

ARABI E SCOLASTICA (II) LE SCOPERTE SCIENTIFICHE DAL V AL XV SECOLO

La scienza nel Medioevo

Un primo studioso d'interesse che incontriamo nel deserto che circondava la conoscenza è **Giovanni Filopono di Alessandria** (circa 490 - 570). Egli è uno dei **tanti commentatori di Aristotele** che opera nell'Impero bizantino come direttore della Biblioteca. E' un neoplatonico convertito al cristianesimo che trasformerà la scuola di Alessandria in una sorta di scuola di teologia e che sarà però condannato dalla Chiesa (681) per eresia (aveva inteso la Trinità come tre persone distinte!). Egli va ricordato perché, nel suo commentare Aristotele, quell'Aristotele che arrivava in lettura platonica, **mostra che alcune cose non gli tornano**. Per risolvere le quali avanza una teoria, quella dell' **impetus**, che avrà grande importanza nel XIV secolo.

L'universo aristotelico essendo finito e tutto pieno non prevede l'esistenza del vuoto. Ciò vuol dire che al di là dell'ultima sfera non vi è alcuna cosa, neppure il vuoto. Cerchiamo ora di vedere quali sono le motivazioni che Aristotele porta all'impossibilità dell'esistenza del vuoto all'interno della sfera delle stelle fisse. Poiché il vuoto, se c'è, deve essere in qualche luogo e poiché il luogo è definito quando è occupato da un corpo (o più in generale da materia), è assurdo pensare alla sua esistenza essendo il vuoto, per sua definizione, assenza di corpo e di materia. Ci sono poi alcuni che credono nell'esistenza del vuoto in quanto esiste il movimento ma, osserva Aristotele, **"non è possibile che neppure un solo oggetto si muova, qualora il vuoto esista"**.

Infatti se ci riferiamo ai moti che avvengono naturalmente in natura (i **"moti naturali"**, quelli rettilinei che procedono dall'alto verso il basso o dal basso verso l'alto), come è possibile che essi accadano o nell'infinito o nel vuoto, se sia infinito che **vuoto non hanno luoghi particolari** verso cui una cosa possa muoversi (come per esempio il fiume verso il mare, il fuoco verso l'alto, la terra verso il basso,...)? Se ci riferiamo invece ai **moti violenti**, come un sasso lanciato continua nella sua corsa, è l'aria che sostiene il moto; è l'aria che sostiene una freccia lanciata chiudendosi dietro di essa e sospingendola.

L'intero spazio concepibile da Aristotele è all'interno dell'ultima sfera, quella delle stelle fisse. Anzi per essere più precisi esso è all'interno della superficie interna dell'ultima sfera.

Ma poiché **il movimento, inteso come spostamento, è definito da Aristotele come l'occupare successivo di luoghi diversi**, se non c'è luogo al di là dell'ultima sfera, com'è possibile che essa ruoti? E d'altra parte, essendo la Terra immobile, essa (ultima sfera) ruota. Questa difficoltà era ben presente in Aristotele il quale, per conciliare l'inesistenza di qualunque cosa (anche il vuoto) al di là dell'ultima sfera, con il fatto che essa ruota (dovendo perciò occupare luoghi diversi) è costretto ad ammettere che l'ultima sfera, pur ruotando, occupa sempre lo stesso luogo.

E' qui evidente che comincia a traballare l'affermazione aristotelica dell'inesistenza di qualsiasi cosa (ed in particolare di luogo, tempo e vuoto), al di là del cielo delle stelle fisse e si intravede la possibilità di estendere lo spazio oltre quell'ultima sfera.

In ogni caso sorge allora **la necessità di distinguere luogo, o meglio spazio, dalla materia che lo occupa o lo delimita**. E Filopono nel definire lo spazio che discende dalle precedenti osservazioni, fa proprio l'operazione di separarlo da ogni considerazione relativa al suo contenuto:

"Lo spazio non è la superficie limite del corpo avvolgente... esso è un certo intervallo, misurabile in tre dimensioni, di sua natura incorporeo, diverso dal corpo in esso contenuto; è pura dimensionalità priva di qualunque corporeità; invero, per quanto riguarda la materia, spazio e vuoto sono identici" .

Quindi quando gli oggetti si spostano lo spazio, sotto, rimane immobile **e questo spazio, proprio perché inerte, non può più essere alla base della dinamica** come lo era in Aristotele.

