

# STORIA DEL PENSIERO SCIENTIFICO I (50549)

docente Flavia Marcacci  
a.a. 2010-11

La matematica nel Medioevo

# Il Medioevo e la matematica

«Tutto ciò che è stato costruito a partire dall'originaria natura delle cose, è stato chiaramente formato sulla base della proporzione numerica. Questa fu infatti il modello principale presente nell' animo dell' artefice»

(Boezio, *De institutione arithmetica*, I, 2, p. 12)

# ENCICLOPEDISTI LATINI

Dio ordinò il mondo con misura, numero e peso  
(*Sapienza, II, 20*)

- Tra V-X sec. d.C.: la cultura e il mondo cristiano → 1) uso della cultura pagana da parte dei cristiani, con atteggiamenti di vario genere e 2) uso che della matematica si poteva fare nella vita del chiostro
- FONTI della matematica nell'alto Medioevo:
  - La letteratura romana aveva guardato alla matematica essenzialmente nelle sue applicazioni pratiche (es. Marco Terenzio Varrone, *Disciplinarum libri IX*, II a.C., trattazione enciclopedica nella quale erano inserite nozioni relative a trivio e quadrivio)
  - opere scritte in latino, e per la matematica limitate alle traduzioni di Boezio degli *Elementi* di Euclide e dell'*Arithmetica* di Nicomaco di Gerasa
  - V sec., prima metà: Marziano Capella, *De Nuptiis Philologiae et Mercurii*, opera molto letta e commentata per tutto il Medioevo (soprattutto noti il commento di Scoto Eriugena e Remigio di Auxerre, IX).

# V-X secolo

- Matematica: posizione limitata ma salda per tutta la cultura medievale
- La matematica in rapporto a *trivium* (logica, retorica, dialettica) e *quadrivium* (aritmetica, astronomia, geometria, musica)
- Queste discipline diventano obbligatorie nelle scuole monastiche medievale e dal XII sec. lo saranno anche nelle Università

- Boezio (conia il termine “quadrivio”): traduce molte opere greche di logica e scienze naturali, e lascia trattati su argomenti scientifici. La sua *Geometria* costituirà un manuale d’uso per la matematica del tempo. La logica si pone al servizio della teologia.
  - *De geometria*
  - ***De institutione arithmetica*** → influssi su Tommaso Bradwardine e Simon Bredon + creazione della ritmomachia
  - *De institutione musica* (teoria pitagorica, diversi tipi di proporzioni impiegati nell’armonia)
  - Porfirio, *Isagoge*
  - Aristotele, *Categorie*
- Cassiodoro (VI sec.), *Institutiones divinarum et humanarum litterarum*: le 7 arti liberali sono presentate come necessario complemento alla teologia.

- Isidoro di Siviglia (560-636 ca.), *Etimologie*. Riprende Cassiodoro, Capella e Boezio, sottolinea l'importanza della matematica per capire le scritture, riporta nozioni di aritmetica e geometria anche se in maniera nozionistica e non troppo ordinata. Scrive il *Liber numerorum qui in Sanctis Scripturis occurrunt* sui significati dei numeri nella Bibbia, forzando il loro significato simbolico.
- Seconda metà del X secolo: fine delle invasioni barbariche.

## FONTI:

**Marco Terenzio Varrone**, *Disciplinarum libri IX*, II a.C.;

V sec., prima metà: **Marziano Capella**, *De Nuptiis Philologiae et Mercurii*, (soprattutto noti il commento di Scoto Eriugena e Remigio di Auxerre, IX)

**Boezio** (conia il termine “quadripartito”):

Trad. di Boezio degli *Elementi* di Euclide e dell'*Arithmetica* di Nicomaco di Gerasa;

Porfirio, *Isagoge*

Aristotele, *Categorie*

## VI SECOLO

**Isidoro di Siviglia** (560-636 ca.)

*Etimologie*

*Liber numerorum qui in Sanctis Scripturis occurrunt*

**Cassiodoro** (VI sec.), *Institutiones divinarum et humanarum litterarum*

**Boezio**

*De geometria*

*De institutione arithmetica*

*De institutione musica*

---

330, fondazione di Costantinopoli  
395-476 Imp. Romano d'Occidente  
364-1453 Imp. Romano d'Oriente

