

Sulle spalle dei GIGANTI

Luoghi e maestri della scienza nel Medioevo europeo

Mostra realizzata e organizzata dal Meeting per l'amicizia fra i popoli in occasione della XXVI edizione

a cura di EURESIS, Associazione per la promozione e lo sviluppo della cultura e del lavoro scientifico

Coordinatore
Mario Gargantini (Giornalista Scientifico)

Curatori
Marco Bersanelli (Professore di Astrofisica, Università degli Studi di Milano - Presidente Associazione Euresis)
Nicola Sabatini (Fisico - Direttore Associazione Euresis)
Elio Sindoni (Professore di Fisica, Università degli Studi di Milano - Bicocca)

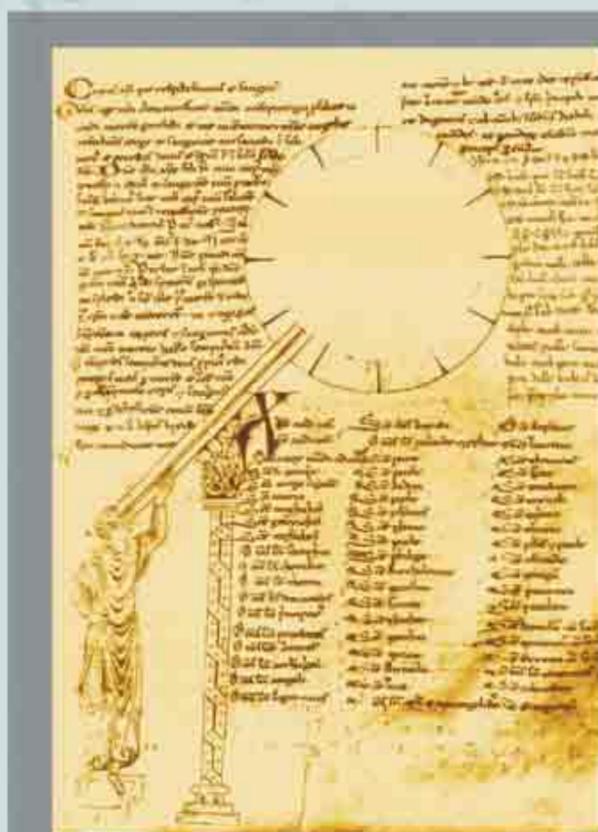
Consulenti Scientifici
Alessandro Ghisalberti (Professore di Filosofia Teoretica, Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano)
Peter Hodgson (Professore di Fisica, Università di Oxford, UK)
Paolo Ponzio (Professore di Filosofia, Università di Bari)
Alberto Strumia (Professore di Meccanica Razionale, Università di Bari)
Luca Tampellini (Dottorando in Filosofia, Università di Ferrara)

Collaboratori
Gerardo Ballabio (Ricercatore - Fisico)
Andrea Banzatti (Fisico)
Tommaso Bellini (Professore di Fisica)
Andrea Borghese (Fisico)
Marco Bramanti (Ricercatore - Matematico)
Riccardo Castellanza (PhD - Ingegnere civile)
Mirko Cesarini (PhD - Ingegnere dell'Informazione)
Maria Chiara Conidi (Fisico)
Villi Demaldé (Professore di Scienze Naturali)
Alberto Desco (Architetto)
Alfredo Errico (Ingegnere)
Gian Maria Foglia (Ricercatore - Ingegnere Elettrico)
Francesca Giussani (Ingegnere Civile)
Patrizia Jotti (Professoressa di Matematica e Fisica)
Chiara Leva (Dottorando - Ingegnere Gestionale)
Alida Marchetti (Fisico)
Paolo Mazzoni (PhD Student - Ingegnere dell'Informazione)
Emanuele Mereghetti (Fisico)
Mariaelena Monzani (Ricercatrice - Fisico)
Jacopo Parravicini (Fisico)
Alessandra Pedrocchi (PhD - Ingegnere biomedico)
Francesco Prestipino (Professore di Matematica e Fisica)
Davide Prospero (Ricercatore - Chimico)
Silvia Ronchi (Ricercatrice - Chimico)
Carlo Sozzi (Ricercatore - Istituto di Fisica del Plasma CNR)
Daniele Traina (Dottorando - Ingegnere dell'Informazione)
Maria Ubiali (Fisico)
Giovanni Zambon (Ricercatore - Fisico)
Giuliano Zanchetta (Dottorando - Fisico)
Pietro Zanone (Fisico)

