usualmente chiamate in causa a tale riguardo.], non sembra che nella discussione e nel confronto dei diversi "sistemi del mondo" tale questione giocasse un ruolo principale. [Anche se, invero, una volta che si fossero eliminati dai cieli l'"impalcatura" aristotelica e il "motore" divino (il movimento veniva concepiva propagato quasi per "attrito" dall'alto verso il basso), ci si sarebbe trovati di fronte a una difficoltà "teologica" avente pure valenza "fisica", ovvero di fronte al problema relativo all'origine e alla conservazione dei moti. Una questione che appunto la "nuova" astronomia avrebbe dovuto presto risolvere, individuando nel *principio di inerzia* il motivo per cui alcuni movimenti si mantengono così come sono per una pura "legge" fisica, senza bisogno di altre "spiegazioni".] In altre parole, il sistema tolemaico poteva essere esaminato senza "accessori" (elementi che cercavano di spiegare qualcosa di più oltre al movimento), così come senza siffatti accessori venivano del resto proposti lo stesso sistema copernicano o quello di Tycho. A sfavore dell'ipotesi che abbiamo suggerito di chiamare in modo preciso *geodinamica* [E qui sarebbe d'uopo in realtà distinguere tra i diversi movimenti della Terra! Quello che destava maggiori difficoltà era il moto di rivoluzione annuale, laddove la rotazione diurna e la precessione secolare sembra ne offerissero meno (relativamente riferiti come sono peraltro al "cielo delle stelle fisse", e non al Sole - notiamo ciò anche se ovviamente pure la rivoluzione ha un corrispettivo "stellare", o come si dice *sidereo*), al punto che il primo per esempio era stato ipotizzato già assai prima di Copernico, vedi il punto 2-12.] si ergevano degli argomenti fisici non trascurabili: l'assenza di una *parallasse stellare annua* [Se la Terra si muovesse intorno al Sole, allora una stella, osservata da due punti opposti dell'orbita terrestre - e cioè a distanza di sei mesi - dovrebbe essere vista secondo due direzioni diverse, formanti cioè un angolo dipendente appunto dal "diametro" della traiettoria del nostro pianeta, oltre che dalla distanza e dalla posizione dell'astro (d'onde il termine già usato di parallasse, che si riferisce in generale all'angolo sotto cui da un punto P si vede un dato segmento posto a una certa distanza da P). Il rilevamento di alcune parallasse stellari delle stelle più vicine fu effettuato per la prima volta da Friedrich Wilhelm Bessel (vedi oltre) nel 1838. Si tratta in effetti di un valore assai piccolo: se si chiama in corrispondenza *parsec* la distanza di una stella che dia luogo a una parallasse di un secondo d'arco, la stella più vicina, che è Proxima Centauri, si trova a una distanza di 1.31 parsec, ovvero 4.3 anni luce. Si apprezzeranno meglio tali precisazioni numeriche, tenendo conto del fatto che il limite strutturale dell'"occhio nudo" è di almeno un primo (e ricordando che un *primo* è un sessantesimo di grado, mentre un *secondo* è, a sua volta, un sessantesimo di un primo).], e la constatazione che il presunto moto della Terra appariva

privo di effetti fisici, ovvero era inavvertito agli stessi suoi abitanti. Due obiezioni niente affatto stupide, o "ideologiche", che (tra altre) impedivano a uno scienziato come Tycho Brahe di accettare l'ipotesi della mobilità della Terra. Alla prima già Copernico ribatte nel capitolo intitolato: "Dell'immensità del cielo in rapporto alla grandezza della Terra" [Ribadita nei NN. 20 e 23 (Parte III) dei *Principia...* di Cartesio: "Che bisogna supporre le stelle fisse estremamente lontane da Saturno", "Che tutte le stelle non sono in una superficie sferica, e che sono lontanissime l'una dall'altra".], si noti, all'epoca una semplice "supposizione", ci pare di poter sottolineare. Per ovviare alla seconda, si è costretti a "inventare" letteralmente un *principio di relatività*, affermando in sostanza che "un moto uniforme non ha effetti fisici". [Alle nuove leggi fisiche, così determinate dalla necessità di difendere il sistema copernicano, dedicheremo maggiore attenzione in un successivo apposito paragrafo, ma non senza avere qui subito accennato alla circostanza che la "rivoluzione astronomica" lascia così un ulteriore pesante *legato* alla scienza moderna (vedi il punto 3-2-6), i cui esiti vedremo in atto nella prima teoria fisica che proporrà la necessità dell'abbandono della *razionalità ordinaria*, e cioè la teoria della relatività ristretta di Einstein.] Alle dette obiezioni Galileo contrappone l'osservazione di fasi complete di Venere [Informazioni su tale argomento si possono trovare in <http://itis.volta.alessandria.it/episteme/ep4/ep4gal.htm>, al termine del quale è riportata pure un'istruttiva figura. Si tratta di una questione del tutto secondaria, e inessenziale, che purtroppo anche Cartesio accetta, alquanto frettolosamente (e contrariamente al suo proprio "metodo!"), come decisiva: "gli astronomi hanno inventato tre differenti ipotesi o supposizioni [per spiegare i fenomeni dei pianeti] [...] Tolomeo inventò la prima; ma, poiché essa è ordinariamente riprovata da tutti i filosofi, essendo contraria a molte osservazioni che sono state fatte da poco, e particolarmente ai cambiamenti di luce notati su Venere, simili a quelli che avvengono sulla Luna, non ne parlerò più oltre qui" (dai *Principia...*, NN. 15 e 16, Parte III).]; di macchie solari, che proverebbero una rotazione del Sole intorno a un asse con un angolo incompatibile con l'ipotesi geocentrica [Un argomento che ci pare dubbio, forse perché non l'abbiamo probabilmente ben compreso, ma siamo confortati dal constatare che di esso viene in genere pochissimo utilizzato!]; di centri dei moti diversi dalla Terra, quali Giove con i suoi satelliti [Della valenza limitata di tale ragione abbiamo già detto, ma val la pena forse di evidenziare inoltre che sia essa, sia la precedente "simile" relativa a Venere, sono del tutto inefficaci almeno contro il sistema di Tycho, che Galileo si guarda bene dal nominare e discutere. Cartesio introduce invece onestamente, oltre al sistema di Tolomeo, pure quello di Tycho, discutendo così *tre ipotesi*, e non *due*, riconoscendo poi che entrambe le ipotesi di Copernico e di Tycho "spiegano ugualmente bene i fenomeni, e non v'è molta differenza fra loro. Nondimeno, quella di

