Comitato per la Edizione Nazionale delle Opere di

FEDERIGO ENRIQUES

ENRIQUES, FEDERIGO AND DE SANTILLANA, G.

Storia del pensiero scientifico, vol. I: Il mondo antico

Treves-Treccani-Tumminelli, Milano-Roma, 1932.

L'utilizzo di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali.

Il presente testo è stato digitalizzato nell'ambito del progetto "Edizione nazionale delle opere di Federigo Enriques"
promosso dal
Ministero per i Beni e le attività Culturali
Area 4 – Area Archivi e Biblioteche
Direzione Generale per i Beni Librari e gli Istituti Culturali

F. ENRIQUES E G. DE SANTILLANA

STORIA
DEL
PENSIERO SCIENTIFICO

VOL. I

IL MONDO ANTICO

Con 120 illustrazioni

NICOLA ZANICHELLI EDITORE
BOLOGNA 1932 - X

L'EDITORE ADEMPIUTI I DOVERI
ESERCITERÀ I DIRITTI SANCITI DALLE LEGGI

Copyright 1934 by Nicola Zanichelli (S. A.)

Milano - Tip. Treves-Treccani-Tumminelli

INTRODUZIONE

Tibi res antiquae laudis et artis
ingredior, sanctos ausus recludere fontes

I.

SCIENZA E STORIA

La Scienza, che celebra i maggiori trionfi nella vita economica contemporanea, non è più, per molti, poesia e luce dello spirito. Mezzo, ricercato o temuto, per la conquista della ricchezza e del potere, legge ferrea d'una nuova schiavitù della macchina, ha perduto il suo valore di verità per divenire *instrumentum regni:* come tale non commuove gli uomini anelanti a superare la grigia ora del mondo:

> ....Per altre vie, per altri porti
> verrai a piaggia, non qui, per passare.

La filosofia risponde al sentimento diffuso colla critica che tende a svalutare la conoscenza scientifica in confronto ad altre maniere di conoscenza o d'intuizione. Infine, si chiede, che cos'è la Scienza?: un'attività particolare dell'intelletto umano, che deve essere situata nella gerarchia delle forme dello spirito; — la Natura?: un fantasma in cui il pensiero specchia sè stesso; il metodo?: una regola di giuoco che ha la buona sorte di riuscire nelle operazioni della pratica.... La parola del filosofo, o del dotto professionale, suona tanto più autorevole quanto meglio s'accorda con l'intima convinzione del volgo, e la difende da assalti profani.

Frattanto la fede scientifica si rimpicciolisce anche nell'animo degli artefici della scienza. Chiusi nella distinzione delle disci-

pline particolari, separati ed isolati gli uni dagli altri dalla diversità dei linguaggi, come guerrieri medioevali nelle ferrate armature, viene meno per loro, o per la maggior parte di loro, la visione dell'unità d'un disegno. Non più la verità, ma frammenti di verità, in cui mal si pretende di trovare qualcosa d'assoluto.

Il *sancta sanctorum* serba pur sempre l'idolo dell'esperienza; ma dov'è il cimento galileiano, giudizio d'Iddio in cui la ragione universale affronta le apparenze ingannevoli della realtà? Custodito nel tempio dei re, si sottrae al culto consueto dei fedeli, che vedono al suo posto le tecniche molteplici: esperienze di storte o di lambicchi, di bilance o di regoli calcolatori, di galvanometri o di spettroscopi e via via; spettacoli indifferenti a colui che imparzialmente ne registra i resultati. Fuori di tutte queste l'esperienza del cuore umano.

Ora a chi cerca il senso umano dell'idea scientifica, rivolgiamo l'invito d'Ugo Foscolo: « Italiani, io vi esorto alle storie ». A tutte le persone colte in generale, e in ispecie ai filosofi critici e ai lavoratori della scienza, va egualmente l'invito: che vale pure di qua e di là dalle Alpi, ma nella nostra terra si conforta di memorie e di tradizioni più vive.

Per valutare ciò che è la scienza, non si guardi astrattamente ai sistemi logici che ne formulano le dottrine, ma al reale sviluppo delle idee. In tal guisa apparirà chiaro a tutti ciò che il pensiero scientifico significa per il progresso della civiltà; la quale, nell'ipotesi d'un tramonto della scienza, dovrebbe rovinare, non tanto per il perdersi necessario della cultura tecnica, quanto per il ritorno dell'ignoranza e della follìa che contrassegnarono le passate barbarie.

Pragmatisti e materialisti che, derivando la scienza dall'economia, ne fanno un mostro senz'anima, vedranno spiegarsi dinnanzi agli occhi meravigliati i motivi artistici e religiosi della ricerca scientifica: che, prima assai di volgersi alle applicazioni pratiche, fu *teoria,* cioè spettacolo disinteressato della natura, creazione poetica di spiriti che avevan fede in un ordine razionale del mondo.

Filosofi, amici delle idee, dovranno rivedere il disegno in cui tentano di comporre l'evoluzione del pensiero, poiché — nella storia europea — questa prende in gran parte ragione o forma

dal pensiero scientifico, onde il senso stesso delle filosofie, il loro nascere e succedersi nella cultura, riesce incomprensibile per chi rimanga estraneo allo spirito della scienza.

Certo la storia può procurare qualche delusione a coloro che la scienza stessa contemplano colla mentalità del miracolo, credendo di possedere nelle sue dottrine la verità assoluta e immutabile. Quante belle costruzioni superbe si ergevano al cielo, splendidi castelli sopra la roccia, e parevano sfidare l'eternità! Tuttavia, più presto o più tardi, sono cadute, e la trionfante verità di ieri è divenuta l'errore di oggi. Non forse un'egual sorte è serbata alle nuove teorie cresciute su quelle rovine? Non è logico aspettarsi che la verità di oggi diventi a sua volta l'errore di domani?

Certo scienza e non scienza non sono termini assoluti. Non ci sono teorie vere, soltanto « più vere ». Ma perciò appunto lo stesso errore assume un significato nuovo e fecondo, come sforzo di cui si guardi l'aspetto negativo: sforzo della ragione che ha pure il suo aspetto positivo, come cammino della verità. Le dottrine nascono e muoiono; muoiono — dice il filosofo — perché vivono. E la vita loro è passare da un grado di sapere ad un grado più alto.

Infatti nessuna dottrina ha senso e valore di per se stessa; anzi li riceve dalle conoscenze presupposte che ne formano la base. C'è qui un'osservazione tanto elementare che spesso si dimentica per la sua stessa evidenza. Il discorso più comune, come ogni insegnamento scientifico — conferenza, lezione o trattato — riceve il suo significato proprio da qualche cosa che già si presume noto; chi ascolta deve avere con chi parla una certa intesa preliminare: comunanza di modi d'espressione, d'atteggiamenti spirituali, di conoscenze accettate. Se anche taluno creda di fare appello semplicemente al buon senso, questo buon senso o senso comune, sarà comune — non già a tutti gli uomini in generale — ma, per tacita convenzione, agli uomini del nostro tempo, che posseggono una certa intelligenza scientifica ed un certo grado di cultura.

Così un trattato di Fisica comincia, di solito, coll'enumerare quelle che l'Ostwald chiamava le venerabili proprietà della materia, e in poche pagine spiega e illustra il concetto della teoria atomica, cioè la visione corpuscolare della materia (particelle mo-

bili attorno a centri di forza), ovvero la dottrina energetica, ecc. Ma queste vedute che son date come introduttorie e aspettano conferma dallo sviluppo della disciplina, riassumono, in realtà, uno sviluppo anteriore, di cui lo studioso deve avere una più o meno precisa nozione. Il libro di Fisica intelligibile a noi riuscirebbe inintelligibile, per esempio, ad uno scolastico dei secoli passati. Similmente si dica per un trattato d'Astronomia, dove figureranno presupposti la sfericità della Terra e il suo moto attorno al Sole, il suo ordine di grandezza, e così via; dati che la scienza ha dovuto scoprire e dimostrare con ragioni, osservazioni ed esperimenti, superando le contrarie apparenze: paradossi di ieri, verità incontrastate e appena commentate di oggi.

Ora se il pensiero si svolge sempre su se stesso, ed il significato dei concetti si definisce in funzione di altri concetti già noti, ne deriva una conseguenza straordinaria: cioè che la scienza attuale, quando cerchiamo di fissarla in un'esposizione dogmatica e quasi d'isolarla nel suo presente statico, ci appare soltanto come un momento astratto dell'evoluzione del pensiero scientifico. Per comprendere in concreto idee e problemi, giustificare ipotesi o teorie, rendersi conto delle contraddizioni di cui sono gravide e delle insufficienze che debbonsi provvisoriamente accettare, bisogna uscire dal presente e domandarsi come le difficoltà possano sciogliersi nel progresso della ricerca scientifica e perchè esse ci vengano dal suo passato: il presente non resta allora che un punto di passaggio nel divenire della scienza. In questa maniera lo sforzo per il progresso porta dalla scienza alla filosofia della scienza e da questa alla storia. Se il semplice studioso d'una dottrina bell'e fatta può appagarsi d'anticipazioni e di postulati — *allez en avant, la foi vous viendra!* — l'ora della revisione critica chiama in causa le idee più antiche, sicchè al novatore può dirsi col poeta: « tuo malgrado sei l'erede di questi morti ».

Le riflessioni che precedono non riusciranno nuove a chi abbia meditato gl'insegnamenti della crisi rivoluzionaria da cui è uscita la Dinamica einsteiniana. Di fatto questa critica ha rimesso in discussione i grandi problemi del passato: spazio, materia, tempo, moto (assoluto o relativo). Così ognuno si è abituato all'idea che bisogna riesaminare la nostra tradizione scientifica, risalendo fino a Newton e a Galileo. Ma pochi fra i cultori della

scienza sono disposti ad ammettere che convenga risalire più in là, e perfino che esista — prima della scienza moderna di Galileo e di Newton — anche una scienza antica, le cui idee hanno influito ed influiscono ancora sul nostro pensiero.

Occorre insistere sulla continuità dello sviluppo scientifico dai tempi antichi ai moderni.

La scienza ellenica, divulgata nel periodo greco-romano, non si perde mai completamente: quando essa decade nel mondo occidentale, trova un terreno di cultura in Oriente, e dagli Arabi è riportata all'Europa nei primi secoli dopo il millennio. Poi la scoperta degli antichi testi, conservati particolarmente nelle biblioteche d'Italia, accende il magnifico moto del Rinascimento. Le conoscenze antiche servono di base alla civiltà nuova. Per esempio i dati tradizionali sulle dimensioni della sfera terrestre sono assunti da Cristoforo Colombo nel suo tentativo di raggiungere le Indie con un viaggio di circumnavigazione, che riesce alla scoperta dell'America.

Ipparco e Tolomeo dominano col loro sistema le scuole astronomiche, fino alla rivoluzione copernicana; e la nuova idea di spiegare le apparenze dei moti planetari facendo girare la terra intorno al sole, è venuta a Copernico dai Greci più antichi, in ispecie da Aristarco di Samo (3.° sec. a. C.).

Non soltanto i promotori della scienza moderna lavorarono sui resultati degli antichi; prima ancora delle conoscenze positive essi dovettero apprendere da loro lo spirito della ricerca scientifica. L'opera di Keplero è tutta pervasa dalla veduta pitagorica d'un ordine cosmico che si traduce in fissi rapporti numerici ed in semplici leggi geometriche. Galileo accoglie e spiega la stessa veduta: l'ordine del mondo è scritto in un alfabeto i cui caratteri sono le figure della geometria. Nel faticoso lavoro di costruzione della nuova dinamica, sciogliendosi a grado a grado dai concetti aristotelici e scolastici, egli riprende e sviluppa alcune idee fondamentali che già Democrito d'Abdera aveva espresse, circa 400 anni avanti Cristo.

Ancora da Democrito dipende il nuovo indirizzo della Chimica, per opera di Roberto Boyle: la definizione dell'elemento in rapporto all'ipotesi atomica.

Grandi pensieri debbono avere espresso i creatori della scienza ellenica, se i pochi frammenti che ne rimangono nella tradizione

letteraria hanno potuto accendere sì fortemente gli spiriti della Rinascita, suggerendo fecondi sviluppi ed associazioni d'idee. Qualcosa di vivo è certo in quei pensieri, come nei corpi semplici allo stato nascente, che si liberano dalle reazioni chimiche.

Ma il fuoco, per un momento attizzato, si nasconde di nuovo sotto le ceneri. E con ciò si coprono anche le origini del nostro proprio sapere. Bisogna ritrovare il senso scientifico di quelle dottrine, liberandolo dalle formule oscure che ci hanno tramandato interpreti o ripetitori ignoranti, ed anche dalle sottigliezze dei filosofi che vi hanno cercato qualcosa di estraneo al genio degli autori. Solo questa ricerca costruttiva può dare alla storia del pensiero il suo giusto significato e mettere a frutto il vasto lavoro della critica filologica contemporanea.

Diciamo espressamente che conviene *costruire* la storia del pensiero scientifico, e che da tale costruzione verrà chiarita anche la storia del pensiero filosofico.

Costruire la storia?

La domanda non ha bisogno di essere spiegata agli storici ed ai filosofi; ma alla maggior parte degli scienziati occorre dire che la storia non è semplice raccolta di documenti e di testi e di notizie; che non basta possedere le fonti, ma giova intenderle, confrontandole e interpretandole secondo i criteri della logica delle idee; che insomma la informazione erudita, premessa necessaria della storia, non è ancora storia, cioè intelligenza dello sviluppo scientifico e filosofico. Soltanto per questa intelligenza i testi e i riferimenti acquistano il loro vero senso, alla stessa guisa delle esperienze nella fisica: che non sono fatti bruti da registrare, sì anzi risposte alle aspettative teoriche, assumenti appunto il loro significato dall'ordine razionale della teoria.

Per illustrare la tesi paradossale richiamiamo una semplice osservazione. Quante volte ci occorre di mettere a cimento la capacità di traduzione da una lingua straniera, ci accorgiamo che per tradurre non basta affatto conoscere la lingua da cui si traduce, ma importa assai più intendere il soggetto dello scritto che si traduce; e tale bisogno è più stretto per le opere scientifiche o tecniche. Vi sono dunque criteri razionali — esigenze di coerenza e d'intelligibilità, nozioni particolari di scienza o d'arte

— che forniscono al lettore d'un'opera anticipazioni, presunzioni e canoni interpretativi. Quanto maggiormente non occorreranno simili presupposti ad interpretare le fonti della storia del pensiero, dove si tratta di espressioni e d'idee meno consuete, ed anche di testi alterati e manchevoli!

Ci sia permesso riassumere il nostro pensiero in un'affermazione scandalosa: anche la storia, come la teoria fisica, si fa a priori; almeno fino ad un certo punto, e salvo a mutare la costruzione se ad essa non rispondono i testi, i documenti, le prove.

Questa dottrina della storia è ben quella professata dai filosofi e storici della filosofia che hanno seguìto l'ispirazione di Hegel: col semplice correttivo d'intendere nel senso più largo il cimento della verifica delle idee. Se le fonti non rispondono al criterio razionale della ricerca dovremo accoglierne il responso, collo stesso animo con cui il fisico teorico è pronto a inchinarsi dinnanzi al giudizio dell'esperienza.

Gli storici hegeliani, più aderenti al fatto, sono, in principio, d'accordo con questi criterii. Ma tengon fisso che la storia del pensiero e della filosofia debba ricostruirsi mediante le idee direttrici d'una filosofia romantica, che esclude la scienza e la ragione scientifica e non ne intende il vero significato. A questo presupposto si contrappone il criterio di spiegare la storia del pensiero, cercando il senso scientifico delle dottrine e derivandone la genesi degli stessi problemi filosofici.

La messa in opera di tale criterio, nel presente volume, varrà a dimostrare fino a che punto esso risponda specialmente allo spirito ellenico. Il valore delle deduzioni a priori potrà qui misurarsi dalla verifica a posteriori: se esse conducano a scoprir testi o a renderli intelligibili[1]) e in generale a chiarire la posizione storica dei pensatori e i loro rapporti, sollevando tutta la storia ad unità di vedute.

Sarà possibile di conferire un senso a tutte le dottrine, ovvero s'incontreranno anche formule vuote di senso?

[1]) Per esempio l'idea di cercare in Parmenide una critica dei concetti geometrici (proseguita poi dal suo discepolo Zenone), riceve conferma da alcune citazioni di Proclo nel Commento all'Euclide, che per lo innanzi non avevano attirato l'attenzione degli studiosi; d'altra parte codesti concetti danno per la prima volta senso chiaro alla traduzione d'un frammento che in tutte le altre versioni riusciva inintelligibile (cfr. cap. IV).

Sorge qui un grande problema, cui i nostri criterii conducono a dare una risposta soddisfacente.

C'è una vecchia accusa che in genere i positivisti rivolgono ai filosofi loro avversarii: parole senza senso. Non è soltanto il grido di Augusto Comte contro la metafisica moderna: gli Epicurei antichi movevano lo stesso rimprovero ad Eraclito, *clarus ob obscuram linguam,* e David Hume alla scolastica. Ma come può concepirsi che il pensiero riesca ad espressioni vuote di senso? Si ripresenta così in una forma moderna, che commuove anche più profondamente chi pensa, l'antico problema dell'errore, su cui Platone ha scritto cose bellissime nel *Teeteto*. Il filosofo consapevole del valore della ragione terrà ferme egualmente le due opposte esigenze: di non dare il suo pigro assenso a formule oscure che non abbia veramente intese, e d'altra parte di non ammettere pensieri inintelligibili.

La storia del pensiero risolve la difficoltà. La genesi del non-senso si intende soltanto come prodotto storico, se si tiene dinnanzi agli occhi la degradazione delle idee e delle formule scientifiche: passivamente accettate e ripetute, ma in qualche modo agitate o adoperate negli sviluppi formali dei simboli. Parole prive di senso rappresentano dunque lo scarto dell'intelligenza, cadaveri che si trascinano ancora talvolta nel circolo del pensiero, come materia inorganica non assimilata nel circolo della vita.

Così anche il non-senso deve essere, a suo modo, riconosciuto e spiegato: diventa argomento di storia, non limite arbitrario alla costruzione storica.

Abbiam detto che sia o voglia essere la storia del pensiero scientifico e che cosa significhi per la scienza, per la filosofia, e per la cultura in generale. Quanto più alto lo scopo, tanto più difficile accostarvisi! L'opera di cui qui presentiamo il primo volume è un tentativo di costruire codesta storia nelle sue grandi linee. E per l'audacia del proposito chiediamo l'indulgenza dei lettori. Ma sopratutto dobbiamo segnare i limiti del nostro sforzo.

Non abbiamo inteso di porgere una veduta per alcun aspetto completa dello sviluppo scientifico, anzi soltanto d'indicare l'evoluzione di problemi e d'idee fondamentali. Per questo scopo ci è parso sufficiente prendere a principio la storia

del pensiero ellenico, lasciando da parte un più preciso accostamento ai suoi precedenti.

Questa storia, che forma la parte più nuova del presente volume, viene qui ricostruita, per quel concerne le idee generali dei grandi pensatori, colla discussione diretta delle fonti e col rilievo del significato scientifico delle dottrine. Alcuni scienziati e storici eminenti — come P. Tannery, H. G. Zeuthen, G. Schiaparelli — hanno già mostrato quali resultati possa dare una tale ricerca nell'investigazione di speciali problemi della fisica, della matematica e dell'astronomia, ecc. Ma dall'adottare gli stessi criterii come misura generale della storia del pensiero ellenico, nel suo periodo creativo, non solo riescono chiariti altri problemi storici particolari, sì anche tutta la storia nel suo insieme acquista una meravigliosa unità: gli sforzi dei più antichi Ioni e degli Italici, Pitagorici ed Eleati, si vedono tendere con continuità di sviluppo alla soluzione del medesimo problema fondamentale della materia; e dalla critica di questo, nella scuola d'Elea, vengono poi logicamente spiegati gl'indirizzi posteriori del pensiero scientifico e le posizioni dei grandi problemi filosofici.

Dei quali non era nostro compito spingere avanti lo studio con Platone ed Aristotele e coi filosofi posteriori, che ci siamo limitati a considerare soltanto per il loro contributo alla scienza, o per quegli aspetti che concernono il concetto della scienza propriamente detta.

Invece una storia della Scienza non poteva restringersi ai principii generali elaborati dal pensiero ellenico nel suo periodo creativo, senza cadere nell'astratto: poiché codesti principii assumono valore dagli sviluppi positivi e dai progressi più maturi delle discipline particolari. Di questi dunque il nostro volume doveva porgere una veduta sufficiente, se pure ad assolvere il debito sia bastato spesso riferire e riassumere — dove non ci pareva necessario di ricostruire — i resultati della critica storica altrui. I lavori e i trattati che si richiamano nelle citazioni, indicano allora le fonti della nostra esposizione. Del resto i brevi cenni contenuti in apposite bibliografie o in speciali note, bastano a chiarir meglio i rapporti di questo studio con quelli degli storici precedenti.

Ora, offrendo al pubblico il frutto del nostro lungo lavoro,

pienamente consapevoli della superba difficoltà dell'impresa, che non potrà sfuggire a manchevolezze ed errori, saremo comunque paghi dell'opera compiuta, se riuscirà a ridestare nei lettori qualcosa di vivo: il sentimento della scienza che non *è* mai e si *fa* sempre nei secoli, eterna aspirazione verso la bellezza del vero.

Se le ombre del passato si levino per un istante a questo richiamo, dicano ai nuovi uditori la passione, che fu gloria e tormento degli spiriti magni; e sia pure soltanto un invito a ricercare visioni del pensiero ancora più alte, e perciò a riprendere e spingere più avanti la nostra fatica.

II.

LUOGHI E TEMPI DELLA SCIENZA ANTICA

La scienza antica, origine diretta della nostra, nasce in Grecia.

Nella storia di essa, come in generale della civiltà antica, si soglion distinguere in breve quattro periodi, ciascuno dei quali occupa all'incirca tre secoli:

a) il periodo ellenico propriamente detto, che comprende i secoli del 600 al 300 a. C., e corrisponde allo sviluppo libero delle città greche:

b) il periodo ellenistico, che comprende i tre secoli successivi fino al principio dell'Era Volgare, e risponde all'ellenizzazione di tutto il mondo orientale in seguito alla conquista macedone;

c) il periodo greco-romano, che occupa i primi tre secoli dell'era volgare, e infine:

d) il periodo dei commentatori o della decadenza che va dal 300 al 600 d. C., e che non reca ulteriore sviluppo scientifico, ma solo una riduzione dell'antico materiale, nella forma di riferimenti e di notizie, che ci sono stati parzialmente trasmessi attraverso il medioevo.

Quando si parla della Grecia antica, ove si svolge il movimento della cultura nel primo periodo, non dobbiamo pensare soltanto alla penisola che costituisce oggi lo Stato greco, bensì a tutto il bacino del Mare Egeo e dell'Ionio, comprendente da un lato le coste dell'Asia Minore, e dall'altro quelle della Sicilia e dell'Italia Meridionale, colonizzate dai Greci in due periodi successivi di espansione, il primo dei quali risale ai secoli XI e X a. C.

Sulle coste dell'Asia Minore sono da ricordare come centri di coltura le città poste sulla regione costiera che ha ricevuto il nome di Ionia: Mileto, Efeso, Colofone, Clazomene, Focea, e, nelle isole prospicenti, Samo e Chio.

In questa regione, che da un estremo all'altro misura appena un centinaio di chilometri, sorse primieramente la filosofia greca, per opera di studiosi che hanno vari caratteri comuni, se pur non si presentino ordinati in vere e proprie scuole: essi hanno ricevuto il nome di *naturalisti* (φυσιόλογοι).

I più noti fra gli antichi naturalisti ionici sono:

Talete di Mileto (circa 624-548);[1])

Anassimandro di Mileto (nato nel 611, morto dopo il 545);

Anassimene di Mileto (vissuto fra il 585 e il 528 o secondo altri fra il 553 e il 499);

Eraclito di Efeso (530-470);

Anassagora di Clazomene (500-428), che pure visse parte della sua vita ad Atene.

Due altri filosofi:

Pitagora di Samo (580-504) e

Senofane di Colofone (580-488?),

non vengono menzionati di solito fra i naturalisti ionici, sia per il carattere diverso della loro speculazione, sia perché la loro influenza si è esercitata specialmente in Italia.

Appunto nelle colonie italiche — nella cosiddetta Magna Grecia e nella Sicilia — si trovano i più importanti centri, del movimento filosofico e scientifico, in un tempo che succede da vicino a quello dei naturalisti Milesii.