Con la collaborazione di
Università dell'Insubria Mostra Di luce in luce
Emmeciquadro

Catalogo a cura di
SEED, Scienza Educazione E Didattica

Noleggio della mostra a cura di
IES (International Exhibition Service) tel. 0541/728565
www.meetingmostre.com



Monaco scruta il cosmo
manoscritto anno 1000 ca., Biblioteca di San Gallo (CH)

Aiuto tecnico
Francesco Asta (Fisico)
Angelo Claudio Nale (Scienziato dei materiali)
Elisabetta Pianori (Astrofisico)
Simone Radaelli (Scienziato dell'Ambiente)

Progetto e allestimento
Francesco Castellanza
Benedetta Ferrari
Matilde Malagola
Paolo Mattaini
Maria Ragazzi
Maria Resteghini
Veronica Satta
Letizia Valsecchi

Coordinamento del lavoro di progettazione
Enrico Magistretti

Immagine grafica
Lorenzo Morabito

Stampa
Millennium

Si ringraziano
Archivio Abbazia Montecassino
Biblioteca Ambrosiana
Bodleian Library, Oxford
Corpus Christi College, Oxford
Editoriale Jaca Book
Franco Cosimo Panini Editore
Il Giardino di Archimede - Firenze
Libreria Riccardiana, Firenze
Museo Astronomico e Copernicano INAF
Musei Civici di Brescia
Museo Diocesano Nonantola (MO)
Galleria Guglielmo Tabacchi - Sàfilo
Öffentliche Bibliothek Universität, Basilea
SIMAT di Mario Ballabio
St. John College, Oxford



COSMOLOGI TRA LE NAVATE DI CHARTRES

Sul finire del X secolo sorge a Chartres una importante **scuola cattedrale** animata da una grande tensione a riportare l'attenzione sulle cose (*res*), sui **particolari**. Inizia qui ad acquistare maggior peso il *quadrivium*: è uno spostamento di interesse, indice di una nuova concezione che riconosce al mondo fisico una dignità tale da considerarlo oggetto di ricerca.

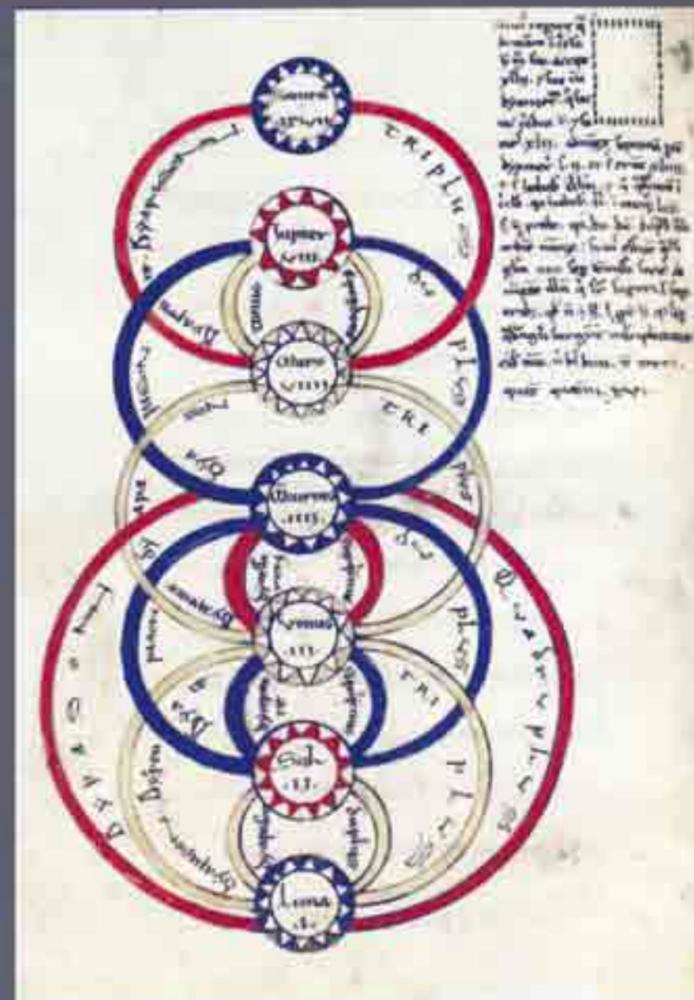
Fondata da **Fulberto**, discepolo di **Gerberto d'Aurillac**, la scuola di Chartres si distingue per il recupero della classicità. Il contatto con la sapienza greca, attraverso le traduzioni, riempie di ammirazione i medievali convincendoli che da quell'eredità si può partire per un esaltante cammino di conoscenza. Da questa consapevolezza deriva l'affermazione di **Bernardo di Chartres**:

"Siamo come nani sulle spalle di giganti, si che possiamo vedere più cose di loro e più lontane, non per l'acutezza della nostra vista, ma perchè sostenuti e portati in alto dalla statura dei giganti"

Gli chartriani tentano di conciliare la lettura della creazione del mondo proposta da **Platone** nel *Timeo* con quella della *Genesi*. Il pensiero platonico viene



L'imponente cattedrale di Chartres è emblema della concezione conoscitiva medievale. L'occhio umano si perderebbe se volesse raggiungere subito l'estrema altezza cui i pilastri lo conducono; tuttavia uno sguardo che si fermasse prima non sarebbe completo. Il livello più profondo non si raggiunge con l'ambizione di una conoscenza immediata ma con l'umiltà di passare attraverso i particolari, che percorrono l'intera altezza delle volte e trovano il loro significato all'interno di un ordine più grande.



Una pagina della traduzione di Calcidio del *Timeo* in un manoscritto del XII secolo, dove le sfere dei pianeti sono correlate con i rapporti musicali.

interpretato non come una svalutazione della causalità naturale (le cause seconde), bensì come sorgente di un rinnovato interesse per le cause fisiche, che si attuano secondo leggi ideali.

Guglielmo di Conches ritiene peraltro che riconoscere le cause naturali non sminuisca la Potenza Divina: *"Al contrario noi la innalziamo perchè è a Dio che attribuiamo il potere di aver conferito tale natura ai corpi..."*

Fondamentale, d'altra parte, è proclamare il valore di quella che oggi chiamiamo "ricerca scientifica": *"In che punto noi siamo contrari alla Sacra Scrittura se spieghiamo come è stato fatto ciò che essa dice (semplicemente) che è stato fatto? Alcuni dal momento che ignorano le forze naturali, vogliono impedire la nostra ricerca [...] ma noi dichiariamo che in tutte le cose occorra cercare la ratio"*



L'impostazione della scuola di Chartres è condivisa da **Adelardo di Bath**, studioso inglese del XII secolo. Egli afferma che, se è vero che tutti i fenomeni naturali avvengono per volontà di Dio, essi tuttavia non possono avvenire senza una legge. Proprio in virtù del disegno ordinato del Creatore, l'indagine sulla natura ha una sua dignità e utilità e dispone di mezzi propri, diversi da quelli della teologia.



UNA PREZIOSA EREDITÀ



Maestri e studenti al lavoro, raffigurati nel Salterio illustrato dal monaco Eadwine a Canterbury nel 1150.

Il Medioevo europeo è stato un periodo di grande fervore culturale e di diffusa creatività, che ha raggiunto traguardi straordinari nella produzione artistica, architettonica e letteraria, ma che ha dato contributi altrettanto significativi, pur se meno noti, anche in campo scientifico e tecnologico.

Si è soliti far risalire la nascita della scienza moderna all'inizio del Seicento, quando si è affermato il metodo sperimentale di **Galileo**, basato sulla matematica come linguaggio adeguato per leggere i fenomeni naturali e sugli esperimenti come strumento di controllo delle ipotesi.

Ma ciò non corrisponde al reale svolgersi storico degli eventi.

La conoscenza scientifica affonda le sue radici nei grandi sistemi di pensiero della Grecia classica (si pensi a **Platone** e **Aristotele**) e nei primi fondamentali sviluppi della matematica (**Talete**, **Pitagora** ed **Euclide**).

Non si possono poi ignorare i contributi del **mondo islamico**, in campo matematico, strumentale e osservativo.