Copernico mi sembra un po' più semplice e più chiara" (dall'illustrazione del principio N. 17, Parte III). Nel N. 19 della medesima sezione, Cartesio prosegue poi col dire: "io nego il movimento della Terra con più cura di Copernico e più verità di Tycho".]; porta come eventuale prova fisica a favore un argomento basato sulle maree [Che oggi si riconosce universalmente del tutto errato: "Galileo individua come causa delle maree il duplice moto (rotazione annua e rotazione diurna) della Terra: la combinazione di questi due movimenti è, a suo giudizio, la causa del flusso e riflusso del mare. Rifiutando ogni dottrina degli influssi lunari e muovendosi sul piano del più intransigente meccanicismo, Galileo ricerca, sbagliando, una soluzione al problema delle maree esclusivamente in termine di movimenti e di composizione dei moti" (http://www.unisi.it/ricerca/philab/2001/dida10_st_sc01.html), e che a noi appare oltre tutto incongruo con la "relatività", ovvero con l'opinione concernente l'inefficacia fisica di certi moti. In effetti, se due calcoli persuadono subito che l'accelerazione dovuta al moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole è veramente "piccola", dato il "grande" raggio di curvatura dell'orbita (ricordiamo che si tratta di stimare il valore v^2/R , dove v è la velocità scalare del pianeta, che approssimiamo come una costante), non altrettanto può dirsi per quella dovuta al moto di rotazione diurno, che è inavvertita solo perché viene sovrastata dalla ben maggiore accelerazione di gravità di 9.8 m/sec^2 . Ma come è assai noto, tale accelerazione è del tutto riscontrabile tramite appositi esperimenti, sia meccanici, quali il famoso "pendolo di Foucault", sia ottici, quali l'esperimento di Michelson-Gale.]; ma soprattutto decisivo per la sua presa di posizione, a nostro parere, l'accertamento per via di esperienza diretta di "grandi" variazioni delle distanze dei pianeti dalla Terra. [Nel *Dialogo...*, a una domanda di Simplicio, "Ma da che argumentate voi che non la Terra, ma il Sole, sia nel centro delle conversioni de' pianeti?", Salviati risponde: "Concludesi da evidentissime, e perciò necessariamente concludenti, osservazioni: delle quali le più palpabili, per escluder la Terra da cotal centro e collocarvi il Sole, sono il ritrovarsi tutti i pianeti ora più vicini ed ora più lontani dalla Terra, con differenze tanto grandi, che, verbigrazia, Venere lontanissima si trova sei volte più remota da noi che quando ell'è vicinissima, e Marte si inalza quasi otto volte più in uno che nell'altro stato". Poco più avanti, Salviati conferma tale opinione, sostenendo che "questo avvicinamento ed allontanamento importa tanto, che Marte vicino si vede ben 60 volte maggiore che quando è lontanissimo", mentre per Venere sostiene che: "ella si mostri in un tempo quasi 40 volte maggiore che in altro tempo, cioè grandissima quando, sendo retrograda, va alla congiunzion vespertina del Sole, e piccolissima quando con movimento diretto va alla congiunzion mattutina".] Ci concentreremo adesso su tale argomento sia perché gli altri appaiono come detto decisamente "minori" (sarebbe cioè sufficiente una

modesta correzione dell'*Almagesto* per superarli), sia perché molti studiosi ancora oggi non sembrano averlo ben compreso. Le dette variazioni sono dati sperimentali inattaccabili, da Galileo acquisiti con l'uso del cannocchiale [Quello strumento che Copernico non poté utilizzare per vedere così brillantemente convalidate le sue teorie: "Oh Niccolò Copernico, qual gusto sarebbe stato il tuo nel veder con sì chiare esperienze confermata questa parte del tuo sistema!"], ma a parte il fatto che non erano affatto ignote agli antichi (neppure, come abbiamo detto, allo stesso Aristotele!), se esse sono certo in grado di confutare un modello del tipo di Eudosso-Callippo, in cui i pianeti si mantengono alla stessa distanza dalla Terra, sono davvero efficaci contro il sistema tolemaico? Dimostreremo adesso che la risposta a tale domanda è assolutamente negativa, sicché si dovrà ritenere in conclusione che l'opinione di Cartesio relativa alla sostanziale uguaglianza dei sistemi di Copernico e Tycho debba essere estesa fino a comprendervi quello di Tolomeo, e che il complesso delle osservazioni di Galileo falsifichi irreversibilmente solo la troppo "primitiva" concezione aristotelica del cosmo e (parte) della relativa fisica (sicché Tolomeo appare essere ingiustamente chiamato in causa nel titolo del *Dialogo...*, che meglio avrebbe fatto a citare in sua vece Aristotele). Per raggiungere lo scopo prefissoci, descriviamo un sistema "copernicano semplificato" usando i numeri complessi, e la cosiddetta "formula di Eulero": $e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$. Con simbolismo naturale, le equazioni del moto di tre corpi del sistema solare, quali Sole, Terra, Marte (che è quello citato in particolare da Galileo, ma potrebbe essere qualsiasi altro pianeta "esterno" nel caso che discuteremo), possono essere date rispettivamente nella seguente forma:

$$\begin{aligned} z_S(t) &= 0 \\ z_T(t) &= R e^{i\omega t} \\ z_M(t) &= R' e^{i\omega' t} \end{aligned}$$

(abbiamo scelto l'origine dei tempi, $t = 0$, in modo tale che Terra e Marte siano in congiunzione eliocentrica; R , R' sono le distanze dei pianeti dal Sole, e quindi $R' > R$; abbiamo visto come R venisse sottostimato dai Greci, ma fino a Gian Domenico Cassini [1625-1712; riuscì a determinare nel 1672 un valore finalmente appropriato per la parallasse solare, attraverso osservazioni coordinate effettuate a Parigi e alla Cajenna. Di lui il già citato Dreyer dice: "Essendo nato in Italia, era timoroso di pronunciarsi pubblicamente a favore del moto della Terra, anche dopo essersi trasferito a Parigi", a riprova che le preoccupazioni ideologiche, e politiche, sovrastano spesso quelle scientifiche, come nel corso di queste divagazioni storiche abbiamo avuto, e avremo ancora, modo di constatare numerose volte.] non esistono stime migliori; R può porsi del resto uguale ad *uno*, per definizione una *unità astronomica*, UA, e nel caso in esempio il rapporto $\frac{R'}{R}$ è attualmente stimato in 1.52). Ricordando ora che -1