Codeste colonie italiche risalgono in generale ad un'epoca meno antica di quelle d'Asia Minore (VII e VI secolo), ed in parte anzi sono derivate dalla Ionia: la migrazione della filosofia si accompagna alla ripresa del moto coloniale durante il VI secolo, che segue l'avanzata persiana.

La filosofia italica si distingue esteriormente dalla ionica, per l'ordinamento delle scuole a forma di sette di tipo religioso, disciplinate secondo strette regole di vita. Inoltre in queste scuole fiorirono meravigliosamente le matematiche, ed in rapporto con tali studi il pensiero assurse ad un razionalismo più astratto, con caratteri mistici.

Il movimento della cultura italica è dominato sopratutto dalla *Scuola pitagorica* fondata a Crotone da Pitagora di Samo, e fiorita tra il 532 e il 500, data approssimativa della distruzione della sede dell'ordine.

La scuola, che vedremo avere un carattere prettamente religioso, col-

[1]) Le date sono generalmente imprecise, anche perché i cronologisti antichi sogliono indicare, invece che gli anni di nascita e di morte, l'epoca della fioritura (*acme*) che si presume sui quaranta anni. Per alcuni filosofi (ad es. per Parmenide) si hanno anche indicazioni contraddittorie, alle quali accenniamo più avanti, là dove l'incertezza può anche involgere l'interpretazione delle dottrine. Qui si è voluto soltanto rappresentare in forma visibile l'ordine cronologico degli autori di cui si tratta.

legandosi al risveglio dell'orfismo nel VII secolo, ebbe diramazioni in varie città della Magna Grecia e della Sicilia, in alcune delle quali — come a Taranto — si vide temporaneamente instaurato il «governo dei filosofi».

Fallito il loro primo tentativo di dominio, i discepoli dei Pitagorici si sparsero per il mondo greco, sicché i circoli pitagorici diventano centri di diffusione dell'idea scientifica.

In epoca più tarda troviamo fra i pitagorici eminenti:

Filolao (vivente a Tebe verso il 400);

Archita di Taranto, amico di Platone (430-365) ed

Ecfanto di Siracusa (circa 350).

Ma già nel V secolo dobbiamo segnalare, in diretta relazione con i pitagorici, e come una setta dissidente, *la Scuola d'Elea*, su cui influì Senofane di Colofone, il filosofo ramingo proveniente dalla Ionia:

Parmenide di Elea (nato intorno al 540, secondo altri verso il 515), a cui si ricollegano:

Zenone d'Elea (nato nel 504 oppure nel 490) e

Melisso di Samo (nato nel 480).

In seguito, in relazione più libera con la scuola pitagorica ed eleate, appare:

Empedocle d'Agrigento (490-430) la cui opera risente una diretta influenza dei naturalisti ionici e specialmente di Eraclito.

Invero, durante il V secolo, le relazioni intellettuali fra le diverse parti del mondo greco si fanno sempre più facili, in seguito agli eventi politici e allo sviluppo dei commerci. Melisso e Anassagora nella Ionia per i loro rapporti con la scuola di Elea e col siciliano Empedocle, mostrano appunto la solidarietà intellettuale che si è stabilita fra i centri più lontani della speculazione, nel mezzo del V secolo. E ciò risulta anche dai caratteri comuni che alla medesima epoca, o poco dopo, palesa il movimento della *Sofistica* con:

Protagora d'Abdera in Tracia (485-410) e

Gorgia di Lentini in Sicilia (nato nel 480).

Né apparirà strano di vedere avvicinate pel nuovo movimento di pensiero due città poste ai due estremi del mondo greco, come Elea in Campania e Abdera in Tracia; ove si pensi che i loro abitanti sono gente appena allora distaccatasi da Focea e da Teo, città della Ionia, distanti meno di dieci chilometri.

Ora, alla fine del V secolo, e più oltre nel IV, troviamo i più cospicui centri filosofici appartenere alla Grecia propriamente detta, in prima linea Atene, la quale dopo le guerre persiane si sta avviando alla egemonia; in Atene, centro del movimento letterario, punto di confluenza delle varie correnti di pensiero, nasce la grande scuola socratica:

Socrate ateniese (470-399);

Platone ateniese (428-347) [1]);

[1]) Più precisamente l'anno di morte di Platone (secondo Diog. L.) è il 1° della 108ª Olimpiade, cioè 348/7. In forma analoga andrebbero espresse tutte le date conosciute in questo ordine di esattezza.

Aristotele di Stagira (384-322) fondatore del Liceo nel 339.

Di qui si irraggiano anche altre scuole, che per opera di discepoli di Socrate, sorgono in città diverse (Megara, Elide, Eretria, Cirene).

Resta tuttavia fuori del movimento ateniese, e press'a poco alla stessa epoca socratica, la scuola di Abdera, dove pure si fondono in maniera caratteristica motivi ionici e pitagorico-eleati, e nella quale si esprime anche una reazione alla sofistica dell'abderita Protagora. Codesta scuola prende nome degli *Atomisti:*

Leucippo di Mileto (contemporaneo di Empedocle) e

Democrito Abderita (460-360), il quale sembra aver esercitato sui contemporanei socratici, massime su Platone, un'influenza più grande di quanto generalmente si creda.

I nomi che abbiamo ricordato appartengono ugualmente alla storia della scienza e della filosofia, che a dir vero si distinguono difficilmente in questo periodo formativo: soltanto alla fine dell'età ellenica, cioè nel IV secolo, appare una certa differenziazione, e sopratutto nei riguardi delle matematiche e della medicina. Così oltre i filosofi sopra ricordati, che hanno generalmente contribuito allo sviluppo delle matematiche (e ciò vale in ispecie per quelli che sono in rapporto coi pitagorici) sono da ricordare alcuni matematici come:

Ippocrate di Chio (intorno al 450);

Teeteto di Atene (vissuto fra il 450 e il 400); ed

Eudosso di Cnido (390-337).

E per la medicina basti nominare:

Alcmeone di Crotone, medico pitagorico, vivente prima del 500 e

Ippocrate di Coo (460-377), maestro della medicina di ogni tempo.

Con la battaglia di Cheronea (338 a. C.) la Grecia cade sotto il dominio di Filippo il Macedone. Quattro anni dopo, Alessandro riuniva i Greci in un comune sforzo di conquista contro l'impero persiano, che veniva rapidamente distrutto (330); e riusciva così ad allargare smisuratamente i confini del mondo ellenico. Alla morte di Alessandro (323), l'impero si divideva fra i suoi diadochi.

Le corti dei nuovi reami, in cui s'incontrano e si fondono la civiltà greca e quelle d'Oriente, offrono un ambiente nuovo e favorevole al fiorire delle arti e delle scienze. Così sorgono centri cospicui di coltura in Alessandria, Pergamo, Rodi; mentre la coltura siciliana splende ancora a Siracusa, che già da tempo con la dinastia dei Deinomenidi, si è posta a capo della resistenza contro i Cartaginesi.

Tuttavia Alessandria resta per tutte queste città come faro della scienza, dove gli studiosi concorrono a cercare la guida dei celebrati maestri, e le opere raccolte nella grande Biblioteca; ai dotti alessandrini, gli scienziati di fuori comunicavano le loro più importanti scoperte, ed in essi vedevano quasi i depositari della tradizione scientifica.

Ma con la libertà della Grecia è finito anche il periodo filosofico creativo della scienza ellenica. L'interesse prevalente per i problemi della

vita pratica e morale ha distaccato a poco a poco la filosofia dalla speculazione scientifica: le scuole che sorgono ad Atene negli ultimi anni del IV secolo (scuola stoica 308; scuola epicurea 306) ritengono ormai della scienza solo quel tanto, che possa servir di premessa al loro sistema etico. Frattanto la scienza, abbandonate le pretese universali, si circoscrive con rigore di metodo entro il campo delle discipline particolari, le quali, come liberate, fioriscono adesso in tutto il loro splendore.

Fra i grandi scienziati del periodo ellenistico ricordiamo pochi nomi, alcuni dei quali, per l'epoca, entrerebbero nel periodo greco-romano. Citiamo dunque, fra i matematici:

Euclide di Alessandria (fiorì verso il 300 a. C.);
Archimede di Siracusa (287-212 a. C.);
Apollonio di Perga (fiorì verso il 170 a. C.);

degli astronomi e geografi:

Aristarco di Samo (c. 310-230 a. C.);
Eratostene di Cirene (c. 284-200 a. C.);
Ipparco di Nicea (osservò fra il 161 e il 126 a. C.);
Claudio Tolomeo di Alessandria (osservò fra il 127 e il 151 d. C.);

dei medici:

Erofilo di Calcedonia (nato verso il 300 a. C.);
Erasistrato di Ceo (c. 310-250 a. C.);
Galeno di Pergamo (130-201 d. C.).

L'unità statale originaria, la *polis*, dopo sanguinose lotte fratricide e sterili tentativi di confederazione, era venuta a perdersi nell'impero di Alessandro. Sparito questi, il mondo mediterraneo si trovò ripartito in organismi quali l'Asia dei Seleucidi, l'Egitto dei Tolomei, gli « stati uniti » d'Etolia e d'Acaia, l'Italia romana. Fra queste grandi potenze si svolgeva adesso il gioco di equilibri e di rivalità, finchè Roma, dopo la sua vittoria su Cartagine, non si impose come dominatrice assoluta (Zama 204, presa di Corinto 146).

All'Urbe, che veniva ormai prendendo aspetto di capitale del mondo, affluivano le ricchezze d'Oriente, e i più raffinati prodotti della civiltà ellenistica. E Roma, con la sua sapienza di governo, fondeva gli apporti delle civiltà assimilate in una nuova sintesi imperiale.

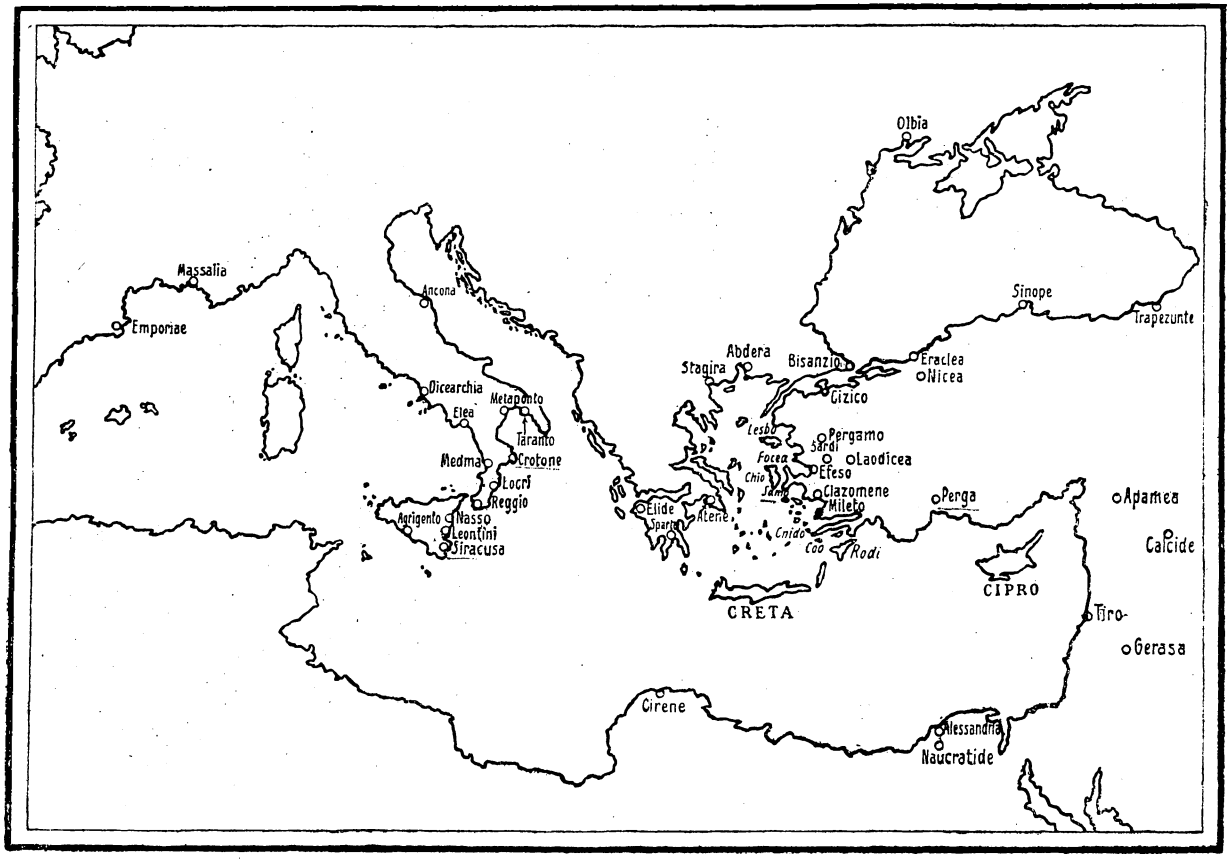
I Romani non ebbero funzione propriamente creativa nella storia del pensiero. Essi valutavano la scienza in quanto poteva servire alla vita. Di qui la tendenza all'eclettismo in filosofia, e in scienza all'enciclopedia.

Fra i grandi enciclopedisti romani ricorderemo:

M. Terenzio Varrone reatino (116-27 a. C.);
Aulo Cornelio Celso romano (fiorì nella I metà del I secolo a. C.);
L. Anneo Seneca di Cordova (3 a. C. — 65 e. v.);
C. Plinio Secondo di Como (23-79 e. v.).

Una splendida esposizione della fisica epicurea ci è data da:

T. Lucrezio Caro romano (96-55 a. C.);



CARTA DEL MONDO GRECO

mentre l'Impero ci dà numerosi trattati su discipline particolari, come quelli di:

VITRUVIO POLLIONE (I secolo e. v.) sull'Architettura;

G. MODERATO COLUMELLA spagnolo (I secolo e. v.) sull'Agricoltura;

GIULIO FRONTINO (I-II secolo e. v.) sugli Acquedotti;

POMPONIO MELA spagnolo (I secolo e. v.) sulla Geografia.

Ricorderemo poi alcuni grandi scienziati greci i quali rientrano propriamente nell'orbita della civiltà romana, sia per il tempo in cui vissero, sia per il carattere dell'opera loro: il geografo STRABONE di Amasia (c. 63 a. C.-c. 25 e. v.), l'astronomo e geografo CLAUDIO TOLOMEO e il medico GALENO già citati.

Passato il tempo degli Antonini, il rapido tracollo dell'Impero, dovuto a un complesso di cause sociali, economiche e religiose, precipita il decadere della coltura. Verso il 300 e. v. si è già perduto ogni vigore di pensiero scientifico e fin la capacità di comprendere i classici. A parte l'opera di alcuni critici eruditi, come SIMPLICIO e PROCLO, la letteratura scientifica si riduce a compendi sempre più miseri ed a raccolte di opinioni slegate e frammentarie (*dossografia*) in cui si vanno disperdendo gli ultimi avanzi delle grandi raccolte delle scuole platonica ed aristotelica.

Con la fine dell'Impero d'Occidente (476 d. C.) si usa far terminare la storia del mondo antico. Parte dell'eredità intellettuale, sopratutto nel campo giuridico, è raccolta da Bisanzio, mentre l'Italia cade in preda alla dominazione della soldatesca barbarica. Ma con la chiusura della scuola d'Atene (529) viene a sparire l'ultimo vestigio della tradizione filosofica ellenica. Attraverso l'opera di alcuni dotti del VI secolo come BOEZIO e CASSIODORO, quello che resta della scienza antica viene raccolto dalla Chiesa; e chiuso nei monasteri, potrà sopravvivere ai secoli d'oscurità che verranno.

III.

LE FONTI

I. *I Testi dell'antichità.* — Di tutta la produzione scientifica e filosofica del periodo ellenico, ci sono pervenuti, in forma completa o quasi, soltanto i Dialoghi di PLATONE e quelle opere di ARISTOTELE che riproducono i suoi corsi di lezioni; inoltre — per la letteratura medica — alcuni scritti di IPPOCRATE e della sua scuola, raccolti nel « Corpo Ippocratico ».

Le grandi opere scientifiche che costituiscono ancora per noi dei trattati classici, appartengono al periodo ellenistico o greco-romano: EUCLIDE, APOLLONIO, ARCHIMEDE, TOLOMEO, GALENO, STRABONE, ecc.

Ora tutti i testi superstiti sono stati stabiliti dalla filologia in edi-

zioni critiche, e si trovano pubblicati in diverse raccolte: la più completa è la *Bibliotheca scriptorum graecorum et romanorum* di Lipsia.

Per alcuni classici questa edizione teubneriana offre, di fronte al testo greco, la traduzione latina ovvero tedesca. In mancanza di questa può essere utile usare di altre edizioni; così per Aristotele, abbiamo usato di solito l'edizione Didot, che porta appunto il doppio testo greco e latino. Ad essa dunque — per quel che riguarda la partizione dei capitoli e paragrafi — si riferiranno le nostre citazioni.

Ricordiamo anche la collezione d'Oxford e quella francese dell' «Association Guillaume Budé» (testo greco e traduzione francese a fronte) non ancora compiuta. E aggiungiamo che, per molti classici, esistono diverse traduzioni in lingue moderne e particolarmente in italiano, alcune delle quali avremo occasione di citare a suo luogo; per Platone abbiamo usato sopratutto quelle della collezione Laterza. [1])

Dei lavori precedenti le opere classiche, che servono ad essi di base e che risalgono al periodo ellenico, restano soltanto alcuni frammenti originali, conservatici dai commentatori nella letteratura posteriore. E a chiarirne e ricostruirne le idee valgono:

1.° alcuni riferimenti che ce ne porgono Platone, Aristotele, e accidentalmente gli scienziati classici sopra accennati;

2.° le testimonianze che resultano da altri scrittori, del periodo ellenistico o greco-romano, per esempio da Sesto Empirico o Cicerone, Lucrezio, Seneca, ecc.;

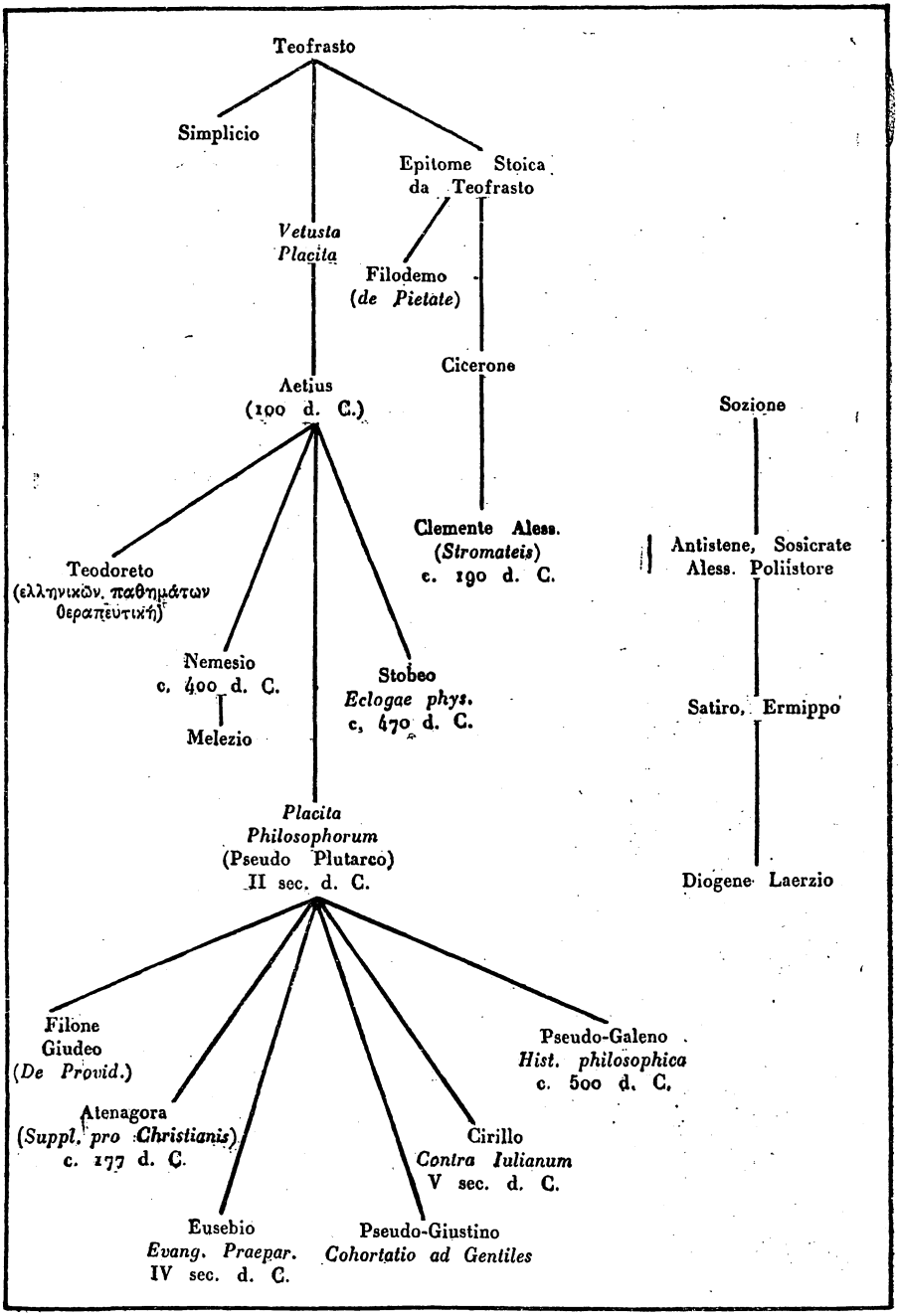
3.° quelle che si trovano più specialmente nella cosidetta letteratura dossografica.

Vi sono infatti delle raccolte sistematiche di opinioni che risalgono alla scuola di Aristotele (Teofrasto, Eudemo, ecc.). Sebbene esse sieno andate perdute (salvo pochi frammenti), le notizie che contenevano ci sono conservate in parte da commentatori come Simplicio, o nelle compilazioni, sempre più misere, di tardi rifacitori (*dossografi*) che hanno perduto ogni comprensione scientifica (Pseudo-Plutarco, Stobeo, Diogene Laerzio, ecc., ovvero attraverso la polemica degli scrittori cristiani (Clemente Alessandrino, Ippolito, Eusebio, Origene, ecc.). Tutto questo materiale è stato ordinato e valutato dalla critica filologica moderna; e più recentemente dal Diels. [2]) Le derivazioni storiche degli scrittori, secondo questi studi, possono essere rappresentate nella tavola annessa. [3]) (Heath).

[1]) Indicazioni bibliografiche sulle opere che concernono l'antichità greca si trovano in R. Klussmann, *Bibliotheca scriptorum classicorum*, e per gli ultimi trent'anni nel rapporto di O. Howald, contenuto nel noto *Jahresbericht* di C. Bursian. Cfr. pure I. Morizeau, *Die années de bibliographie classique* (1914-24), Parigi, 1927-28; e per gli anni più recenti *L'année philologique*, Parigi, 1928.

[2]) *Doxographi graeci*, Berlino, 1879 (nella citazione, di solito: *Dox.*).

[3]) Queste derivazioni si riferiscono, in senso lato, alle opinioni dei fisici. Per ciò che riguarda specialmente le Matematiche, le nostre fonti per il periodo ellenico risalgono a Eudemo, e sono, in particolar modo, Proclo e Pappo. Non c'è in questo campo una raccolta speciale di frammenti e testimonianze; ma i documenti di cui si dispone sono esaminati e discussi nelle storie che citiamo in appresso.


Teofrasto
Simplicio
Epitome Stoica da Teofrasto
Vetusta Placita
Filodemo (de Pietate)
Cicerone
Aetius (100 d. C.)
Sozione
Clemente Aless. (Stromateis) c. 190 d. C.
Antistene, Sosicrate Aless. Poliistore
Teodoreto (ελληνικῶν. παθημάτων θεραπευτική)
Nemesio c. 400 d. C.
Melezio
Stobeo Eclogae phys. c. 470 d. C.
Satiro, Ermippo
Placita Philosophorum (Pseudo Plutarco) II sec. d. C.
Diogene Laerzio
Filone Giudeo (De Provid.)
Pseudo-Galeno Hist. philosophica c. 500 d. C.
Atenagora (Suppl. pro Christianis) c. 177 d. C.
Cirillo Contra Iulianum V sec. d. C.
Eusebio Evang. Praepar. IV sec. d. C.
Pseudo-Giustino Cohortatio ad Gentiles

Ora, senza bisogno di ricorrere alle opere degli scrittori in cui sono contenute, frammenti e testimonianze dei filosofi del periodo ellenico si trovano riuniti in speciali raccolte. Classica e ancora preziosa è quella di H. RITTER e L. PRELLER, *Historia philosophiae graecae,* 1ª ed., 1838, IX ed. cur. da E. WELLMANN.