Leonardo Pisano, il Fibonacci (1170-1250)

Leonardo Pisano, detto Fibonacci (che vuol dire figlio di Bonacci) acquisisce una importante conoscenza della numerazione araba e dei loro metodi di calcolo per averli appresi direttamente in un Paese musulmano.

Occorre dire qualcosa per comprendere. Guglielmo Bonacci era un commerciante pisano che aveva rapporti di un certo peso (era una specie di ambasciatore della Repubblica di Pisa) con il Nord Africa e particolarmente con la colonia di Bugia in Cabilia, una regione dell'odierna Algeria. Immagino per ragioni di utilità pratica egli indirizzò suo figlio Leonardo a studiare il modo di far di conto degli arabi, cosa che fece con molto successo e passione visto che successivamente si recò a Costantinopoli per perfezionare le sue conoscenze, mentre continuava a fare il commerciante. Tornato a Pisa, nel 1202 pubblicò il **Liber Abaci** o **Liber Abbaci** (*Libro di calcolo*, riveduto nel 1228) in cui fa risaltare i vantaggi di quel sistema di numerazione rispetto a quello romano in uso (si noti che il titolo sembra dire il contrario di ciò che si sosterrà nel testo in cui si dice che i nuovi metodi sono più efficaci dell'abaco).

E' in questa opera che Fibonacci studiò la crescita di una popolazione di coniglie. Per risolvere il problema, inventò la successione che prende il suo nome: una successione di numeri nella quale ogni numero è la somma dei due numeri precedenti (0,1,1,2,3,5,8,13,21...). Il termine generico di una tale successione, chiamata ricorrente, lo scriviamo oggi $a_n = a_{n-1} + a_{n-2}$ (avendo assegnato il valore dei primi due termini: $a_0 = 0$ ed $a_1 = 1$). Come vedremo quando parleremo di **sezione aurea**, il quoziente tra un numero della serie ed il suo precedente a_n/a_{n-1} , al tendere di n all'infinito, tende proprio a quel numero algebrico irrazionale chiamato sezione aurea (ma molte altre questioni di carattere biologico ed informatico hanno a che fare con la successione di Fibonacci). Gli indovinelli matematici, che si trovano in questo libro e che venivano presentati sotto forma di storiella o di aneddotica, divennero classici e studiati per oltre 200 anni.

E' utile ricordare che con Fibonacci si aprì una polemica che era stata sotterranea fino ad allora, quella tra sostenitori del far di conto mediante l'abaco⁽⁶⁾, gli **abachisti**, e quelli che sostenevano la superiorità dei metodi della nuova numerazione e base decimale alla quale occorreva carta e penna, gli **algoritmisti** (la polemica si chiuse solo nel XVI secolo con la vittoria degli algoritmisti). Vi furono delle vere e proprie gare pubbliche alle quali assisteva anche lo stesso Federico II, in cui a dati problemi le fazioni contendenti dovevano dare risposte nei tempi più brevi. Forse perché Fibonacci era di suo molto bravo ma sta di fatto che vinceva sempre e soltanto lui tanto che ancora vi è il sospetto che la gara fosse truccata.

Il grande interesse suscitato dall'opera di Fibonacci non ebbe riscontro in suoi continuatori in Italia, per quasi tre secoli. Molto probabilmente la morte di Federico II segnò la scomparsa di quel favorevole ambiente culturale e spirituale.

Un altro importante matematico che lavorò nella stessa epoca di Fibonacci è **Giordano Nemorario** (? - 1235). Sappiamo molto poco di lui, ci sono arrivate varie opere con il suo nome ma non sappiamo, ad esempio, se si tratti di medesima persona. Una di queste opere è l'*Algorismus de ratione ponderis* (*Libro sulla teoria del peso*) in cui discute le proprietà del piano inclinato con questioni di statica, di scienza delle costruzioni, di resistenza dei materiali (a cui si riferirà Leonardo). Vi sono poi gli *Elementa demonstrationem ponderum* che in qualche modo completano le sue elaborazioni meccaniche e ci fanno intendere come queste ricerche fossero legate alla nuova architettura gotica che prendeva piede in Europa.

La Scolastica, gli ordini dei Mendicanti. Le Università

L'inizio del XIII secolo vede in Europa il nascere di tre fenomeni di grande interesse: da una parte la riscoperta del complesso dell'opera di Aristotele, che farà molto discutere e che molto influenzerà il pensiero della Scolastica; dall'altra la fondazione delle prime università come centri dell'eccellenza del sapere; infine l'inizio dell'attività di insegnamento di alcuni ordini religiosi, detti mendicanti.