$= e^{i\pi}$, dalle precedenti equazioni si deducono quelle relative a un sistema "geocentrico" (semplificato) semplicemente operando una traslazione, scrivendo cioè:

$$z^*_T(t) = Re^{i\omega t} - Re^{i\omega t} = Re^{i\omega t} + Re^{i(\omega t + \pi)} = 0$$

$$z^*_S(t) = Re^{i(\omega t + \pi)}$$

$$z^*_M(t) = R'e^{i\omega't} + Re^{i(\omega t + \pi)} .$$

Nell'ultima equazione si trova la *chiave* delle diverse possibili interpretazioni. E' chiaro che siamo di fronte alla composizione di due moti circolari (che abbiamo supposto uniformi), alla maniera di Apollonio, ma chi è il deferente e chi è l'epiciclo? Possiamo chiamare *scelta di Tycho* quella in cui $Re^{i(\omega t + \pi)}$ descrive il moto sul deferente (centro nel Sole, il pianeta ruota in realtà *tanto* intorno al Sole *quanto* intorno alla Terra!), mentre $R'e^{i\omega't}$ descrive il moto in epiciclo (raggio dell'epiciclo *maggiore* di quello del deferente). Diciamo invece che otteniamo un sistema *pseudo-tolemaico* operando la scelta opposta, cosicché il raggio dell'epiciclo risulta *minore* di quello del deferente. Perché abbiamo usato il prefisso "pseudo"? Perché il "vero" Tolomeo nell'*Almagesto* dà semplicemente (e "onestamente"):

$$z^{**}_M(t) = \delta e^{i\omega't} + \varepsilon e^{i(\omega t + \pi)} ,$$

dove δ rappresenta il raggio del deferente, ed ε quello dell'epiciclo ($\varepsilon < \delta$, come suppone sempre Tolomeo), senza fornire alcuna indicazione sui valori da attribuire a δ e ad ε , perché dalla Terra non si era assolutamente in grado di determinarli! [Si osservi che abbiamo conservato le velocità angolari "giuste" senza "barare". Ulteriori informazioni sui periodi in deferente e in epiciclo nel sistema tolemaico si possono trovare in appendice al citato ...ep4gal.htm, insieme alla descrizione del conseguente legame (inspiegato!) che nel sistema tolemaico hanno i pianeti con il Sole - un pianeta esterno come Marte è tale che il raggio vettore Terra-Sole è sempre parallelo al raggio centro dell'epiciclo-pianeta, mentre per quelli interni come Venere i tre punti Terra, Sole, centro dell'epiciclo risultano allineati.] Ciò che invece può fare, e fa, l'astronomo antico, è determinare, caso per caso, il rapporto $\frac{\delta}{\varepsilon}$, nel nostro caso una costante K_M , che è collegata a misure di angoli osservabili dal nostro pianeta. Tale rapporto viene stimato in modo del tutto corrispondente al reale (si noti che si tratta di un valore sperimentale, quindi suscettibile di essere opportunamente modificato in base a osservazioni più precise), nel senso che sussiste l'*identità* $K_M = \frac{R'}{R}$ (nel caso specifico, K_M è valutato nell'*Almagesto* in $\frac{60}{39.5} = 1.51898$, di contro alla citata stima "reale" attuale di 1.52), e che la stessa identità sussiste poi per tutti gli

altri pianeti. Come funziona allora l'argomento della variazione delle distanze nel "vero Tolomeo" (per contro, è ovvio che il sistema che abbiamo detto pseudo-tolomeico è *cinematicamente* del tutto indistinguibile dal copernicano)? Ciò che Galileo dichiara di avere osservato dipende manifestamente dal rapporto $\frac{d_{\max}}{d_{\min}}$, che nel caso copernicano vale:

$$\frac{d_{\max}}{d_{\min}} = \frac{R'+R}{R'-R} = \frac{\frac{R'}{R} + 1}{\frac{R'}{R} - 1},$$

mentre in quello tolemaico (ripetiamo, vero!) vale (con palese significato dei simboli):

$$\frac{\delta_{\max}}{\delta_{\min}} = \frac{\delta + \varepsilon}{\delta - \varepsilon} = \frac{\frac{\delta}{\varepsilon} + 1}{\frac{\delta}{\varepsilon} - 1} = \frac{K_M + 1}{K_M - 1},$$

ovvero una quantità che è, per le ragioni dette, *identica* al valore previsto dalla teoria copernicana.

3-2-12)* Insomma, il sistema di Tolomeo appare *indeterminato* (più precisamente, determinato a meno di un fattore moltiplicativo variabile da pianeta a pianeta), e *infalsificabile* almeno come struttura generale, giacché suscettibile di tutte le correzioni che nuove osservazioni relative al sistema solare avessero imposto. Per esempio quelle di Venere effettuate da Galileo, che per la "vagabonda stella d'Oriente" implicano semplicemente un ε maggiore di quanto non si ritenesse comunemente [Poiché si tratta di un pianeta interno, nelle formule riportate alla fine del punto precedente si debbono scambiare i ruoli di R ed R' , ovvero il coefficiente $K_V = \delta/\varepsilon$ dovrebbe uguagliare R/R' e non R'/R , e in effetti il valore riportato nell'*Almagesto* per il rapporto ε/δ risulta uguale a $(43.16)/60 = 0.719$, che va confrontato con 0.72 , che è la distanza media oggi accettata di Venere dal Sole, espressa naturalmente in UA. Ciò premesso, il fatto che Galileo abbia visto Venere al di là del Sole, "tolomeicamente interpretato", si esprimerebbe nella disuguaglianza $\delta + \varepsilon = \varepsilon K_V + \varepsilon = \varepsilon(K_V + 1) > R$, vale a dire, usando ancora unità astronomiche, $\varepsilon > 1/(K_V + 1) = (0.72)/(1.72) = 0.418$, anziché il contrario, $\delta + \varepsilon < R$, come si riteneva, ma niente di veramente "grave" cui non si potesse riparare.], fino ad arrivare al limite all'identità $\varepsilon = R$ per tutti i pianeti, qualora si fosse riusciti a determinare in qualche modo le loro distanze dalla Terra (ovviamente, trattandosi di quantità variabili, dei pianeti in ben determinate posizioni rispetto alla Terra), ma ciò non era e non è stato a lungo possibile, se non appunto in maniera *indiretta*. Sperando di non sbagliare in questo giudizio, quanto tramandatoci dall'astronomia antica ci sembra invece il "meglio" che si potesse fare dal nostro proprio pianeta, escluse naturalmente considerazioni di natura

dinamica, e i dati che saranno in seguito acquisiti grazie a più perfezionate osservazioni strumentali, come quelli relativi alla parallasse stellare annua, che metteranno in gioco, per la prima volta in modo scientifico e non congetturale, anche tutto lo "sfondo" stellare. [C'è da dire che prima di Bessel viene scoperto anche un altro fenomeno astronomico riguardante il movimento "reale" ellittico della Terra rispetto allo sfondo. Si tratta dell'*aberrazione stellare*, rilevata per la prima volta nel 1728 dal newtoniano James Bradley (1673-1762; allievo di Halley a Oxford, vi divenne successivamente *Savilian Professor of Astronomy*): un "fatto" fisico difficile in realtà da interpretare senza una precisa teoria della luce, corpuscolare o ondulatoria, che ha un ruolo rilevante anche nella teoria della relatività einsteiniana (si può trovare un cenno a tale questione in <http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci/ERRORSVF.htm>.) Per contro, il sistema "eliocentrico" non appare altro, come si diceva, che una *specializzazione* di quello tolemaico, nella (ragionevole) convinzione *a priori* che l'epiciclo di ogni pianeta non sia altro che un'"immagine", dell'orbita terrestre intorno al Sole, e che quindi risulti sempre $\varepsilon = R$, e, di conseguenza, $\delta =$ distanza (media) del pianeta dal Sole. Ma tale ipotesi costituiva un autentico *dato di fatto* inoppugnabile, cogente allora *erga omnes*? Dal "vero" sistema tolemaico di cui sopra (ma, ribadiamo, anch'esso "semplificato", senza cioè eccentrici ed equanti) si passerebbe a una descrizione eliocentrica del moto del pianeta Marte con il porre:

$$z_M^{\circ}(t) = \delta e^{i\omega't} + \varepsilon e^{i(\omega t + \pi)} - \text{Re}^{i(\omega t + \pi)} = \delta e^{i\omega't} + (\varepsilon - R)e^{i(\omega t + \pi)},$$

e lo scrivente confessa che non gli risulta affatto chiaro quali argomenti di tipo sperimentale, o teorico, si potessero addurre all'epoca di Copernico e Galileo, ma anche di Newton, per affermare che l'ultimo termine doveva essere uguale a zero. [Ricordiamo che stiamo discutendo sempre per linee generali, e che epicicli con diverse velocità angolari potrebbero essere introdotti addirittura per tenere conto di "correzioni" - assai modeste "in percentuale" - di tipo che possiamo dire "kepleriano" (vedi il punto 3-2-1).] In altre parole, volendo riferirsi proprio a "fenomeni" indiscutibili, e non a "modelli" che ne forniscono un'interpretazione, come si potesse escludere *rimanendo sulla Terra* che il moto di un pianeta *visto dal Sole* **non** presentasse quel tipico comportamento errabondo dei pianeti osservati con gli occhi dell'uomo, ovvero che quel moto non possedesse, oltre a un andamento progressivo, anche uno *retrogrado*. [Ciò dovrebbe far comprendere che non siamo di fronte a semplici controversie su "modelli", come oggi piace di dire, ma a questioni che hanno comunque una ben precisa valenza di fatto, questioni che erano però onestamente indirimibili in assenza appunto di ben precisi dati di fatto. Ci sentiremo di aggiungere, allo scopo di essere ancora più chiari, che neanche Keplero può aver realmente dedotto le sue famose "leggi" in modo strettamente

necessario dalle osservazioni di Tycho. Tali leggi andrebbero meglio (per un matematico!), enunciate nella seguente forma: se il sistema copernicano semplificato è sostanzialmente vero, allora esso deve essere reso viepiù vero introducendo quelle correzioni, ma nulla di più, e nulla in ogni caso che non potesse essere adattato - con i già menzionati espedienti di eccentrici, equanti, etc., per non introdurre gli epicicli di Fabricius! - al sistema tolemaico "indeterminato". Neppure Keplero aveva infatti a propria disposizione gli indispensabili dati sulle distanze, e ci pare che neanche la teoria gravitazionale di Newton potesse essere capace, almeno in un primo momento, e in assenza di ulteriori osservazioni sperimentali, di far uscire in modo netto dall'imbarazzo. Per la sua applicazione pratica appare infatti necessaria una stima delle masse in gioco, e da un punto di vista, ci si permetta, aristotelico, non era poi così scontato che il Sole (apparentemente di fuoco, e quindi "leggero") dovesse possedere la massa più grande, e se tale proprietà non fosse per esempio da attribuire alla Terra! Allo stesso modo, ci chiediamo, il sistema del vortice cartesiano doveva necessariamente porre a proprio centro il Sole, e non la Terra, a descrivere fisicamente per esempio il sistema di Tycho? Se si obietta che i pianeti in quest'ultimo sistema girano intorno al Sole, e quindi non sarebbero trascinati dal "vortice terrestre", si potrebbe replicare che anche nello schema cartesiano bisogna in ogni caso tener conto della Luna, la quale gira intorno alla Terra secondo un "vortice secondario", e una volta che se ne introduce uno... In altre parole, non ci sembra sia possibile uscire da quella che Levi Civita chiama "una valutazione intuitiva dei rapporti di preponderanza" (che è in fondo quella che guidava Copernico, il quale almeno l'ammette sinceramente ed apertamente), ed è essa che ci sembra determinante, in guisa di *a priori*, nel condurre il successivo e senz'altro "coerente" gioco delle "conseguenze". Aggiungiamo che ci sembra adattabile alla circostanza l'esempio, assai poco noto, del patrizio genovese Giovanni Battista Baliani (1582-1666), un discepolo di Galileo il quale aveva seriamente teorizzato che fosse la Terra a essere un satellite della Luna, e non viceversa! (da Lucio Russo, *Flussi e riflussi - Indagine sull'origine di una teoria scientifica*, Feltrinelli, 2003 - si tratta della teoria delle maree).] Riteniamo infine opportuna un'ulteriore precisazione. Per "vero Tolomeo" intendiamo quello dell'*Almagesto*, nel quale, come abbiamo detto, non c'è traccia di "sfere di cristallo", e dei problemi che incontrerebbe il sistema nel caso di "intersezioni" che dovessero verificarsi tra di esse per dati valori di δ e di ε (come avverrebbe per esempio nel caso di Marte, il cui epiciclo nel caso $\varepsilon = R$ andrebbe ad intersecare la sfera che "regge" il Sole). Ciò non toglie che fossero comuni nel Medioevo scelte di tali parametri che tenevano conto di siffatte esigenze, e che quindi rendevano compatibile il modello geocentrico con i criticati elementi della cosmologia aristotelica. Di esse ci informa Proclo

di Costantinopoli (2-4-1) nelle sue *Hypotyposes*, e si fondano sul presupposto che nel cosmo non esistano *spazi vuoti*. Tale assunto si concretizza nel porre la sfera costituente l'epiciclo di Mercurio tangente a quella della Luna (ovvero, che la distanza minima di Mercurio dalla Terra sia uguale a quella massima della Luna dalla Terra), e così via successivamente (la sfera di Venere risulterebbe a sua volta tangente a quella di Mercurio, etc.). [Stiamo qui procedendo secondo l'ordine esatto dei "cieli" previsto dal sistema tolemaico: Luna, Mercurio, Venere, Sole, Marte, Giove, Saturno, il tutto incastonato all'interno dell'ultima sfera, in cui erano pensate infisse le stelle. Si tratta di una "gerarchia" del tutto corretta, fatta eccezione per Mercurio e Venere, nel cui caso si registra un'*inversione* rispetto alla situazione reale (che potrebbe invero essere individuata sia in base ai rapporti δ/ε , sia in base alla tavola dei periodi, secondo la quale Mercurio risulta avere il periodo più piccolo - il tutto naturalmente in un'ottica diversa però da quella geocentrica). La ragione di tale scambio è abbastanza curiosa, fondandosi su un bizzarro criterio di "complessità": infatti secondo Tolomeo più vicina alla Terra è la Luna, il cui moto è decisamente irregolare, e dopo deve venire Mercurio, il cui moto è assai più anomalo di quello di tutti gli altri pianeti. Pure Copernico del resto ribadisce le difficoltà che offre il moto di Mercurio: "Con molti sotterfugi e molta fatica ci ha dunque martoriato questo astro, per poter scrutare i suoi movimenti".] Si tratta dell'unica "determinazione assoluta" del sistema tolemaico di cui siamo a conoscenza (che pure non altererebbe affatto il quadro dianzi descritto delle variazioni delle distanze, che dipende solo dai rapporti $\delta/\varepsilon!$), diversa da quella semplice "copernicana", che è sopravvissuta in codici ebrei e arabi (di Alfragano e di Albatenio), e di cui solo da pochi decenni si è rintracciata l'origine. Curiosamente, si tratterebbe di una concezione che origina ancora da un'opera minore di Tolomeo, le *Ipotesi dei pianeti*, nella cui seconda parte del Libro I, a noi non pervenuta, si sarebbe trovata esposta la teoria in questione (per maggiori notizie, si veda il citato ...ep4gal.htm).

