

# EPICURO: il piacere e la materia

**"Se non ci turbassero la paura dei fenomeni celesti e quella della morte [...] non avremmo bisogno della scienza della natura"**

Così suona una delle *Massime capitali* di Epicuro (342-271 a.C.), nato a Samo da genitori ateniesi e ritornato ad Atene nel 307 per fondare la scuola nota come "il Giardino" alla quale potevano essere ammessi anche gli schiavi e persino le donne. Pochi dei suoi numerosi scritti ci sono pervenuti. Ma le sue dottrine fisiche, cosmologiche ed etiche ci sono note attraverso il poema di Lucrezio (98-55 a.C.). Come Democrito, anche Epicuro ritiene che gli atomi in numero infinito si muovano perpetuamente nel vuoto. Ma al contrario del filosofo di Abdera, Epicuro sembra ammettere una sorta di spontanea deviazione dal corso naturale verso il basso, detta in greco *parenklisis* e in latino *clinamen*.

È ricorrendo a questo principio che Epicuro ritiene di poter spiegare in modo più soddisfacente non solo l'aggregazione degli atomi e quindi la formazione dei corpi macroscopici, ma anche quella capacità di poter scegliere liberamente che caratterizza in varia misura i viventi. Gli esseri umani non sono, però, ontologicamente diversi dagli altri animali. L'anima è la stessa, composta di atomi

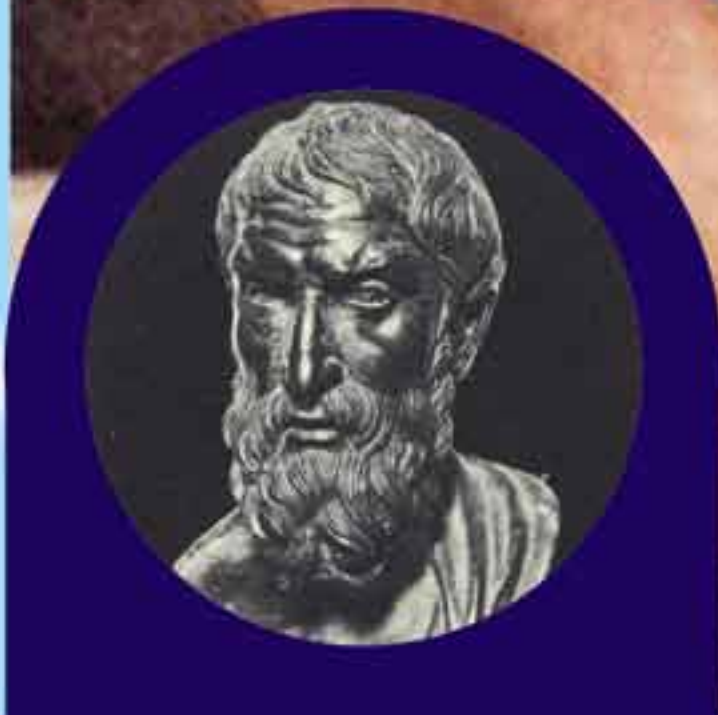
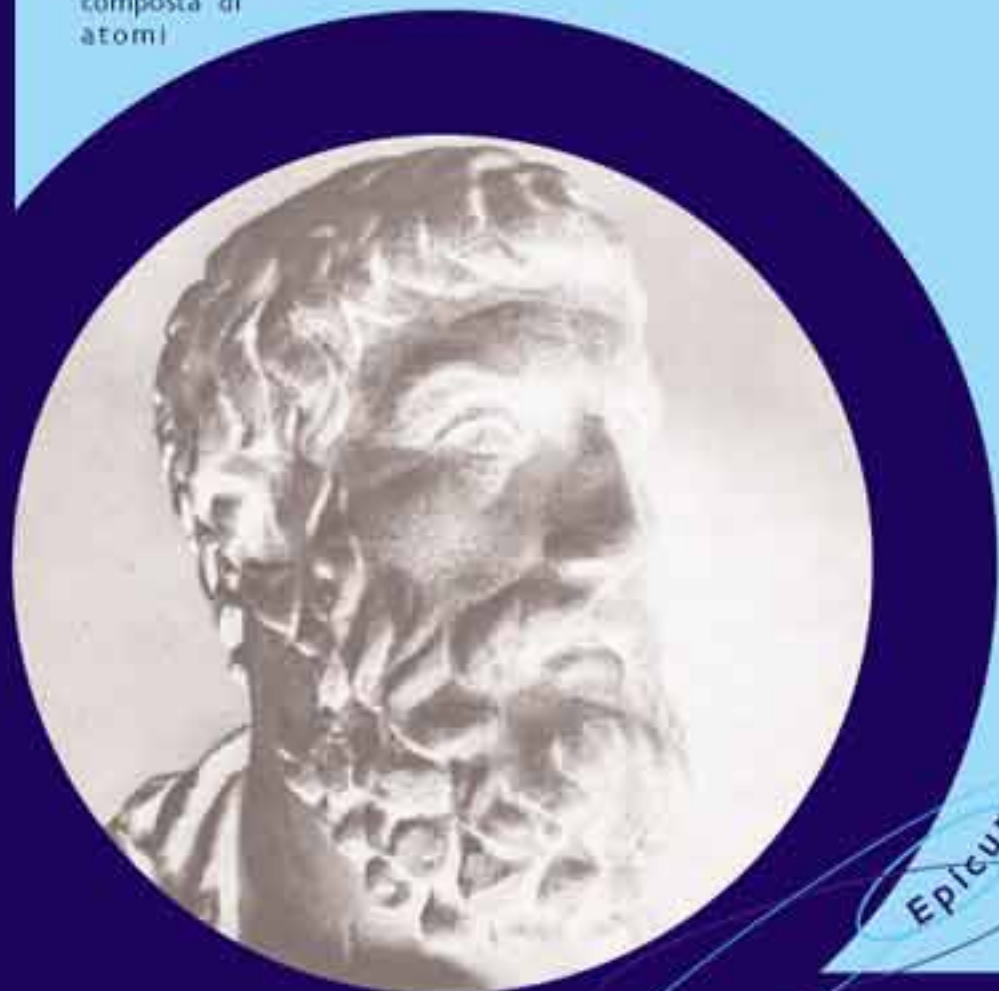
molto leggeri, è per Epicuro materiale e mortale.