# EPOCA CAROLINGIA

- Epoca precarolingia, VII-VIII sec.: nascono i monasteri che poi saranno le sedi di irradiazione della cultura carolingia (Luxeuil in Borgogna, Bobbio in Italia), diffusione del trivio e poi del quadrivio (monasteri di Wearmouth e Jarrow, Scuola vescovile di York). La geometria euclidea sarà spesso svolta entro manuali di agrimensura.
- Beda il venerabile studia a Wearmouth e Jarrow e scrive:
  - *De temporibus*
  - *De temporum ratione*
  - *De ratione computi*
  - ? *De arithmetiis propositionibus* (3 problemi su come indovinare un numero pensato da una persona, e **1 per regole di calcolo con numeri negativi sebbene limitati alle addizioni**).
- La rinascita carolingia, Alcuino di York e gli altri intellettuali del tempo (il *regnum francorum*, gli *scriptoria*)
- Alcuino di York, direttore dal 781 della *Schola palatina* di Aquisgrana:
  - ? ***Propositiones ad acuendos iuvenes*** (problemi lineari a una incognita e a più incognite, successioni e progressioni, problemi di ordine e di calcolo geometrico), tradizione di matematica ricreativa, si ritroverà in Fibonacci e da qui nei maestri d'abaco italiani e nei maestri di aritmetica tedeschi fino al Rinascimento.

- Gerberto d'Aurillac (940/950-1003, poi Papa Silvestro II): si reca nel 967 in Catalogna e entra in contatto con la scienza araba (e con le cifre indo-arabe). Durante le sue lezioni insegnava abaco, usando una macchina però diversa da quelle in uso ai romani, poiché impiegava nove tipi diversi di pietre ognuna delle quali riportava (e rappresentava) un valore numerico (cosicché bastava inserire nella colonna solo una pietra segnata, e non 9 non segnate come era uso): per lo zero si lasciava vuota la colonna →
- 980, *Regulae de numerorum abaci rationibus*: trattato in cui Gerberto esponeva le regole per la moltiplicazione e per la divisione
- XI-XII sec. Nelle scuole monastiche s'insegnava a calcolare mediante l'abaco di Gerberto (quindi molti testi intorno ad esso prodotti da Abbone di Fleury, Heriger di Lobbes, Bernelino, Ermanno di Reichenau, Turchillus, Gerlando di Besançon, Adelardo di Bath, Rodolfo di Laon più anonimi fino agli inizi del XII secolo, quando l'abaco di Gerberto smise di circolare).

# Dopo il 1000

- 1123, I Concilio Lateranense: scuole in ogni sede vescovile
- Roma, Bagdad, Cordoba (il fenomeno delle traduzioni greco-arabo-latine)
- **Indigitatio**: esecuzione del calcolo con le dita, tecnica considerata una vera e propria arte da utilizzare come base dell'aritmetica
- **Abaco** (da *abq* = polvere)
- **Rithmomachia**, tecnica basata sulla posizione delle mani e sulla contrapposizione dei numeri pari e dispari, traingolati, quadrati, ...
- Predominio della matematica pitagorica
- *Pons asinorum*: il teorema "gli angoli alla base di un triangolo isoscele sono uguali" segnava il limite dell'insegnamento superiore della matematica
- Sistemi di numerazione (sistema posizionale, zero detto teca o circulus o figura nihili o zephirum, cifre arabe\*già conosciute da Silvestro II)
- Diffusione e perfezionamento del **simbolismo algebrico** di Diofanto e degli Indiani Brahamagupta (VI sec.) e Baskara Akaria (XII sec.). Gli insegnamenti dei maestri di abaco consentono di tornare a discutere di questioni sottili che staranno alla base della moderna algebra e del calcolo computazionale.
- Attenzione al problema del **movimento**

## VII-IX secolo

## X-XII secolo

**Euclide\*\*\*** e i

Trattati di  
agrimensura

- Cassiodoro, *Institutiones*
- Vitruvio
- PsBoezio, *Geometria I*

- Trad. arabo e greco
- Al-Hwārizmi
- Roberto di Ketton (fl. 1141-1187)
- Gherardo da Cremona
- Savasorda, *Liber embadorum*
- Nemorario

- Corbie
- Luxeuil (Borgogna)
- Bobbio(Italia)
- Wearmouth e Jarrow
- Scuola di York