Riguardo alla cresciuta influenza del pensiero di Aristotele, si sarà osservato che i pensatori medioevali con fatica ricostruiscono alcuni sentieri di conoscenza. **Mancano alcuni strumenti di fondo, essenzialmente matematici, manca soprattutto una visione complessiva dei problemi.** Più in generale non sembra vi siano persone in grado di prendere in mano un Aristotele o un Platone e di sottoporli a critica serrata. Piuttosto, di fronte alle loro opere che sembravano esaustive, ci si chiedeva se l'insieme di quelle

concezioni fossero coerenti ma anche cosa volessero dire alcune affermazioni. Ogni cosa non la si studiava di per sé ma in relazione alla verità di cui erano portatori i classici, come **la Fisica di Aristotele, considerata vera e propria Bibbia della conoscenza della natura**. Non si sentiva alcuna necessità di esperimenti perché tutto sembrava essere stato indagato dal *Filosofo* (così era chiamato Aristotele). Si lavorava invece alla ricerca di presunte verità attraverso le **dispute sillogistiche** che avvenivano allo stesso modo sia nella fisica che nella teologia: una concatenazione di affermazioni logiche avrebbe portato a più vaste conoscenze. Probabilmente fu questo il motivo per cui fu chi doveva sperimentare per mestiere, l'artigiano, e non il dotto professore, che offrì nuovi fenomeni da interpretare, fenomeni non considerati dal *Filosofo*.

Per quel che riguarda la nascita delle università devono essere fatte alcune osservazioni. Siamo in un momento in cui vi è un certo **rilassamento del potere feudale** che si accompagna all'inizio della decadenza della Chiesa e dell'Impero. La Chiesa inizia a perdere la supremazia sugli Stati dell'Occidente cristiano con Federico II che sarà il primo avversario e competitore dell'autorità del pontefice. I **Guelfi ed i Ghibellini** si fanno la guerra e da ciò discende una maggiore autonomia dei comuni che tornano ad acquisire importanza rispetto alla campagna. Le università che proprio in questo periodo nascono sono un chiaro portato delle migliorate condizioni economiche generali ma anche delle particolari corporazioni che le richiedono per ottenere qualche privilegio. Infatti le prime università segnano proprio i campi di interesse delle varie zone in cui vengono create: la laica e democratica **Bologna** sviluppa studi giuridici ed una medicina pratica; a **Montpellier**, zona di influenza arabo ebraica, si sviluppa una medicina teorica, ad Oxford, dove i maestri sono francescani, gli studi avranno un'impronta platonico-matematica ed agostiniana mentre a Parigi i domenicani aristotelici e naturalisti si impegneranno in teologia.

Tommaso D'Aquino (1225-1274)

Discepolo di Alberto Magno (circa 1200 - 1280), il conte Tommaso d'Aquino completò la sua opera che consistette principalmente nell'armonizzare, **rendere coerente, Aristotele**, letto attraverso Averroè (Ibn Rushd), Avicenna (al-Fārābī), Maimonide ed Avenpace (Ibn Bājjā), anche se mai citati, **con il Cristianesimo**⁽³⁾, opera alla quale contribuì anche Roberto di Lincoln o Grossatesta (1175-1273). Il Papa (Alessandro IV prima ed Urbano IV poi) premeva sui professori secolari perché emendassero Aristotele al fine di renderlo accettabile, ma i domenicani avevano un progetto più ambizioso, quello di eliminare le ristrettezze della visione agostiniana ed eliminare ciò che non va in Aristotele sostituendolo con qualcosa di accettabile. Tommaso rappresenta il culmine della tradizione aristotelica con l'introduzione di qualcosa che è meno nobile della terra e sta quindi ad un livello più basso, l'Inferno, e di qualcosa che è più nobile dell'etere e sta quindi ad un livello più alto, il Paradiso. Si tratta di **una sintesi puramente logica** che non aggiunge nulla in termini di conoscenza dell'universo. E Tommaso non fece altro che confermare la tendenza medioevale ad assimilare la filosofia della natura alla metafisica ed alla teologia e rendere lo studio del mondo circostante un puro esercizio intellettuale elaborato con la logica sillogistica. In definitiva è Dio che comprende in sé tutto l'universo che era di Aristotele ed è Dio che trasmette il moto ad esso. In altri punti dove vi era contrasto tra Aristotele e Chiesa, semplicemente si affermò che Aristotele aveva sbagliato. E Tommaso fa un bell'esercizio della sua logica sillogistica con **le 5 prove dell'esistenza di Dio**. La prima è per noi d'interesse perché è strettamente connessa con il sistema del mondo di Aristotele.