La materia, risolta nelle sue componenti elementari o atomi, è eterna. Infiniti mondi si formano e si disfano nello spazio e nel tempo, e non c'è alcun bisogno di invocare un dio o demiurgo costruttore (gli dei della tradizione esistono, ma sono anch'essi materiali e non interferiscono con le cose di questo mondo e con gli affari umani).

Epicuro nella "Scuola di Atene"



Effigie di Epicuro su un'erma trovata sulla Via Appia



EPICURO

# ARISTARCO: alle origini dell'eliocentrismo

Tra gli astronomi di Alessandria spicca Aristarco di Samo (310-230 a.C.), studioso anche di geometria e musica. Il suo libro *Sulle dimensioni e le distanze del Sole e della Luna*, pervenutoci in manoscritti greci e arabi, presenta il primo importante tentativo di misurare le distanze di tali astri dalla Terra, nonché le dimensioni relative di questi tre corpi. I greci avevano già compreso che le eclissi di Luna erano causate dal fatto che la Terra veniva a trovarsi tra il Sole e la Luna; Aristarco intuì che quando l'ombra della Terra si proiettava sulla Luna, la curvatura di tale ombra poteva indicare le dimensioni relative della Terra e della Luna. In tal modo Aristarco constatò che il Sole è molto più grande della Terra, e forse va cercata qui la ragione che lo avrebbe spinto a immaginare che il Sole, e non la Terra, dovesse essere al centro dell'Universo. Tuttavia, le testimonianze circa le ipotesi eliocentriche di Aristarco sono tutte di tipo indiretto. La più antica è quella di Archimede (287-212 a.C.), contenuta nell'*Arenario*, in cui il matematico siracusano intendeva mostrare come fosse possibile trattare aritmeticamente quantità arbitrariamente grandi nonostante i limiti del sistema (alfabetico) di numerazione abitualmente impiegato dai Greci. Per dimostrare tale tesi Archimede si era proposto di risolvere il problema di quale debba essere il numero dei granelli di sabbia necessari per riempire l'Universo intero. Per questo menziona Aristarco che aveva ipotizzato che "le stelle fisse dovessero trovarsi a una distanza incredibilmente grande [...] dal momento che le loro posizioni relative rimanevano invariate durante il moto di rivoluzione della Terra". La testimonianza mostra come Aristarco anticipasse l'argomento della parallasse stellare che tanta importanza avrà nel dibattito astronomico intorno alle idee di Copernico. Del resto, Galileo Galilei lo annovera tra i "precursori" del sistema copernicano (anche se non abbiamo prove che Aristarco affrontasse pure il problema della spiegazione della retrogradazione dei pianeti): "non posso trovar termine all'ammirazione mia come abbia possuto in Aristarco e nel Copernico far la ragion tanta violenza al senso, che contro a questo ella si sia fatta padrona della loro credulità". Naturalmente, quella violenza della ragione è la stessa forza delle proposte innovative dell'autore del *Dialogo dei massimi sistemi* (1632).

# ERATOSTENE:

## la lunghezza del meridiano terrestre

Nato a Cirene, tra il 276 e il 272 a.C., Eratostene si formò alla cultura filosofica in Alessandria d'Egitto e in Atene, acquistando ben presto una fama così ampia da indurre, nel 240, Tolomeo III Evergete ad affidargli la direzione della grande Biblioteca di Alessandria, carica che mantenne probabilmente fino alla morte, avvenuta tra il 196 e il 192 a.C.

Tipico rappresentante della splendida fioritura intellettuale che caratterizzò il mondo greco dei secoli III e II a.C., Eratostene esplorò in profondità molte aree culturali diverse.

Dai frammenti e dagli estratti giunti fino a noi è possibile attribuirgli opere di argomento filologico, composizioni poetiche mitologiche, un'opera astronomico-mitica su leggende riguardanti le stelle, un'opera di cronologia storica (disciplina di cui è considerato il fondatore), diverse opere di matematica e di geografia matematica, alle quali soprattutto andò legata la sua fama.

In una di tale opere si occupò del falso problema della duplicazione del cubo, della ricerca dei numeri primi, della lunghezza del meridiano terrestre, che Eratostene valutò con notevole accuratezza.

Quest'ultimo risultato costituì un elemento essenziale di un ambizioso progetto scientifico: la realizzazione di una carta geografica che descrivesse con le giuste proporzioni tutto il mondo allora conosciuto.

Il metodo usato da Eratostene per valutare la lunghezza del meridiano terrestre si basa sul fatto che nell'Egitto antico si sapeva che a Siene (l'odierna Assuan) al mezzogiorno del solstizio d'estate il Sole era circa allo zenit, come provava il fatto che l'ombra di un palo verticale cadeva praticamente al piede del palo stesso (Assuan è, infatti, molto vicina al tropico). L'inclinazione che, nello stesso momento, i raggi del Sole presentavano rispetto a un palo verticale ad Alessandria poteva quindi fornire l'angolo  $\alpha$  tra le verticali delle due città. La difficoltà di sapere ad Alessandria il momento in cui era mezzogiorno a Siene venne superata da Eratostene con l'assunzione che Siene e Alessandria fossero esattamente sullo stesso meridiano.