**Gerberto** (940/950 – 1003)

Geometria

Abaco

Abbone di Fleury, Heriger di Lobbes, Bernelino, Ermanno di Reichenau, Turchillus, Gerlando di Besançon, Adelardo di Bath, Rodolfo di Laon, anonimi

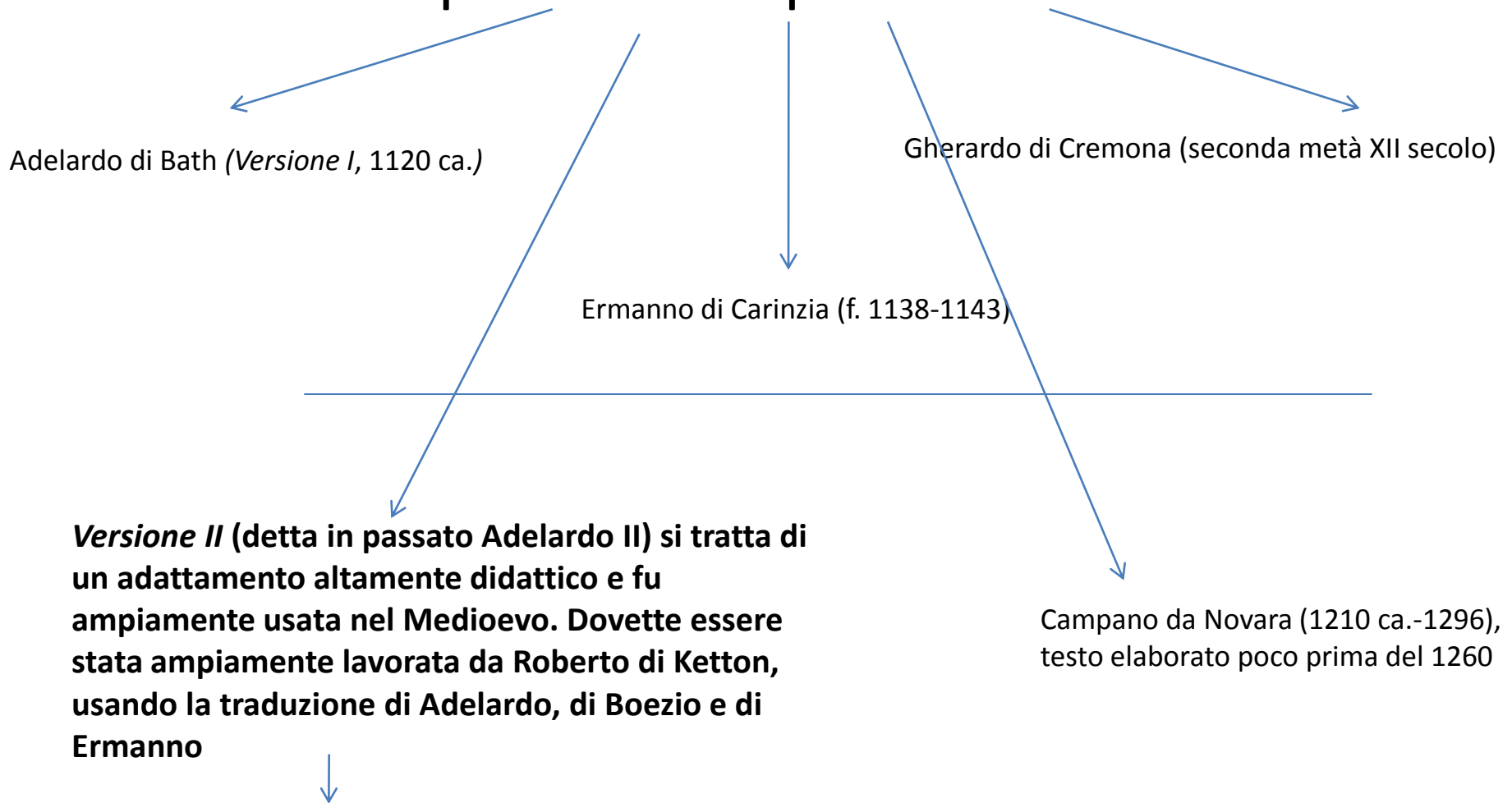
**1202:** Leonardo Pisano (1170 c.-1250), *Liber Abaci*

Alcuino di York, 781:  
Schola Palatina.  
Dubbia l'attribuzione  
di *Propositiones ad  
acuendos iuvenes*