Ricordiamo pure:

F. W. A. MULLACH, *Fragmenta philosophorum graecorum,* 3 vol., ed. Didot, Parigi, 1865, 67,81, che comprendono: presocratici, pitagorici, sofisti, cinici, cirenaici, platonici e peripatetici.

Ma, per ciò che concerne i cosidetti presocratici, codeste raccolte sono ormai sostituite da quella più recente di

H. DIELS, *Fragmente der Vorsokratiker, griechisch und deutsch,* 3 vol.. Berlino, 1912 (*Nachträge* e 4ª ed. nel 1922), alla quale, come d'uso, ci riferiremo nelle citazioni (citando in breve *Vors.*).

Il lettore potrà anche aiutarsi coll'uso di traduzioni dei frammenti e testimonianze in diverse lingue e particolarmente in Italiano: traduzioni di tal genere si trovano in alcune delle « storie » e in raccolte più speciali che citiamo nel seguito. Tuttavia, trattandosi di brevi frammenti, la cui intelligenza non è rischiarata da un largo contesto, anche le traduzioni più accurate non possono accettarsi senza discriminazione: ogni qualvolta il senso non sia chiaro o presenti dei dubbi, è necessario ricorrere al testo greco e sforzarsi di comprenderlo in rapporto alle idee dell'autore e agli sviluppi posteriori delle dottrine. Quest'avvertenza vale, in particolare, per gli Eleati (Parmenide, Zenone) per i quali molte delle traduzioni fattene, sia in Italiano che in altre lingue, riescono spesso inintelligibili.

Anche per il periodo ellenistico e greco-romano conviene tener presenti, accanto alle opere superstiti, frammenti di opere perdute e le testimonianze che ci danno su di esse specialmente gli scrittori latini (CICERONE, LUCREZIO, SENECA, PLINIO, CELSO, BOEZIO, ecc.). Ed anche qui soccorrono talune raccolte, sebbene in genere meno complete, o limitate a particolari scuole o a taluni rami del sapere. Citiamo:

H. USENER, *Epicurea,* Lipsia, 1887;

H. VON ARMIN, *Stoicorum veterum fragmenta,* 3 vol., Lipsia, 1903-5.

Un'antologia di passi scientifici antichi, in cui è fatta larga parte agli scritti latini, e di cui utilmente ci siamo valsi, è:

A. MIELI, *Manuale di storia della scienza. Antichità.* Roma, Casa ed. Leonardo da Vinci, 1925.

II. *Le Storie.* — L'opera degli antichi, ripresa in Europa dal XIII al XVII secolo, suscita nell'epoca del Rinascimento un interesse scientifico piuttosto che storico. I nuovi pensatori sono in generale liberi interpreti di quelle dottrine; tuttavia, per lo sforzo di scoprirne il più profondo significato, riescono spesso a intenderle meglio che non accada a filologi e filosofi posteriori, armatisi di una più vasta erudizione, ma non possedenti come quelli, uno spirito congeniale. Un primo tentativo di ri-

costruire la storia del pensiero antico è rappresentato in qualche modo dal *Dictionnaire historique et critique* di PIERRE BAYLE (1697). Più tardi l'interesse del secolo XVIII per la storia della scienza si esprime in alcune storie speciali come quelle di LE CLERC sulla medicina (1727), o di F. MONTUCLA sulle matematiche (1758-1802), di J. S. BAILLY e di M. DELAMBRE sulla astronomia (risp. 1775-87 e 1817), di M. GOSSELIN sulla geografia (1790-97): e la produzione si continua nel secolo successivo con la storia delle scienze naturali di G. CUVIER (ed. postuma, 1841), ed altre.

Ma col secolo XIX convien passare dalla Francia alla Germania, ove il maggior interesse per gli studi storici si trova, piuttosto che nei circoli scientifici, presso i filosofi propriamente detti: la filosofia contrapponendosi ora alla scienza. Dal vasto moto della romantica tedesca sorge un nuovo criterio della storiografia. In particolare la veduta, espressa da Hegel, che la dialettica, mercé cui il filosofo assurge alla più alta consapevolezza dell'Idea, rispecchi l'evoluzione storica della filosofia, conduce alla ricostruzione a priori di questa storia. Ma dalla scuola stessa di Hegel sorgono discepoli a contemperare il razionalismo metafisico del maestro col rispetto della realtà filologica; e si ha quindi una forma di razionalismo storico che ricorda il razionalismo sperimentale dei fisici. Per la storia del pensiero greco, rimane ancora a rappresentare questo indirizzo l'opera di

E. ZELLER, *Die Philosophie der Griechen in ihrer geschichtlichen Entwicklung dargestellt* (1ª ediz., 1844-1852; rielaborazione di LORTZING e NESTLE, Lipsia, 1919; traduzione francese incompleta di Boutroux e Belot, 1877-82-84).

Una immensa erudizione, la critica accurata dei testi, e il criterio costruttivo mercé cui si ricerca l'origine delle idee e dei problemi che trovano il loro sviluppo nella filosofia tedesca contemporanea, hanno fatto di questo trattato un'opera classica, alla quale ritornano sempre di preferenza i filosofi idealisti. Ma l'autore resta estraneo al pensiero scientifico propriamente detto, e si può dubitare se, massime per quel che si riferisce ai cosidetti presocratici, il suo spirito risponda veramente a quello dei tempi e degli uomini che si sforza d'intendere. Vi è in ciò una causa sistematica di errori che la critica posteriore ha dovuto spesso riconoscere, correggendone le conclusioni. Ricordiamo come esempio caratteristico che egli arriva a rifiutare talune precise testimonianze relative a Democrito, in base ad un ragionamento che si fonda sulla sua incomprensione del principio d'inerzia (Cfr. Cap. VI).

Di fronte allo Zeller, quasi come esempio del metodo storiografico positivo, per cui si vuol rappresentare la realtà storica in forma puramente obiettiva, sta il trattato di

FR. UEBERWEG, *Grundriss der Geschichte der Philosophie;* I. Theil, *Das Altertum,* 1862, corretta sulla successiva ediz. da HEINZE e PRÄCHTER: 11ª ediz., Berlino, 1920.

Eccellente come opera d'orientamento, anche per le preziose indi-

cazioni bibliografiche, questo trattato, che manca di apparato critico e si astiene volutamente dal discutere il significato delle dottrine, rimane tuttavia un'ottima preparazione alla storia, piuttosto che una vera storia; e non mostra un interesse particolare per la scienza, rimandando per quel che la riguarda alle monografie speciali.

Ricorderemo altre opere magistrali sorte dopo di queste ad esporre, con criteri originali, lo sviluppo del pensiero greco:

TH. GOMPERZ, *Griechische Denker* (1893-1902), 2.ª edizione, Lipsia, 1903-1909. 3 voll. (fino a Stratone); trad. francese di Aug. Reymond, Lausanne-Paris, 1908. Il 1° volume è stato ristampato recentemente (sulla IV ed. tedesca) nelle ed. Payot.

W. WINDELBAND, *Geschichte der antiken Philosophie* (1888), 3.ª ediz. di A. BONHÖFFER, Monaco, 1912. — V. anche il *Lehrbuch der Geschichte der Philosophie*, trad. italiana di E. Zaniboni, 1910.

J. BURNET, *Early Greek Philosophy* (1892), 4ª ediz., Londra, 1930; trad. francese di A. Reymond, col titolo: *l'Aurore de la philosophie grecque*, Paris, 1919; v. anche *Greek Philosophy*, part I: *Thales to Plato*, Londra, 1914.

L. ROBIN, *La pensée grecque et les origines de l'esprit scientifique*, Paris, 1923.

La vasta sintesi del Gomperz — opera di lettura estremamente piacevole e suggestiva — attrae il lettore per il senso vivo dei tempi che essa prende a ritrarre, e del dramma filosofico che in essi si svolge. L'autore cerca sempre l'origine della scienza, valutando le dottrine col criterio dei positivisti e degli empiristi inglesi. Ma proprio questo concetto toglie l'intelligenza del motivo più profondo del pensiero greco, che è il razionalismo ispirato dalle matematiche.

Nota caratteristica del Windelband è di ravvicinare lo sviluppo della filosofia ai motivi generali della coltura. Costruita con profonda conoscenza delle fonti e con esame spregiudicato, questa storia riesce anche a correggere errori tradizionali, cercando di comprendere meglio i rapporti di successione dei filosofi, in accordo con la cronologia. Forse la lettura lascia il desiderio di una impressione più viva del pensiero originale dei filosofi, che ci appare soltanto nella elaborazione critica dello storico: ed anche per questa ragione resta più difficile di comprendere o di presentire, dal trattato del Windelband, il vero significato di quelle dottrine a cui meno si rivolge l'interesse dell'autore.

Piace nel Burnet la limpidità delle idee. Mettendo innanzi le fonti, e criticandole con estrema accuratezza di grecista, si solleva ad interpretazioni che hanno il pregio di riuscire di solito indipendenti dalla tradizione tedesca. Bella per esempio la ricostruzione della metafisica di Eraclito.

È tanto più sintomatico che l'autore si accordi col Windelband nel riconoscere il posto che spetta a Democrito, accanto a Platone, nella reazione contro i sofisti. Ma, considerando esaurito con Leucippo l'interesse scientifico della scuola di Abdera, l'autore mostra il suo reale disinteresse per la storia della scienza e per i documenti che più precisamente la concernono.

Il volume del Robin, in forma succinta, comprende tuttavia una materia più vasta, non solo in confronto al Burnet, ma anche al Gomperz, contemplando l'intera storia del pensiero dopo Aristotele, e perciò l'epoca caratteristica in cui fiorisce e decade la scienza antica. Ma non a questa l'autore rivolge il suo principale interesse (basti dire che dedica una pagina e mezzo a tutta quanta la scienza alessandrina) bensì alle idee morali. È noto d'altronde che il Robin ha affermato la sua vigorosa personalità nello studio del platonismo. È inutile aggiungere che per la sicura documentazione e la chiara, serrata esposizione, il manuale del Robin corrisponde pienamente agli scopi che l'autore si è proposti.

Citiamo ancora:

G. De Ruggiero, *Storia della filosofia greca*, Bari, 1927; brillante rielaborazione improntata ai criteri della scuola idealista italiana, notoriamente antiscientifica;

R. B. Appleton, *The elements of Greek Philosophy*, Londra, 1922, breve trattato che va da Talete ad Aristotele;

B. A. G. Fuller, *History of Greek Philosophy*, 3 vol., New York, 1923-1930.

Gunther und Windelband, *Geschichte der antiken Naturwissenschaft und Philosophie*, Monaco, 1888;

K. Joel, *Geschichte der antiken Philosophie*, Tubinga, 1921;

E. Bréhier, *Histoire de la philosophie*, t. I, Parigi, 1928, che eccelle nell'esposizione della filosofia ellenistica.

Di fronte alle storie della filosofia che solo accidentalmente s'interessano alla scienza della natura, rappresenta un nuovo indirizzo l'opera ormai classica di:

A. Lange, *Geschichte des Materialismus*, Iserlohn, 1866 (trad. fr. di A. Pommerol, Parigi, 1877).

Con intendimento propriamente scientifico offre una sintesi generale del pensiero dei presocratici (esclusi gli atomisti):

P. Tannery, *Pour l'histoire de la science hellène*, Parigi, 1887, 2ª ed. Gauthier-Villars, 1930; opera di grande valore che riesce a spiegare in modo nuovo il significato di talune dottrine (bella, per esempio, la ricostruzione della teoria della materia di Anassagora).

Dal libro citato e dai molteplici studi che si trovano raccolti nei nove volumi dei *Mémoires scientifiques* di Tannery, pubblicati da J. L. Heiberg e H. G. Zeuthen, come pure dagli studi dello stesso Heiberg e di H. Diels, la storia della scienza ha ricevuto ai nostri giorni il più forte impulso.

Da consultare in ispecie il tentativo di sintesi di

F. Dannemann, *Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange*, 4 vol., Lipsia, 1910-13. Il I vol. va fino al Rinascimento.

Per chi invece desideri un'esposizione elementare e concisa,

J. L. Heiberg, *Naturwissenschaften und Mathematik im Klassischen*

Altertum, Lipsia, 1912 (trad. italiana *Matematiche, scienze naturali e medicina nell'antichità classica*, Zanichelli, Bologna), offre in un piccolo libretto, un ottimo riassunto della scienza antica nel suo insieme.

L'opera di

A. MIELI, *Le scuole ionica, pythagorica ed eleata*, Firenze, « La Voce », 1916, che doveva costituire l'inizio di una « Storia generale del pensiero scientifico », è rimasta a questo primo volume: che raccoglie notizie varie ed interessanti, se pure un po' affastellate, senza un ordine costruttivo; e reca anche larghe indicazioni bibliografiche (accompagnate talvolta da giudizi arbitrari).

G. SARTON, *Introduction to the History of Science*. Vol. I, *From Homer to Omar Khayyam*, Carnegie Institution of Washington, 1927, costituisce un'opera bibliografica di più lunga lena, raccogliendo in vasti quadri sinottici non solo la produzione letteraria del mondo classico, sì anche quella della Cina e dell'India, e accompagnando tutto questo immenso materiale con brevi note storiche orientative. La scelta delle indicazioni bibliografiche non è fatta sempre dal punto di vista che a noi sembra più interessante.

Ma, accanto alle opere d'ordine generale, conviene prendere in considerazione le storie speciali delle singole scienze e diversi studi aventi un oggetto più particolare. Le indicazioni al riguardo si troveranno più avanti, nei capitoli a cui si riferiscono. Questi lavori, oltre a fornire esposizioni analitiche del soggetto, offrono anche alti modelli d'investigazione storica.

Specialmente dalle storie delle matematiche del Tannery e dello Zeuthen e dagli studi sull'astronomia dello Schiaparelli, abbiamo appreso quel che possa significare la ricostruzione del pensiero antico quando sia animata da un alto interesse scientifico, che riviva nella mente dello scienziato. Con tale spirito ci siamo accostati alle fonti, e specialmente ai documenti frammentarii dell'epoca eroica in cui il pensiero ellenico ha creato le grandi idee, sistemate poi nelle opere classiche del periodo ellenistico. Il nostro sforzo è stato sempre volto ad elevarci ad una veduta organica della storia del pensiero ellenico dominata dal problema della materia, come accenniamo nella prefazione.

Richiami di testi, riferimenti, citazioni, sono dati da noi nella forma più breve, senza alcuno scopo d'erudizione. In generale anzi ci dispensiamo da più precisi accenni alle fonti là dove sono semplicemente riprese opinioni ricevute di storici e critici autorevoli. Invece offriamo sufficienti indicazioni dove ci occorre di correggere giudizii altrui o di discostarci dalle vedute più comuni per affacciare o sostenere qualche interpretazione nuova. Ad ogni capitolo abbiamo aggiunto una nota bibliografica speciale. Con gli strumenti bibliografici esistenti, è possibile a chiunque pubblicare bibliografie colossali, che però finiscono con l'essere piuttosto di ingombro che di giovamento. Abbiamo voluto conservare alle nostre un carattere selettivo, e, per quanto è possibile, critico.

Terminiamo questa nota indicando i lavori di F. ENRIQUES in cui sono

già contenute alcune delle accennate interpretazioni e dove il lettore può trovare talvolta più larghi confronti e discussioni:

Sulla teoria della materia e sulle origini della meccanica in Democrito d'Abdera in *Rendic. R. Acc. di Scienze di Bologna*, 1918.

Le venerabili proprietà della materia, in « Periodico di Matematiche », Bologna, Zanichelli, 1921.

La relatività del movimento nell'antica Grecia, ibidem, 1921.

La polemica eleatica per il concetto razionale della Geometria, ibidem, 1923.

Il problema della forma della Terra nell'antica Grecia, ibidem, 1926.

L'evoluzione delle idee geometriche nel pensiero greco, in *Questioni riguardanti le Matematiche elementari*. Vol. I, Bologna, 1924.

La teoria democritea della scienza nei dialoghi di Platone, « Rivista di filosofia », 1920.

Per la storia della Logica, Bologna, 1922.

Ansichten über die Entwickelung der griechischen Wissenschaft, in « Abhandlungen math. Seminar Universität Hamburg », Lipsia, 1929.

Il principio di ragion sufficiente nel pensiero greco, in « Scientia », 1930.

Nota alla tavola cronologica. — Nella tavola sinottica della pagina che segue abbiamo tentato di raggruppare alcuni momenti significativi delle civiltà connesse al Mediterraneo, dal 3500 a. C. al 200 e. v. Pur non avendo pretese di esattezza, può giovare a chiarir le idee, sopratutto in relazione con quel che sarà detto nel I capitolo. S'intende che quasi tutte le date del 2° e 3° millennio sono largamente congetturali. Su molte di esse ferve la disputa fra gli specialisti. Solo le date della Mesopotamia si possono considerare sicure a meno di un secolo. Per l'Egitto, la cronologia « massima » di Borchardt e Petrie porterebbe le Piramidi al 3500, mentre quella « minima » di Meyer le fa risalire soltanto al 2700. Ci siamo tenuti a quella intermedia di H. R. Hall. Per la preistoria europea abbiamo lasciato spazio tanto alla cronologia « massima » di Montelius come a quella « minima » di Gordon Childe.

	MESOPOTAMIA	EGITTO	CRETA	ASIA MINORE E ISOLE	GRECIA	ITALIA
3500		Regno Antico.				
3400		I Dinastia (Tinita).	Sorge a contatto con le tribù contadine isolate del neolitico europeo la nuova coltura mediterranea, che dall'Oriente prende l'uso dei metalli, l'irrigazione e la Città Sacra, ma si fonda sulla navigazione e sugli scambi. Periodo di espansione verso occidente delle stirpi proto-asiatiche.			
3300	Prime dinastie sumeriane di Kish, Ur, Erech.					
3200	*Dalla pittografia al cuneiforme.*					
3100		IV DINASTIA (Menfita).				Coltura neolitica ed eneolitica.
3000	PRIMA DINASTIA STORICA DI UR.	*Piramidi.*			Coltura neolitica.	
2900	*Catasto geometrico.*	*Pieno sviluppo dell'arte.* *Testi medici. Inizio geometria.*	Età del Rame.			Megaliti di Malta.
2800	Impero di Lagash.	Predominio dei sacerdoti di Eliopoli e del culto solare.			Prime colture elladiche.	
2700				Troia I.	Penetraz. della coltura egeo-cicladica.	
2600	Dinastia semit. di Akkad: Sargon I.	Decadenza.	Prime dinastie minoiche.		*Vasellame a motivi geometrici.*	
2500	*Primi documenti astrologici: eclittica e costellazioni.* Gudea di Lagash.	Periodo feudale.				
2400	*Tavolette geometriche; casi del teorema di Pitagora.*					
2300			*Vasi policromi, scrittura pittografica.*	Troia II, la "grande Città".		
2200		Inizio del Regno di Mezzo. Dinastie tebane.		Prima età del Bronzo. "*Tesoro di Priamo*", *influenze europee. Case tipo Megaron.*		
2100	I Dinastia Babilonese.					
2000	HAMMURABI.		Prima età del Bronzo.			L'Italia ponte di passaggio fra le colture del Nord e Centro Europa, e la civiltà mediterranea.
1900	*Testi geometrici, codice.*	*Copie di testi medici e geometrici (Kahun, Rhind, Ebers, Smith). Probabile geometria esoterica.*	Primo palazzo di Cnosso.	Invasione dal Nord: Ittiti, Kassiti, ecc. - Penetrazione ariana in Siria. - Troia (I-III) ridotta a un villaggio.		Prima età del Bronzo in Sicilia.
1800					Civiltà miniaca. Orcomeno III.	
1700		Invasione dei Re Pastori.	Espansione cretese.			Immigrazione indo-europea.
1600	Dinastia Kassita.	Inizio del Nuovo Regno (Tebano).	Secondo palazzo di Cnosso. *Fioritura d. stile naturalist.*		Dominazione micenea. Influenza cretese.	Terremare della Valle Padana.
1500				Ricostruzione di Troia (VI) "dalle grandi mura".		
1400	*Fioritura dell'astrologia.*		*Barocco cretese.*			
1300		IMPERO EGIZIANO. Espansione verso Creta, l'Asia Minore, l'Arabia. - Akhnaton. - Esodo degli Ebrei.	Caduta di Cnosso.	Imperi di Mitanni e degli Ittiti. - *Intense relaz. con l'Egitto.*	Civiltà micenea. *Porta dei Leoni, Tesoro d'Atreo.*	Nuraghe di Sardegna.
1200			Dominio miceneo.	Caduta dell'Impero ittita.	Inizio dell'"Età Eroica".	
1100	Impero assiro. Tiglat Falaser.	Decadenza dell'Impero. Scissione.	*Convenzionalismo artistico.* Introduz. del ferro		Guerra troiana.	Inizi dell'Età del Ferro. Villanova.
1000	INVASIONE DEI POPOLI DEL MARE. — MIGRAZIONI DORICHE. — MEDIO EVO GRECO.					
900					Omero.	
800					Esiodo, Licurgo.	Impero etrusco.
700	Sargon-Esarhaddon-Assurbanipal.			Impero di Lidia.	Prima Olimpiade.	Fondazione di Roma.
600	*Biblioteca di Ninive.* Distruzione di Ninive. Nabucodonosor.	Psammetico e Necho. - Primi contatti con la Ionia. - *Circumnavigazione dell'Africa.*		PROSPERITÀ DELLA IONIA. *Naturalisti.* *Sofisti.* *Democrito.*	COLONIZZAZIONE GRECA IN ITALIA. Pisistrato. GUERRE PERSIANE. Guerra peloponnesiaca. *Platone.* *Aristotele.*	*Scuole pitagorica ed eleata.*
500	IMPERO PERSIANO.					
400	*Zoroastrismo.*					
300	INVASIONE GRECA DELL'ORIENTE, ——— IMPERO DI ALESSANDRO.					
200	Regno ellenistico dei Seleucidi.	TOLOMEO I SOTER. *Fondaz. del Museo.*		Regno Seleucida. *Centri ellenistici.*	La Grecia colonia romana.	2ª guerra punica.
100						
0	Conquista romana.	*Filosofie morali e sincretistiche.*				AUGUSTO.
100						
200	*Gnosticismo.*	*Almagesto.*		Diffusione del cristianesimo.		M. Aurelio.