Ritenendo la distanza tra Alessandria e Siene pari a circa 5000 stadi (valore desunto dalla topografia notevolmente accurata dell'Egitto tolemaico; uno stadio equivale a 157,5 metri) e avendo misurato per l'angolo  $\alpha$  un valore di poco superiore a  $7^\circ$ , Eratostene trovò dapprima la lunghezza dell'arco di meridiano corrispondente alla variazione di un grado di latitudine, ottenendo

il valore di 700 stadi (che equivalgono a 110 km, solo 1 km in meno del valore esatto). Moltiplicando tale valore per  $360^\circ$ , corrispondenti all'intera circonferenza, Eratostene ottiene per il circolo meridiano la lunghezza di 252000 stadi, pari a 39690 km (il valore esatto è 40000 km) e per il raggio terrestre il valore di 40127 stadi, corrispondenti a 6320 km.

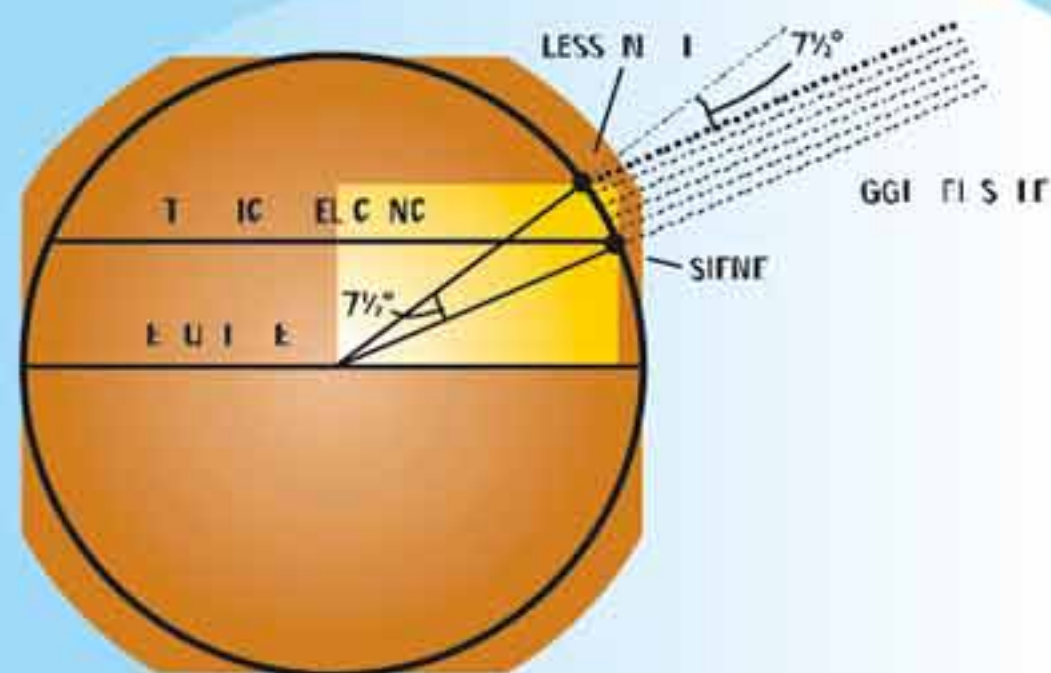
Tale procedimento rappresenta un ottimo esempio di metodo scientifico, infatti Eratostene:

a) assunse un modello teorico e lo basò sulla geometria, sull'ottica e su due ipotesi:

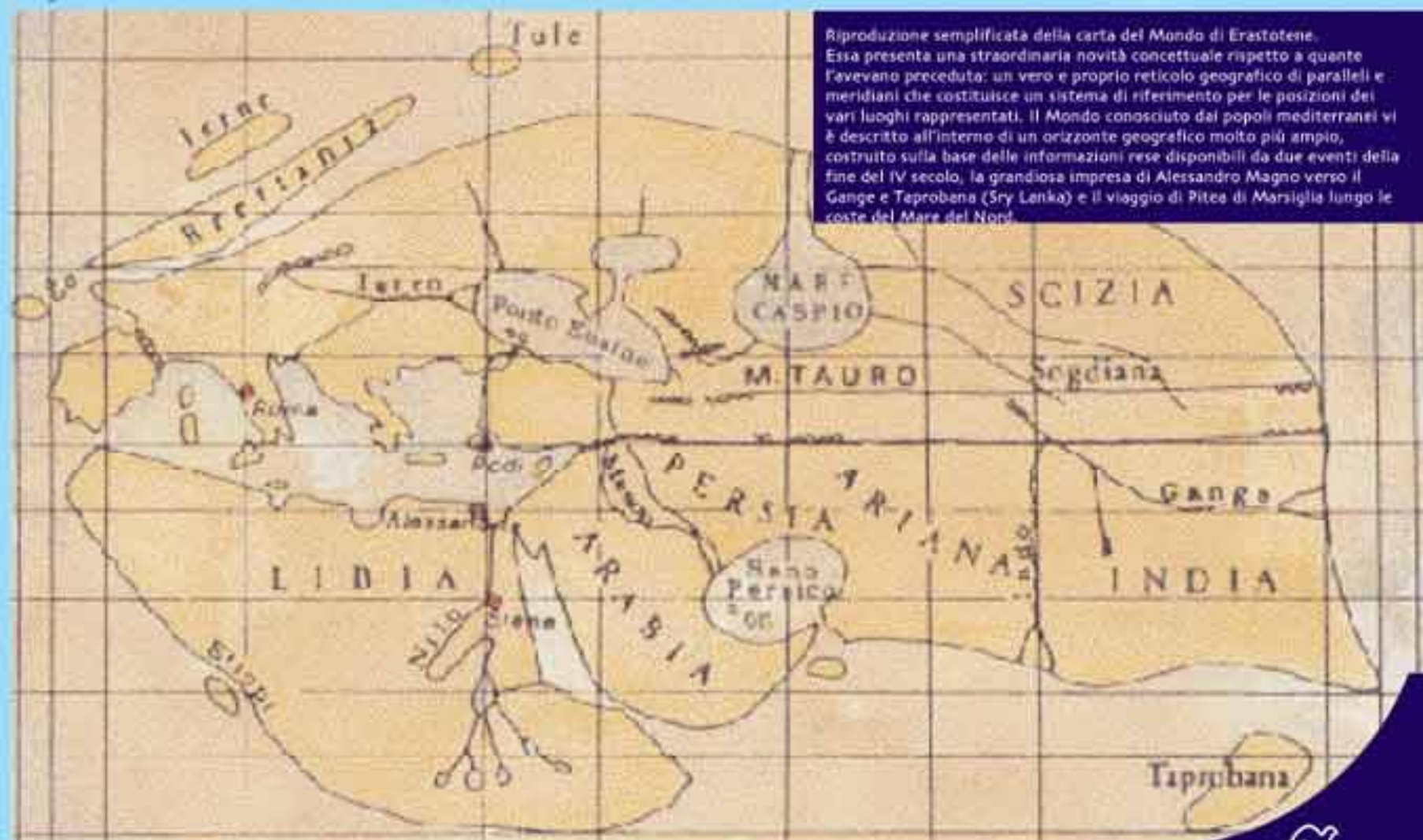
- la sfericità della Terra e la piccolezza del raggio terrestre rispetto alla distanza Terra-Sole;
- i raggi del Sole su Siene e su Alessandria possono essere considerati paralleli.