La catena logica è la seguente:

nel mondo esiste il mutamento;

tutto ciò che si muove è mosso da altro;

se ciò che è causa del moto, a sua volta, si muove, per il punto precedente è necessario che anch'esso sia mosso da qualche altro ente;

tuttavia, non è possibile procedere all'infinito nell'identificazione delle cause del moto, perché, in tal modo, non si troverebbe mai l'origine del moto;

ma senza l'origine del moto non ci sarebbe alcun moto, il che è contraddetto dall'esperienza;

perciò è necessario inferire l'esistenza di un "primo motore", che non sia mosso da nient'altro. Esiste quindi

un “*primum movens quod in nullo moveatur*”. A tale moto tutti attribuiscono il nome di Dio (ente immutabile che non diviene ma è).

Il moto delle sfere celesti è generato dalle **Intelligenze angeliche**. I corpi sublunari sono dislocati secondo la teoria dei *luoghi naturali* di Aristotele. L'organizzazione piramidale del cosmo è analogo alla verticalità dell'ordine spirituale di Dio perfetto; al gradino inferiore nella scala delle sostanze di carattere spirituale c'è l'anima umana. Più in dettaglio, per Tommaso il mondo è unitario e con esso l'intera natura. Il tutto è regolato da un Dio con i suoi angeli che sta ad un estremo mentre l'uomo e la volgare vita terrena all'altro. Lo stesso sistema del mondo era una rappresentazione di tutto ciò. Nell'alto dei cieli Dio in cima, poi gli angeli sempre più giù a seconda dei loro gradi, quindi il cielo delle stelle fino ad arrivare giù giù all'uomo, alla Terra e, sotto di essa a quanto di più orrido si potesse immaginare: specularmente a quanto accadeva nell'alto dei cieli vi era una gerarchia di angeli maledetti (i *daemon*, i diavoli) organizzati anche qui in gerarchie; più si scende e più si è malvagi, fino ad arrivare al Lucifero che occupa il centro della Terra (una tale descrizione è stata resa stupendamente da Dante).

A partire dal 1278 la sua dottrina divenne quella ufficiale dell'ordine dei domenicani. È interessante osservare una delle questioni che Tommaso pone nella sua *Summa Theologica* il fatto cioè che sembra impossibile che il corpo di Gesù sia asceso al cielo in quanto: 1) non si intravedono fori nelle sfere celesti; 2) perché i corpi che sono in stato di perfezione sono immobili e quindi non era appropriato al corpo di Gesù il movimento; 3) perché al di là dell'ultima sfera non vi è spazio ed il corpo di Gesù occupa spazio.

E' solo un esempio di come, con Tommaso, l'astronomia verrà strettamente legata alla teologia (**si veda l'intera opera di Dante**) e, più in generale, della trasformazione del mondo in senso teologico, non vi era infatti argomento, per quel che ci riguarda, di filosofia naturale, che non ricadesse nel regno della teologia.

Secondo Tommaso, poiché **non è possibile che vi siano verità contraddittorie, religione e fede debbono andare d'accordo**. Egli incita quindi a studiare la scienza perché ciò serve a consolidare la formazione religiosa ed a sradicare errori e superstizioni.

La teoria dell' *impetus*

Una questione di rilievo nella fisica di Aristotele che interessò molto gli ambienti universitari, in particolare Oxford e Parigi fu quella del moto e del luogo. A questi temi dette un notevole contributo uno dei maestri dell'Università di Parigi, il canonico **Giovanni Buridano (c. 1300 - c. 1358)** con la ripresa della teoria dell'*impetus* che Filopono aveva avanzato secoli indietro. Egli iniziò **una critica dell'opera di Aristotele**, sulla strada aperta da **Guglielmo di Occam (c. 1295 - c. 1349)**, basata su osservazioni di fatti naturali non più ingenuamente empiriche ma mostrando la possibilità di intersecare l'interpretazione teorica al mero empirismo. Si tratta essenzialmente di una critica molto serrata all'idea aristotelica di movimento ma, si badi bene, tutta interna all'aristotelismo stesso. In realtà non si intaccano le basi profonde del filosofo greco ma si cerca al contrario di aggiornarle, di renderle più adatte ad eventuali nuove confutazioni.