TAVOLA I: **LE GRANDI CIVILTÀ.**

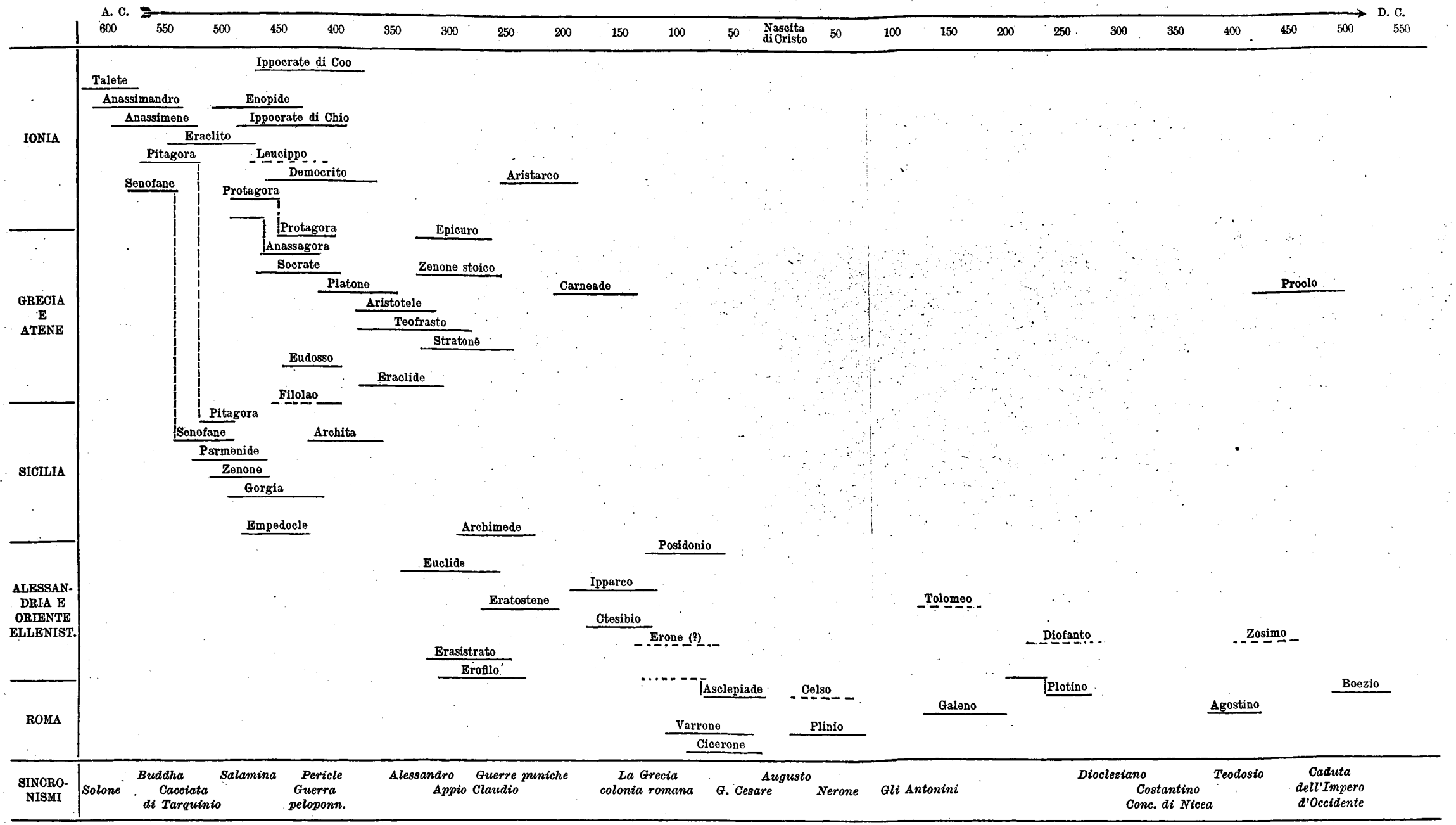


TAVOLA II: Cronologia dei filosofi e scienziati. Il tempo va da sinistra a destra. Il tratto sotto ogni nome dà il tempo della vita: naturalmente a puro titolo indicativo, e senza alcuna pretesa di precisione. I casi in cui gli estremi rimangono assolutamente incerti sono distinti col tratteggiato. Verticalmente, i nomi sono ordinati secondo la distribuzione geografica segnata a sinistra, e anche in questa secondo criteri di affinità e di relazione. Il diagramma non consente che una lontana approssimazione.

LIBRO PRIMO

DE NATURA RERUM

χοσμοποιοῦσι καὶ φυσικῶς βούλονται λέγειν
Met. 1081ª 18

I.

GLI INIZII DELLA CIVILTÀ ELLENICA

La Ionia. — Sulla fine di quello che si suol chiamare il Medio Evo Greco, verso il 600 a. C., non vi era città della Ionia che potesse rivaleggiare con Mileto per ricchezza e splendore. La tradizione le attribuiva un'antichissima origine cretese: e le ricerche attuali tendono a confermare che fosse stata una propaggine del grande impero marittimo dei Minosse, che nel terzo e secondo millennio a. C. aveva dominato l'Egeo.

Ma ormai da molti secoli i « Principi delle Isole in mezzo al verde mare » dormivano nelle loro tombe monumentali, e la Reggia dell'Ascia Bipenne di Cnosso era caduta in polvere: spente erano anche le civiltà di Tirinto e di Micene, insieme con lo splendore di Troia. Dopo di essi erano venuti i secoli oscuri delle migrazioni dei popoli. I Greci invasori, venuti dal settentrione, avevano gradualmente occupato il continente e le isole: il ricordo dei loro predecessori già svaniva nel passato.

Tra le regioni da essi conquistate la Ionia non aveva tardato ad affermare il suo primato. Mentre le tribù del continente si esaurivano in lotte interminabili contro gli antichi possessori, i Greci d'Asia, venuti in un paese il cui clima, al dire di Erodoto, era il più dolce che si conoscesse, impiantati nelle fertili vallate aperte sul mare in cui sboccavano le strade degli imperi dell'Asia, rinnovavano le tradizioni della raffinata civiltà cretese. I re Lidi molto li apprezzavano. Candaule aveva comprato quadri del pittore Bularco: Aliatte mandava doni ad Apollo in

Delfi, la Lidia a mano a mano si ellenizzava: i matrimoni misti erano frequenti. Così si venivano fondendo nuovi elementi in una popolazione già tanto varia, in cui si sarebbero ritrovati « Miniei di Orcomeno, Caducei, Driopi, Focidesi, Molossi, Pelasgi d'Arcadia, Dorii d'Epidauro e tante altre nazioni». [1]) La stessa parola «pace» ha conservato in greco la sua forma ionica: εἰρήνη. E lungo tutta la costa d'Anatolia era uno scintillare di gemme, un fiorire di bianche città dal nome già illustre: Mileto, Priene, Efeso, Colofone, Teo, Clazomene, Samo, Chio.

Mileto, colonizzata a quanto pare da genti venute dall'Attica, si era subito affermata come il principale emporio del commercio dell'Egeo, e come centro di scambio per tutti i prodotti dell'Oriente mediterraneo. Per il suo ampio porto, fervente di attività, guardato da due statue colossali di leoni, passavano i tesori d'Egitto, il grano d'Etruria, l'oro delle sponde dell'Eusino, l'ambra del Mar Boreale, e le spezie di Ormuz, fors'anche dell'India. Di ogni cosa approfittavano gli avveduti mercanti milesii, che avevano posti commerciali dal paese dei Cimmerii, oscuro di nebbie, fino alle cateratte del Nilo. Dirà più tardi amaramente Senofane: «Fino a tanto che eran rimasti liberi dalla dolorosa tirannide, avevano appreso dai Lidi un lusso non necessario. Incedevano nell'agora vestiti di abiti tutti di vera porpora, continuamente vantandosi, compiacendosi della ben acconciata capigliatura, e cosparsi di olii odorosi ». [2])

Troppo fidavano i Milesii nelle difese naturali della città, mentre si abbandonavano al fasto e alla mollezza, che già avevano rovinato la civiltà cretese. L'offensiva di Gige, il fondatore dell'impero di Lidia, era stata respinta vittoriosamente; ma i suoi successori Ardi e Aliatte insidiavano senza posa la prosperità delle colonie della costa; e già si delineava nel futuro la figura del conquistatore, che doveva por fine alla indipendenza della Ionia.

Verso il 600 il pericolo era sentito solo vagamente. Il grande movimento navigatorio e coloniale che aveva spinto i Greci sul mare un secolo prima, portava i suoi frutti. Alte speranze agitavano gli audaci navigatori fisi alla distesa del Mediterraneo e sognanti conquiste d'oltremare: un mondo nuovo, per tanto tempo

[1]) Erodoto, I, 146.

[2]) In Diels, *Vors.*, B, 3.

avvolto in oscure leggende, veniva prendendo contorni nelle loro menti.

Le fiorenti colonie milesie di Trapezunte e di Sinope sul Mar Nero erano state fondate rispettivamente nel 785 e nel 750 circa.[1]) I primi stabilimenti di mercanti milesii in Egitto, risalgono all'VIII sec., e tosto sono seguìti dai soldati di ventura, gli «uomini di bronzo» da cui era rimasta così profondamente colpita l'immaginazione degli egiziani. In Italia, i Dori avevano fondato Metaponto, Sibari, Crotone, Taranto. Corinzi e Calcidii erano venuti a popolare la costa siciliana (Nasso, Catania, Siracusa, 734) e fino alla Campania (Cuma, 700 circa): ma gli arditi foceesi si spingevano più oltre ancora, sui liti di Gallia, ove fondavano verso il 600 la città di Marsiglia; costeggiando la Spagna giungevano alle colonie d'Ercole, e ritrovavano la via della mitica città di Tartesso.

La nuova civiltà. — La Ionia, e in generale tutta la Grecia, passava per una profonda crisi di trasformazione: attraverso la morte delle vecchie istituzioni si veniva disegnando l'aspetto di quella che doveva essere la più gloriosa civiltà del mondo. Tenteremo di ritracciarne lo svolgimento in poche parole.

All'espansione coloniale si accompagna il sorgere di una nuova classe e di uno spirito nuovo. Si era ormai lontani dal patriarcato omerico; i grandi sconvolgimenti etnici dei secoli precedenti avevano scavato un abisso verso il passato. I re «pastori di popoli» erano entrati nella leggenda; e già volgeva al tramonto il potere dei loro successori, i grandi proprietari terrieri. Al regime familiare ed aristocratico si era venuta sostituendo l'iniziativa individuale, la spinta della gioventù di un popolo povero e avido di avventure. Con lo sviluppo dei commerci, e l'ascesa di nuove classi popolari, sorgeva la democrazia. Rivoluzioni e controrivoluzioni si alternavano, col seguito immancabile di esilî, confische e condanne. Gli aristocratici emigrati complottano per rovesciare il potere: il popolo in subbuglio si affida ora a questo ora a quello: dalla turba clamorosa dei demagoghi, degli avventurieri e degli arricchiti, esce fuori di tanto in tanto un uomo, che riesce ad imporsi e a riunire intorno a sé le forze dell'ordine.

[1]) Secondo altri, Sinope è stata fondata solo nel 630.

Sorge così la tirannide, spesso avveduta ed illuminata, sempre prodiga e fastosa; ma di rado il Signore può conservare lo scettro conquistato alla propria famiglia, fondando una dinastia: più spesso il suo successore viene ucciso e cacciato in esilio.[1]) Cipselo e Periandro a Corinto, Pisistrato e i suoi figli ad Atene, Trasibulo a Mileto, Policrate a Samo, sono esempi illustri di codesta specie di uomini per la maggior parte colti e spregiudicati, amanti delle arti, sotto la cui protezione il genio greco move i primi passi.

Il loro despotismo illuminato creava fori, strade, acquedotti: sorgevano i primi templi in pietra, e gli stili architettonici venivano prendendo forma: di qua dall'Egeo lo Ionico, con l'Artemisio di Efeso e l'Heraion di Samo, di là nell'Ellade il Dorico: i costruttori corinzi, con l'introdurre la tegola, davano al tetto la sua caratteristica forma spiovente; il tempio greco è così compiuto nello spirito e nelle proporzioni, e raggiungerà la sua piena realizzazione nel secolo successivo coi monumenti di Pesto, di Segesta, di Selinunte; le metopi, i pedimenti e le fasce invitano l'opera del decoratore che vi ritragga le grandi figure del mito e della leggenda. Ormai non ci si poteva più contentare di adorare le Tindaridi sotto forma di un paio di rozze tavole di quercia, come facevano ancora laggiù a Sparta. Il settimo secolo ci dà le prime statue. Nell'atteggiamento rigido della Nikandre di Nasso, nel sorriso enigmatico e convenzionale dell'Apollo di Tenea, in tutta la fioritura di immagini religiose e tombali del periodo, si fa strada, attraverso la stilizzazione imposta dai modelli egiziani, lo spirito della nascente arte greca. Già si è saputo afferrare e impostare vigorosamente l'architettura del corpo umano, subordinare i particolari alla comprensione dell'insieme, e imporre, malgrado l'inesperienza della tecnica e i vincoli della tradizione veneranda, una visione assolutamente personale della forma.

L'artista greco non è soltanto il mirabile osservatore che

[1]) Intanto le città si consacrano leggi stabili. Il primo codice fu dato da Zaleuco alla colonia siceliota di Locri Epizefiria (663). Nel 621 Dracone dà le leggi ad Atene. Da ogni parte si chiedevano ai sapienti le costituzioni. Furono grandi legislatori Solone, Talete, Anassimandro, Pitagora, Ermodoro, Parmenide, Caronda, Protagora. « Il barbaro obbedisce al padrone », il Greco sa di non dover obbedienza se non alle leggi che la città si è data (Aristotele): anche i tiranni non ardiscono di toccarle, e Pisistrato governa μᾶλλον πολιτικῶς ἢ τυραννικῶς.

appare dalle sue opere: egli sa quello che vuole, e non si disperde nell'imitazione delle innumerevoli forme offertegli dalla natura: si concentra invece in alcuni tipi, ne sviluppa e approfondisce i problemi. Così sceglie e armonizza i caratteri anatomici dell'uomo fino a creare l'atleta perfetto, che non è una semplice immagine composita, ma un essere quasi divino, di cui ogni linea deve esprimere lo slancio e l'armonia del vigore muscolare. E alle sempre nuove esigenze viene incontro il progresso della tecnica.

Roico e Teodoro di Samo avendo imparato dai Frigi a fondere il bronzo, lavorano il metallo; e Glauco di Chio insegna la saldatura. Ma presto il marmo rivaleggia col bronzo nella stessa scuola di Chio, a Nasso, a Egina, a Sicione, in Attica e a Sparta. Nel VI secolo le arti conseguono la pienezza della loro espressione: in due secoli si giungerà alla massima fioritura con Fidia e Polignoto; nel IV secolo, con Prassitele ed Apelle, si conchiuderà lo sviluppo di quest'arte semplice ed armonica che sa esprimere meravigliosamente un pensiero d'ordine e di proporzione, ritrovante se stesso nella natura idealizzata.

Appunto questo pensiero, radicato nel sentimento profondo dell'anima ellenica, questo ideale di razionalità che regge l'opera del genio artistico, si ravviserà nell'edifizio della geometria, dove pure il concetto sempre più fino del rigore logico traduce la medesima disciplina e il medesimo bisogno di purità e di bellezza.

Con ardimento caratteristico lo spirito greco ha voluto affrontare in pieno, fin da principio, tutti i grandi compiti della civiltà. Allo stesso slancio creatore si deve l'arte del VI secolo, e l'affermarsi dell'attività libera e razionale del pensiero. La scuola dei naturalisti ionici, sorta a Mileto verso il 600, rappresenta il primo sforzo per affermare e dominare la natura, ridurla ad un primo principio, unico e comprensibile. Con libertà di spirito veramente scientifica, i milesii cercheranno un tal principio dapprima nella materia. Ma la tendenza idealizzatrice condurrà presto al tentativo possente di comprendere il mondo, frammentario e variabile, come governato da leggi semplici di tipo matematico. E non a caso, forse, quella stessa Italia meridionale ove prima l'arte arcaica si sciolse nelle forme propriamente greche, fu culla della più antica scuola matematica, e vide i primi audaci tentativi del razionalismo pitagorico per la spiegazione aritmetica dell'universo.

Lo slancio della costruzione filosofica deve essere anche messo in rapporto con la rappresentazione fantastica, semplice e potente, che si esprime nella poesia greca. I primi monumenti della letteratura sono, come è noto, i poemi epici che portano il nome di Omero: l'*Iliade* e l'*Odissea*, che chiudono probabilmente un ciclo poetico, e nella loro ultima forma, sembrano risalire rispettivamente all'VIII e VII sec. Ma nel VII secolo l'arte di Esiodo già rivela una veduta più matura della vita, in confronto con la pacata contemplazione omerica; poco dopo sorgono le nuove forme di poesia, più libere e individuali, con la lirica di Alceo, di Saffo, di Mimnermo, col giambo di Archiloco, con le saggie massime di Solone e Teognide.[1]) Così appare il carme didascalico, di cui più tardi (verso il 500) si varranno Senofane per esprimere i suoi concetti filosofici e morali, Parmenide ed Empedocle per dar forma alle loro grandiose visioni dell'universo: tanto l'alto volo della poesia sorretto dalle immagini e dalla tradizione sacra del canto, domina la prosa ancor timida e rozza, impacciata nei primi tentativi di esporre per ordine concetti generali ed incolori.

Il verso non è sviluppo esterno ed accidentale in codesti componimenti filosofici che, nella veste fantastica, traducono la stessa poesia creatrice onde la mente spicca il volo verso l'astratto: esso esprime l'entusiasmo del nuovo cielo aperto alla vista degli uomini; diciamo « entusiasmo » nel significato etimologico delle parola, che si lega all'ebbrezza orgiastica del culto dionisiaco, giacché il mondo astratto della ragione — cui s'innalzarono primamente codesti mistici — dovette loro apparire come una nuova e più alta rivelazione divina.

Sviluppo spirituale, viaggi di scoperte e colonizzazione del Mediterraneo, sono i vari aspetti di uno stesso fenomeno: e questa

[1]) Al fiorire della lirica si ricollega la nascita dell'arte musicale. Terpandro di Lesbo (c. 700) ebbe la prima scuola di musica a Sparta, e perfezionò l'eptacordo: « Ne abbiamo abbastanza del canto in quattro toni, e vogliamo far suonare nuovi canti sulla cetra a sette corde ». Il vecchio tetracordo, che comprendeva 3 $^1/_2$ toni, era quasi raddoppiato, l'ultima corda del primo essendo anche la prima del secondo. Gl'intervalli dell'ottava dorica così ottenuta erano $^1/_2$, 1, 1, 1, ($^1/_2$ + 1), 1. Ma vi erano altre scale con intervalli di due toni interi, ed anche di $^1/_4$, $^3/_8$ e perfino $^1/_8$ di tono, che presupponevano una formazione e una finezza d'orecchio addirittura incredibili. Le melodie erano belle, ma per noi strane.

esuberante manifestazione di giovinezza ha molti lati in comune col nostro Rinascimento.

Vorremmo insistere sulle grandi innovazioni tecniche cui essa si ricollega, e che aprono nuovi orizzonti all'attività umana.

Sono del 700 le prime galere dell'alto mare, costruite dai Samii e dai Foceesi; verso lo stesso tempo compare nel mondo mediterraneo la moneta. I buoi e le pecore, i treppiedi e i crateri di bronzo potevano bastare come mezzi di scambio, all'economia locale e primitiva dell'età omerica; ma i Foceesi nel 700 videro l'immenso vantaggio che presentava per i commerci l'oro monetato, già in uso da tempo presso i Lidi. Esiodo ancora parla del tempo in cui « non era stato scoperto, per la sciagura degli uomini, il nero ferro »: ma verso il 750 i Calibi d'Asia Minore avevano insegnato ai Greci i segreti dell'acciaio « dalle molte fatiche ».

Tutto questo avrebbe un valore relativo se non aprisse la strada a quella, massima forse fra le conquiste del genio umano, senza la quale non vi può essere vita del pensiero, né può formarsi il patrimonio sempre crescente di cognizioni, che è a fondamento di ogni civiltà. Intendiamo dire la scrittura. Un'antica tradizione ne dà il merito ai Fenici. Ma abbiamo adesso iscrizioni cretesi e micenee ben più antiche delle famose lettere del re Hiram di Tiro (X secolo). Recentemente sono state scoperte a Sebirat el Khadem, nella penisola del Sinai, iscrizioni semitiche il cui alfabeto primitivo rivela chiaramente la discendenza dall'ideografia egiziana. Si è stimato risalgano a circa il 2000 a. C.; e questo risolverebbe ogni questione di precedenza fra l'alfabeto fenicio e il cretese. Come che stiano le cose, l'alfabeto greco fu subito un gran progresso sugli altri sistemi allora adoperati, almeno su quelli che noi conosciamo. Gli alfabeti semitici, con tutte le loro complicazioni, non fornivano che le consonanti: l'alfabeto greco ci dà, con chiarezza ed economia, tutti i suoni necessari. Col diffondersi della scrittura, può ormai apparire la prosa. Fin allora ogni manifestazione di pensiero che volesse durare aveva dovuto farsi attraverso il mezzo obbligato del metro, che sorreggeva la memoria del rapsodo e incatenava le folle reverenti; alla forma poetica era legata l'espressione allegorica e immaginosa che impediva il libero svolgersi del pensiero razionale. Le idee tendevano a fissarsi nella forma consacrata, e quasi profetica, data loro dal vate.

Si dice che i primi a scrivere in prosa fossero Cadmo di Mileto, il cronista, e Ferecide di Siro, che la tradizione vuol maestro a Pitagora. Prontamente se ne servirono i milesii Talete, Anassimandro e Anassimene, per discorrere della natura delle cose. Tuttavia sembra che la prosa primitiva consistesse in brevi frasi slegate, o rozzamente concatenate, come nelle sentenze morali che si attribuiscono ai «Sette Savi», e che solo a poco a poco venisse adoperata con maggiore libertà dai logografi nello scrivere miti e nel narrare di fatti e di paesi. Annunzia Ecateo di Mileto il geografo (vissuto prima del 550): « Queste cose scrivo secondo che mi sembrano vere; ché i discorsi degli Elleni sono molti e ridicoli, a parer mio. »

L'eredità Orientale. — La Grecia ha ricevuto dall'Oriente quasi tutto quello che costituisce l'armamentario tecnico ed economico della sua civiltà:[1]) viene spontanea l'idea che anche il suo pensiero non sia che il naturale svolgimento, in altro terreno, di colture più antiche. Ma la questione è delle più controverse. Bisogna guardarsi dall'esagerare sia in un senso che nell'altro.

Converrebbe anzitutto avere una chiara idea di quello che fosse la scienza preellenica, e se fosse veramente degna di tal nome. Per guidarci non abbiamo che pochi incerti dati della scienza orientalistica: sondaggi preliminari in un campo ancora quasi inesplorato.

Gli scavi recenti delle città antichissime di Ur, Eridu, Nippur, Kish, Erech, Lagash ci hanno rivelato che molti secoli prima che sorgessero Babilonia e Ninive, civiltà già progredite fiorivano in Mesopotamia. I paesi di Elam, Sumer, Akkad, erano abitati da stirpi venute probabilmente dagli altipiani dell'Asia Centrale. Di lì sembra si sia irraggiata la prima civiltà, di cui ritroviamo le traccie non solo sul Golfo Persico, ma anche a Mohengio Daro nel Pengiab, e a El Badari nell'Alto Egitto: avanzi che gli archeologi fanno risalire all'incirca al 4000 a. C. Lì hanno osservato per la prima volta il cielo quegli uomini che ancora non sapevano dei « penetrali dell'Austro ».

Dalla civiltà sumerica, Caldei e Babilonesi derivarono quasi

[1]) Ritorneremo su questo punto nel cap. XXIII. Cfr. anche l'inizio del cap. XIII sull'astronomia.

per intero, a quanto pare, la loro scienza dei numeri e delle figure. L'Assiria non ha avuto funzione creativa.

Il sistema numerale caldeo è sessagesimale; cioè gli ordini di unità differiscono tra di loro per il fattore sessanta. Al posto dei nostri 1, 10, 100 vi erano 1, 60, 3600, 216000. Si vede quanto un tale sistema possa diventare pesante e macchinoso non appena si vada ai grandi numeri. Ma si nota in esso un principio che lo differenzia nettamente dai sistemi di conta dei primitivi in cui i numeri sono ancora legati agli oggetti cui si riferiscono: vogliamo dire il concetto di valore relativo di posizione del numero. Questo diviene così un ente astratto.

Quanto alla geometria, vediamo dalle tavolette della II dinastia di Ur (3400 a. C.?) e del regno di Gudea di Lagash (2500), che a quei tempi esisteva già una agrimensura catastale, con divisione delle superfici irregolari in trapezii e triangoli.

A Senkereh, nella biblioteca del re Sardanapalo (circa IX secolo a. C.) in cui erano state raccolte le opere matematiche di vari secoli, si trovarono tavole di quadrati e di cubi. Di particolare interesse sono certe tavolette della I dinastia babilonese (c. 2000) in cui è data la diagonale di un rettangolo in funzione dei lati. Abbiam qui il caso generale del teorema di Pitagora. Ma il procedimento babilonese, studiato dal Weidner, è caratteristico in quanto risolve il problema per operazioni empiriche successive, e in via d'approssimazione. [1])

Negli ultimi anni sono venute alla luce nuove tavolette di straordinario interesse. Vi si riscontra l'esistenza di un'*algebra* vera e propria, pur senza notazioni. Attraverso vari esempi, sebbene non si veda una teoria generale che li colleghi, Neugebauer vi ha scoperto la risoluzione di equazioni quadratiche a due incognite. C'è qui un campo di studi che si è cominciato da poco ad esplorare, e non è facile decidere fino a che punto la geometria caldaica oltrepassi lo stadio empirico. Vi si ravvisa un certo ordine logico e una certa capacità di analisi che la fanno trascendere senz'altro i limiti del pensiero primitivo: ma sembra

[1]) Si fa il quadrato del lato minore, si moltiplica per il maggiore, si riduce la cifra all'unità voluta, si moltiplica per 2 e si aggiunge il lato maggiore. Cioè invece della formula pitagorica $h = \sqrt{a^2 + b^2}$ si ha $h = a + \frac{2\,b^2\,a}{3600}$ in cui $\frac{1}{3600}$ è il fattore di riduzione necessario nel sistema sessagesimale.

che lo sforzo razionale si sia presto fermato, poiché non troviamo mai un tentativo di dimostrazione, o comunque di prova, dei risultati conseguiti. Tuttavia si può anche supporre che gli avanzi della scienza caldaica a noi pervenuti (così come alcuni avanzi egiziani di cui diciamo fra poco) siano testimoni tardivi di una coltura anteriore più progredita, in cui le matematiche avrebbero avuto un certo sviluppo razionale, venti secoli prima che fra i Greci. Comunque, sembra verosimile che ogni consapevolezza di metodo fosse già sparita nel 2000 quando ancora i barbari antenati dei Greci erravano per le pianure del Danubio, e i geometri caldei di quel tempo si contentavano di ricette.