3-2-13)*

3-2-14)*

3-2-15)* Veniamo adesso all'annunciata nota "tecnica" sul **principio di relatività**, e il "compagno" **principio d'inerzia**, "principi" che presuppongono entrambi uno "spazio reale" *vuoto*, incapace di interagire fisicamente con i corpi in esso immersi (i quali, nella concezione cartesiana, non sono peraltro di diversa natura che lo spazio stesso!). Abbiamo già sottolineato la circostanza che per la difesa del sistema copernicano da parte di Galileo era indispensabile convincere che un moto uniforme non ha effetti fisici sensibili, e vale allora la pena di riportare in nota per intero la relativa argomentazione contenuta nel

Dialogo... (la quale fa parlare da allora in poi di *relatività galileiana*). ["Rinserratevi con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran naviglio, e quivi fate d'aver mosche, farfalle e simili animaletti volanti: siavi anco un gran vaso d'acqua, e dentrovi de' pescetti; sospendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vada versando dell'acqua in un altro vaso di angusta bocca che sia posto a basso; e stando ferma la nave, osservate diligentemente come quelli animaletti volanti con pari velocità vanno verso tutte le parti della stanza. I pesci si vedranno andar notando indifferentemente per tutti i versi, le stille cadenti entreranno tutte nel vaso sottoposto; e voi gettando all'amico alcuna cosa non più gagliardamente la dovrete gettare verso quella parte che verso questa, quando le lontananze sieno eguali; e saltando voi, come si dice, a pie' giunti, eguali spazii passerete verso tutte le parti. Osservate che avrete diligentemente tutte queste cose, benché niun dubbio ci sia che mentre il vascello sta fermo non debbano succedere così: fate muovere la nave con quanta si voglia velocità; ché (pur che il moto sia uniforme e non fluttuante in qua e in là) voi non riconoscerete una minima mutazione in tutti li nominati effetti; né da alcuno di quelli potrete comprendere se la nave cammina, o pure sta ferma".] Dal punto di vista storico è interessante osservare che il medesimo argomento si ritrova, procedendo a ritroso a partire da Galileo, in Giordano Bruno [Un autore che sarebbe stato senz'altro "imprudente" citare!]: "Or, per tornare al proposito, se dunque saranno dui, de' quali l'uno si trova dentro la nave che corre, e l'altro fuori di quella..." (*La cena delle ceneri*); in Retico: "Non si scorge, infatti, movimento, se non in riferimento a qualche punto fisso; così coloro che navigano in mare, ai quali non appare più terra alcuna, ma d'ogni dove e cielo e mare, non avvertono, quando il mare non è disturbato dai venti, alcun movimento della nave, quand'anche viaggino con velocità sì grande..." (*Narratio prima...*); e nello stesso Copernico [Il quale cita pure il verso di Virgilio (*Eneide*, Libro III), "*Provehimur portu, terraeque urbesque recedunt*".]: "Giacché, quando una nave viaggia nella bonaccia, i naviganti vedono tutte le cose che sono fuori di essa muoversi ad immagine del suo movimento e, inversamente, credono se stessi e tutto ciò che hanno con sé in riposo". Ma ancora più interessante rilevare, all'interno della prospettiva che guida le nostre considerazioni [Viepiù confermata dal fatto che le pretese evidenze a favore del principio rimandano alla *navigazione*, e quindi all'esperienza di chi aveva trascorso lunghi periodi in mare.], l'opinione dell'immaneabile ... Cusano: "Ormai ci si è chiarito che anche questa nostra terra veramente si muove, per quanto ciò non ci appaia, il che si comprende quando si pensi che nessun moto è percepibile se non in rapporto ad alcunché che sta fermo. Se infatti uno ignorasse che l'acqua scorre, e non vedesse spiaggia, stando su una nave in mezzo al mare, come mai potrebbe capire che la nave si muove?" (*De docta ignorantia*). [Osserviamo ancora che se Galileo non poteva citare per ovvie ragioni Bruno, non poteva citare neppure

Cusano, nonostante questi fosse un "principe della Chiesa" che gli sarebbe stato comodo invocare dalla sua parte. Infatti il temerario Bruno, che si lamentava della eccessiva prudenza filosofica di Copernico, aveva definito "divino" il Cusano, come abbiamo visto nel punto 3-1-4.] Per quanto riguarda il principio d'inerzia, diamone intanto la formulazione che si trova nei *Principia...* newtoniani: "*Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare*". Viene da numerosi studiosi attribuita a Galileo l'opinione che "ogni corpo persevera nel suo stato di quiete o di moto circolare uniforme finché non intervenga una forza a modificare tale stato", e il fatto che qui si nomini il moto circolare, ancorché uniforme, mostrerebbe in che misura l'argomento fosse un'ipotesi *ad hoc* per giustificare il moto della Terra. Onestà vuole che si aggiunga come il citato Bellone (3-2-6) ritenga al contrario che questo sia un diffuso fraintendimento, perché: "Galileo era ben lontano dal commettere un simile errore [...] nulla autorizza a emettere giudizi attorno a una presunta e contraddittoria idea galileiana di inerzia circolare". Sulla questione non ci pronunciamo, limitandoci a informare che in effetti nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche...* (Giornata terza, Scolio), un'opera scritta metà in latino, si trova: "*ex quo pariter sequitur, motum in horizontali esse quoque aeternum; si enim est aequabilis, non debilitatur aut remittitur, et multo minus tollitur*". ["da ciò segue in pari modo che il moto sul piano orizzontale è anche eterno; se infatti è uniforme esso non si indebolisce o diminuisce e tanto meno si accresce". Nel contesto specifico, tutto sta a vedere dove mettere quel *quoque*, visto che altri traduce: "che *anche* il moto sul piano orizzontale è eterno...".] Concludiamo riferendo come il principio in oggetto si trovi "paradossalmente" enunciato pure in Cartesio: "ogni cosa resta nello stato in cui è, fino a che nulla la cambia", "ogni corpo che si muove tende a continuare il suo movimento in linea retta" (dai *Principia...*, NN. 37 e 39, Parte II), e abbiamo detto paradossalmente perché in Cartesio la distinzione tra spazio del pensiero (geometria pura) e spazio reale (fisica) è ben presente, ma qui rischia di essere fraintesa. [Ci sembra che in effetti il francese formuli un principio di origine puramente *razionale* (non a caso abbiamo ancora oggi un corso che si chiama "meccanica razionale"), che poi inserisce in un contesto reale, dove l'elemento capace di "cambiare" il corso dei moti è, nella misura in cui può esserlo, addirittura lo spazio stesso.]