Va infine considerato quel vasto movimento scientifico che ha preso le mosse nelle abbazie medievali per poi consolidarsi nelle università, esprimendosi ai massimi livelli tra il XII e la prima metà del XIV secolo. I **medievali** hanno riscoperto la scienza greca e araba, ne hanno re-inventato contenuti, procedimenti e strumenti; ma soprattutto l'hanno inserita in quell'orizzonte di pensiero e di vita che le ha conferito nuove motivazioni e grande slancio ideale, ne ha consolidato le fondamenta concettuali e ha realizzato le condizioni pratiche per un suo sviluppo duraturo. Grazie a questa eredità gli scienziati rinascimentali hanno poi potuto innalzare l'edificio della scienza che conosciamo.

È interessante allora ripercorrere quei secoli, sorprendere in azione i **maestri** che ne hanno guidato lo sviluppo culturale, descrivere i **luoghi** che hanno ospitato una passione conoscitiva desiderosa di misurarsi con tutti gli aspetti della realtà.

Per scoprire che forse quell'esperienza ha molto da dire a chi è impegnato nell'avventura del "fare scienza" oggi e a chi, come tutti noi, deve misurarsi con l'accelerazione delle conoscenze scientifiche e con i problemi spesso drammatici posti dalle loro applicazioni.



La logica, disciplina principe del sapere medievale, raffigurata sulle spalle di **Aristotele** in un portale della cattedrale di Chartres.

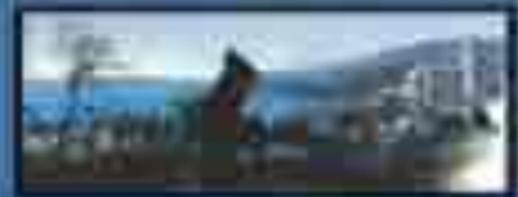


L'abbazia di Senanque, in Provenza, fondata nel XII secolo.



IL CONTESTO FAVOREVOLE

Il contesto favorevole è un concetto chiave che si riferisce all'ambiente e alle circostanze che influenzano lo sviluppo e il successo di un individuo o di un'organizzazione. Questo contesto può essere fisico, sociale, culturale o economico, e può avere un impatto significativo sulle opportunità e sulle sfide che si presentano. Un contesto favorevole può fornire risorse, supporto e opportunità che facilitano la crescita e il successo, mentre un contesto sfavorevole può creare ostacoli e limitazioni che rendono più difficile raggiungere i propri obiettivi. Comprendere il proprio contesto favorevole è essenziale per prendere decisioni informate e sfruttare al meglio le opportunità disponibili.



Il primo sistema di scrittura è il sistema numerico. I numeri sono le basi di tutti gli sviluppi matematici. In Europa, il sistema numerico è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.



Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.

Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.



Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.

٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١

Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.

Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.

Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.

Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.

Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.

Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.

Il sistema di scrittura è quello che si è sviluppato in Grecia, ma è stato poi perfezionato in India. Il sistema indiano è quello che si è diffuso in tutto il mondo, grazie ai mercanti arabi che commerciavano con l'India e l'Europa.



LA DIFFUSIONE DELLE CONOSCENZE IN EURASIA

Scienze Naturali

VI sec. a.C. - XI sec. d.C.

In Mesopotamia nel VI-VI sec. a.C. si sviluppa un grande movimento culturale, culminato con **Democrito di Abadeira** e con il suo scetticismo verso le teorie di **Empedocle di Agrigento**. Il **VI sec. a.C.** è una svolta decisiva in Asia Minore e nella cultura greca.

Nel V-VI secolo si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**. **Empedocle di Agrigento** (490-430 a.C.) è un filosofo e scienziato che propone una teoria della natura basata sui quattro elementi: terra, acqua, aria e fuoco.

Nel mondo greco si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

In Spagna nel IV secolo si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

A Siracusa si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.



A Siracusa si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

In Asia Minore si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

Nel V sec. d.C. si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

A Siracusa si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

In Asia Minore si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

Nel mondo greco si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

In Asia Minore si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

A Siracusa si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.

In Asia Minore si assiste a un movimento di ricerca scientifica, culminato con **Democrito di Abadeira**.



EMINANTIA IN
AMIO·CELLI

DAL CHIOSTRO AL COSMO



Monaco allo scriptorium.

Fin dai primi secoli dopo Cristo si afferma nell'Occidente europeo un atteggiamento radicalmente nuovo nei confronti della natura. Il potente concetto di **Creazione**, ereditato dalla tradizione giudaica e particolarmente esaltato dai Padri della Chiesa, e la concezione di una natura come "segno" del Creatore invitano a **uno sguardo positivo e interessato** verso i fenomeni naturali, fino a ritenere che "i fedeli avessero il dovere di scoprire le leggi della natura". Scoperta che si preannuncia come continua sorpresa e determina uno sviluppo evolutivo delle conoscenze, che difficilmente si sarebbe prodotto senza un'altra acquisizione tipica della visione medievale: la "**liberazione del tempo**" dal vincolo dell'eterno ritorno e da una concezione ciclica paralizzante ogni progresso.