Molto sviluppato era invece in loro lo spirito d'osservazione. Le preoccupazioni astrologiche dei caldei, come vedremo meglio in seguito, li avevano spinti a esaminare la vôlta celeste, a individuare le costellazioni, i pianeti, il cammino del Sole sull'eclittica, e le dodici figure della fascia zodiacale. Intenta, non solo a determinare, ma anche a prevedere le posizioni, l'astrologia si era spinta oltre l'osservazione, al calcolo del moto degli astri. Ma bastava ai suoi scopi un formulario empirico, basato sulle progressioni. La sua curiosità si fermava ai dati orari, e non abbiamo alcun indizio che essa si sia mai interessata alle cause e alla vera natura dei moti celesti.

Degli Egiziani fino a poco tempo fa si conosceva soltanto quel *manuale del calcolatore* che è il papiro Rhind (circa XVIII sec. a. C.), in cui sono contenute alcune regole per i problemi più abituali di amministrazione e di agrimensura. Ma appariva probabile dagli accenni degli scrittori greci, e senza entrare nel campo delicato delle rivelazioni metriche della grande piramide,[1]) che i collegi di sacerdoti e le corporazioni di architetti ne sapessero assai di più.

Ora risultati nuovi si sono scoperti nel papiro di Mosca, recentemente interpretato dal prof. Struve,[2]) dal quale risulterebbe la conoscenza antichissima del volume del tronco di piramide e della superficie della sfera: problemi che fra i Greci sono risolti

[1]) Una discussione critica di questo soggetto improntata a uno spirito nettamente scettico si troverà in L. Borchardt, *Gegen die Zahlenmystik an der grossen Pyramide bei Gize*, Berlino, 1922.

[2]) W. W. Struve, *Mathematischer Papyrus des staatlichen Museum der schönen Künste in Moskau*, Berlino, 1930.

soltanto con Democrito e Archimede. Anche da questa scoperta si ripropone il dubbio sopra accennato, circa l'esistenza di una scienza razionale più sviluppata, e poi decaduta. Ad ogni modo, per chi tenga conto soltanto delle testimonianze positive, l'aritmetica egiziana si rivela già fortemente organizzata e quasi razionale, data la sua chiara concezione dei numeri interi e frazionari, la generalità dei suoi processi di moltiplicazione, di divisione, di calcolo delle frazioni. Quest'ultimo che si basa sulla preriduzione allo stesso denominatore, è il capolavoro della matematica egiziana. Ma in esso appunto si scorge chiaramente il limite di quella scienza, in quanto il calcolo è condotto con maestria, e fondandosi su enti già astratti, ma senza la guida generale della formula. Le difficoltà si risolvono caso per caso. Ogni calcolo è numerico. Al posto della dimostrazione, vi è la *prova*. C'è forse un progresso rispetto alle ricette della scienza caldaica, ma resta un criterio sperimentale, che non si avventura nel campo della pura razionalità.

Come in tutta la matematica preellenica, si avverte qui un senso penoso di goffaggine e di costrizione — quello stesso che ci coglie talvolta di fronte alle rigide convenzioni dell'arte orientale. Si tratta effettivamente di estrinsecazioni diverse di un unico spirito. Come nel disegno egiziano non esiste la prospettiva, non già per incapacità dell'artista, ma in virtù di un canone assoluto, così nella scienza non esistono le operazioni superiori dell'aritmetica, ma soltanto l'addizione. L'Egiziano moltiplica solo per 2 (e per 10, data la base decimale del suo sistema) perchè non pensa mai veramente a moltiplicare, ma soltanto a ricondurre all'addizione. Non si dovrà dunque dire che la divisione e l'addizione erano inesplicabilmente arretrate, ma piuttosto che esisteva la sola addizione, allo stato ipertrofico.

Il carattere additivo, che proviene direttamente dalla prima pratica numerica del selvaggio, è sempre indice dello stato primitivo della matematica. Presso gli Egiziani, questo vestigio si è conservato a lungo in virtù del loro conservatorismo tenace. Nella loro coltura si ritrovano, stranamente misti alle costruzioni originali, tutti i rudimenti che le hanno precedute ed ai quali il creatore non ha saputo decidersi a rinunziare. Nelle opere vivificate dalla eterna giovinezza dell'arte, un tal miscuglio di vecchio e di nuovo dà soltanto alla creazione uno stile

fortemente marcato; nella scienza, dà un senso di inutile complicazione. Rigido schematismo, aderenza alle forme abituali, praticità immediata, sono gli aspetti tipici della scienza egiziana, quale noi la conosciamo. « Fai sempre come in questo caso » è la formula con cui si danno le soluzioni nel papiro Rhind.

Non si può dunque parlare, almeno allo stadio attuale delle nostre conoscenze, di una matematica scientifica. E nemmeno, malgrado la scoperta del papiro medico di Edwin Smith,[1]) di una medicina scientifica. Il pensiero egiziano è rimasto a quello stadio che Hankel chiamava «prescientifico», in cui la curiosità disinteressata è sul punto di liberarsi dalle forme magiche e dalle esigenze tecniche, senza peraltro aver ancora acquistato piena coscienza di se stessa.

In complesso, quel tanto che conosciamo della scienza egiziana, se pur proviene dagli ambienti sacerdotali, non ne conserva l'impronta. La filosofia e la cosmogonia, ancora interamente mistiche, stanno a sé. Fredda, schematica, tutta rivolta all'azione, la scienza d'Egitto non rivela nulla dello spirito creatore che nelle prime dinastie presiedette senza dubbio al suo nascere. Essa non appare mai animata da quel soffio poetico che pervade il pensiero greco, dalla mistica di Pitagora al mito di Platone. I risultati che ci mostra sono imponenti nel campo delle realizzazioni, scarsi per quanto riguarda i concetti. I suoi motivi profondi sono avvolti nel mistero.

Vediamo dunque come siano incerte le prove, e difficile il giudizio. Certo si è che nei secoli senza numero delle civiltà d'Oriente molte colture avranno potuto fiorire e decadere, chiuse nel loro mondo e nella stirpe loro, senza che a noi ne sia giunto più che un murmure indistinto. E dopo un esame ipercritico delle notizie che ci sono pervenute ci resta solo un fatto concreto: che il pensiero greco ebbe origine in quella zona limitata in cui s'incontravano l'Asia antichissima e l'Europa nascente; l'una già matura di mente e satura di astrazione, ricca

1) Questo papiro, che risale almeno al 1500 a. C. ma il cui contenuto è certo più antico (3500?) ci dà una idea assai favorevole dalla capacità d'osservazione degli egiziani, con la sua anatomia precisa e sistematica, e la sua patologia positiva. Per una discussione approfondita v. Breasted, *The Edwin Smith Papyrus* (*The New York Hist. Soc. quart. Bull.*, vol. VI, p. 4-31, 1922), e l'opera del Rey, citata in appresso.

di pensiero e di immaginose cosmogonie; l'altra ancora incerta ed ingenua, ma ardita, e capace di analizzare e organare quegli slanci di fantasia turbinosa in cui traspare ancora la mente primitiva. Così i Greci, oltre a riprendere e colorire secondo il loro genio le cosmologie orientali, trascorrono presto a esaminarne il significato fisico, e con questo lavoro danno inizio alla scienza.

Del resto, la questione ci appare sotto una luce sempre più chiara, man mano che ci si va rivelando l'unità essenziale del mondo mediterraneo nell'epoca omerica: unità della quale l'Ellade fa parte integrante fino alla crisi delle guerre persiane.

L'urto vittorioso con l'impero degli Achemenidi sarà per la Grecia e per il mondo un avvenimento di incalcolabile portata: poiché interrompe l'affluire della linfa orientale nel giovane tronco dell'ellenismo, e contrapponendo alle antiche colture dell'Asia una Grecia autonoma, conscia di sé e della sua forza, favorirà quella stupenda fioritura del V secolo, in cui il genio ellenico trova le sue forme proprie di espressione. Due generazioni dopo Salamina, i Greci non si facevano che un'idea assai schematica delle civiltà vicine. In un passo ben noto della *Repubblica* (435 *e*), Platone riassume efficacemente quella che doveva essere l'opinione del suo tempo. I Traci e gli Sciti, egli ci dice, sono governati dalle passioni (θυμοειδές). Solo fra i popoli più evoluti appare il φιλομαθές, l'amor di conoscenza; ma è ancora soffocato dall'amor di ricchezza (φιλοχρήματον) presso i Fenici e gli Egizi. L'abilità industre, la capacità razionale non sono ancora scienza: occorre lo spirito disinteressato, che cerca la verità per se stessa, lungi da ogni preoccupazione pratica e da ogni insincerità (ἀνελευθηρία).

I Greci, peraltro, non hanno mai avuto difficoltà a riconoscere il loro debito verso l'Oriente. Erodoto afferma che l'astronomia veniva dalla Caldea e da Babilonia, e le matematiche dall'Egitto: dove, secondo Aristotele, il culto della scienza era favorito dall'agio e dalla libertà di cui godeva la casta sacerdotale. Talete e Pitagora, dice Eudemo, hanno imparato dagli Egiziani la geometria. Aristosseno di Taranto racconta come Pitagora sia andato a visitare Zoroastro; a Democrito sono comunemente attribuite relazioni coi fakiri indiani, coi magi di Persia e coi sacerdoti d'Etiopia. Questi sono particolari assai

discutibili: ma nelle grandi linee, la tradizione non ancora offuscata dalle favole posteriori degli Alessandrini, collima assai bene con quel che sappiamo degli stretti rapporti che intercorrevano fra i Greci di Ionia e le civiltà finitime di Lidia e di Caria, penetrate di influenze babilonesi;[1]) né si possono escludere come fattori di diffusione quelle correnti politiche le quali da una parte portano mercanti e mercenari greci a contatto con l'Egitto e i paesi semitici, dall'altra spingono i popoli deportati dai re assiri fin sugli altipiani dell'Asia Minore, in quell'emporio cosmopolita che è la città di Sardi, dove s'incontrano e si mescolano le civiltà di Frigia e di Cappadocia, d'Assiria e di Caldea, sotto lo sguardo curioso dei Greci della costa.

E in questo, certo, i Greci eccellevano: nel comparare, criticare, giudicare, senza timori né riguardo di tradizioni venerande o tremende interdizioni, guidati solo dal buon senso nativo e dall'amor del conoscere. Il loro spirito franco e spregiudicato sta in singolare contrasto col mondo orientale che li avvolge, denso di terrori e di oscurità. Non dovevano impressionarsi della misteriosa civiltà egiziana, quei mercenari greci di cui vediamo ancora scolpiti i nomi sul colosso di Abu Simbel: le piramidi erano per loro « panettoni », i coccodrilli « lucertole », gli obelischi « spilli », gli struzzi « fringuelli ». « Voi altri Greci — diceva a Erodoto il sacerdote d'Egitto — sarete sempre bambini ». In questa divina fanciullezza stava appunto la loro forza: ché del bambino avevano la libertà di spirito e l'appassionata concentrazione in ogni cosa che li interessasse. Pitagora percorre i santuari d'Oriente, interroga saggi e sacerdoti, adepti e ierofanti: « ma non, come credereste », dice il suo biografo, per ottenere i segreti della magia: bensì per rintracciare in ogni dove le briciole di scienza che potessero trovarsi nascoste. Il mondo è un libro meraviglioso da sfogliare, uno spettacolo da godersi con gli occhi della mente. Sorge il desiderio di visitarlo tutto, di andar narrando tutto per ordine, in una grande *historía* o « inchiesta ». Già Solone, ci dice Erodoto, ha viaggiato «da filosofo» cioè per amor di conoscenza, e a chiarir meglio il suo concetto, aggiunge subito: θεωρίης εἵνεκεν; che significa letteralmente « per via dello

[1]) Verso la stessa epoca si andava diffondendo la religione iranica proclamata da Zaratustra; l'eco della nuova filosofia dualistica doveva esser giunto dagli altipiani di Battriana fin nell'Asia Minore.

spettacolo». Così si veniva formando il pensiero teoretico. Quello che per la nostra civiltà è faticosa conquista dei secoli, e frutto di una matura coscienza scientifica, la Grecia lo ebbe nascendo, quasi per dono degli Dei: e il chiaro suo pensiero si rivestiva della grazia immortale dell'euritmia.

Religione. — Abbiamo così tracciato un quadro schematico delle circostanze e dell'ambiente in cui veniva prendendo forma quella civiltà che è madre della nostra. Ma non abbiamo ancora detto di quei motivi profondi, a cui essa attinge la vita stessa, e la potenza d'azione: intendiamo parlare dell'eterno problema dell'uomo posto di fronte all'universo. Forse nel modo, in cui i Greci seppero contemperare le nuove esigenze della ragione con quelle antichissime del sentimento, sta il segreto della fecondità inesausta del genio ellenico, della sua forza e della sua universalità.

Nel VII e VI secolo scorgiamo in Grecia un vasto fermento religioso, quale si accompagna di solito al sorgere di nuove classi e di nuove idee. È il momento del risveglio: una grande civiltà si viene rivelando ancor confusamente a se stessa: e gli stessi motivi che portano l'affrancamento del pensiero scientifico dalle credenze tradizionali si esprimono d'altra parte in un approfondimento del problema religioso.

Dice Aristotele: « Da due principii è nata negli uomini la nozione della divinità, dalle cose che avvengono nell'anima e dai fatti meteorici »; in parole moderne, dall'animismo e dal naturismo.

Sopra lo sfondo oscuro ed amorfo della religione animistica della Terra e dei morti, si innesta il culto degli dei dell'Olimpo, che, pur trasfigurati dalla poesia e dall'arte di Omero e di Esiodo, serbano ancor traccia della loro origine « meteorica ».

Qui il mito comincia ad adombrare il gioco delle forze della natura, e, col cedere della riverenza religiosa, darà luogo ad una più ampia e libera costruzione. Infatti gli dei di Omero non potevano essere sentiti a lungo dallo spirito greco. La tendenza, sempre insita nella mente greca, a considerare il mondo come qualcosa di umano e di ragionevole, aveva finito per dispogliarli della loro divinità: il senso originario delle leggende che li riguardavano si era perduto, e i loro casi erano diventati un giuoco

di fantasia per i mitologi irriverenti. « Omero ed Esiodo — dirà Senofane — hanno attribuito agli Dei ogni sorta di cose che fra gli uomini suonano onta ed obbrobrio: furti, adulteri ed inganni reciproci ».

I poeti e i pensatori si chiedevano quale fosse l'origine e la giustificazione del male. Solone si dava pace col reputare effimera la felicità dei malvagi, e con la fede che un ordine di giustizia divina esistesse in terra, conforme alle nostre idee; ma era costretto ad ammettere, come già avevan fatto gli Ebrei, che le colpe dei padri siano scontate dai figli. Teognide, spirito più libero e ribelle, non si accontentava di una tale spiegazione: additando al padre Zeus lo spettacolo dell'infelicità dei giusti, gli chiedeva arditamente come pretendesse conservare la sua autorità, e lo chiamava a render conto del suo operato.

Questa nuova esigenza di giustizia, il popolo la sentiva acutamente. In fondo alle religioni vi è sempre il bisogno di scorgere nella natura un qualche spirito che si accomuni al nostro: che voglia il nostro bene, che senta con noi, che abbia vissuto i nostri umani affanni, e comprenda la nostra pena. Sembra così all'uomo di non esser più solo nell'universo. I suoi travagli e le sue speranze non sono più «il sogno di un'ombra» che passa sulla serenità immobile del vero, ma sostanza reale della natura, argomento e promessa di migliori destini.

Nelle dottrine mistiche che si venivano diffondendo dall'Asia, la nuova confusa tendenza trovò un quadro definitivo: la redenzione dell'uomo per intercessione divina, e la promessa di una immortalità, in cui i giusti sarebbero ricompensati. Codesto ideale si concretava in una teoria che oltre a promettere una giustizia oltremondana, spiegava anche l'origine del male su questa terra, con la reincarnazione: per cui non solo ogni anima raccoglierà in futuro i frutti delle sue azioni presenti, ma già adesso in terra vive una vita conforme ai meriti delle sue esistenze precedenti.

Così dai misteri dionisiaci ed eleusini si svolge la religione orfica. Una soluzione analoga, improntata all'idea di un peccato originale si trova già precedentemente in India, e verso lo stesso tempo (VII sec.) si disegna il movimento buddistico che presenta una reazione all'antico bramanesimo in certi rispetti analogo al movimento orfico.

Dalla interazione di queste correnti mistiche con la critica esercitata sulle divinità del naturismo scaturisce quello che non è scienza ancora, ma prepara l'avvento della scienza: il mito cosmogonico.

Dal mito alla scienza. — Nella gioventù dei popoli come in quella degli individui, il pensiero trova la sua naturale espressione nel mito. Primo tentativo di spiegazione plausibile del mondo che ci avvolge, il mito è già un grande progresso rispetto all'animismo semiincosciente del selvaggio. Esso nasce di solito dalla tendenza a conferire aspetto umano alle forze della natura, o dallo sforzo di spiegare per immagini il mistero contenuto nei riti di un culto da lungo tempo praticato, e divenuto ormai incomprensibile.

Gli strani riti barbarici da cui erano nati i misteri orfici ed eleusini, le oscure tradizioni provenienti dall'Asia Minore, esercitavano un fascino singolare sullo spirito ellenico di quel tempo. Essi segnavano un ritorno ai culti primitivi, alla religione antichissima della vita e della fertilità senza fine della natura. Il desiderio di riunirsi ad essa, di viverne la vita profonda e sempre rinascente nel ritmo delle stagioni, di immedesimarsi con questa nostra terra madre da cui senza posa sorgono sempre nuove generazioni di viventi, ispirava i canti, le danze, le impersonazioni magiche e le frenesie collettive, che più tardi, sublimate e volte in allegoria, entreranno a far parte del mondo ideale di Platone: e qui sta ancora l'origine della dignità e del potere più che umano che la poesia conserva a lungo presso i Greci.

Nella *Teogonia* d'Esiodo, nata in un ambiente povero e laborioso, non corrotto dalla facile vita delle corti omeriche, il mito conserva una forte impronta naturalistica e quell'aura di sacro terrore, di cui è circonfusa la potenza della natura di fronte all'uomo misero e inerme.

Non ci fermeremo ad esporre le immaginose e complesse narrazioni che sono il frutto spontaneo dell'ingegno popolare: racconti e fantasie che si trovano su per giù le stesse sotto tutti i cieli, quasi ad attestare la profonda identità dello spirito umano attraverso i molteplici aspetti impostigli dalle condizioni: di questa singolare concordanza di alcuni miti di Grecia, di Babilonia,

d'India, d'America e d'Oceania, si son cercate a lungo le origini; conviene forse vedervi un uguale riflesso dell'eterna identità della natura, che si rispecchia ovunque la stessa nella mente ingenua dei primi uomini.

Nonostante la somiglianza, si rivela in questo campo l'originalità della mente greca, e la sua visione particolare del mondo. Subito noi sentiamo affermata l'esistenza di un ordine superiore anche ai capricci degli Dei: sia questa la *Moira*, il *Fatum*, la *Nemesi*, oppure la *Necessità* (Ἀνάγκη), sempre è presente allo spirito quella legge assoluta della natura, di fronte alla quale è vano ogni sforzo dell'uomo, non solo di fletterla, ma sin di conciliarla, ogni illusione di vederne la faccia inscrutabile.

Questa virile certezza, lontana da ogni compromesso sentimentale, da ogni meschina superstizione, noi la troviamo come un filo conduttore in tutto il pensiero greco, fin nella pienezza della maturità e dello splendore. L'opera degli storici è penetrata da una visione fatalistica, per cui davanti allo sguardo impassibile del narratore uomini e stirpi sono travolti dal ciclo inesorabile del sorgere e del perire. La ὕβρις, l'orgoglio, è la forza che ha rovinato i Titani, e che tutto trascina a perdizione. Il momento in cui si confida di aver creato qualcosa di duraturo, è anche il punto scelto dal Fato per farvi precipitare: « ma la rovina incombeva sopra di lui, e così avvenne che.... » tale è la forma comune sotto la quale appare allo storico greco l'alterna vicenda degli uomini: visione altamente tragica, alla quale Eschilo e Sofocle sapranno dare espressione incomparabile.

Bisogna dunque disperare di fronte alla cieca potenza della *Necessità*? No, ma vedere la limitazione delle nostre forze e cercare un ordine di giustizia, quale solo l'uomo è capace di realizzare di fronte alla brutalità della legge naturale. «Gli animali si divorano fra di loro: ché non vive in essi la giustizia. Ma il figlio di Crono ha dato agli uomini la giustizia, fra tutti il dono più bello ». Così dice Esiodo: e la chiara visione obiettiva del rapporto fra uomo e natura troverà un'espressione perfetta nel giudizio di Ippocrate:

«Gli uomini stimarono la natura e l'origine del male sacro (l'epilessia) come qualcosa di divino solo per via dell'inesperienza e del meraviglioso.... A me sembra che coloro i quali attribuiscono tali cose agli dei siano i ciarlatani, gl'impostori, gli stregoni che si dicono sommamente religiosi

e affermano di sapere quel che agli altri è nascosto.... Intanto nella cura non usano soltanto incantamenti e purificazioni, ma consigliano anche l'astinenza dai cibi malsani. Si osservi: se l'uso di questi cibi influisce sul decorso del male, allora non può il dio esserne la causa. Ché anzi nell'affermarne il carattere sacro e divino, il loro discorso finisce per sapere di empietà, quasi non vi fossero veramente gli dei. Se questa gente si dicesse capace di far cadere la luna o di oscurare il sole, o di far la pioggia e il bel tempo, non li accuseremmo forse di empietà, e quand'anche dicessero di ricavare il loro potere dai sacri misteri? E se veramente potessero fare tutto ciò, io per conto mio non vorrei scorgervi nulla di divino, poiché sarebbe come dire che il divino è stato vinto dal sapere dell'uomo e gli è divenuto soggetto. E quanto a quel male detto divino, avrà certamente la sua natura e le sue cause, come gli altri. Esso nasce, come gli altri, per cose che entrano nel corpo o lo lasciano, come il freddo, il sole, i venti, cose che sempre cambiano e non hanno mai posa. E tali cose sono o no divine, come si vuol dire, e non è il caso di far la distinzione, perché non si ritrova in natura, e tutte le cose sono egualmente divine, ed anche ugualmente umane. E ciascuna ha la sua causa, che può esser trovata da chi la cerchi. » [1])

Già in Esiodo, e nei mitologi che gli succedono, troviamo adombrato un tale sentimento: e nel raccogliere e nell'ordinare i miti e le tradizioni, essi cercano di giungere ad un sistema logico della natura: lo sforzo intellettuale ha ormai oltrepassato lo scopo originale della spiegazione del rito. Ma il sentimento e la fantasia prevalgono ancora sull'intelletto. Le forze della Natura personificate negli Dei, agiscono con passioni e motivi umani. Nel VII secolo è tutta una fioritura di tali cosmogonie, spesso di grande bellezza immaginativa. Dalle costruzioni di Epimenide e di Acusilao fino a quella di Onomacrito, contemporaneo di Pisistrato, tutte si ricollegano più o meno alle teorie orfiche, e tendono a dare una base alle nuove idee religiose. Ma non si può non sentire l'eterna vanità di tentativi come quello di Ferecide di Siro, il saggio che si vuol maestro di Pitagora, quando ci narra come Zeus stendesse il velo nuziale che diverrà il nostro mondo, sopra una gran quercia alata, sospesa nello spazio. Questa, dice Aristotele, è teologia. Verrà un tempo in cui ci si stancherà di ricontare gli antichi amori di Crono e di Gaia, o quel che era il mondo quando ancora nulla esisteva. Nascerà per contrasto lo spirito della ricerca naturalistica.

[1]) *De morbo sacro*, I. Cfr. anche *Epinomide*, 988 *a*.