3-2-16)* Ci sembrerebbe infine "sleale" nella presente chiave di lettura omettere un commento che possa contribuire sia a un parere equilibrato sul *cristianesimo*, sia sull'esaltazione che sovente viene fatta, per contrasto, della *romanità* (questione che mostrerò, ancora una volta, quanto sia difficile in molti casi pervenire a un sensato "giudizio di valore", e a individuare nel *passato* "modelli" soddisfacenti - l'unica vera prospettiva del "filosofo", che ambisce alla crescita della manifestazione del divino nell'uomo, appare quella *futura*).

Mentre una parte fa giustamente notare che l'Europa, così come oggi l'intendiamo, ha origini cristiane (per esempio che sono i monasteri benedettini a segnare i confini geografici), e pretende di conseguenza che esse siano per esempio sancite nella futura Costituzione europea, altre parti sottolineano, in modo altrettanto veritiero, sia che si tratta di apporti culturali aventi una connotazione "irrazionalistica" definitivamente "screditata", contro i quali peraltro la "nuova Europa" ha dovuto lottare per affermarsi, sia che essi provenivano da una tradizione medio-orientale del tutto *altra* rispetto a quella "primitiva europea", la quale comprendeva i "sistemi panteistici antichi", il monismo stoico, la concezione di un'anima del mondo unitaria, etc.. ["Il monismo atomistico da Leucippo e Democrito a Epicuro e Lucrezio, nella comune intuizione antica dell'unità del mondo, [venne] infrant[o] dai misteri dualistici, e distrutt[o] dalla mitologia creazionistica giudaico-cristiana" - Gianni Grana, "La conquista filosofica del cosmo infinito: Giordano Bruno riformatore anticristiano e profeta della nuova scienza", in

<http://www.ateismodigiannigrana.it/laconquistafilosoficadelcosmoinfinitogiordanobruno.htm>. Concetti analoghi vengono espressi dal filosofo francese Alain de Benoist, vedi per esempio <http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci/ep6/ep6-pubric.htm>.] L'ultima "verità" rischia però di contribuire per esempio a un'esaltazione della civiltà romana precristiana, dimenticando allora la durezza del regime dispotico che i Romani imposero ai popoli soggetti [Oppure, cambiando modello di riferimento "pagano", i sacrifici umani dei Celti.], la quale fu senz'altro mitigata dai benefici effetti etici conseguenti all'introduzione di una "misericordia" implicita nell'idea di "fratellanza" originata da una comune progenitura sacra. Roma fu "responsabile di aver trasformato le nazioni del Mediterraneo in un campo di lavoro coatto"

(<http://spazioinwind.libero.it/bravo/qumran/contributi/caredio.htm>, Maria Caredio, *Il Messia e il Potere*), e a tale grave ineludibile constatazione uniamo in nota ulteriori analoghe osservazioni relative a un'introduzione di Pietro Novelli premessa a una traduzione di Tito Livio dello stesso autore (da: <http://www.alateus.it/Novelli.htm>). [«Dice il Novelli che Livio attinse dagli annalisti romani ed anche greci e dalle relazioni dei consoli contenute negli archivi di Stato del Tabulario a Roma: relazioni però che "presentavano i fatti nella luce migliore possibile e tacevano le notizie che non avrebbero fatto onore [...] onde noi possiamo conoscer la verità fino ad un certo punto. Gli storici antichi poi si riproponevano di dilettere i lettori, come fanno oggi gli scrittori di giornali. Dal racconto Liviano dunque non si può conoscere la completa verità ma solo una parte di essa", cioè la parte gloriosa ed onorevole: così a forza di tramandare il bene e dimenticare il male, la storia antica divenne una lode di sé stessa, lode poi mitizzata nelle scuole ancor prima del rinascimento e poi proseguita fino a diventare una descrizione appassionata di un'età

dell'oro, dove i lettori trovavano un mondo tutto eroi e valorosi, ogni tanto offuscato da qualche figura di 'cattivo', qualche Catilina-Lex Luthor e qualche Nerone-Joker, che dopo aver combinato le sue malefatte viene alla fine punito dai virtuosi romani, a maggior loro gloria. [...] "Gli eserciti Italici erano, si sa, ciechi strumenti dell'esoso capitalismo romano" [...] "i Romani passarono a far le vendette contro quelli che avevano aiutato Annibale" fra cui alcune regioni italiane che essendosi unite ad Annibale contro Roma "dimostra[no] quanto fosse profondo il loro odio - execrabile odium dice Livio - contro il dominio romano. Questo fatto viene nascosto o passato sotto silenzio, come se non avesse alcuna importanza" [...] "[il console Publio Cornelio Nasica] si vantò in senato di non aver lasciato vivi nella Gallia Cisalpina se non i vecchi, le donne e i fanciulli" [...] "La seconda guerra punica era terminata da pochi mesi, allorché il governo romano presentò al popolo, nei comizi centuriati, la proposta di muover guerra a Filippo. Il popolo la respinse; il tribuno della plebe rinnovò il lamento [...] che non si lasciava il popolo in pace, e troppa gioventù veniva mandata a quel macello che si chiamava guerra. [...] Il console Sulpicio Gallo allora raccolse i fautori ed i propagandisti della guerra e con un patriottico discorsetto sostiene la necessità di andare contro Filippo [...] Il popolo, come sempre avveniva quando lo esigeva il Senato, approvò. Presi gli auspicii, anche gli dèi - sempre d'accordo quando occorreva, coi sacerdoti e col governo - si dimostrarono favorevoli all'impresa. Il Senato continuava così la politica di conquista che riempie e dà il carattere a tutta la storia di Roma dai suoi primordi fino a quando vi furono paesi da conquistare. Quando non ve ne furono più, si riaccese fra patrizi e plebei l'antica guerra interna [...] per cui dal regime repubblicano si passò all'Impero, forma di monarchia militare assoluta ed elettiva che, tranne brevi pause, fu una continua decadenza del dominio romano e finì col trascinarlo sotto la signoria dei Germani." [...] "il governo romano [viene] generalmente ritenuto, per antica tradizione, come un capolavoro di sapienza politica; ma è un errore, poichè essendo fondato sulla forza, sull'astuzia e sui privilegi, cioè sull'ingiustizia, non riuscì mai - e non poteva riuscire - a trovare l'equilibrio nell'assetto sociale. La complicatissima e farraginoso costituzione romana era, in sostanza, un governo di carattere più barbaro che civile" che dava benessere ai pochi e che "fu - per sventura dell'umano genere - imitata e presa a modello dalle successive generazioni e valse a prolungare per parecchi secoli, fino ai giorni nostri, quello stato di profondo disagio che affligge più o meno tutti i popoli" [...] "Per impedire le agitazioni della plebe, i patrizi applicarono due rimedi che sono tuttora adoperati dai governi, cioè la povertà dei cittadini e la guerra. Si cercò di tener la plebe immersa nella miseria [...] e i moralisti antichi non mancavano di lodare la povertà come fonte di virtù. [...] Chi invece ne è (di denaro) ben fornito si sente e si mostra fiero" [...] Al