Fino al XII secolo questo dinamismo conoscitivo viene sostenuto e alimentato in luoghi ben precisi: le **abbazie**, fiorite in tutta Europa, e le scuole sorte accanto alle **cattedrali**.

Già nella Regola di **san Benedetto** la pratica della lettura e la ricopiatura di manoscritti assumono un valore fondamentale ed è ben noto il ruolo svolto dalle abbazie nel recupero e nella conservazione del patrimonio culturale dell'antichità classica.

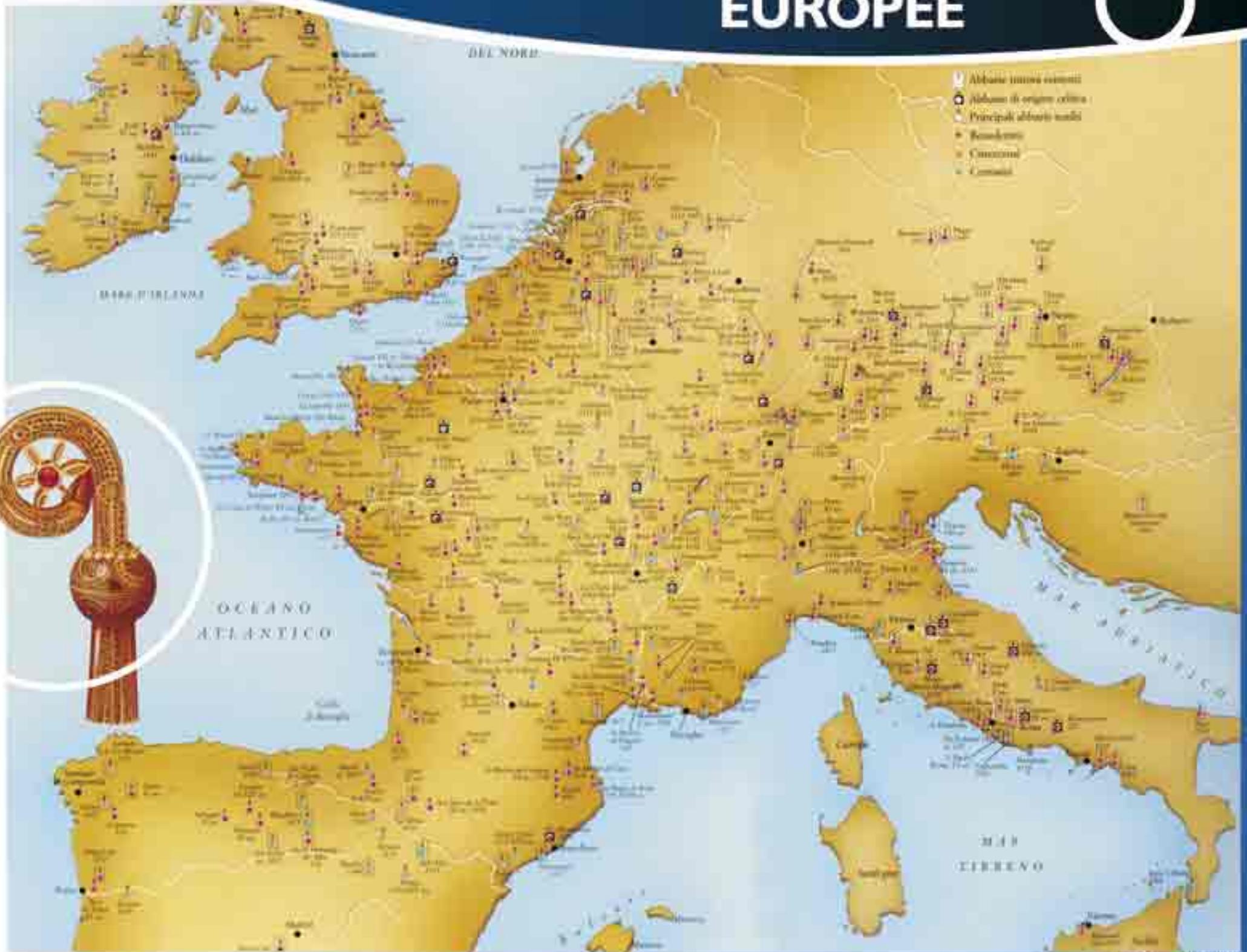
Nell'VIII sec. con il cosiddetto "rinascimento carolingio", su impulso del monaco **Alcuino di York** l'attività culturale viene istituzionalizzata e diffusa. "In ogni diocesi, in ogni monastero si insegnino i salmi, il canto, il computo, la grammatica; si abbiano libri accuratamente corretti".