Ai tempi di Omero si potevano ancora relegare gli Dei oltre i confini delle terre conosciute, nel bacino occidentale del Mediterraneo; il mondo era piccolo allora, e attorniato da forze ignote e terribili. Ma i viaggi di esplorazione hanno rischiarato le idee. Atlante, i Titani, non sono più giganti malevoli, ma grandi montagne coronate di nuvole e di fumo. Il mito non basta più a soddisfare le menti che cercano una spiegazione: e le commoventi storie di Lino, di Adone, di Litierse vengono diventando soggetti drammatici.

Malgrado ogni correzione ed interpretazione, il mito resta pur sempre il fantasticare incerto dell'anima collettiva. I miti sono i sogni dei popoli, come il sogno è il mito dell'individuo. La conoscenza della natura, nel senso in cui l'intendiamo noi, si ha solo quando il pensiero si è destato nella chiara luce della coscienza. Definite le premesse, individuato il fine, si può iniziare la faticosa ricerca della verità. Dal regno dell'immagine si è passati alla rappresentazione logica. Qui e non altrove si cerca ormai l'essenza della natura, il senso della sua eternità. Come scoprire il principio che è ovunque, « dal quale nasce ogni cosa passata presente e futura, e le cose divine e gli dei », che anima il moto perpetuo dei fenomeni, in questo giuoco d'apparenze che ovunque ci avvolge? Lo spirito degli Ioni, incline alla malinconia, dà alla domanda un senso di ansietà. Mimnermo si chiede perché tutto passi quaggiù: Simonide assomiglia gli uomini e le cose alle foglie morte, che il vento d'autunno disperde, e cerca nel mondo un *ubi consistam*.

A tale bisogno risponderanno i naturalisti, col loro genio ardito e generalizzatore: « non vi sono cose, se non sensibili ». L'evoluzione cosmica non è opera di forze naturali personificate, ma effetto di cause meccaniche; e alla base di tutto sta una materia unica e immutabile che sempre dura e si rinnovella: ἀθάνατος καὶ ἀγήρως, secondo l'ampia espressione di Anassimandro.

Da questo punto di vista i Milesii segnano l'inizio della storia della scienza.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Oltre le opere generali già citate, ricorderemo:

G. GROTL, *History of Greece;* J. BELOCH, *Griechische Geschichte;* H. JARDÉ, *La formation du peuple grec;* inoltre la *Geschichte des Alterthums* di ED. MEYER.

Un po' unilaterale, ma interessante, l'opera di G. RADET, *La Lydie et le monde grec au temps des Mermnades,* Parigi, 1893.

Per una esposizione sintetica e bene illustrata dei vari lati della coltura greca si può vedere:

MEYER, POLAND, WAGNER, *Griechische Kultur,* trad. in italiano col titolo *La Civiltà greca,* Ist. Ital. di Arti Grafiche, Bergamo.

Una bella raccolta, in cui ogni capitolo è redatto da uno specialista illustre, è *The Legacy of Greece,* ed. by R. W. Livingstone, The Clarendon Press, Oxford.

La storia delle dottrine religiose e l'evoluzione della mitologia è ritracciata magistralmente nell'opera ormai classica:

E. ROHDE, *Psyche* (trad. ital., Bocca, Torino.)

Gli studi recenti sulla primitiva religione greca si troveranno in

R. PETTAZZONI, *La religione della Grecia antica,* Bologna, 1921; e nell'altra opera, recentemente rifatta, e dedicata più specialmente all'orfismo:

V. MACCHIORO, *Zagreus,* Vallecchi, Firenze, 1929.

Sul pensiero primitivo, oltre il libro ancora buono, ma invecchiato, del TYLOR, ricorderemo l'opera monumentale di

Sir J. G. FRAZER, *The Golden Bough,* da lui stesso compendiata in un solo volume (Londra, 1918), che è stato anche tradotto in italiano (*Il Ramo d'Oro,* trad. di L. de Bosis, Roma, Stock, 1924).

Forse meno suggestiva, ma preziosa per l'ordinamento chiaro e perspicuo del materiale documentario, è

L. LÉVY-BRUHL, *La mentalité primitive,* Paris, Alcan, 1922.

Uno sguardo d'insieme sulla civiltà assiro-babilonese, con speciale riguardo alla parte scientifica, si può trovare in

B. MEISSNER, *Babylonien und Assyrien,* 2 vol., Heidelberg, 1920-24.

e per le matematiche e l'astronomia:

E. F. WEIDNER, *Handbuch der babylonischen Astronomie,* Lipsia, 1915.

Sulla civiltà egiziana:

A. WIEDEMANN, *Das Alte Aegypten,* Heidelberg, 1920.

Intorno alle matematiche orientali fervono ora gli studi, specialmente per opera di O. NEUGEBAUER. Cfr. la rivista *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik,* Springer, Berlino.

Un'esposizione dei dati recenti sulla scienza orientale, con buona bibliografia, in

A. REY, *La science orientale avant les grecs,* Parigi, 1930.

II.

I PRIMI NATURALISTI IONICI

TALETE E L'UNITÀ DELLA MATERIA. — Prima fra i naturalisti della Ionia, secondo la tradizione, fu Talete di Mileto,[1]) di cui è rimasta celebre la previsione d'un'eclisse di sole che, racconta Erodoto, avrebbe interrotto la guerra fra i Medi ed i Lidi. Pare sufficientemente accertato trattarsi dell'eclisse totale che gli astronomi calcolano avvenuta il 28 maggio 585 a. C.[2]) La notizia è sembrata per molto tempo inverosimile, giacché non è possibile attribuire all'antico Milesio le conoscenze che abilitano a prevedere col calcolo un tale fenomeno. Ma quando si conobbe meglio la precisione dei calendari babilonesi e caldei, la cosa non apparve più così strana. Fra l'altro i Caldei avevano osservato un certo periodo di 223 lunazioni, entro cui le eclissi si ripetono con regolare frequenza. Su questa base era possibile prevedere un'eclisse almeno con probabilità di successo, come si apprende da una tavoletta cuneiforme interpretata da G. Smith:

« Al Re mio Signore, il tuo servo Abil-Istar. Pace al Re mio Signore, Nabù e Marduk gli siano propizi. Lunghi giorni, salute di corpo e gioia di cuore concedano i grandi Iddii al Re mio Signore. Relativamente all'eclisse di luna sulla quale il Re mi ha mandato.... l'eclisse

[1]) Talete era probabilmente di sangue misto greco-asiatico. Almeno il nome di suo padre, Examyes, sembrerebbe indicare una provenienza dalla Caria.

[2]) Secondo i calcoli di G. B. Airy, J. Zech e P. A. Hansen (v. *Abh. d. math. phys. Cl. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss.*, Lipsia, 1864, VII vol., p. 379).

ha avuto luogo.... Ma per quanto concerne l'eclisse di sole noi abbiamo osservato, ed essa non ha avuto luogo. Mando al Re ciò che ho veduto con i miei occhi. L'eclisse di luna che è avvenuta riguarda le nazioni e le loro divinità tutte:... ma al Re mio Signore produrrà pace. Le disgrazie non si estenderanno al Re mio Signore ».[1])

Talete può aver conosciuto il probabile evento d'un'eclisse solare direttamente dai Caldei o indirettamente dagli Egiziani: volle fortuna che l'eclisse attesa si producesse totale; onde si levò alta la sua fama!

Di Talete, dice Platone, « come di persona valente nella pratica, si ricordano molte ed abili trovate nelle arti e in altre attività ». Diremo anzi che le fonti più antiche non menzionano nemmeno le sue attività filosofiche, mostrandoci in lui il politico, l'uomo d'affari e l'ingegnere. Aristotele racconta che seppe, una volta, approfittare della previsione d'un buon raccolto d'olive, per accaparrare i frantoi traendone molto vantaggio. D'altra parte Erodoto ricorda il suo consiglio alle popolazioni ioniche di resistere alla minaccia persiana associandosi nella difesa, anziché cercare scampo nella emigrazione come suggeriva Biante di Priene; per ciò probabilmente ei fu annoverato fra quelle personalità un po' leggendarie, tipi rappresentativi della sapienza eticopratica, che sono i *sette saggi* della Grecia.[2])

Commerciante e navigatore, Talete poté raccogliere nei suoi lunghi viaggi cognizioni geometriche ed astronomiche (in particolare sulla costruzione dei calendari), che diffuse nel mondo ellenico. Pure, se la tradizione fa cominciare con lui la filosofia e la scienza greca, non è tanto pei meriti ricordati, quanto

[1]) G. Smith, *Assyrian discoveries*, XX, citato da Schiaparelli.

[2]) Un aneddoto tradizionale, riferito da Plutarco nella sua *Vita di Solone*, ci aiuta a comprendere che cosa s'intendesse per « saggezza » al tempo di Talete e dei suoi savi compagni. Narra dunque Plutarco che Solone andò una volta a visitare Talete a Mileto, e si stupì che questi non avesse né moglie né figliuoli. Talete lì per lì non rispose; ma, pochi giorni dopo, istruì un tale a presentarsi all'amico, come se sbarcasse proprio allora da Atene. E chiedendogli Solone le ultime notizie, quegli disse: « Nulla di nuovo, se non i funerali di un giovane, che furono seguiti da tutta la cittadinanza, perché, si diceva, era figlio di un uomo onorevole, il più virtuoso di tutti i cittadini, il quale non si trovava in patria, essendo in viaggio da molto tempo ». « Sventurato — disse Solone. — Ma qual è il suo nome? » E da quel tale, che fingeva di averlo dimenticato, finì per apprendere che si trattava proprio del figlio suo. Allora Talete, che era presente, gli prese la mano sorridendo e disse: « Queste cose, o Solone, mi trattengono dallo sposare e dall'avere figliuoli. Ma tu, non ti turbare della notizia, perché non è vera. » Cfr. anche la caratteristica raccolta dei detti attribuiti a Talete in Diels, *Vors.*, « Die Sieben Weisen ».

perché egli pose il problema dell'origine del mondo, indagando la natura (φύσις) [1] delle cose, cioè la materia primitiva le cui trasformazioni danno luogo ai fenomeni dell'Universo.

La risposta di Talete, comunque gli sia stata suggerita, non cessa di esprimere un certo numero di osservazioni positive. Principio di tutte le cose è *l'acqua,* che ora si consolida nel ghiaccio e nella terra (nelle alluvioni dei fiumi) ora si evapora, diventando aria o anche un etere più sottile (fuoco), e che — reciprocamente — vien fuori dalla Terra stessa, nello zampillo delle sorgenti, e dall'aria condensata nelle nubi e nelle pioggie. Sopratutto — per quanto è accoglibile la spiegazione congetturale d'Aristotele [2] — l'acqua è origine della vita che da essa appunto trae il calore; infatti i semi degli animali e delle piante sono umidi; e si può aggiungere che il seme di queste cresce nella terra umida, e ci fa assistere ad una progressiva trasformazione dell'acqua nella materia solida che costituisce il fusto dell'albero. Ciò che dà forza vitale alle piante ed agli animali sembra anche capace d'animare la vita del mondo; e così l'acqua assume significato universale come materia cosmica.

La Terra galleggia sull'acqua, e un'altra massa d'acqua chiude la vôlta dei cieli. In questa rappresentazione si riconosce un'antica cosmogonia egiziana: il sole separa la massa liquida primordiale del *Nou* in due parti, una delle quali dà origine ai fiumi e all'Oceano, l'altra sospesa nell'aria forma la vôlta celeste « le acque dell'alto » su cui navigano gli astri e gli Dei. [3])

[1]) Il Burnet dimostra che questo appunto era il termine con cui s'indicava la sostanza primitiva. Ma per quanto il Burnet faccia osservare che l'υ in φύσις è breve, e in φύομαι (crescere) è invece lungo, e appoggi la sua interpretazione della parola con varie citazioni, non sembra dubbio che sia implicito in esso un senso dinamico-vegetativo che non appartiene al latino *natura*. Questo appare dall'uso della parola nella letteratura del V secolo, e risponde veramente allo spirito « ilozoista » della scuola ionica, per cui tutto è soggetto alle leggi meccaniche, e pur animato in ogni sua parte. Più tardi, quando a spiegare il divenire delle cose s'invocheranno forze esterne alla materia, questa diverrà passiva ed inerte. E allora per designarla s'introduce il termine ὕλη, che significherebbe legname, materiale da costruzione; presso di noi un tempo « materia », e ancora in portoghese « madeira »: da cui il nome dell'isola che i nostri naviganti chiamavano « isola del legname ».

[2]) *Met.*, I, 3 (4). Zeller e Burnet ritengono che queste illustrazioni tratte dalla fisiologia, anziché dalla meteorologia e dalla geografia, appartengano, non già a Talete, ma ad un suo tardo seguace del V secolo, Ippone di Samo.

[3]) Cfr. Maspero, *Histoire ancienne des peuples de l'Orient*, p. 27, e le opere del Breasted e del Wiedemann citate innanzi. La civiltà babilonese, fluviale anch'essa, dava all'acqua un posto privilegiato nella Creazione. Cfr. *Genesi*, I, 2 e 6-7. Osserva prudentemente Aristotele: « Quelli che per primi hanno teologizzato, gran tempo innanzi alla pre-

Il modo di pensare di Talete — anche illustrato dalle spiegazioni che abbiamo addotto per renderlo comprensibile — apparirà ingenuo; ma sopra l'ingenuità, un punto deve richiamare la nostra attenzione: il problema della natura delle cose presuppone l'identità o *unità della materia,* che si trova così arditamente affermata all'inizio di queste speculazioni. Tale principio costituisce il tratto caratteristico e l'elemento comune al pensiero dei più antichi filosofi ionici. Dopo Talete, nella stessa città di Mileto, Anassimene insegna che la sostanza primitiva è l'*aria.* Più tardi il pitagorico Ippaso di Metaponto ed Eraclito d'Efeso assumono il *fuoco.* Per tutti questi pensatori, pur facendo diversa scelta del principio, non è dubbio che la materia sia qualitativamente unica, perché tutte le specie diverse si vedono trasformarsi l'una nell'altra nel grande osservatorio geografico e meteorologico del mondo.

L'unità risulta per loro da un principio razionale di permanenza implicitamente accettato, per cui l'intima natura delle cose persiste invariata attraverso l'apparenza dei cambiamenti. Ed il presupposto fa parte ancora della nostra logica scientifica: in tutte le trasformazioni fisico-chimiche, noi cerchiamo infatti ciò che rimane invariato (per esempio il peso) e che riteniamo attinente alla sostanza delle cose, persuasi che in ultima analisi, attraverso il cambiamento, nulla si crei o si perda, sicché per un ciclo conveniente di trasformazioni, ogni materia possa essere ricostituita: così accade per esempio dell'acqua, se vengano prima separati e poi ricongiunti i due elementi, idrogeno e ossigeno, che la compongono. C'è fra il nostro pensiero e l'antico, una differenza: che noi sembriamo disposti a rinunziare all'unità della materia, introducendo diversi *elementi* primitivi, fra loro irriducibili; ma in realtà questa è una rinunzia affatto provvisoria, che l'antichità pur conobbe (con Empedocle e Aristotele), la quale ci viene imposta dall'esperienza chimica, oggi superata con la teoria della costituzione elettronica degli atomi.

sente generazione, (pare) abbiano avuto la stessa opinione intorno alla natura, poiché cantarono di Oceano e Teti autori delle generazione, e che gli Dei giurino per quell'acqua che i poeti chiamano Stige. Ora ciò che è più antico più merita rispetto, e il giuramento [cioè la sacralità dell'acqua] più che mai. Ma che quella antichissima opinione riguardi proprio la natura delle cose, potrebbe non esser chiaro » (*Met.*, I, 3).

L'INFINITO. — Per spiegare lo sviluppo delle dottrine sulla natura delle cose, convien menzionare, accanto e prima dell'ipotesi dell'aria di Anassimene, un'altra più singolare teoria dovuta ad Anassimandro: la sostanza primitiva sarebbe l'*Infinito*.

L'abitudine di ripetere termini antichi e tradizionali non può impedirci di sentire tutta la meraviglia che suscita l'apparenza di un'ipotesi insensata. Come mai l'Infinito potrebbe ritenersi una specie di materia, al pari dell'acqua o dell'aria? E come spiegare dunque un'ipotesi di tal genere? Dobbiamo dire senz'altro che ciò che non ha senso per noi uomini della cultura moderna, poteva essere accettabile per un greco del VI secolo a. C.? Ma, in tal caso, noi dovremmo anche rinunziare a capir nulla di quel pensiero antico; la storia che vi si riferisce non potrebbe in alcun modo essere indagata e ricostruita dalle sue fonti; poiché il postulato fondamentale della ricerca storica rimane pur sempre l'identità della ragione, per cui ci accostiamo agli antichi pensatori supponendo che essi, a parte la inevitabile differenza di sfondo storico, lavorino sui pochi e sia pure erronei dati della loro conoscenza cercando di spiegarli e di comprenderli come potremmo fare noi stessi.

La difficoltà che si presenta non è insuperabile. Gli storici hanno cercato di risolverla. Teichmüller e Tannery propongono d'intendere l'« infinito » d'Anassimandro come « *indefinito* », nel senso della qualità. Il filosofo affermerebbe in astratto, l'esistenza d'un principio non determinato. Forse questa astrazione è troppo forte per un greco della sua epoca; forse anche il senso di « indeterminato » del vocabolo ἄπειρον è posteriore al tempo cui ci riferiamo. Comunque, conviene scorgervi un aggettivo piuttosto che un sostantivo.

Dell'infinità della materia Aristotele dà come ragione che dev'essere matrice d'eterno divenire, poiché da essa ed in essa si generano, come vedremo, innumerevoli mondi, coesistenti e successivi nello spazio e nel tempo. Ma questo stesso concetto implica la tendenza ad uscire illimitatamente fuori del nostro mondo, ritrovando dappertutto una qualche materia diffusa oltre i suoi confini. Perciò la ragione più semplice che possiamo darci di quella infinità è l'esigenza che la sostanza cosmica possa espandersi e quasi identificarsi collo spazio; e così, oltre ad

essere quantitativamente infinita, dovrà essere anche *infinitamente diffusibile*.

Questo requisito si ritroverà in tutte le soluzioni posteriori del problema della « natura ». Dopo Anassimandro si torna a discutere che cosa sia codesta sostanza, e come possa raffigurarsi in concreto. Anassimene sosterrà l'aria ed Eraclito il fuoco; miscuglio d'aria e di fuoco sarà per taluni Pitagorici, cui sembra accennare Aristotele. Ma nessuno proporrà più la scelta d'un liquido come l'acqua e tanto meno della terra; un ripetitore, affatto secondario, dell'opinione di Talete sarebbe Ippone di Samo, eppur sembra che il suo principio fosse non l'acqua, bensì l'« umido »: forse miscuglio d'acqua e d'aria, se è lecito riferire a lui qualche accenno d'Aristotele. Per soddisfare al requisito dell'infinità, postulato da Anassimandro, la sostanza primitiva — materia cosmica — deve essere un gas o qualcosa di più sottile, come viene pensato l'etere o il fuoco. Nei termini stessi del linguaggio d'Anassimene si accenna all'« aria infinita » (τὸ ἄπειρον ἀήρ).

Tuttavia Anassimandro non concreta la specie del suo principio: « non è né l'aria né l'acqua — dice Teofrasto[1]) né alcun altro dei cosidetti elementi, ma una natura differente da questi che è infinita, dalla quale si generano i cieli e i mondi dentro di questi ». E Aristotele spiega che — codesti elementi portando le qualità opposte del freddo e del caldo, del secco e dell'umido, che si separano col nascere dei mondi — uno di essi non potrebbe essere infinito senza annullare gli altri:[2])

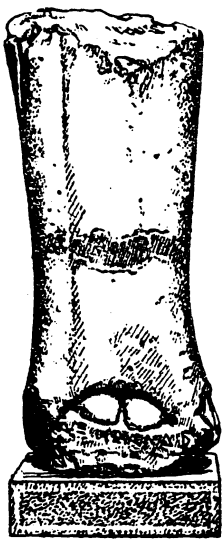
« Non ci può essere un corpo uno e semplice che sia infinito e distinto dagli elementi, come dicono alcuni.... Infatti ci sono alcuni che fanno questo corpo infinito diverso dall'aria e dall'acqua, affinché gli altri elementi non sieno distrutti da quello che è infinito. Poiché queste cose contengono i contrarii: l'aria, il freddo; l'acqua, l'umido; il fuoco, il caldo; così, se una fosse infinita, l'altra sarebbe tosto distrutta ».

ANASSIMANDRO. — « In quello da cui prendono principio le cose, sta anche la causa del loro perire; poiché non fanno che pagare ed espiare l'ingiustizia loro secondo l'ordine del tempo. »

[1]) In Simplicio, cfr. Diels, *Vors.*, *Anaximandros*, 9.
[2]) Ibid., 16.

Queste parole singolari e profonde di Anassimandro, il più antico frammento di prosa greca che ci sia pervenuto, e il solo della prima opera scientifica che sia stata scritta, ci rivelano il pensatore milesio intento alla ricerca di leggi universali, che per lui non si distinguevano ancora dalle leggi morali.

Anassimandro è, per la sua epoca, un gigante del pensiero. Della sua vita null'altro si sa, se non che riassunse a 64 anni la sua scienza in uno scritto *Su la natura* (547 a. C.). Fu « concittadino e amico » di Talete. La tradizione ce lo raffigura vestito di abiti solenni, e conservante un portamento altero fin nelle piccole cure quotidiane, quasi eroe d'una tragedia che abbia per scena il mondo.



Avanzo della statua eretta ad Anassimandro dai Milesii. Il tipo è quello della statua di Nikandre di Nasso, che ci è pervenuta.

Con franco ed ingenuo ardire le speculazioni di Anassimandro affrontano i problemi più formidabili, recandovi una grandiosa fantasia poetica e una logica diritta.

Vi si descrive il nascere e il perire dei mondi — grandi animali o Dei[1]) — che si ripetono a lunghi intervalli periodici nello spazio e nel tempo.[2]) Origine d'un mondo è « l'eterno moto » di cui parlano i dossografi: per esso i contrarii si separano dall'Infinito, come termini distinti e correlativi delle cose. Al centro si addensa la massa di acqua che in parte evaporandosi genera l'aria, in parte prosciugandosi si consolida a formare la Terra; verso la parte esterna si porta invece la materia leggera, ignea, raccogliendosi a costituire un inviluppo di fuoco, quasi scorza del mondo, analoga alla scorza degli alberi. Codesta scorza poi, rompendosi, dà luogo ad anelli o « ruote » di fuoco circondati d'aria, i quali attraverso dei fori lasciano ancora vedere la materia infiammata: sole e luna.

[1]) *Anaximandri autem opinio est nativos esse deos longis intervallis orientis occidentisque, eosque innumerabiles esse mundos.* Cicerone, *De nat. deor.*, I, 9.

[2]) A questo proposito la più chiara discussione delle testimonianze trovasi in Burnet (*op. cit.*).

ANASSIMANDRO. (Bassorilievo ellenistico).

Gustav Teichmüller,[1]) che ha brillantemente ricostruito il sistema cosmico d'Anassimandro, interpreta l'« eterno moto » di cui s'è detto sopra, come il moto circolare del cielo nella rivoluzione diurna. Il Burnet invece trova incompatibile questa interpretazione coll'ipotesi d'infiniti mondi coesistenti, e crede che si tratti piuttosto d'un moto per scosse, quale è descritto da Platone nel *Timeo* (52 e): « le cose mosse di qua e di là separandosi continuamente, venivano trasportate come nella mondatura del grano, quando, scosse e ventilate dal crivello o da altri istrumenti, le parti dense e gravi vanno da una banda, e le rare e leggere vanno ad accumularsi in un altro posto ».

E come allora da questo moto disordinato verrà fuori l'ordine del moto circolare? come poi si distruggerà?

Sono dubbi che lasciano incerti sulla spiegazione da adottare;

[1]) *Studien zur Geschichte der Begriffe*, 1874.

Ma è probabile che Anassimandro pensasse veramente alla nostra rivoluzione diurna (l'eterno moto che ci sta davanti agli occhi!) ed ammettesse che nella materia cosmica vi sieno, a lunghi intervalli, e senza fine nello spazio e nel tempo, degli analoghi moti vorticosi.... poiché certo non è concepibile un moto circolare esteso all'infinito.[1])

Comunque, un mondo che è nato deve perire: la Terra è stata giovane, un giorno scomparirà. Le conchiglie e i resti fossili sui monti sono testimoni dell'asciugarsi del mare, *bruciato* dal sole. Infine il processo di differenziazione che libera le qualità opposte dalla materia primitiva, deve risolversi, entro un fisso termine, col ritorno allo stato primitivo omogeneo, che è la morte di tutte le cose, castigo ed espiazione della reciproca ingiustizia della loro esistenza separata.