"popolo famelico" si dava grano gratis, estorto agli altri popoli, e per distrarlo "gli si offrivano giochi e spettacoli gratuiti per divertirlo come si fa con i bambini; la religione pensava ad addormentarlo ed impaurirlo." Quando poi la "poveraglia" diveniva troppo numerosa, si mandava un po' dei tapini più turbolenti in qualche colonia lontano [...] o "li si acquietava" distribuendo qualche campetto rubato ai primigeni detentori. "L'altro mezzo adoperato dai patrizi fu [...] la guerra esterna, che rendeva impossibile quella interna o civile, *'Extrernum timor est maximum concordiae auxilium'* scriveva Livio (II, 39). Ogni anno si esogitava qualche spedizione per mandare l'esuberante numero di bastardi plebei a perder la vita in lontani paesi, a contrar malattie che li rendevano invalidi e a macerarli con la disciplina militare. [...] Con la guerra gli ufficiali si arricchivano, ma i soldati tornando a casa si trovavano in maggior miseria di prima". Quindi il Novelli descrive lo stato dell'Italia romana abbandonata dai soldati per le guerre i quali, "tornati a casa abituati all'ozio delle caserme non avevano voglia di riprendere la vanga e l'aspro lavoro della terra." Con questo sistema però Roma procrastinò gli scontri sociali (né poteva evitarli) ed ingoiò il territorio di un enorme numero di popolazioni sconfitte [...] "Ma se giusta è la guerra di difesa del patrio suolo, contro un nemico che lo invade, non altrettanto si può dire delle guerre di conquista, che i Romani spinsero, in modo esagerato, dalle foreste della Germania ai deserti dell'Africa". L'odio dei paesi sottomessi si manifestò con opera lenta ma profonda, in campo religioso (visto che il militare era precluso): la 'vendetta' fu "compiuta a un tempo dai sacerdoti Greci, Siriaci ed Egiziani che creando il Cristianesimo tolsero all'imperatore l'autorità e il potere religioso e dai filosofi che predicando l'eguaglianza di tutti gli uomini abbatterono la schiavitù e le differenze di classe e demolirono i cardini su cui riposava la società antica. La raffinata civiltà greco orientale [...] corruppe quel popolo che si era arricchito spogliando gli altri; e con gli intrighi della politica riempì le legioni di soldati germanici, spingendoli ad assalire e rovesciare il trono dei Cesari". [...] la distruzione delle città ribelli era "l'applicazione pura e semplice di un metodo costante, un atto, si direbbe oggi, di ordinaria amministrazione del governo romano, che in altri casi fece distruggere Veio, Numanzia, Cartagine, Corinto, Gerusalemme", cioè del terrore nei confronti di quelli che non stavano al loro posto (gli Italici venivano considerati "razza inferiore"), terrore esercitato dai patrizi prima e dagli imperatori poi sui plebei e sui popoli sottomessi, che ritroveremo in molteplici fasi della storia umana, dai monarchi medievali ai Soviet Supremi, dai regimi polizieschi ai nobili feudatari. Ecco spiegato l'odio feroce di Annibale o di Filippo, e perché il sannita ribelle Ponzio Telesino definiva i romani "lupi divoratori della libertà". [...] "Anche il resto d'Italia era trasformato in latifondi come altre province, metà di quelle dell'Africa, a dir di Plinio (St. nat. XVIII, 7),

apparteneva a sei proprietari. [...] le braccia dei soldati venivano a bella posta sottratte al lavoro dei campi." Cioè per Roma la costrizione alla guerra come sotterfugio per affamare la popolazione era parte di un circolo vizioso visto che la tensione sociale data dalla popolazione affamata veniva risolta con altre guerre. "Dal capitolo 34° del libro apprendiamo un particolare generalmente ignorato, che concorre a spiegare le numerose vittorie romane. Gli storici di solito le attribuiscono alla severa disciplina, alla superiorità dell'armamento e della tattica romana e sopra tutto alla robustezza dei soldati; ma tacciono o ignorano che le battaglie consistevano in una lotta corpo a corpo in cui i Romani, per natura sanguinari e feroci usavano con abilità la cosiddetta spada spagnola. [...] era un'arma micidiale più degna d'assassini e di macellai [...] Lo scempio fatto dai soldati Romani sui corpi dei Macedoni non poteva non atterrire i soldati di Filippo ed il re medesimo." [...] Il Senato romano vien definito, in una nota a p. 44, "complice dei sacerdoti nell'abbindolare e turlupinare il popolo." [...] a p. 99 il Novelli definisce il resoconto di una breve operazione navale romana quasi una "storia di una banda di antichi pirati". [...] Ulteriore dimostrazione al non prestare mai fede alle mitizzazioni della storia, politiche o scolastiche che siano>>.] Veramente assurda appare, di fronte a tali argomentazioni, la circostanza che il cristianesimo finì poi di fatto con il passare dalla parte dei Romani, e del "potere" esercitato con le consuete brutali modalità, e che così facendo, secondo quanto osserva la citata Caredio: "minimizzava e annullava la gravità dei delitti, come se, cambiando ideologia fosse cancellato il male fatto precedentemente e le distruzioni di interi popoli non fossero mai avvenute"; "passa[ndo] in seconda linea il dato, il fatto storico, il ruolo sia delle masse che dei singoli, diminuiti non solo a strumento ma a strumento inconscio di formazione di una realtà completamente diversa da quella per la quale [avevano] combattuto"; "La fede [...] distolse la mente dalla realtà, modificò e cancellò la Storia, sconfessò le testimonianze che non collimavano, abituò i seguaci ad appagarsi di formule e di immagini, a non indagare, a non dubitare e a non fidarsi delle proprie esperienze e riflessione". Proprio come prima, diremmo, o se si vuol essere pessimisti, **come sempre**. Del resto, su delle "favole" non si può costruire nulla di buono in modo duraturo...

VIII riepilogo storico generale

1600 Muore a Roma sul rogo Giordano Bruno.

1601 I Gesuiti cominciano la predicazione in Cina. Tommaso Campanella viene torturato dal Santo Uffizio a Napoli.

1603 Alla morte di Elisabetta I, sale sul trono d'Inghilterra Giacomo I, figlio di Maria Stuart.

1607 Interdetto del papa Paolo V contro Venezia. John Smith fonda la colonia di Jamestown, il primo stabile insediamento inglese in America.