Beda il venerabile.  
•*De temporibus*  
•*De temporum ratione*  
•*De ratione computi*  
•? *De arithmeti-  
cis propositionibus*

# \*\*\* Euclide, *Elementi*

## dopo Boezio e prima del 1500



**-Versione III, citata da Ruggero Bacone, dopo la fine del XII sec.**

- Ulteriore rielaborazione anonima (forse quella attribuita a Alberto Magno)

- Ulteriore adattamento redatto da Campano poco prima del 1260,

usando anche il testo di Nemorario e maneggiando autonomamente l'opera. Fu un testo di didattica per molto tempo ed ebbe numerose riedizioni. La prima edizione a stampa fu del 1482 (Venezia)

- Traduzione delle nuove cifre
- Secc. XIII-XV: contributi molto originali volti non a cercare algoritmi per risolvere problemi di geometria o fisica, bensì spiegare caratteristiche molto generali di spazio, tempo e moto.
- Contributi di:
  - Bradwardine: anticipazione dei paradossi dell'infinito, teoria delle proporzioni composte
  - Nicola Oresme: latitudine delle forme (di cui già si occupavano agli inizi del sec. XIV gli studiosi del Merton College, cf. teorema di Merton che porterà alla legge galileiana del moto)
  - Campano: confutazione del teorema del valore intermedio
  - Swineshead:  $(1/2) \times 1 + (1/2)^2 \times 2 + (1/2)^3 \times 3 + \dots = 2$  e altre serie

- Traduzioni di **Archimede**: *Misura del cerchio*, *De sphaera et cylindro*
- **Fratelli Banū Mūsā**, *Librum trium fratrum* (o *Verba filiorum*) usato anche da R. Bacone e Fibonacci
- Johannes de Tinemue, il *De curvis superficiebus*
- Sec. XII, traduzione di **Euclide, Data** e *Liber divisionum*
- tradotti dall'arabo e tradizionalmente
- trasmessi insieme: il *Liber Saydi Abuothmi*, il *Liber Aderameti*
- *Liber mensurationum* attribuito ad Alubather
- Prima metà sec. XIII, **Giordano Nemorario**, *Liber Philotegni*, poi rielaborato da anonimo nel *De triangulis*

## XIII-XV secolo

- Teoria delle sezioni coniche, sviluppata senza conoscere Apollonio (era stato tradotto solo in arabo, non in latino):
  - Era noto un breve scritto sull'iperbole di Giovanni da Palermo (attivo sotto Federico II).
  - Alhazen *Perspectiva e Liber de speculis comburentibus*
  - *Perspectiva di Witelo (1220/1230 ca.-1280 ca.)*.
  - Poco dopo Witelo, un monaco anonimo scrisse un nuovo testo sugli specchi paraboloidici (*Speculi almukefi compositio*) – influsso su Fusoris (1355-1436) e Regiomontano
- Trigonometria:
  - tradotti nel sec. XII i più importanti testi dell'antichità: Menelao, *Sphaerica* (I d.C.) e **Teodosio Tripolita** (o di Bitinia, I a.C.), *Sphaericorum libri*; Autolico di Pitane (fl. 310 a.C.), *De sphaera quae movetur*.
  - Dall'arabo tradotti in latino soltanto: due testi di Ahmad ibn Yusuf (Ametus filius Josephi, m. 912 ca.) sugli archi simili (*De arcubus similibus*) e su rapporti e proporzioni (*De proportio ne et proportionalitate*); lo scritto di Tabit ibn Qurra (836-901) dal titolo *De figurae sectore*; l'*Almagesto* di Tolomeo, con la relativa tavola delle corde.
  - Inoltre commenti alle *Tavole di Toledo (canones)*.
  - Giovanni di Gmunden, *Tractatus de sinibus, chordis et arcubus (1437)*, ripresa e continuata da George von Purbach prima e Regiomontano poi

# La cultura mediterranea e gli arabi

# Un importante snodo storico

- Espansionismo arabo, dopo il crollo dell'Impero d'Occidente.
- In Oriente la tradizione culturale legata al mondo greco aveva continuato a produrre opere interessanti, e soprattutto aveva continuato a leggere molte opere del mondo greco che altrimenti sarebbero andate del tutto perdute.
- Per comprendere alcuni autori, come Bacone che andremo a vedere, non possiamo eliminare questo aspetto, che per lui sarà fondamentale anche, e non solo, per sviluppare il suo concetto di matematica. Non solo perché lavorò su quelle opere, ma anche perché nella matematica vide un ponte per una società altrimenti non penetrabile...