Ci sono qui alcuni motivi della speculazione posteriore. L'osservazione geologica fu proseguita da Senofane, che notò impronte di pesci e di fuchi nelle roccie a Samo e in Sicilia:

Vidi ego quod fuerat quondam solidissima tellus
Esse fretum; vidi factas ex aequore terras
Et procul a pelago conchae iacuere marinae.[2])

Dagli stessi fenomeni muoverà duemila anni più tardi i primi passi la rinascente scienza italiana, con Leonardo e Fracastoro. Anche la geografia ha in Anassimandro un precursore. Egli costruì un modello dell'orbe terraqueo, al quale s'ispirò nella sua trattazione il concittadino Ecateo.

Accanto all'evoluzione dei mondi, Anassimandro disegna l'evoluzione della vita.

Gli animali nacquero dapprima nel mare, sotto l'azione del calore solare sull'elemento umido; i primi animali erano chiusi in una scorza spinosa. Col tempo vennero sulla Terra ferma, e allora la scorza si ruppe ed « essi modificarono in poco tempo il loro modo di vita ».[3])

L'uomo deriva dai pesci o da animali simili. Anassimandro

1) Aetius V, 19,4 in Diels, *Vors.*, A 30 (cfr. Ippolito in A 11,6).

2) Ovidio, *Metam. XV.* Le parole farebbero parte di un discorso di Pitagora. Ma il poeta non va tanto per il sottile in materia di attribuzioni; per cui conviene riferirsi a Strabone.

3) *Vors.*, A 30, (cfr. 11, 6).

indica precisamente i suoi antenati: certi *galei*, appartenenti alla famiglia degli squali. Sono interessanti le ragioni che se ne adducono: l'uomo, a differenza di altri animali, non è capace appena nato di procurarsi da sé il nutrimento, ed ha bisogno del latte materno, perciò se fosse stato prodotto tal qual è oggi all'origine delle cose non sarebbe sopravvissuto. Anassimandro suppone che sia nato entro i pesci e nutrito dapprima come i pescicani nutrono i loro piccoli.

C'è dunque nell'antico filosofo il primo germe d'un grande principio: l'evoluzione della vita per adattamento all'ambiente. Ma oltre all'idea geniale, fecondata ai tempi moderni da Lamarck e Darwin, si scopre anche in lui un materiale d'osservazioni biologiche accurate ed interessanti, raccolto poi e completato da Aristotele. [1])

Questo esempio deve renderci guardinghi anche in altri casi, prima di giudicare affatto arbitrarie le sue affermazioni. Anassimandro ha osato stimare le grandezze e le distanze degli astri. Ha assunto, evidentemente per ragioni di semplicità, le dimensioni del sole eguali a quelle della Terra, ed ha posto il sole stesso alla distanza di 27 volte il raggio terrestre, la luna a 19 o piuttosto 18 volte. Non cercate altri motivi che la mistica del numero 3, dicono gli storici. Ma perché stimare la distanza del Sole $27 = 3^3$ raggi, anziché 3 o $9 = 3^2$? La mistica dei numeri può influire come una ragione estetica o di semplicità, però non basta a determinare la scelta. È assai più verosimile pensare che — una volta fatto il sole eguale alla Terra — Anassimandro ne abbia stimato la distanza misurando il suo diametro apparente, cioè l'angolo secondo cui si vede da un osservatore terrestre (cfr. cap. XIII).

Un'altra questione astronomica viene giudicata da Anassimandro col giusto criterio della *ragion sufficiente:* come può la Terra restare isolata nello spazio senza cadere?

La risposta ci è riferita da Aristotele: [2])

« Alcuni dicono che essa (la Terra) sta ferma per la somiglianza (o simmetria), come fra gli antichi Anassimandro. Infatti non ha da

[1]) Per approfondire la questione cfr. Iohannes Muller, *Ueber den glatten Hai des Aristoteles* (*Verh. Preuss. Akad.*, 1842) in Burnet, *op. cit.* cap. I, 21; e Mieli, *op. cit.* I, 6.

[2]) *De Caelo*, II, 13 (19).

muoversi né in su né in giù, né dalle parti, poiché si trova nel mezzo, e similmente rispetto agli estremi. Non essendo possibile che il moto si faccia in versi opposti, necessariamente sta ferma ».

Aristotele aggiunge che il discorso è più elegante che vero: tanto varrebbe pretendere che un uomo affamato e assetato debba restar fermo in mezzo a cibi e bevande, che lo circondino ad eguale distanza. Questa è l'origine del cosidetto « Asino di Buridano », che si cerca invano negli scritti di Jean Buridan, scolastico del secolo XIV.

Anassimene. — La magnifica intuizione della Terra immobile, rispetto a cui l'alto e il basso hanno senso puramente relativo, è lasciata cadere da Anassimene; sia che questi non abbia capito l'idea del suo precedessore, sia che non riesca ad ammettere che alla relatività geometrica si accompagni una relatività fisica. Egli fa della Terra una tavola, sostenuta dalla pressione dell'aria (che è la sua materia cosmica primitiva): gli astri non passano nel loro giro sotto la Terra, ma dalla sera alla mattina si muovono circolarmente attorno alla Terra stessa: il moto del cielo, che li trasporta, viene paragonato a quello d'un berretto da notte. Il Tannery riconosce qui un'antica rappresentazione caldaica.

Il cielo è materializzato: l'aria fredda all'estremità del mondo si consolida in una vôlta cristallina nella quale sono infisse le stelle: mentre sole, luna e pianeti, quasi foglie aderenti, sono tenuti indietro dalla resistenza dell'aria. Le dimensioni del mondo si restringono in maniera assai singolare, perché il suo raggio è fatto eguale a quello della Terra.

Tutte queste vedute indicano un apparente regresso. Ma quando alcune di esse — come la forma piatta della Terra e la distanza del sole — si vedon tramandate e conservate dai grandi filosofi posteriori della scuola ionica, per oltre un secolo, mentre i pitagorici in Italia già ammettevano la sfericità della Terra, non dobbiamo giudicarne così alla leggiera. C'è qui un problema storico che cercheremo d'approfondire nel cap. XIII.

Della vita d'Anassimene poco o nulla si sa, ed anche i suoi estremi restano dubbi. Per giudicare della sua opera conviene riflettere che, dopo un periodo di grandi idee, la scienza ha bi-

sogno del lavoro più modesto di spiegazioni precise e di osservazioni particolari. Anassimene ha recato questo progresso in confronto ad Anassimandro. Sembra certo che a lui, piuttosto che al suo predecessore, sia dovuta la costruzione dello *gnomone*[1]) e degli *orologi solari*, che Erodoto dice i Greci aver preso dai Babilonesi.

Egli ha pure immaginato che le eclissi (di sole e di luna) sieno dovute all'interporsi fra l'astro luminoso e la Terra di corpi oscuri: felice idea, dice il Tannery, che aprirà la via alla scoperta d'Anassagora: « L'hypothèse d'Anaximène devait naturellement conduire à la véritable explication. Car, si l'on se demandait comment ces corps obscurs n'étaient point vus, la question de leur éclairement par le soleil se posait. »[2])

Ma il progresso più importante portato da Anassimene è il suo concetto delle trasformazioni della sostanza primordiale.[3]) L'« aria » diventa « acqua » e poi « terra » (o solido) per *condensazione* ed all'opposto si trasforma in « fuoco » (o etere) per *rarefazione*. Le qualità del caldo e del freddo sono associate rispettivamente al « condensato » e al « rarefatto ». Anche qui sembra che il filosofo abbia tenuto conto di alcune osservazioni fisiche familiari.

Relativismo. — La Grecia possiede il genio della filosofia: le idee appena affacciate a proposito d'una questione particolare, tendono ad assumere un significato universale, estendendosi e trasferendosi ai più diversi campi in cui se ne cimenta il valore. La grande idea della relatività, incontrata da Anassimandro nella questione dell'equilibrio della Terra, non poteva restare isolata. È come una scoperta che rovescia il senso comune: l'immagine di uomini colla testa all'in giù sorgeva naturalmente nella fantasia mobile dei Greci, e se anche il paradosso era tolto col restringere la superficie della Terra abitabile, le menti dovevano esserne scosse come ai tempi moderni dalla rivoluzione copernicana.

Lo stesso pensiero d'Anassimandro è già illuminato da quella scoperta: chi volesse tradurlo in termini moderni, potrebbe dire

[1]) Asta verticale che colla sua ombra segna la posizione e l'inclinazione del sole.
[2]) *Op. c.*, 2.ª ed., pag. 158.
[3]) Testimonianze in Diels, *Vors.*: A 5, 6, 7.

che la sua « natura infinita » è concepita come un *assoluto* esistente di per sé, mentre le cose o qualità che se ne separano hanno un'esistenza *relativa,* le une come opposte alle altre. Più o meno chiaramente si vede qui adombrato il concetto pitagorico, che le cose risultino da un'armonia di forze o principii opposti equilibrantisi.

L'impulso a cercare ovunque ciò che vi è di relativo, diventa un tratto caratteristico della speculazione greca, alla fine del VI secolo e ai primi del V. Esprimono a loro modo questo relativismo Senofane ed Eraclito.

Senofane. — « Se Dio non avesse creato il biondo miele, i fichi sarebbero tenuti per la cosa più dolce », dice Senofane. [1])

Era costui nativo di Colofone, nella Ionia, e aveva lasciato la patria per fuggire, sembra, l'invasione dei Persiani (545 a. C.). « Sono sessantotto anni che le mie pene mi conducono peregrino per le terre dell'Ellade; ed erano già passati venticinque anni dalla mia nascita, se intorno a ciò posso dire qualcosa di certo. » [2])

Poeta del giambo e dell'elegia, i suoi versi si coloriscono talvolta d'un senso melanconico d'intimità familiare:

« Queste sono le cose da dire accanto al fuoco, d'inverno, seduti su molli cuscini, bevendo dolce vino e sgranando ceci: di quale paese sei tu, mio caro, e qual'è la tua età? e quanti anni avevi quando è sopraggiunto il Meda? » [3])

Ma l'arte non vale gloria e ricchezza al povero pellegrino:

«Quand'anche un uomo riportasse la vittoria per la velocità nella corsa, o al *pentatlo* in Olimpia, ov'è il recinto sacro di Zeus presso le sorgenti di Pisa, o a quel giuoco terribile che è il cosidetto *pancrazio,* e divenisse più glorioso agli occhi dei concittadini — posto d'onore ai concorsi, mantenimento a spese della Città, doni da lasciare agli eredi — quand'anche vincesse coi suoi corsieri, otterrebbe tutto ciò senza esserne più degno di me. Ché l'arte nostra è preferibile alla forza degli uomini e dei cavalli. Ed è ingiusto apprezzare di più quelle cose.... » [4])

Intanto lo spirito affannato cerca conforto nella religione, ma il senso del relativo getta il dubbio nella sua anima.

[1]) Fr. 38. [2]) Fr. 8. [3]) Fr. 22. [4]) Fr. 2.

« Omero ed Esiodo hanno attribuito agli Dei tutto ciò che presso gli uomini è onta ed obbrobrio: furti, adulteri e reciproci inganni ». [1])

« I mortali si figurano che gli Dei sieno nati, e che si vestano ed abbiano voce e forma ». [2])

« Ma se i bovi, i cavalli e i leoni avessero mani per dipingere e scolpire come gli uomini, i cavalli dipingerebbero e scolpirebbero Dei in forma di cavalli, i bovi simili ai bovi, e precisamente ciascuno secondo la propria specie ».

« Gli Etiopi fanno i loro Dei neri e col naso camuso: i Traci invece cogli occhi azzurri ed i capelli rossi ».

Che è dunque Dio?

« Gli Dei non hanno rivelato tutto agli uomini fin da principio, ma cercando essi trovano il meglio ». [3])

Ed ecco che la critica dell'antropomorfismo teologico non resta pel filosofo sterile negazione, ma lo solleva alla veduta d'un [4])

« Dio unico, il più grande fra gli Dei e gli uomini, che non somiglia agli uomini né per la forma, né per il pensiero...; che tutto intero vede, pensa ed intende.... e senz'affanno governa tutte le cose colla forza del suo spirito.... e dimora sempre nello stesso luogo, poiché non gli conviene di andare di qua e di là ».

Questo Dio, dice Aristotele, è il mondo: non più soggetto alla vicenda incessante del nascere e del perire, come lo faceva Anassimandro, ma eterno ed indistruttibile; per dirla con termini moderni: qualcosa che resta come assoluto di fronte alla relatività degli ideali umani.

Qui si può vedere anticipato, in forma teologica, il concetto della scuola d'Elea, cui la tradizione mette a capo Senofane. [5])

Anche per Pitagora la visione relativistica delle cose, come equilibrio d'opposti, assume un colorito morale, traverso il significato estetico dell'armonia. E non ci sembra inverosimile che l'influenza di questo pensatore vissuto quarant'anni nella Ionia, si sia esercitata (come quella di Senofane) sopra un filosofo

[1]) Fr. 11. [2]) Fr. 14. [3]) Fr. 15. [4]) Fr. 17.
[5]) Fr. 23, 24, 25, 26.

più giovane, Eraclito, il quale, accordando scarso interesse all'aspetto scientifico e matematico delle dottrine fisiche, mira a coglierne il senso umano, e riesce a dare la più vigorosa espressione filosofica della relatività universale. [1])

ERACLITO. — Di fronte a Senofane e ai Milesii, si distacca la figura ieratica di Eraclito d'Efeso. Questo discendente di re sacerdoti, che con linguaggio oscuro «accenna» ad imitazion dell'oracolo [2]) sembra piuttosto un teologo che un fisico. Gli basta che il sole sia grande quanto appare [3]) e, quasi non comprenda che il passaggio di questo sotto la Terra porti le tenebre, spiega l'avvicendarsi del giorno e della notte colle esala-

ERACLITO.
Moneta efesia del tempo di Filippo I.

zioni chiare ed oscure del mare o della Terra: le prime si riaccendono ogni giorno in un nuovo sole. [4])

Forse anzi Eraclito, nel suo dispregio per Pitagora ed Eca-

[1]) Questo giudizio esigerebbe qualche sviluppo. Oltre a valutare le posizioni di Pitagora e di Eraclito rispetto all'orfismo, e l'atteggiamento di Ippaso verso la setta pitagorica, conviene tener presenti le testimonianze che attribuiscono egualmente ad Ippaso e ad Eraclito la tesi del fuoco sostanza primitiva.

[2]) Fr. 93. « Il Dio, a cui appartiene l'oracolo di Delfo, non dice e non nasconde ma accenna ».

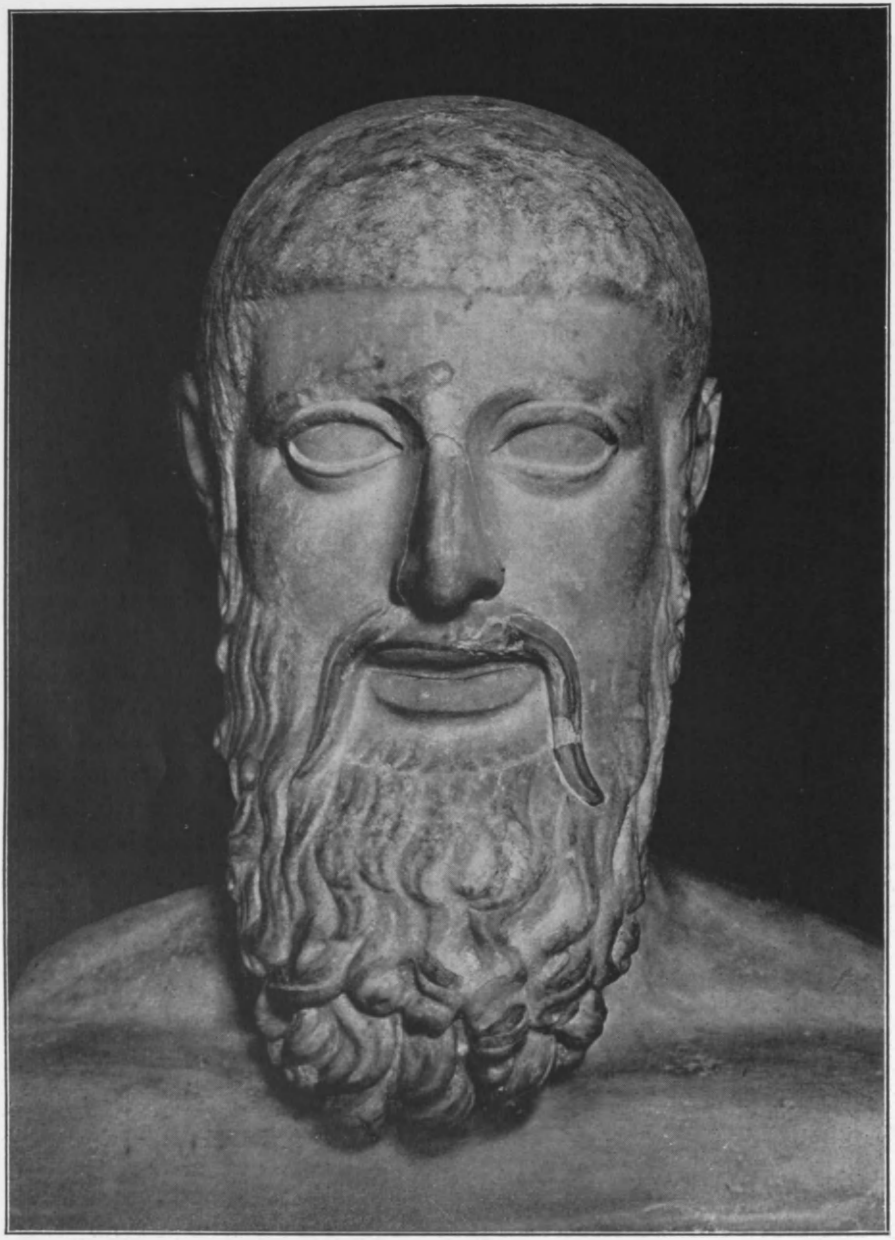
[3]) Diog. L., IX, 7. « Come un piede umano », dice il fr. 3.

[4]) « Il sole è nuovo ogni giorno » dice il fr. 6. Ma Diogene L. (IX, 10 e 11) ne spiega il senso: le esalazioni sono raccolte e bruciano in una coppa o scafo (scafi del sole, della luna e delle stelle), che sembra doversi far girare in cerchio attorno alla Terra, secondo Anassimandro; le eclissi si producono per momentaneo rivoltamento dello scafo (Cfr. le testimonianze di Aetius in Diels A 11, 12). Della precedente interpretazione troviamo una conferma assai chiara nel fr. 60 (citato nel testo più oltre); e perciò non accettiamo la veduta esposta da Teichmüller (*Neue Studien zur Geschichte der Begriffe*, 1876), che dal fr. 6, trae la conclusione — troppo logica! — Eraclito far muovere il sole soltanto in un semicerchio.

Vaticano.

LA SCUOLA D'ATENE DI RAFFAELLO.
(In mezzo Platone e Aristotele: a destra gli scienziati.)

(Fot. F.lli Alinari.)



(Foto Bruckmann *Griech. u. röm. Portraits.*)

FERECIDE (?).

teo,[1]) il geografo milesio, svela quell'atteggiamento antiscientifico, suggerito da motivi morali, che apparterrà più tardi a Socrate. Ma non è facile collocarlo nella giusta luce. Verosimilmente cerca il significato nascosto dei misteri dionisiaci, a cui — secondo alcuni critici — si ispira anche più strettamente di Pitagora.[2]) Lasciando Efeso, per ritrarsi nella solitudine, egli depose ai piedi della statua di Diana il rotolo in cui era contenuta la sua saggezza, quasi offa alle disputazioni dei posteri. E così fu. Il mistero che avvolge la sua figura profetica lo ha fatto oggetto di commenti, scoperte e rivendicazioni senza fine. La scuola romantica tedesca lo ha messo fra i suoi patroni. «Ci vuole, disse già lo stesso Socrate, un nuotatore di Delo per tuffarsi nelle acque di Eraclito ».

Certo egli non cerca le ragioni meccaniche: il suo fuoco — natura primitiva delle cose — è una specie di forza vitale, principio di trasformazione e di moto, suggeritogli forse dalla consuetudine coi medici. Eraclito ha una visione dinamica della natura. Egli scopre ovunque un contrasto di termini opposti che conferisce significato universale alla guerra, « madre di tutte le cose».

« Essa fa gli uni Dei, gli altri uomini, questi schiavi e quelli liberi ».[3])

Il sentimento della necessità della lotta deve fortificare i caratteri e imporre la disciplina.

« Quelli che parlano con intelligenza debbono fondarsi sull'universale (comune a tutti) come una città sulla legge, e più forte ancora, perché tutte le leggi umane si basano sulla legge divina ».[4]) — « Il popolo deve combattere per la legge, come per le mura ».[5])

Le idee morali — la severa visione della vita che esprime la sua aristocratica personalità — coloriscono fortemente anche la fisica d'Eraclito. I principii sono quelli della tradizione ionica: una sostanza primitiva — che per Eraclito è, come abbiam detto,

[1]) Fr. 40: « Col saper molto non si impara ad essere intelligenti: altrimenti lo avrebbero imparato Esiodo e Pitagora e Senofane ed Ecateo. »
[2]) A conferma: fr. 15, 26, 27, 52. [3]) Fr. 53.
[4]) Fr. 114. [5]) Fr. 44.

il fuoco — si ritrova attraverso le trasformazioni della materia scambiandosi con tutte le cose « come l'oro con le merci ». Ma il filosofo insiste sull'identità sostanziale delle cose che si cambiano l'una nell'altra, ricevendo aspetti e nomi contrarii.

« Maestro dei più è Esiodo. Pensano che sapesse molto; pure egli non sapeva che cosa sieno il giorno e la notte: poiché sono una cosa sola ». « E bene e male sono una cosa sola. Infatti i medici che tagliano e bruciano domandano per ciò un salario.... ». [1])

Pertanto le qualità opposte che conosciamo nella nostra esperienza hanno una realtà soltanto relativa; così la vita e la morte, la salute e la malattia, la purità dell'acqua di mare, salubre per i pesci ed imbevibile per gli uomini. « Il freddo si riscalda, il caldo si raffredda; l'umido s'asciuga e l'asciutto si inumidisce ». [2])

Il fuoco s'ispessisce e scende al mare sotto forma di vortice o tromba marina (πρηστήρ) solcata di lampi, il mare a sua volta va deponendo della terra. Inversamente dalla Terra e dal mare ascendono vapori umidi, i quali diventano nubi tornando a contatto col fuoco generatore di tempeste. «Il fuoco vive la morte della terra e l'aria la morte del fuoco; [3]) ma l'acqua vive la morte dell'aria, e la terra dell'acqua ». Così è chiuso il ciclo delle trasformazioni del mondo: « Nella circonferenza il principio e la fine si confondono ». [4])

La doppia trasformazione — dice Diogene Laerzio — rispondeva per Eraclito alla « via all'in su » e alla « via all'in giù »; quindi la relatività dell'alto e del basso, scoperta da Anassimandro, assurgeva per lui a simbolo di una legge universale: « La via all'in su e la via all'in giù sono una e la stessa ». [5])

Ma il relativo non esiste di per sé, non c'è contrario senza il suo contrario:

« Le coppie sono un intero e non un intero; cose unite e disunite, armoniche e discordi.... »

E la discordia è lotta: [6]) « Convien sapere che la guerra è comune

[1]) Fr. 58. [2]) Fr. 126. [3]) Fr. 76. [4]) Fr. 103.

[5]) Fr. 60. Di questa formula ritroviamo traccie nella mistica orfica e specie nel papiro di Gurob; v. Olivieri, *Atti R. Acc. Arch. Lett. e B. A. di Napoli*, N. S. VIII., p. 302, cfr. anche Diels, *Nachträge II Bd. d. Vors.*, p. XXIV.

[6]) Leggiamo con Plutarco, come Burnet, nota al fr. 45.

a tutte le cose esistenti; e che la lotta è giustizia, e che tutte le cose nascono e periscono per la lotta ».[1])

Ma gli uomini « non sanno che ciò che varia è d'accordo con se stesso »: armonia di tensioni opposte come nell'arco e nella lira.[2])

Concezione in cui si ravvisa un'eco pitagorica.