b) usò allo stesso tempo una misura astronomica desunta da due osservazioni fatte a centinaia di chilometri di distanza, valutò empiricamente tale distanza e assunse su base empirica che Siene fosse direttamente a sud di Alessandria

c) introdusse i dati di b) nel modello e ne trasse i risultati (che nessuno avrebbe potuto conoscere direttamente) come conseguenza delle relazioni tra gli enti del modello teorico.



Misura Raggio Terrestre



Riproduzione semplificata della carta del Mondo di Eratostene. Essa presenta una straordinaria novità concettuale rispetto a quante l'avevano preceduta: un vero e proprio reticolo geografico di paralleli e meridiani che costituisce un sistema di riferimento per le posizioni dei vari luoghi rappresentati. Il Mondo conosciuto dai popoli mediterranei vi è descritto all'interno di un orizzonte geografico molto più ampio, costruito sulla base delle informazioni rese disponibili da due eventi della fine del IV secolo, la grandiosa impresa di Alessandro Magno verso il Gange e Taprobana (Sri Lanka) e il viaggio di Pitea di Marsiglia lungo le coste del Mare del Nord.



# ARCHIMEDE:

## leve, specchi ustori, calcolo delle aree e dei

Uomo di "sagacia più che umana", come lo definisce Plutarco (46-120 d.C.), il matematico siracusano Archimede (287-212 a.C.) era figlio di un astronomo siciliano e si era formato ad Alessandria. In gioventù costruì un planetario, che veniva fatto funzionare dall'energia idraulica e simulava i moti del Sole, della Luna e dei pianeti. Ad Alessandria si era occupato del problema di ricavare dal Nilo l'acqua per irrigare i terreni arabili della vallata; a tal fine aveva inventato un dispositivo, noto oggi come vite d'Archimede, per sollevare l'acqua dal fiume. Insegnò come usare la leva per spostare grandi pesi (chi non ricorda la sua battuta: "datemi un punto d'appoggio e solleverò il mondo"?); usò un sistema di carrucole per varare una galera per il signore di Siracusa; progettò macchine militari e catapulte per salvare la città dall'assedio dei Romani. Sfruttando le proprietà focali di uno specchio a forma di paraboloide, concentrò i raggi solari sulle navi che minacciavano Siracusa e le incendiò. Forse, il suo risultato più celebre è il principio della spinta idrostatica. Come si legge nel libro primo del trattato *Sui galleggianti*: "qualsiasi solido più leggero di un fluido, se collocato nel fluido, si immergerà in misura tale che il peso del solido sarà uguale al peso del fluido spostato".

(Può darsi che proprio tale principio lo abbia aiutato a cogliere con le mani nel sacco un orefice sospettato di aver fraudolentemente sostituito con dell'argento l'oro di una corona fabbricata per Gerone di Siracusa).

Oltre ad aver formulato le leggi dell'idrostatica e il principio della leva, Archimede diede contributi fondamentali all'aritmetica (calcolo con i numeri comunque grandi) e, soprattutto, alla geometria (determinazione delle aree delle figure piane curvilinee e dei volumi dei corpi limitati da superficie curve). È in questo contesto che a fianco del metodo "rigoroso" detto di esaurimento, egli sviluppa un metodo euristico che consiste nel pensare le entità geometriche come composte di "indivisibili" di dimensione inferiore, come attesta la lettera *Sul metodo* al geografo e matematico Eratostene (280-195 a.C.), ritrovata solo nel 1906. Per alcuni studiosi non sarebbe da escludere un'influenza dell'atomismo fisico democriteo su questo "indivisibilismo" matematico. Curiosamente, anche se nulla conoscevano della "officina segreta" di Archimede, i creatori seicenteschi della "geometria degli indivisibili", come Galileo Galilei, Bonaventura Cavalieri ed Evangelista Torricelli dovevano presentare un'analoga commistione di motivazioni matematiche e ragioni fisiche.

La tradizione vuole che, durante la presa di Siracusa da parte dei Romani, Archimede, assorto nelle sue riflessioni mentre tracciava figure sulla sabbia, venisse ucciso da un soldato che non lo aveva riconosciuto, mentre il comandante Marcello aveva esplicitamente ordinato di catturarlo senza colpo ferire. Come "risarcimento" i Romani costruirono per il matematico una tomba sui cui incisero un suo famoso teorema.