È in questi luoghi che inizia fin dal X sec. un **imponente lavoro di traduzione** dei classici greci e arabi in latino; la varietà delle traduzioni è enorme ma tra il 1125 e 1200 vengono tradotte prevalentemente opere scientifiche e filosofiche. L'apporto di queste traduzioni, soprattutto del pensiero di **Aristotele**, sarà decisivo per lo sviluppo delle nascenti università e per lo strutturarsi del pensiero scientifico moderno.

Il processo
tra il Medioevo e il Rinascimento



LE ABBAZIE EUROPEE



Mappe storica Jaci Book



INSEGNARE MATEMATICA NELL'ALTO MEDIOEVO



Carlo Magno chiama Alcuino di York a dirigere la Scuola Palatina e ad animare il "rinascimento carolingio".



Va riconosciuto a **Carlo Magno** il merito di aver promosso l'insegnamento matematico-scientifico, con un vasto programma di riforme (nel 789) che prevedeva prescrizioni precise per l'insegnamento nelle scuole monastiche in tutto l'impero.

A livello elementare si insegna il calcolo. Il termine *calculatio* indica lo studio del calendario e il problema tipico consiste nel determinare la data della Pasqua: a questo erano dedicati il trattato di **Rabano Mauro** e scritti di **Beda il Venerabile**.

Nel X secolo inizia a essere adottato un nuovo metodo di calcolo grazie all'*abaco*, sicché il termine *abacasare* significa calcolare.



La tecnica di calcolo più frequentemente insegnata nella scuola primaria è quella del computo sulle dita, già in uso in epoca ellenistica e qui rappresentata in un testo di **Rabano Mauro** (784-856).

L'insegnamento secondario consiste nel *trivium* e nel *quadrivium*; quest'ultimo è la base dell'insegnamento scientifico del tempo. Le fonti sono gli scritti di **Severino Boezio**, basati sulla traduzione di alcuni testi greci.

La geometria viene insegnata con testi dal nome di *ars gromaticæ*, cioè agrimensura. Era quindi vista per la sua utilità pratica, mentre sfuggiva

Beda il Venerabile (672-735) si occupa, tra l'altro, del problema della datazione della Pasqua e analizza correttamente i flussi delle maree, attribuendo il fenomeno all'attrazione lunare.



completamente lo *spirito euclideo* del costruire una teoria in cui ogni proprietà fosse dimostrata.