# Sec. XII-XIII: contesto storico-politico

1091: presa di Noto: I Normanni riconquistano la Sicilia, che diviene crocevia di culture  
1130: Ruggero II costituisce il Regno Normanno di Sicilia  
1189: con Federico II di Svevia, appoggiato da papa Innocenzo III, il Regno si unisce all'Impero

*Reconquista in Spagna: 1236, Cordova. Resta solo Granada che capitola nel 1492*

**Cronologia dei papi:** Onorio III (1216 - 1227) - Gregorio IX (1227 - 1241) - Celestino IV (1241) - Innocenzo IV (1243 - 1254) - Alessandro IV (1254 - 1261) - Urbano IV (1261 - 1264) - **Clemente IV** (1265 - 1268) - Gregorio X (1271 - 1276) - Innocenzo V (1276) - Adriano V (1276) - **Giovanni XXI** (1276 - 1277) - Niccolò III (1277 - 1280) - Martino IV (1281 - 1285) - Onorio IV (1285 - 1287) - **Niccolò IV** (1288 - 1292) - **Celestino V** (1294) - **Bonifacio VIII** (1294 - 1303) - Benedetto XI (1303 - 1304) - **Clemente V** (1305 - 1314) - Giovanni XXII (1316 - 1334)

- Risposta al jihad islamico di VII sec
- Motivi politico-economici del mondo feudale
- 8 crociate ufficiali
- 1099-1187: Gerusalemme
- 1198, quarta crociata

*Italia: dal Comune alla Signoria...*

Conflitto tra Bonifacio VIII e Filippo il Bello di Francia

1099-1204: Crociate

1054: Grande Scisma.

1122: Concordato di Worms: fine della lotta delle investiture tra Enrico V di Franconia e Papa Callisto II

1179: Concilio Laterano: le scuole cattedrali

1226: muore Francesco d'Assisi

1300: Grande Giubileo

1302, *Unam Sanctam*

L'evento divide la Cristianità fra Chiesa orientale bizantina (Chiesa ortodossa) e Chiesa occidentale (cattolicesimo romano). Si segna questa data perché si ebbe la reciproca scomunica tra papa Leone IX e il patriarca Michele I Cerulario.

MOTIVI: 1) primato petrino sui 4 patriarcati orientali (Costantinopoli, Alessandria, Antiochia, Gerusalemme). 2) Disputa trinitaria sull'inserimento del *filioque* nel Credo di Nicea

Prima del XIII: **università** (= corporazioni di maestri) a Salerno, Bologna, Parigi, Oxford,...

Sec. XIII: università a Siena, Padova, Salamanca, Cambridge, ..., Perugia (1308)