Datemi una leva  
e solleverò il mondo



Archimede e Pitagora

Gli specchi ustori  
(ed. da una lettera XVI secolo)



# LUCREZIO: l'Universo infinito

Nel 1418 l'umanista Poggio Bracciolini (1380-1459) che andava alla ricerca di codici latini nei più importanti monasteri di Francia, Svizzera e Germania ritrovò in Alsazia il manoscritto del *De rerum natura* di Tito Lucrezio Caro (ca. 99-55 a.C.). Stando alle fonti, il poeta latino sarebbe impazzito e quindi morto suicida dopo aver bevuto un filtro d'amore: nei "momenti di lucidità" avrebbe composto le sue opere, tutte "edite e corrette" da Cicerone (106-43 a.C.). Di lui ci è rimasto, grazie alla fatica di Bracciolini, il *De rerum natura*, forse il massimo capolavoro della letteratura latina.

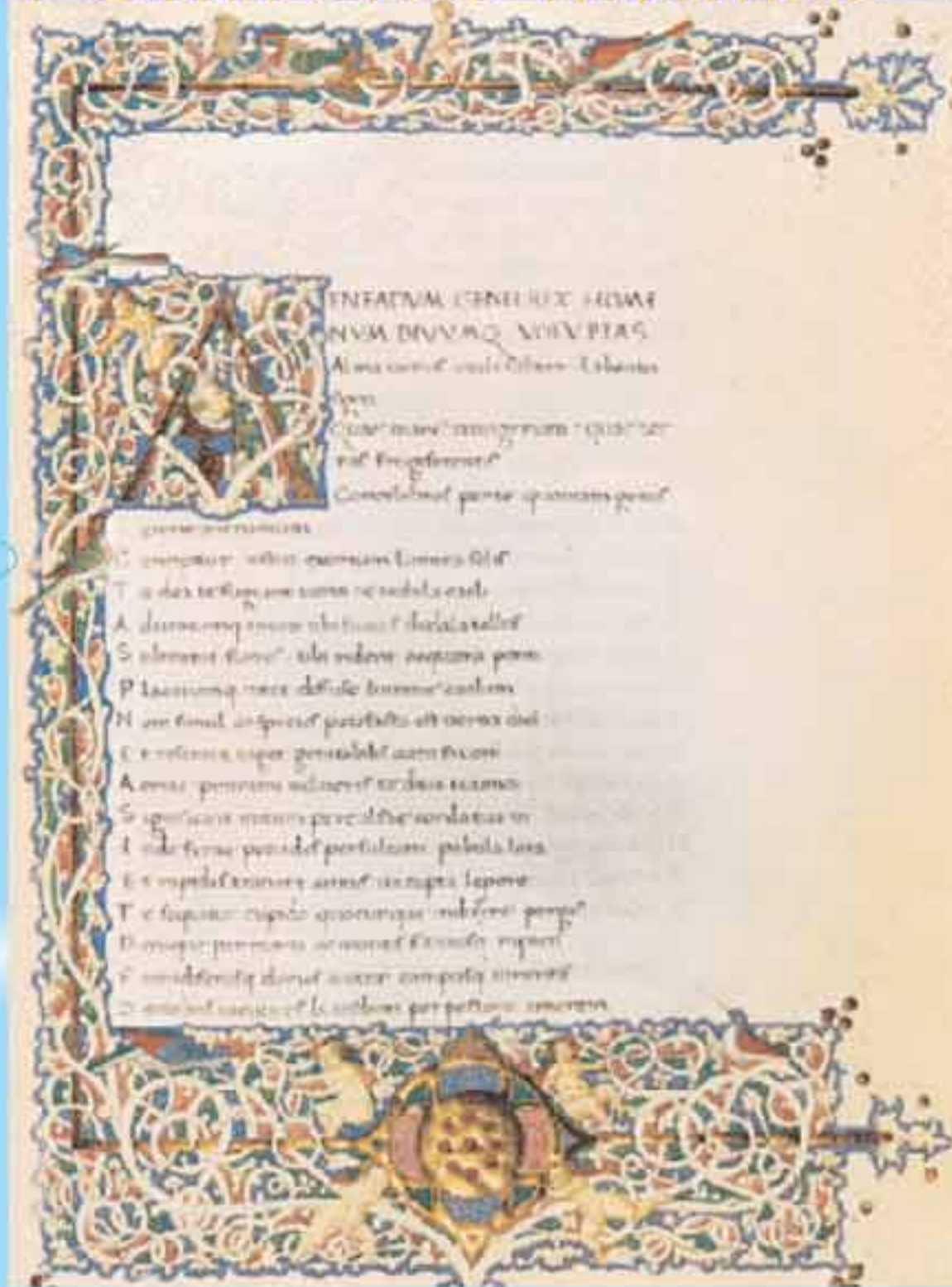
Il titolo traduce letteralmente il *Peri physeos* che caratterizza molte opere della filosofia greca dedicate alla "natura" e alla "genesì" delle cose, per esempio, quella di Empedocle di Agrigento (483-423 a.C.), il teorico delle quattro "radici" (o elementi): aria, acqua, terra, fuoco, o una dello stesso Epicuro (342-271 a.C.).

I libri I e II espongono la dottrina atomistica degli "elementi" o "primordi" delle cose: si esaminano le qualità degli atomi, le loro forme geometriche, i loro movimenti e le loro combinazioni (Lucrezio riprende espressamente la teoria epicurea del *clinamen*). Viene prospettata la dottrina della pluralità dei mondi, delle vicissitudini di nascita e morte di ciascuno di essi nel quadro dell'eternità dell'Universo inteso come il sistema di tali mondi. I libri III e IV affrontano la natura dell'anima, ridotta a materia sottile; viene esposta anche una teoria della conoscenza basata sull'idea dei *simulacra*, sorta di sottilissime membrane fatte di atomi che si distaccano dai corpi, mantenendone la forma e arrivando sino agli organi di senso, attraverso i quali giungerebbero a impressionare l'anima. Nel V

libro

viene tracciata la vicenda del mondo in cui viviamo: esso è nato non per opera degli dei (che pure esistono, ma si disinteressano completamente delle storie dei mortali), bensì per combinazione di atomi che si aggregano secondo peso e forma. E se ne prospetta la fine per disgregazione degli elementi che lo hanno costituito. Sono trattati anche i moti degli astri, la struttura e la storia della Terra, la comparsa delle specie viventi e dell'uomo. Per Lucrezio l'umanità è evoluta da uno stato bestiale a comunità sempre più capaci di cooperare e di organizzarsi. Il principio della *societas* va dunque cercato nel potenziamento dell'utilità individuale. Infine, il VI libro offre una spiegazione puramente fisica di fenomeni come il lampo, il tuono, il terremoto, ecc. a lungo collegati con timori religiosi. Esso si chiude con una precisa descrizione delle malattie e il potente affresco della peste in Atene nel corso della guerra del Peloponneso.