*Ogniqualevolta qualche agente mette in moto un corpo, esso gli impartisce un certo **impetus**, una certa potenza che è capace di muovere il corpo lungo la direzione impostagli fin dall'inizio, che sia verso l'alto, verso il basso, verso il lato o su un cerchio. Quanto più è grande la velocità che è impressa al corpo dall'agente, tanto più sarà potente l'impetus che gli sarà dato. È questo impetus che muove una pietra dopo che è stata scagliata e fino a che il moto giunge alla fine. Ma a causa della resistenza dell'aria e anche a causa della pesantezza, che inclina il moto della pietra in una direzione differente da quella in cui l'impetus è efficace, questo impetus decresce continuamente. Di conseguenza il moto della pietra rallenta senza interruzione. In definitiva, l'impetus è vinto e distrutto nel punto in cui la gravità lo domina, e da quel momento in poi quest'ultima muove la pietra verso il suo luogo naturale.[...]*

L'esistenza dell'impetus sembra essere la causa per cui la caduta naturale dei corpi accelera indefinitamente. In verità, all'inizio della caduta il corpo si muove per la sola gravità. Quindi cade più

lentamente. Ma ben presto questa gravità impartisce un certo impetus al corpo pesante, un impetus che è altrettanto efficace della gravità nel muovere il corpo. Quindi il moto diventa più rapido. Ma quanto più rapido diventa, tanto più intenso diventa l'impetus. Quindi si può constatare che il moto sarà accelerato continuamente.

Come si vede le obiezioni ad Aristotele sono dense di contenuti e saranno proprio queste argomentazioni, al di là delle intenzioni di chi le muoveva e delle prime spiegazioni, ad aprire la strada al **principio di inerzia** (che, attenzione, qui viene negato) che, per altri versi, risulterà importante per l'affermazione di una visione relativistica del moto ed in definitiva del mondo. E' importante osservare che **Buridano applicò la teoria dell'impetus all'intero sistema aristotelico del mondo**. Secondo Buridano, fu Dio che avviò il movimento delle sfere celesti, movimento che ancora va avanti grazie all'impetus. Questo associare stesse leggi ai due mondi aristotelici (quello al di sopra e quello al di sotto del cielo della Luna) **comincia a rompere quella separazione aristotelica aprendo la strada ad altre rotture più importanti tra cui quella di Copernico.** □

Leonardo da Vinci

Nacque a Vinci, vicino Firenze nel 1452, studiò a Firenze dove incontrò matematici del calibro di Luca Paioli e Paolo Toscanelli. Lavorò a Milano presso la corte di Ludovico il Moro, fu a Roma alla corte di Papa Leone X e quindi in Francia dove morì nel 1519.

L'idea che la natura si possa matematizzare emerge per la prima volta con chiarezza proprio in Leonardo, verso la fine del Quattrocento. Egli mostra di possedere un vero culto per la matematica e più volte ne tesse le lodi:

Occorre servirsi dell'esperienza nella meccanica e che la meccanica è il paradiso delle scienze matematiche perché è proprio con la meccanica che si arriva al nocciolo della matematica. [...] Chi biasima la somma certezza delle matematiche si pasce di confusione, e mai porrà silenzio alle contraddizioni delle sofistiche scienze, colle quali s'impura uno eterno gridore.[...] Nessuna umana investigazione si può dimandare vera scienza, s'essa non passa per le matematiche dimostrazioni [...] Nessuna certezza è dove non si può applicare una delle scienze matematiche, over che non sono unite con esse matematiche [...] Non mi legga chi non è matematico, nelli mia principi.

Con Leonardo compare quindi **una prima affermazione puntuale sulla necessità di usare la matematica per conoscere la natura**. Per quanto se ne sa **egli però non conosceva la matematica e, fino a tarda età, neppure il latino (omo senza lettere), un vero grave limite che Leonardo riconosce.**

Se l'esaltazione della matematica potrebbe far pensare ad una qualche adesione di Leonardo al platonismo in realtà il platonismo è negato dall'affermazione di **un metodo sperimentale** che Leonardo cerca di costruire. Sta piano piano accadendo ciò che avevo anticipato pagine indietro: si inizia a sentire la necessità di utilizzare la matematica nella spiegazione del mondo e **iniziano ad intersecarsi le due tradizioni, quella platonica e quella aristotelica**. Ma dietro i lavori di Leonardo si **sente anche la forte esigenza di liberare il mondo naturale dalla teologia e dalle spiegazioni metafisiche.**

E come esempio dell'esperienza delle cose come un fatto ben diverso da ciò che noi pensiamo debba essere, egli afferma (e non si sa bene se la cosa gli provenisse da Cusano): **noi pretendiamo che il Sole giri intorno alla Terra ed invece è immobile...** Questo scrive Leonardo prima che Copernico scriva una qualche cosa sull'argomento. E' di interesse tutto ciò, a lato della poliedrica figura di Leonardo, per capire che i tempi stavano rapidamente maturando ed il raccolto già si cominciava ad intravedere.