1609 I Moriscos, come venivano chiamati i sudditi mussulmani in terra di Spagna, ai quali era stata garantita libertà di culto al tempo della *reconquista*, vengono espulsi dopo sanguinose rivolte.

1610 La Francia, sotto Luigi XIII e la reggenza di Maria de' Medici, inizia una politica filo-spagnola. Galileo Galilei pubblica il *Sidereus Nuncius*, nel quale riporta le scoperte astronomiche da lui effettuate con l'uso del telescopio.

1613 Con lo zar Michele I comincia in Russia la dinastia dei Romanov.

1616 Dopo la condanna del copernicanesimo, Galileo Galilei viene "ammonito" dal Santo Uffizio.

1617 Ascesa del cardinale Richelieu.

1618 Comincia la guerra "dei trent'anni".

1619 Paolo Sarpi pubblica a Venezia una *Storia del Concilio di Trento* assai critica verso la Chiesa di Roma.

1620 "Sacro macello" in Valtellina nei confronti dei protestanti. Gli Spagnoli sconfiggono le forze della Lega evangelica. I coloni puritani inglesi del Mayflower sbarcano nel New England.

1623 Il cardinale Maffeo Barberini ascende al soglio di Pietro, assumendo il nome di Urbano VIII.

1628 Richelieu fa assediare La Rochelle, centro ugonotto, e l'anno successivo, con l'*editto di grazia*, limita le libertà politiche e religiose.

1632 Sale sul trono di Svezia la famosa Cristina.

1633 A seguito della pubblicazione del *Dialogo sopra i massimi sistemi*, Galileo Galilei viene condannato dal tribunale della Santa Inquisizione, e sottoscrive la celebre abiura.

1637 René Descartes pubblica in Olanda il *Discours de la méthode*.

1638 Viene pubblicata in Olanda l'ultima opera di Galileo Galilei, le *Dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*.

1639 La flotta spagnola è sconfitta da quella olandese nella cosiddetta "battaglia delle dune". Rivolta degli Scozzesi che rifiutano la sottomissione all'Anglicanesimo.

1640 Inizia la guerra d'indipendenza portoghese contro gli Spagnoli appoggiata dall'Inghilterra. Contrasti tra il re d'Inghilterra Carlo I e il Parlamento.

1642 Muore Galileo Galilei e nasce Isaac Newton. In Inghilterra inizia una guerra civile, ascesa di Oliver Cromwell.

1643 Il principe di Condé sconfigge gli Spagnoli a Rocroi. Ascesa del cardinale Mazarino.

1644 René Descartes pubblica in Olanda i *Principia Philosophiae*.

1645 Cromwell sconfigge le forze reali, e Carlo I è costretto a fuggire in Scozia.

1647 Gli Scozzesi riconsegnano Carlo I al Parlamento inglese, e il re viene successivamente giustiziato (1649). E' questa la prima morte "legale" di un monarca. A Napoli scoppia una rivolta popolare guidata dal pescivendolo Tommaso Aniello, detto Masaniello. L'anno successivo un'analoga sommossa esplose a Palermo, capeggiata da Giuseppe Alessi.

1648 A Parigi si verifica la rivolta guidata dal movimento della Fronda.

1650 Cromwell favorisce l'immigrazione ebraica in Inghilterra.

1651 Cromwell emana l'*Atto di Navigazione*, che sancisce il monopolio inglese nel trasporto delle merci dirette in Inghilterra. Segue una guerra anglo-olandese, che si conclude nel 1654 con la sconfitta degli olandesi.

1653 Cromwell assume il titolo di Lord Protettore, che conserverà fino alla morte (1658).

1660 Restaurazione della monarchia in Inghilterra con Carlo II Stuart.

1664 Carlo II d'Inghilterra decreta la libertà di culto per gli Ebrei inglesi.

1665 Nuova guerra tra Inghilterra e Olanda per l'*Atto di Navigazione*, che finisce ancora con la sconfitta degli Olandese (1667), i quali sono pure sotto la minaccia di Luigi XIV di Francia.

1667 La Francia invade i Paesi Bassi, e l'anno successivo le vengono cedute 12 città fiamminghe.

1668 Triplice alleanza di Olanda, Inghilterra e Svezia in funzione anti-francese, ma solo due anni dopo Luigi XIV e Carlo II stipulano accordi segreti in chiave anti-olandese. La Spagna riconosce l'indipendenza del Portogallo con il Trattato di Lisbona.

1672 La Francia attacca l'Olanda, e l'anno dopo la Spagna dichiara guerra alla Francia. L'Inghilterra esce nel 1674 dal conflitto, che si conclude nel 1678 con la sostanziale riconferma dello *status quo*.

1682 Con la *Declaratio cleri gallicani* Luigi XIV assume personalmente la nomina dei vescovi. Ovvvia condanna da parte di Innocenzo XI.

1683 I Turchi, che erano arrivati fin davanti alle porte di Vienna, vengono frenati da un'epidemia, e successivamente sconfitti a Kahlenberg da Giovanni Sobieski. Inizia il declino turco in Europa.

1687 Isaac Newton pubblica i *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.

1685 Massiccio esodo dei calvinisti dalla Francia.

1688 L'olandese Guglielmo d'Orange guida una rivoluzione in Inghilterra, e l'anno successivo sale sul trono, spodestando Giacomo II. Federico I diviene re di Prussia. Ascesa in Russia di Pietro il Grande, che attua una politica di "occidentalizzazione" e industrializzazione.

1694 Viene fondata la Banca d'Inghilterra.

[Inseriamo qui un'osservazione, che peraltro avremmo potuto apporre a una qualsiasi di queste sezioni riassuntive, anche in ricordo di un'amica. La persona in oggetto, insegnante di storia, era andata da poco in pensione e, come succede in tali casi, le domandai come si sentisse nella nuova condizione. Mi rispose che era ben felice di non doversi più occupare di una materia che stillava lacrime e sangue, ed era scandita soltanto da battaglie e massacri. Del resto, che i periodi di pace siano "pagine vuote" nel libro della storia viene già constatato da Hegel nelle sue *Lezioni sulla filosofia della storia*, in cui sostiene che la storia di per sé non è nemmeno *magistra vitae*, nella misura in cui le azioni dell'uomo sono ispirate esclusivamente da interessi e passioni, e popoli e individui ritornano a commettere sempre gli stessi errori-orrori. In effetti, (quasi) tutte quelle riferite

nei nostri "riepiloghi" sono storie orrende (aggressioni per lo più ingiustificate da semplici fini di sopravvivenza), che lasciano molti dubbi sull'esistenza di una componente spirituale nell'essere umano, nella quale vogliamo comunque continuare a credere (meglio sarebbe dire: *sperare*). In effetti, per citare ancora Hegel, se da un punto di vista individuale la storia è storia di sofferenze; da un punto di vista globale si può ritenere che essa sia comunque progresso nella consapevolezza dello "spirito", noi diremmo nella "manifestazione del divino" che è negli esseri umani...]