Il *De Rerum Natura* in un manoscritto del XV secolo. Nella lettera iniziale è iniziato il ritratto immaginario del poeta



Manoscritto del XV secolo

*Quidam tenet nihil esse quod non sit, etiam  
si se existimant astra dicuntur dimittunt telum  
Tuncque de mundi non debentur calorem  
Quod non sit esse deo passum forte prosumpti  
Tuncque licet quod sit uisum deo credere sole  
si se existimant astra dicuntur dimittunt telum  
Tuncque de mundi non debentur calorem  
Quod non sit esse deo passum forte prosumpti  
Tuncque licet quod sit uisum deo credere sole*

T. LUCRETI CARI DE RERUM  
NATURA LIBER TERTIUS  
EXPLICIT FELICITER INCIPIT  
LIBER QUARTUS  
- CAPITULA -

*Sibi inuoluntate non esse quod clarum lucem  
inest illis astra deo dimittunt telum  
Tuncque de mundi non debentur calorem  
Quod non sit esse deo passum forte prosumpti  
Tuncque licet quod sit uisum deo credere sole  
si se existimant astra dicuntur dimittunt telum  
Tuncque de mundi non debentur calorem  
Quod non sit esse deo passum forte prosumpti  
Tuncque licet quod sit uisum deo credere sole*



Ritratto di Lucrezio da una gemma



# L'atomismo nella cultura islamica e l'onnipotenza di Dio

Nel 529 l'editto dell'imperatore Giustiniano proibisce l'insegnamento della filosofia pagana. Il neoplatonico Damascio (ca. 458-533), ultimo scolaro dell'Accademia di Atene, si rifugia con altri filosofi presso Cosroe, re di Persia. Tra le sue dottrine vi è la "curiosa idea" (come la riporta Simplicio, VI secolo d.C.) che il tempo non sia composto di istanti, ma di "intervalli", e che quindi "il movimento non si compia in unità indivisibili, bensì per salti", sicché anche ammettendo l'infinita divisibilità (ideale) del tempo e dello spazio non è necessario postulare che "la metà di un cammino venga percorsa prima dell'intero". In questo modo viene eluso il celebre paradosso di Zenone (la cosiddetta "dicotomia" con cui aveva già fatto i conti la filosofia di Aristotele). Approfondita dalle scuole dell'Iran sassanide, la dottrina dei "salti" o "balzi" con cui si svolgerebbe il movimento ricompare abbastanza presto nel pensiero islamico, segnatamente nella controversia tra Nazzam (morto circa nel 846 dell'era cristiana) e Abu l-Hudhayl al-Allaf (morto circa nel 841): il primo accetta la divisibilità all'infinito di qualsiasi continuo, ma ritiene che la teoria dei salti possa far fronte ai paradossi zenoniani; il secondo sposa, invece, l'atomismo di spazio, tempo e movimento quale unica risposta alle obiezioni tradizionali che sostengono che estensione, durata e moto siano illusione.

La disputa si incentra, in particolare, sulla incongruenza tra atomismo e geometria. La dimostrazione dell'incommensurabilità della diagonale con il lato del quadrato sembra per Nazzam confutare l'idea per cui lato e diagonale sarebbero composti da "indivisibili". Se questi, infatti, sono in numero finito, il rapporto tra il numero degli atomi della diagonale e quello degli atomi del lato fornirebbe l'"impossibile" misura della diagonale in funzione del lato. Se, invece, gli atomi fossero infiniti, come qualcuno si azzarda a ipotizzare, allora sarebbe possibile stabilire una corrispondenza biunivoca tra gli "atomi" o "punti" della diagonale e quelli del lato del quadrato, annullando così la banale osservazione geometrica per cui la diagonale è maggiore del lato stesso. Ma gli atomisti hanno ancora frecce al loro arco.

Per esempio, Ibn Mattawayh (prima metà dell'XI secolo) sottolinea come gli atomisti potrebbero meglio

rispondere alle critiche di Nazzam postulando che i punti o atomi che costituiscono un continuo (lineare) sono inframmezzati da "spazi" infinitamente piccoli, e la composizione di spazi e atomi è diversa nella diagonale e nel lato del quadrato (Galileo nella Prima Giornata dei suoi *Discorsi*, 1638, adotta una soluzione simile prospettando un continuo, lineare, come composto di infinite "parti non quante", inframmezzate con infiniti "vacui non quanti", e se ne servirà non solo per risolvere tradizionali paradossi geometrici e cinematici, ma per spiegare anche cambiamenti di stato).