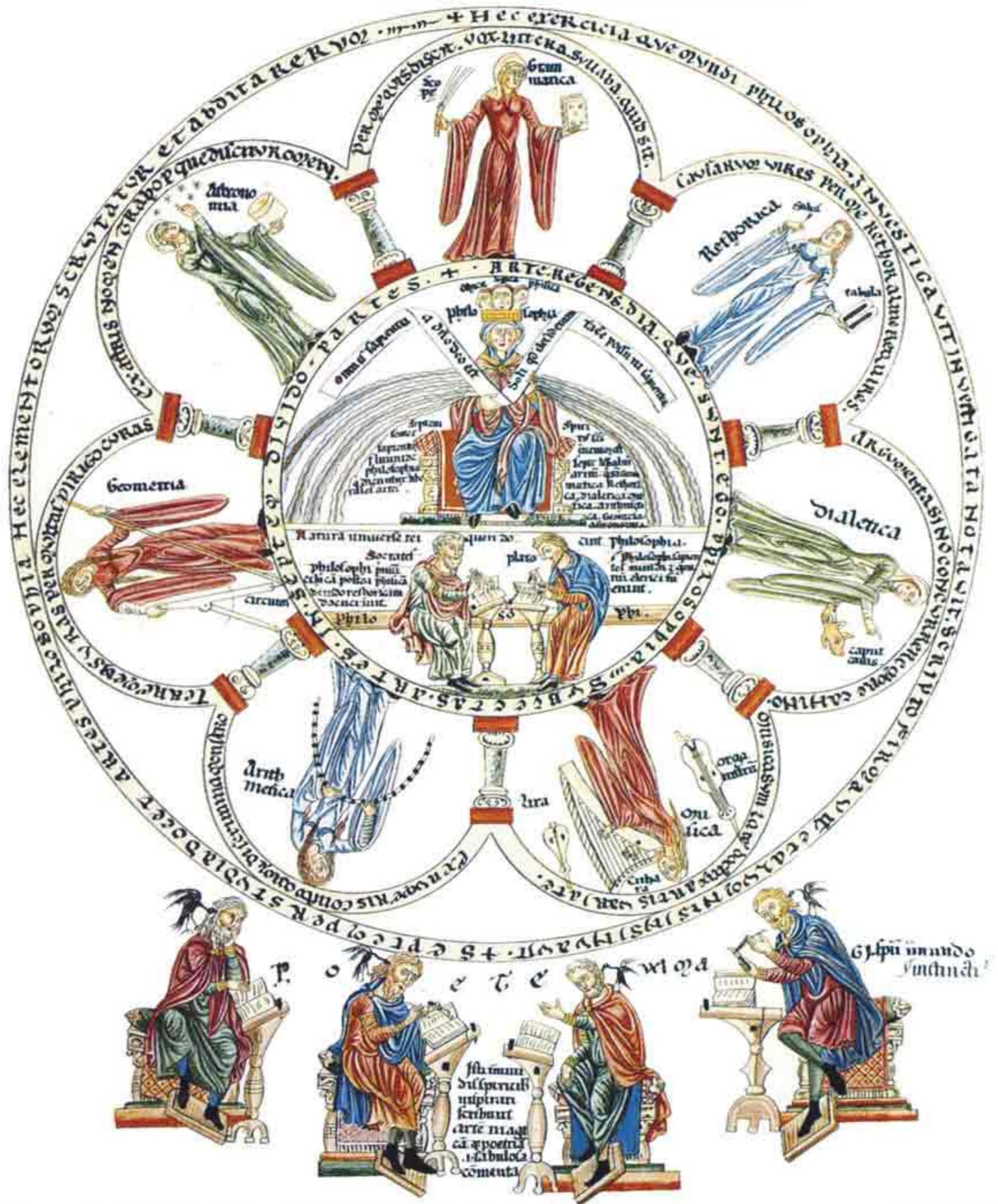
Va detto che una certa predilezione per gli aspetti più pratici che teorici rimarrà tipica della matematica medievale anche in periodi di maggior sviluppo.

Oltre al computo e alle nozioni di geometria, l'insegnamento scientifico delle scuole monastiche comprendeva nozioni sui pesi e misure, sui pianeti e le costellazioni, sulla meteorologia e sull'anatomia umana.





UN SAPERE ORGANIZZATO



Nelle scuole conventuali e cattedrali l'insegnamento era basato sulle sette arti liberali ripartite nel trivio (grammatica, dialettica, retorica) e nel quadrivio (geometria, aritmetica, astronomia e musica).

In questa miniatura tedesca del XII secolo le arti liberali circondano la filosofia, a sua volta suddivisa in etica, logica e politica ed esemplificata nel dialogo tra Socrate e Platone. Gli scrivani in basso rappresentano le discipline letterarie.



IMPARA TUTTO E SCOPRIRAI CHE NULLA È SUPERFLUO

Una innovativa valorizzazione del sapere profano caratterizza la scuola del convento parigino di San Vittore nella prima metà del XII secolo.

Ugo, uno dei suoi maggiori esponenti, così si rivolge agli studenti:

"Omnia discite. Videbitis post nihil esse superfluum. Coartata scientia iocunda non est"

Omnia discite: non disprezzare alcuna conoscenza. *Videbitis post*: se anche non ne cogli subito l'importanza, in seguito ti accorgerai che niente è superfluo. Una *coartata scientia*, una scienza che avesse paura di affrontare qualcosa non sarebbe felice, non darebbe vera soddisfazione.