**Ruggero Bacone (1214?-1294)**  
**Raimondo Lullo (1235-1315)**

1204: sacco di Costantinopoli per opera dei Crociati

1274: Secondo Concilio di Lione

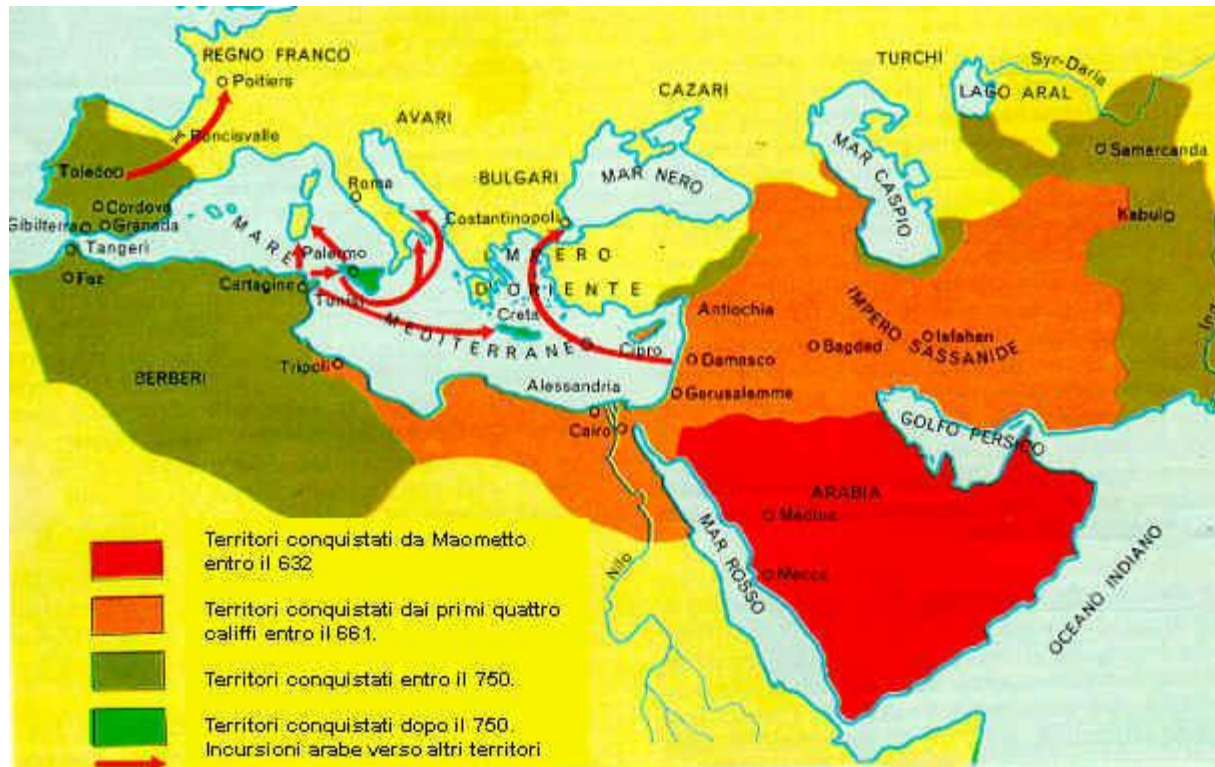
1439: Concilio di Basilea

1472: la Chiesa d'Oriente rifiuta il Concilio di Firenze in occasione del Sinodo indetto da Dionisio I di Costantinopoli

# Islam e Alto Medioevo

L'espansionismo islamico è un dato caratterizzante dell'Alto Medioevo. La presenza araba sulle coste africane ed in medio oriente inizia a realizzarsi dopo la morte di Maometto ( 632 ) una volta realizzata l'unificazione religiosa della penisola arabica sotto l'islam. Ad Abu Bakr successore di Maometto col titolo di *califfo (sostituto del profeta)* seguì Omar, che iniziò una fase di conquista contro i grandi imperi bizantino e persiano. Questa conquista appariva come la Guerra santa voluta da Allah e come lo strumento per uscire dalla tradizionale miseria beduina, grazie alle ricchezze di cui gli imperi erano già colmi. Vennero occupati l'Iran persiano e l'Egitto bizantino e l'impero musulmano si estendeva dalle rive dell'Indo fino al deserto libico. La dinastia Ommayade ( 661 - 750 ) spostò la capitale a Damasco. **Nonostante la resistenza di Bisanzio in Asia minore ( Costantinopoli stessa venne assediata nel 674 ) fu occupata tutta l'Africa bizantina e nel 711 gli Arabi passarono in Spagna distruggendo il regno dei Visigoti. La loro spinta investì anche la Francia meridionale: vennero fermati a Poitiers da Carlo Martello nel 732. Successivamente gli Arabi faranno la loro comparsa in Sicilia e sulle coste dell'Italia meridionale.**