In un celebre passaggio del suo commento al *De anima* di Aristotele, Averroè (1126-1198) sostiene che gli atomi di Democrito vadano considerati come punti geometrici (senza per questo negarne la realtà fisica). Sembra che già Abu l-Hudhayl al-Allaf concepisse gli atomi come inestesi. Benché questa opinione fosse contestata, essa doveva probabilmente diventare la più diffusa. Ciò comporta una concezione diversa degli stessi processi di aggregazione e disaggregazione degli atomi rispetto ai modelli greci di Democrito ed Epicuro. Questo atomismo "infinitistico" ha davvero ragione dei paradossi zenoniani? E come può un continuo esteso essere prodotto da componenti inestese? Come si possono sciogliere i "paradossi dell'infinito" per cui è possibile istituire una corrispondenza biunivoca tra i punti di un segmento e quelli di un segmento maggiore? Queste tematiche si ritrovano nella *Guida dei perplessi* (o come altri dice *degli smarriti*) scritta in arabo dal grande filosofo e medico ebreo Mosè Maimonide (Mosheh Ben Maimon, 1135-1204) e poi tradotta in ebraico da Ibn Tibbon prima della morte dell'autore. Ricostruendo l'opposizione dei *Mutakallimun* ("teologi") contro i *Falasifa* ("filosofi", in specie aristotelici) Maimonide sottolinea come il *Kalam* (teologia, anche se si tratta di traduzione impropria) islamico ammetta 1) che le cose corporee sono fatte di atomi; 2) che esista il vuoto; 3) che vi sono anche atomi di tempo e "balzi" o "scatti" non ulteriormente scomponibili nel movimento. È Dio, "onnipotente e misericordioso" – e non il *clinamen* di Epicuro – che fa sì che gli atomi si aggregino, e il numero infinito, espressione della volontà divina, giustifica l'estensione delle "cose" a partire da componenti inestese; mentre a chi domanda

cosa sia del mondo tra un atomo di tempo e l'altro, i *Mutakallimun* rispondono che Dio disfa e ricrea il mondo a ogni istante di tempo.

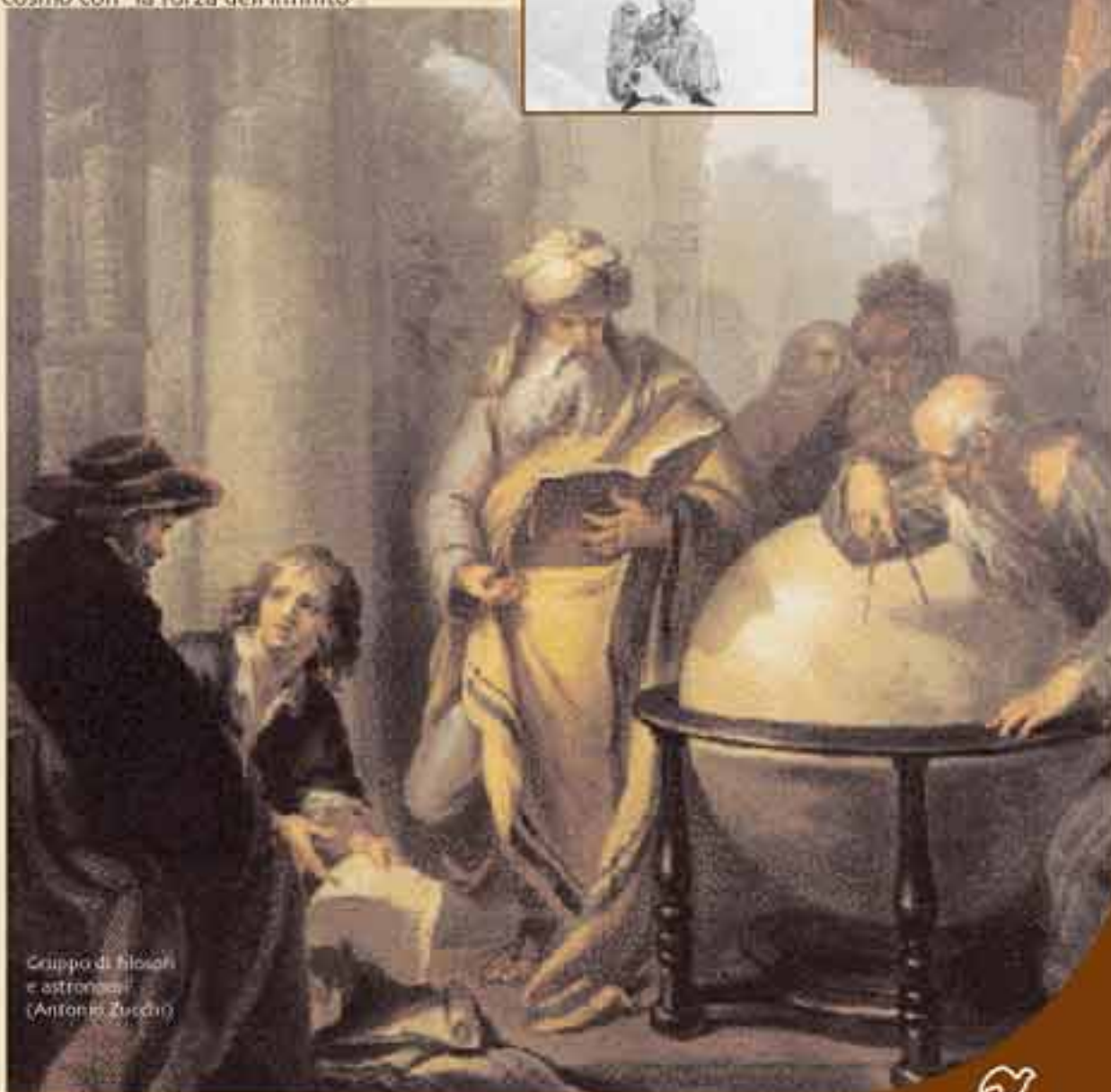
Benché i pensatori più autorevoli della cristianità medievale attingano a Maimonide, soprattutto per le critiche che questi rivolge all'atomismo, la testimonianza che egli reca della grandiosa concezione del *Kalam* è destinata a influenzare una più segreta corrente atomistica che sfocia nelle concezioni abbozzate da Galileo nei *Discorsi*, nelle idee di Newton su atomi e vuoto, nel corpuscolarismo fisico-chimico di Robert Boyle (per non dire dello stesso monadismo di Leibniz). È grazie all'intuizione di questi geniali "teologi" islamici che gli autori della rivoluzione scientifica potranno accettare l'atomismo, "senza negare la Provvidenza divina" (sono parole di Galileo), facendo coincidere l'azione di Dio che sostiene il cosmo con "la forza dell'infinito".