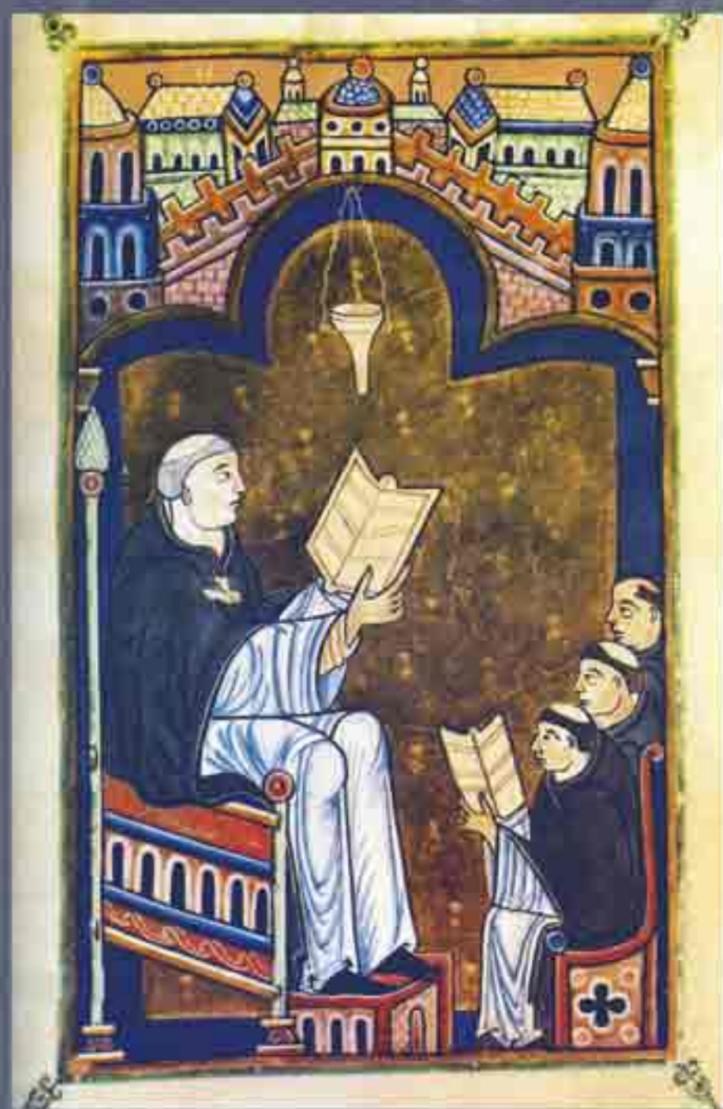


Il convento di San Vittore in una mappa di Parigi del 1552.

Il lavoro dei Vittorini prende le mosse dal recupero del sapere greco e arabo, che propongono a tutti i discepoli contribuendo così alla diffusione della cultura classica in Europa.

Il trattato pedagogico *Didascalicon de Studio Legendi* (Il manuale del perfetto studente) di **Ugo di S. Vittore** è uno dei testi più diffusi nel Medioevo europeo (ne sono giunte fino a noi ben 125 copie manoscritte). È uno straordinario tentativo di unificare tutti i saperi all'interno di una "filosofia" subordinata alla dottrina sacra: l'intento dell'opera non è però enciclopedico, ma sistematico, in quanto cerca di individuare gli ambiti, le fonti, le condizioni e il metodo per un sapere universale. La sua peculiarità consiste in un **ampliamento dello schema tradizionale della conoscenza** (*trivio e quadrivio*) per includervi, allo stesso livello, le arti cosiddette "**meccaniche**": è il primo esempio di valorizzazione delle discipline tecniche ed economiche, quali la tessitura, l'agricoltura, la medicina.

Nella visione di Ugo, le tre parti della filosofia (teoretica, pratica e meccanica) sono finalizzate alla **rigenerazione dell'uomo**, decaduto dopo il peccato originale, ripristinando la sua somiglianza con Dio. La parte teoretica si dedica a dissipare l'ignoranza; la parte pratica a eliminare i vizi e restaurare le virtù; infine, le arti meccaniche si sforzano di sopperire alla debolezza e vulnerabilità dell'uomo.



Ugo di S. Vittore (fine sec. XI - 1141): nella sua opera si nota un grande equilibrio tra il dinamismo della ragione e la solidità della fede (contrariamente al luogo comune che vuole i filosofi medievali, prima di S. Tommaso, "prigionieri" del contrasto tra fede e ragione).