Leonardo è uno dei primi studiosi rinascimentali **che si imbeve di classici**. La sua meccanica si basa sull'assioma aristotelico della forza motrice proporzionale al peso del corpo mosso ed alla velocità che gli viene impressa. **La sua dinamica proviene invece dalla teoria dell'impetus**. I suoi studi di statica hanno chiari antecedenti in Giordano Nemorario ed in Pappo, mentre nell'idrostatica, oltre ad ispirarsi a Nemorario trasse spunti da Stratone. Leonardo studiò anche la geometria greca per quanto gli serviva per risolvere alcuni

problemi relativi alla teoria delle lenti, ma qui si sentono gli influssi ancora di Aristotele e di Nicola Cusano. Le conoscenze matematiche di Leonardo sono dovute a Luca Pacioli, di cui dirò più avanti, che gli regalò una sua opera, la *Summa*. Può sembrare strano ma il nostro non prestò mai attenzione all'algebra: forse la trovava troppo difficile o troppo astratta. Egli studiò e si servì molto di Plinio così come riprese quasi interamente le teorie geometriche esposte nel *Timeo* di Platone. Ma Leonardo si occupò anche di geologia, dei movimenti della crosta terrestre riprendendo e ripresentando all'attenzione dei suoi contemporanei alcune vedute di Aristotele, Lucrezio, Ovidio, Senofane di Colofone, Eraclito, Eratostene, Strabone. Non sembra invece che Leonardo abbia letto Archimede. Quest'ultimo giocò un ruolo di estrema importanza nel Rinascimento perché portava in sé un modo di affrontare i problemi che non era immediatamente riconducibile né ad Aristotele né a Platone. Archimede è il portatore di una tradizione che non è esoterica, non ha riferimenti con magie o cose occulte, non cercava armonie matematiche né significati religiosi all'interno della matematica. **Archimede era il matematico dell'antichità che era riuscito meglio a coniugare lavori teorici con ricerca 'sperimentale'**. E per questo diventò l'ideale del Cinquecento. Egli sceglieva problemi ben determinati e delimitati; quindi li manipolava matematicamente (non misurava direttamente, almeno così sembra); formulava poi delle ipotesi che diventavano (Euclide) degli assiomi e verificava per mezzo di semplici esperimenti. Da ciò deduceva qualche conseguenza che di nuovo andava a verificare sperimentalmente.

Come si vede **Archimede** ha in sé tutta la potenzialità dell'essere riconosciuto maestro del Rinascimento. Eppure Leonardo non lo conobbe direttamente, anche perché mancavano ancora traduzioni del corpo principale della sua opera.

Mi sono soffermato in particolare su Leonardo solo per far almeno intuire la vastità delle letture che erano diventate disponibili. Quanti problemi nuovi venivano posti da ogni parte, quale bisogno di leggere e conoscere vi fosse.

Con **Leonardo siamo nella fase di transizione dal periodo che abbiamo appena studiato al Rinascimento**. Ma Leonardo è anche personaggio non facilmente inseribile in una storia della scienza. Le sue cose le conosciamo a posteriori. Egli fu un genio universale in tutto (meno che in matematica e nella comunicazione scritta) ma operò come un artigiano geloso della sua produzione che deve restare segreta ed in tal modo non creando alcuna scuola non formando allievi e continuatori. Altro è e deve essere lo spirito dello scienziato come si andrà affermando proprio nel Rinascimento. In questa epoca, oltre ad aprirsi alla comunicazione ed allo scambio di informazioni, si tratterà di riprendere le fila di molti discorsi iniziati, tentati, mai fatti. Di mettere insieme le conoscenze matematiche con le pratiche artigianali, con lo sviluppo delle macchine, con le sfide architettoniche. Dopo il piccolo Rinascimento del VI secolo quello che si annuncia è un altro Rinascimento.