Una ruota calendaria musulmana, composta dallo scienziato al-Qazwini, del XIII secolo. È una specie di calendario perpetuo.



Sistema tolemaico, da un manoscritto di al-Qazwini. Il sistema ruotava attorno a tre centri diversi: il centro della Terra, quello della sfera rotante e quello dell'eccentrico.



Gruppo di filosofi e astronomi (Antonio Zucchi)



# I maestri del Mondo Arabo

## Alhazen (965-1039)

Di origine irachena, nasce a Bassora e opera principalmente in Egitto, al servizio del califfo Hakim. La sua opera fondamentale è tradotta in latino nel 1572 col titolo *Opticae thesaurus* e costituisce una delle fonti a cui attinge Keplero. Alhazen si dedica a studiare la funzione dell'occhio, operando una vera e propria rivoluzione rispetto alle credenze dell'epoca. Mentre i greci pensavano che l'occhio inviava un "raggio visivo" che toccava gli oggetti e poi tornava all'occhio, Alhazen inverte il processo e sostiene che l'occhio è il recettore della luce che proviene dall'oggetto. È un passo fondamentale per lo studio dell'ottica, soprattutto per quanto riguarda la rifrazione, la riflessione da specchi parabolici, l'ingrandimento delle lenti sferiche. *"I raggi luminosi che si diffondono in corpi trasparenti hanno una velocità molto più grande che, proprio per questo, non è percepibile. Il loro movimento nei corpi rarefatti, ossia quelli trasparenti, è comunque più rapido che nei corpi densi. Di fatto, ogni corpo trasparente oppone alla luce che l'attraversa una piccola resistenza, dipendente dalla sua natura".*

L'ottica araba assume un ruolo fondamentale quando, nel XII secolo, i testi sono tradotti nel mondo occidentale.

## Avicenna (980-1037)

Filosofo, medico e scienziato musulmano di origine araba, nato in Persia. Egli rigetta il principio che la materia sia infinitamente divisibile. Nessuna forma si potrebbe infatti associare a una particella infinitamente piccola. Avicenna ridefinisce la dottrina aristotelica del moto, che non considera più come un semplice mutamento di posizione, bensì come un passaggio da potenza ad atto prodotto dal 'mail', cioè un'inclinazione trasferita al corpo mobile dalla forza proicente. Si tratta di un concetto che precorre la dottrina dell'*impetus* di Buridano e, in un certo qual modo, l'inerzia galileiana.

## Averroè (1126 - 1198)

Discendente da un'illustre famiglia arabo-spagnola di Cordoba, compie studi di diritto, filosofia, medicina e astronomia. Ricopre anche importanti cariche pubbliche alla Corte di Marrakech. A causa delle sue dottrine, viene per molti anni esiliato; solo poco prima di

morire ottiene una riabilitazione. Sono soprattutto noti i suoi commenti ai testi di Aristotele. Per Averroè il Mondo è eterno; così come eterna è la materia. Esiste un unico intelletto, separato dai corpi e immortale, mentre i singoli uomini sono mortali. La sua posizione sulla Scienza è che essa, e non l'ascesi mistica, permette il ricongiungimento a Dio. Nel pensiero di Averroè vi è una netta separazione tra fede e ragione: solo quest'ultima è idonea ad acquisire conoscenze scientifiche.

Immagini del sistema tolemaico con correzioni apportate dagli scienziati arabi del XIII secolo



Astronomi islamici miniatura da un manoscritto persiano del

Un testo di Avicenna usato come libro di studio, con annotazioni ai margini





# ROBERTO GROSSATESTA:

## La teoria della luce

(ca. 1168 – 1253)

“Tutte le cause dei fenomeni naturali devono essere espresse per mezzo di linee, angoli e figure”. Non è Galileo, ma Robert Greathead (1168-1253), cioè Roberto, vescovo di Lincoln, detto il Grossatesta, che nel suo *De lineis, angulis et figuris seu fractionibus et reflectionibus radiorum* (1231-1235) così descrive i caratteri in cui è scritto il grande libro dell’Universo. La matematica non serve ovviamente soltanto nella spiegazione della rifrazione e della riflessione dei raggi luminosi, ma è la chiave per la stessa comprensione della metafisica. La natura opera nel modo più ordinato, semplice e breve possibile, secondo quel principio che diventerà poi noto da Galileo a Mach come “principio di economia”. Nel *De luce* e nel *De motu corporali et luce* Grossatesta descrive una cosmologia incentrata sulla luce come principio generatore dell’Universo. La lux varia in maniera proporzionale alla distanza della sorgente primordiale. Ne risulta una sfera via via più opaca man mano che si allontana dal centro. Forse è prematuro vedere in Grossatesta un precursore delle concezioni moderne della materia/radiazione o addirittura della natura dualistica (onda/corpuscolo) della luce. Ma è certo che le sue speculazioni *de luce e de lumine*, a prescindere dalla loro pregnanza teologica e dall’interesse per l’ottica, aprono inedite prospettive alla “filosofia naturale” nell’Occidente cristiano. Per esempio, nel *De generatione stellarum* Grossatesta congetture che anche le stelle siano composte dei quattro elementi (aria, acqua, terra e fuoco) che caratterizzano il nostro globo. Nel *De impressionibus elementorum* sostiene che gli elementi si possano trasformare l’uno nell’altro grazie alla radiazione solare; nel *De natura locorum* attribuisce a questa sorta di trasmutazione le differenze climatiche tra le varie regioni; in altri testi, in particolare nel *De ascensione et recessione maris* ipotizza che i raggi della Luna nascente siano in grado di liberare vapori dal fondo del mare facendo sollevare le acque, finché la forza stessa della Luna impone il riflusso della marea. Per certi versi sembra di leggere Keplero e lo stesso Newton.