da <http://www.valesiascuole.it/crosior/1medioevo/arabi.htm>



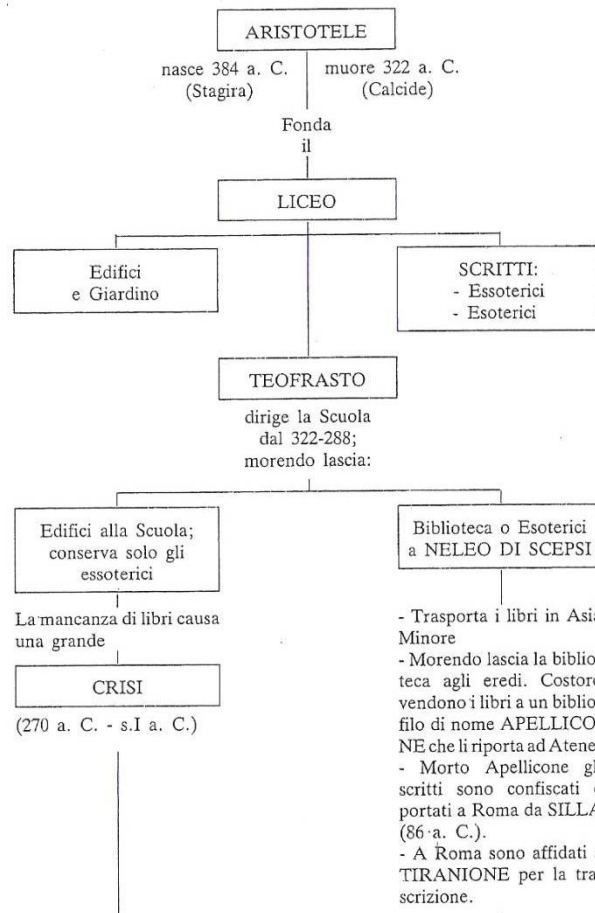


# XIII sec. e Islam culturale: scienze e filosofia

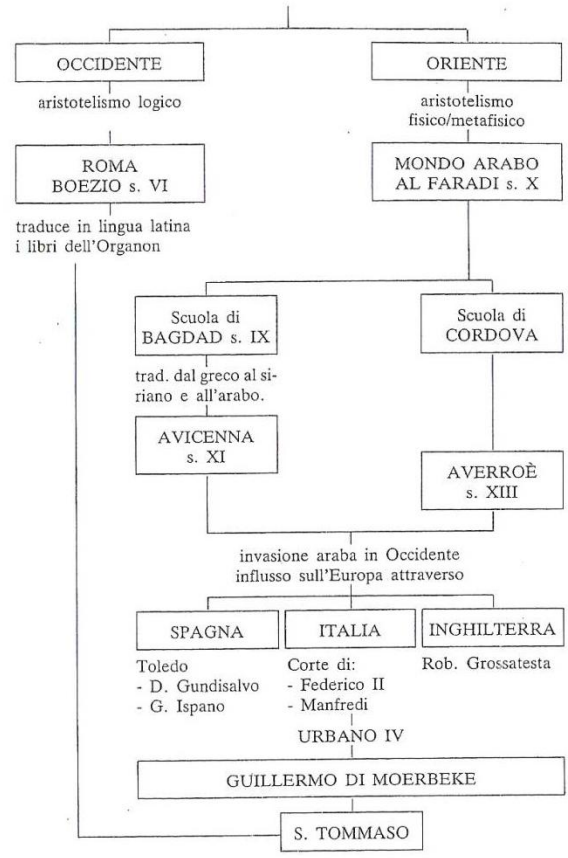
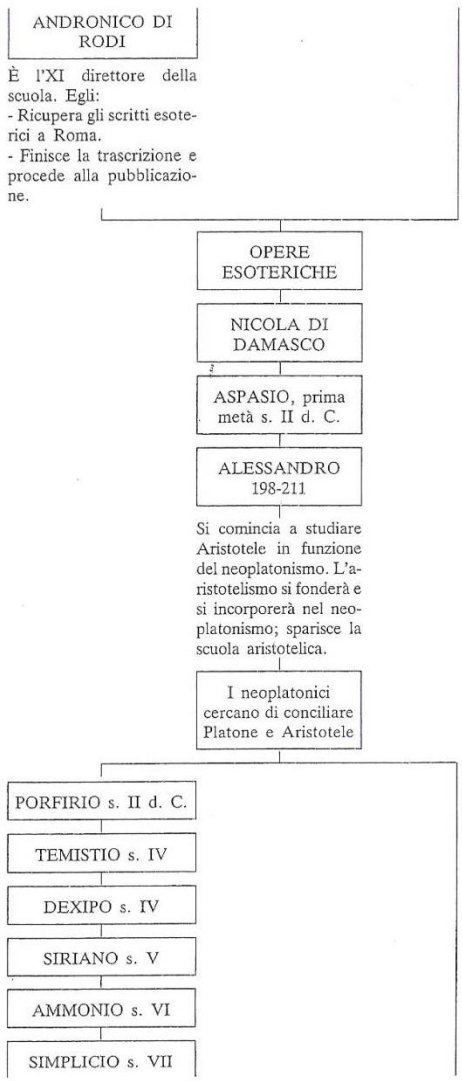
- Ciò dal punto di vista religioso veniva visto in maniera essenzialmente negativa, fu considerato invece assai positivamente dal punto di vista culturale.
- Gli Arabi, pur imponendo la propria lingua, si avvicinano all'eredità greca, con particolare attenzione agli scritti di scienza e tecnica più che di filosofia: questo perché sembravano più facilmente compatibili con gli insegnamenti del Corano.
- Scienziati arabi: astronomi (Alpetragius, Albategnius), matematici (al-Khwarizmi), ottici (Alhazen), medici (Rhazes, Hali Abbas → Scuola di Salerno → 1163, fine del divieto chirurgico).
- Tramite della tradizione scientifica araba fu dapprima Gerberto d'Aurillac (poi papa Silvestro I, 999-1003), che si rese conto della superiorità degli insegnamenti arabi nelle scienze.
- Importante fu anche l'operato di Pietro Alfondo, medico del re inglese Enrico I e che all'inizio dell'XI secolo influenzò profondamente la scuola di Oxford.
- 1202: Fibonacci introduce la numerazione araba con il *Liber Abaci*

# Greci, Arabi, Latini: la trasmissione dell'aristotelismo

Storia delle opere di Aristotele fino a Tommaso d'Aquino<sup>1</sup>



Schema tratto da D. Lorenz, *I fondamenti dell'ontologia tomista*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna 1992



<sup>1)</sup> Cfr. G. REALE, *Introduzione a Aristotele*, Laterza, Bari 1991, p. 171; ID., *I problemi del pensiero antico, II. Le scuole ellenistico-romane*, pp. 59-90, 502-13.

*Maedner*

Aristotele e il pensiero greco: da Atene a Bagdad, da Bagdad a Toledo, da Toledo a Parigi e Oxford

# Matematica, sillogistica e Scolastica

# La ricezione degli *Analitici* nel Medioevo

- La riflessione dei Medievali è per la maggior parte volta al significato epistemologico e al ruolo delle scienze (→ rapporto tra le scienze e ruolo della matematica come “modello” negli *Analitici Secondi* di Aristotele). Le “proposizioni per sé note” divengono il punto di partenza delle scienze: Tommaso, Grossatesta, Egidio Romano individuano tutti negli *Elementi* il modello di scienza per eccellenza (cf. Corbini 2006).
- La questione delle *dignitates* (principi primi comuni ≈ assiomi) nelle dimostrazioni: *secundum virtutem* e non *secundum substantiam* (Egidio Romano).
- La possibilità di operare con queste distinzioni cadrà quanto la filosofia moderna inizierà a distinguere tra opinione e conoscenza come una semplice questione di “grado” (dunque nella questione che l’induzione filosofica poneva in termini di “scetticismo”). Da Hume (Trattato della natura umana, 1739) in poi i termini messi in discussione saranno “causalità”, “principi primi”, “sapere” e così via: un apparato filosofico completamente nuovo.
- Nel frattempo, però, la tradizione matematica antica era già stata fortemente letta nell’ottica neoplatonica, rendendo “platonico” lo stesso Euclide (sul quale, invece, va usata maggiore cautela nell’attribuzione di questo titolo). D’altra parte con l’avvento della stampa si diffonde il Commento di Proclo (1560, trad. di Barozzi; 1589, trad. di Clavio), che fornisce un intero quadro interpretativo alla matematica euclidea che avrà molta influenza sui pensatori europei.

# Matematica e sillogistica nella Scolastica

- Diffusione del metodo sillogistico aristotelico
- Aristotelismo come fisicismo
- Gradi di astrazione: 1) elaborazione dell'esperienza (scienze sperimentali); 2) astrazione dalla materia e riferimento all'immaginazione; 3) astrazione da senso e immaginazione
- 1) fisica; 2) matematica; 3) filosofia.

# La scienza e gli Ordini Mendicanti (sec. XIII)

- Università
- 1217: lo Studium dei Domenicani a Parigi Ipoi a Oxford e Bologna)
- 1219-20: lo Studium dei Francescani a Bologna, e poco dopo in Inghilterra (Oxford, Cambridge, Londra)
- Ruggero **Bacone** e i maestri di Oxford