Perché canti la lira, perché scocchi la freccia, occorre che siano tesi in senso contrario l'arco e le corde: ciascuna delle forze opposte, la rigidità della corda o la flessibilità dell'arco, è limite all'altra: nell'opporsi esse realizzano la legge suprema della Misura, quella stessa che tiene gli astri avvinti al loro cammino, sotto lo sguardo delle vindici Erinni. «Da quel che differisce nasce l'armonia più bella, e dalla discordia nasce ogni cosa ».[3]) « Unioni degli interi e dei non interi, convergenza e divergenza, accordo e disaccordo delle voci: da tutte le cose una sola, e da una sola, tutte ».[4])

Inesauribile variare di combinazioni con le quali il tempo par giocare come un fanciullo bizzarro,[5]) ma che si trovano in quell'unità che è insieme « giorno e notte, estate e inverno, guerra e pace, fame e sazietà ».[6]) Legge divina che tutto penetra e domina: « armonia invisibile superiore all'armonia visibile ».[7]) Questo rivela la natura a chi sa guardarla da sveglio e non come gli altri uomini, che sembrano in sonno perpetuo. « È saggio ascoltare non me, ma la ragione (*Logos*) e confessare che tutte le cose sono l'Uno ».[8])

Tale sembra essere l'ultima parola del filosofo: verità per giungere alla quale basta una visione intuitiva, scevra di quella funesta «polimatia», ricercata da Pitagora e dai suoi seguaci. E se non vi par molto, ricordatevi che « i cercatori d'oro smuovono molta terra per trovarne un poco ».[9])

Lo slancio dello spirito verso l'assoluto porta il relativista a questo estremo: di annullare le apparenti differenze per vedere la nascosta unità della natura. Questa metafisica era implicita nei postulati della scuola ionica: ma Eraclito ne scopre il fondo paradossale e gli conferisce un valore che oltrepassa la fisica. Agli opposti confini del mondo greco, un suo

[1]) Fr. 10, 80. [2]) Fr. 51. [3]) Fr. 8.
[4]) Fr. 10. [5]) Fr. 52. [6]) Fr. 67.
[7]) Fr. 54. [8]) Fr. 50. [9]) Fr. 22.

contemporaneo, uscito più sicuramente dai circoli pitagorici, giunge ad una conclusione affatto simile approfondendo il problema della materia. Parmenide d'Elea compie in tal guisa un'opera propriamente scientifica. I prossimi successori dei due filosofi non sembrano scorgere in essi alcuna contraddizione. [1])

Ma c'è un altro aspetto della visione eraclitea che la più tarda scuola d'Efeso doveva rilevare ed accentuare:

« Quest'ordine del mondo, lo stesso in tutte le cose, non fece alcun dio né uomo, ma sempre fu e sarà, fuoco sempre vivo che s'accende e si spegne secondo misure ». [2])

Eraclito, medico e non geometra, ha dato risalto alla natura animata della materia che era nella tradizione ionica, perciò alcuni credono che l'abbia simboleggiata nel fuoco. [3]) Comunque il « fuoco sempre vivo » dell'Efesio è ben lungi dalla « materia estesa » che vedremo costituire la sostanza primitiva dell'Eleate. Di fronte alla tesi eleatica dell'invariabilità dell'esistente, gli Eraclitei hanno potuto scorgere nel Maestro l'assertore dell'incessante divenire e fluire di tutte le cose. E poiché egli aveva detto che « non possiamo scendere due volte nello stesso fiume », « nemmeno una volta » soggiungerà Cratilo.

Platone ci lascerà una gustosa caricatura degli eraclitei suoi contemporanei, estrosi e bizzarri, che si comportano « come fossero morsi dalla tarantola »:

« Che se interroghi alcuno di loro, ti saetterà con qualche paroletta oscura cavata lì per lì dalla sua faretra: e se gli chiedi il senso delle sue parole, ti capiterà addosso un nuovo genere di bisticcio, e non riuscirai a concludere mai nulla: e nemmeno ci riescono costoro, anzi badano a evitare qualunque stabilità nei loro discorsi o nell'animo loro: parendo loro, mi sembra, esservi già così troppa fissità: ché questa sopratutto e sempre temono e combattono ». [4])

[1]) Non si vede affatto avvertirla l'autore eracliteo dello scritto *De Victu* inserito nel Corpo Ippocratico, là dove egli parla con linguaggio eleatico-anassagoreo della nutrizione (cap. 7), dicendo che nel cibo debbono trovarsi tutte le parti necessarie all'accrescimento dell'uomo, o più avanti (cap. 8) della separazione e del miscuglio, per cui tutte le cose cambiano continuamente di posto.

[2]) Fr. 30.

[3]) Ma convien ricordare il carattere divino che i Pitagorici attribuivano al fuoco: che, forse prima d'Eraclito è assunto come sostanza primitiva dal pitagorico Ippaso di Metaponto.

[4]) *Teeteto*, 179 e.

Qui convien rilevare esplicitamente che « l'eterno moto » di tutte le cose appartiene ai filosofi ionici già prima d'Eraclito; ma non può essere pensato come tesi metafisica significante finché da altri non sia chiaramente formulato il paradosso della tesi opposta, cioè che la natura dell'esistente è invariabile. E questa tesi è posta soltanto con Parmenide.

Così la battaglia per la cosidetta « mobilità dell'essere » — quella non piccola battaglia che Platone[1]) diceva espandersi a tutta la Ionia, facendo da corifei i seguaci d'Eraclito — appartiene verosimilmente all'epoca posteriore, in cui Protagora sosteneva contro gli Eleati che la « conoscenza è sensazione ». Anzi il contrasto fra l'immutabilità eleatica dell'essere — il mondo razionale delle Idee — e il divenire eracliteo — il flusso delle cose sensibili — assume il suo più vero ed alto significato nel dramma platonico. Le induzioni per ritrovare già una polemica fra Eraclito e Parmenide non hanno solido fondamento.[2])

Gli sviluppi del pensiero ionico che proseguono, oltre il campo della fisica, l'idea della relatività, ci hanno portati lontani dal problema fondamentale della materia: è tempo ormai di ritornarvi, per esaminare le nuove soluzioni che di esso porgono i filosofi italici e le conseguenze che ne derivano per il progresso della scienza.

[1]) *Ibid.*, 179 d.

[2]) La tentazione di cercare qualche traccia d'una supposta polemica, è divenuta troppo forte pei filosofi e gli storici moderni, data la straordinaria importanza che l'antitesi *essere-divenire* ha assunto per la filosofia di Hegel. Non riuscendo a trovar niente nei frammenti d'Eraclito (dove sarebbe stato più ragionevole di cercare) si sono esaminati quelli di Parmenide, e Bernays ha creduto di ravvisarvi un accenno antieracliteo (fr. 6). Zeller ha combattuto l'opinione per motivi cronologici, Tannery per motivi di concetto. Ma recenti critici autorevoli (Diels, Burnet) vi sono ritornati, discutendo le possibilità offerte dalle date, e approfondendo con cura la traduzione del testo parmenideo. Noi dissentiamo anzitutto per le ragioni di principio sopra esposte. Inoltre ci sembra inverosimile che la dottrina eraclitea possa esser presa di mira così per incidenza, in mezzo ad una polemica evidentemente diretta contro il « vuoto » dei Pitagorici, ed in un passo che può meglio essere riferito ai discepoli di questa scuola: ma discuteremo più particolarmente il significato dei testi in una nota del cap. IV.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Una bibliografia assai estesa sui filosofi naturalisti è data da A. Diès nella 2.ª ed. dell'opera di P. Tannery, *Pour l'histoire da la science hellène* (p. 415). Ad essa rimandiamo gli studiosi.

Ricorderemo però alcune opere generali:

G. Lilhaud, *Leçons sur les origines de la science grecque*, Parigi, 1893;

G. Kafka, *Die Vorsokratiker* (*Geschichte der Philosophie*, vol. II), Monaco, 1921.

Abbondante materiale nell'opera già citata del Mieli. Alcuni studi particolari:

J. W. Beardslee, *The use of* φύσις *in fifth-century Greek literature*, Chicago Univ. Press, 1918. (v. anche in senso contrario su questo soggetto l'app. alla 4ª ed. del Burnet).

W. A. Heidel, περὶ φύσεως, *Study of the Conception of Nature among the Presocratics*, in *Proc. Amer. Acad.*, v. XIV, n. 4.

Gilbert, *Spekulation und Volksglanbe in der ionischen Philosophie*, in *Arch. f. Religionswiss.*, 13, 306.

La cosmologia di Anassimandro fu ricostruita nei suoi particolari da

G. Teichmueller, *Studien zur Geschichte der Begriffe*, Berlino, 1874.

Cfr. anche

H. Diels, *Ueber Anazimander's Kosmos*, in *Archiv f. Gesch, d. Philos.*, X, 1897.

La ricostruzione del Teichmüller — fatta con alto intendimento scientifico delle dottrine — viene ripresa e spiegata da P. Tannery (*op. cit.*). Tuttavia non si vede che sia stata rilevata la straordinaria importanza dell'argomento sulla stabilità della Terra e l'impulso relativistico che ne deriva per la filosofia susseguente.

Eraclito ha suscitato nei tempi moderni il più intenso interesse dei filosofi hegeliani, che vi hanno cercato le origini della loro filosofia, piegando spesso a codesto preconcetto l'interpretazione del suo pensiero. Basti per noi avere accennato a codesta vasta letteratura. Citiamo soltanto:

G. Teichmueller: *Neue Studien zur Geschichte der Begriffe*, 1876-78; e le memorie di P. Tannery nell'opera citata.

Inoltre:

J. Burnet, *Early Greek Philosophy*, già citato;

E. Bodrero, *Eraclito*, Torino, 1912. Trad. dei frammenti e studio critico;

V. Macchioro, *Eraclito. Nuovi studi sull'orfismo*, Bari, 1922 (cfr. il citato *Zagreus*, Firenze, 1929), contiene suggestioni interessanti.

III.

I PITAGORICI

L'ITALIA «ILLUSTRE». — Lo splendore della Ionia volge al tramonto, ma la scienza è ormai nata. Per trovare un nuovo sviluppo del problema della materia, legato ad una nuova visione del mondo, convien passare dalle città ioniche alle colonie greche della Sicilia e dall'Italia meridionale, «l'Italia illustre» come la chiama Sofocle nell'*Antigone,*[1]) che verso la fine del secolo sesto diviene il vero centro della coltura, e illumina l'Ellade tutta della sua luce.

L'esodo del pensiero dalle coste dell'Asia Minore all'Italia corrisponde ad un movimento migratorio ridestato dalle circostanze politiche.

Pitagora lascia la nativa Samo per sfuggire, dicesi, all'ambiente oppressivo, creatovi dalla signoria di Policrate. Senofane di Colofone fugge l'invasione persiana. Quando urgeva il pericolo di quest'avanzata vedemmo già Talete consigliare alle città ioniche di opporvi un unico fronte. Un altro savio, Biante di Priene, propose ai Greci della costa di abbandonare le loro città e cercare tutti insieme una nuova patria, sulle coste della Sardegna. Lì per lì non fu ascoltato. Ma quando i Persiani furono alle porte, e le loro macchine d'assedio già tormentavano le mura, due aride città marinare. Teo e Focea, si ricordarono del consiglio; e, chiesto un giorno di tregua, ne approfittarono per imbarcarsi e fuggire.[1]) Quelli di Teo passarono in Tracia e fon-

[1]) *Antigone*, stasimo V, I strofe.

darono Abdera, che doveva dare i natali a Protagora e a Democrito. I Foceesi volevano fermarsi a Chio; ma gli abitanti rifiutarono di riceverli. I timidi già si eclissavano e tornavano in patria alla chetichella. Ma i più animosi non vollero arrendersi e fecero vela per Alalia in Corsica. I Foceesi erano noti per il loro ardimento marinaro: primi fra gli Ioni essi avevano abbandonato il piccolo cabotaggio, e si erano messi per l'alto mare aperto con le loro navi da corsa a cinquanta remi, i « penteconteri ». Adesso, rifugiati in Corsica, dove già esisteva una loro piccola colonia, vivevano di pirateria, spargendo l'allarme fra le popolazioni del Tirreno. Ma contro di loro si armavano Tirreni e Cartaginesi; e uno scontro navale in cui la vittoria rimase incerta, li decise a cambiar vita. Passati sul continente, si fermarono più giù, verso Pesto, fondando la città di Elea, o Velia, circa nel 540 a. C.

Gli evidenti rapporti di pensiero che si scoprono fra i naturalisti ionici e la scuola italica di Pitagora, e poi coi filosofi di Elea e di Abdera, riesciranno bene comprensibili a chi ricordi lo stretto vincolo di parentela, che legava queste città.

Pitagora e la scuola italica. — Pitagora, figlio di Mnesarco, è nato a Samo verso il 572 a. C. o poco prima. Il racconto tradizionale dei suoi lunghi viaggi d'istruzione non deve essere privo di qualche verità. Pare anche ch'egli facesse il tentativo di esercitare un'influenza politica in patria, nei momenti che precedettero la tirannia di Policrate.

La città trovò sotto questi un regime ordinato, favorevole all'espansione dei commerci; si fecero anche grandi opere pubbliche, come l'acquedotto di Eupalino, meravigliosa testimonianza delle cognizioni tecniche dell'epoca.[1]) Ma come già dicemmo, Pitagora mal sopportava l'ambiente oppressivo della corte; venne in Italia e fondò a Crotone quella setta od ordine di carattere religioso che prese il nome di *Scuola Italica*. Aveva allora press'a poco quarant'anni. Ma lasciamo la parola ad Ovidio, nella cui parafrasi troviamo ancora l'eco delle solenni *Purificazioni:*

Eravi qui un uomo .... che aveva fuggito ad un tempo e la patria e chi sulla patria imperava, e per orrore della tirannide s'era posto in

[1]) Erod. I, 164-168. [2]) Erodoto III, 60. Cfr. cap. XXIII.

volontario . esilio. Gl'Iddii, quantunque discosto dalla regione del cielo, Egli avvicinò con la Mente, e quel che da Natura era conteso ai guardi umani, Egli con gli occhi attinse del suo gran cuore. E poi che tutto aveva con l'animo percorso e con vigilante ascesi, ne impartiva agli altri la disciplina: e alle congreghe degli alunni, taciturni e ammiranti la sua parola, insegnava i principii dell'Universo e l'origine delle cose, e che cosa fosse Natura, che cosa Dio, donde le nevi, donde il fulmine,

PITAGORA.
(Dall'Aritmetica del Calandri, 1491).

e se i tuoni venissero da Giove o dal vento che squarcia le nubi; e che cosa squassasse la terra; e con qual norma rotassero sia gli astri sia tutto che è visibile. [1])

L'insegnamento di Pitagora, ad un tempo morale e scientifico, trovò largo seguito in un ambiente che già possedeva tradizioni di cultura, fiorendovi una scuola medica. E presto altre sedi dell'ordine furono fondate in diverse città della Magna Grecia e della Sicilia.

1) *Metam.*, XV, 75 sgg. Seguiamo l'interpretazione del Rostagni.

Si comprende come la stretta unione che regnava nella setta e il fanatismo invadente che l'animava dovesse dare facilmente ai Pitagorici un'influenza politica, cui il regime democratico delle Città poteva opporre poca resistenza; in breve si impadronirono del potere.

Il nuovo spirito che pervade lo Stato si lascia osservare assai bene nella stessa Crotone ove s'instaura un regime rigidamente aristocratico, con una politica esterna intollerante ed espansiva. Un'antica faida che pendeva colla potente vicina Sibari, fu portata a compimento con una guerra di sterminio. Le cronache serbano il ricordo del súbito sgomento che invase tutto il mondo greco fino alle rive dell'Ellesponto, quando si diffuse la notizia

PITAGORA.
Moneta di Samo del tempo di Traiano.

che Sibari l'opulenta, la Città molto amata dagli Dei, era stata data alle fiamme e che non ne rimaneva pietra su pietra.

Ma, pronta come l'ascesa, doveva giungere la fine dell'insolito regime. La discordia e la faziosità, inerenti alla mentalità politica dei Greci, non tardarono a risvegliarsi; crebbe il numero e il malcontento dei delusi, che non erano stati ammessi alle gerarchie. Infine l'opposizione terminò (verso il 500?) con un conflitto; la loggia pitagorica di Crotone fu incendiata e nell'incendio perirono la maggior parte dei notabili della setta. Secondo alcuni vi morì lo stesso Pitagora. Altri vuole che si fosse già ritirato a Metaponto e sopravvivesse ancora qualche anno. Intanto i suoi discepoli si disperdevano per l'Italia e per la Grecia, propagandovi le idee pitagoriche, che vennero così ad esercitare l'influenza più diffusa sui pensatori successivi. Vedremo d'altronde che esse recavano, col calore della fede religiosa e

col soffio poetico, anche un intenso fermento di scienza. Qualcosa dello spirito pitagorico è passato dall'antichità anche nel nostro pensiero, e si trova alla base dello sviluppo scientifico moderno.

Oltre il disegno esteriore della scuola, poco o nulla può dirsi della vita e dell'insegnamento di Pitagora, che non sia tradizione dubbiosa e tardiva. Il maestro non ha lasciato niente di scritto; il lavoro della scuola si metteva in comune, e di ogni scoperta si faceva risalire il merito al fondatore. Testimoni assai vicini non sanno già più distinguere la sua opera da quella di discepoli posteriori, i quali preferivano rimanere nell'ombra, e riportare ogni loro convinzione al detto infallibile di Lui: αὐτὸς ἔφα, *Ipse dixit*. Ma già al IV secolo, la figura del filosofo si perde nella caligine luminosa del mito. Eraclide Pontico, lo stesso Aristotele e la sua scuola, non ne conoscono poco più che i tratti leggendari: Pitagora è figlio di Apollo o di Ermete, è sceso agli inferi e ne è risalito, è profeta, mago, veggente, come lo sarà più tardi il suo immaginoso biografo Apollonio di Tiana, che da lui pure riprende il dono dell'ubiquità.

Col perdersi della civiltà greca nel caos del mondo orientale, la figura di Pitagora risorge circonfusa di mistico splendore. La tradizione non era del tutto spenta: poiché dell'antica scuola qualcosa viveva ancora in uomini quali Diodoro d'Aspendo ed Eraclide Lembo, e un ramo ne era risorto a Roma per opera di Nigidio Figulo; ma assunto ormai nel forte organismo neoplatonico, il pitagorismo perde le ultime vestigia del suo carattere scientifico: e negli scritti di Giamblico e di Porfirio, ci appare come una oscura aritmologia cabalistica, che vuole spiegare e collegare simbolicamente i misteri delle varie religioni, in un sistema che della filosofia non serba più altro che il nome.

Lo stesso Pitagora aveva probabilmente inculcato ai discepoli un religioso terrore per i suoi doni soprannaturali: « vi sono, essi dicevano, tre specie di esseri ragionevoli: gli uomini, gli Dei, e i simili a Pitagora ». Qui ci par di sentire la voce di scherno d'Eraclito: « Pitagora, figlio di Mnesarco, ha spinto lo studio e la ricerca più in là di ogni altro uomo; si è creata una saggezza fatta di polimatia e di male arti ».

Religione. — Col Pitagorismo ci troviamo in un'atmosfera intellettuale del tutto diversa da quella della scienza ionica;

e per giudicarla correttamente, dobbiamo riportarci a quel che si è detto nel Capitolo I.

Abbiamo già visto come allo spirito della Grecia omerica si fosse venuta sovrapponendo una nuova corrente, derivata in modo più o meno diretto dall'Asia, in cui si incontravano le aspirazioni morali dei poeti e la religiosità rinascente del popolo, nelle sue forme più primitive e naturalistiche. Era questo l'Orfismo, del cui aspetto originario poco sappiamo, a causa della sua pronta interazione con le altre religioni misteriche, e con la scuola pitagorica. Ma fin da principio, certamente, esso fu penetrato di un senso pessimista della vita, contrastante singolarmente con l'idea convenzionale che ci si fa dello spirito greco.

Qui si vede la lotta tra il bene e il male, tra lo spirito e la materia, simboleggiata in un mito, per cui gli uomini debbono riscattare il peccato originale di un Dio ucciso. Dioniso Zagreo è dilaniato dai Titani che mangiano il suo cuore e sono folgorati da Giove; dalla loro polvere nasce l'uomo che nella creta mortale del corpo (elemento titanico) racchiude pure una scintilla divina, l'elemento dionisiaco che aspira a ricongiungersi col Dio risorto. Perciò questa scintilla, che è la più vera sostanza dell'anima, dovrà liberarsi dalla « tomba » del corpo (σῶμα σῆμα, secondo l'impressionante formula orfica) trasmigrando attraverso molte vite successive d'espiazione e di purificazione. La via da seguire è minutamente descritta in un rigido rituale il cui scopo non è tanto di adombrare qualche verità, quanto di porre l'adepto nello stato d'animo voluto, e di fargli compiere gli atti necessari nell'ordine prescritto, affinché si sciolga la promessa:

> Quando, il corpo spogliato, all'etere libero voli
> franco di morte sarai, tu nume immortale, non uomo.[1])

L'adesione di una scuola filosofica, come la pitagorica, a tali forme propriamente magiche, e al principio dell'*ex opere operato*, può suscitare meraviglia, in chi sia stato partecipe del senso di elevato razionalismo che pervade la scuola ionica. Si tratta effettivamente di una reazione all'indirizzo laico di questa, reazione che poco dopo vediamo apparire nella Ionia stessa, con lo sdegnoso appartarsi di Eraclito.

[1]) Χρυσᾶ ἔπη v. 70 sg. Cfr. Empedocle fr. 112, 4

Aristocratico iniziato questi, « spregiatore di folle »[1]) e degli stessi pitagorici, che sono invece ardenti iniziatori e propagandisti. Ma pur in temperamenti così opposti si ritrova la stessa tendenza a dar vita alle nuove teorie, fondendole con le tradizioni antichissime.

Pitagora, con la sua mistica, infonde vita nel corpo già vecchio del simbolismo: nulla fa maggior presa sugli spiriti che il ritorno a riti primitivi, di cui ancora l'anima collettiva sente tutto il valore. Di qui la strana serie di *tabù* adottati dalla scuola: astenersi dalle fave e dalla malva, astenersi dalla carne degli animali almeno in certe condizioni, non avvicinare coloro che li uccidono, non vestire di lana ma soltanto di lino, non sacrificare il gallo bianco, non rompere il pane, non attizzare il fuoco col coltello, non lasciar nella cenere l'impronta della pentola; e tanti altri che hanno fatto la disperazione dei più ingegnosi commentatori, mentre non sono che un ponte gettato fra il pensiero nuovo e l'antica sacralità.

La religione pitagorica era apparentata all'orfica,[2]) se pure Apollo vi prendesse il posto di Dioniso. Certo v'era la credenza nella « ruota delle nascite »: l'anima passa per successive reincarnazioni nel corpo d'uomini e d'animali. « Una volta — dice Senofane[3]) — Pitagora sentendo urlare un cane che veniva picchiato, impietosito gridò: smetti di picchiare, che ho riconosciuto alla voce l'anima di un amico ».

Lo stesso Pitagora, prima di nascere come filosofo si pretende fosse stato incarnato nel corpo d'Euforbo figlio di Panto, eroe della guerra troiana; a ciò allude Orazio facendo parlare un navigante che approda alla tomba d'Archita:[4])

> Te maris et terrae numeroque carentis arenae
> mensorem cohibent, Archyta,
> pulveris exigue prope litus parva Matinum
> munera, nec quicquam tibi prodest
> aerias temptasse domus animoque rotundum
> percurrisse polum morituro.

1) ὀχλολοίδορος, dice Timone di Fliunte.
2) Erodoto II, 23.
3) Fr. 7 Diels.
4) *Carm.*, I, 28. Cfr. « Iliade » XVII 51-60. Sull'attività scientifica di Archita, e sulle sue invenzioni meccaniche, v. cap. XXIII. Su quest'ode tanto tormentata dai critici, cfr. V. Ussani, *L'ode di Archita*, Roma, 1892.

Occidit et Pelopis genitor, conviva deorum
Tithonusque remotus in auras
et Iovis arcanis Minos admissus, habentque
Tartara Panthoiden iterum orco
demissum, quamvis clipeo Troiana refixo
tempora testatus nihil ultra
nervos atque cutem morti concesserat atrae
judice te non sordidus auctor
naturae verique. Sed omnes una manet nox
et calcanda semel via leti. [1])

La via della salute, che deve condurre al finale affrancamento della « ruota delle nascite », era legata, per gli Orfici, a riti semibarbari, quali sono le famose « orgie » del culto di Dioniso. Pitagora, senza abbandonare del tutto questi riti, introduce un'idea più elevata. Fu straordinariamente amato, dice Platone, per avere insegnato un modo di vita pitagorico, come già Omero aveva insegnato un modo omerico. [2])

Il cammino della vita è la *filosofia*, cioè lo « sforzo verso la saggezza » inteso come fattore d'elevazione morale. [3])

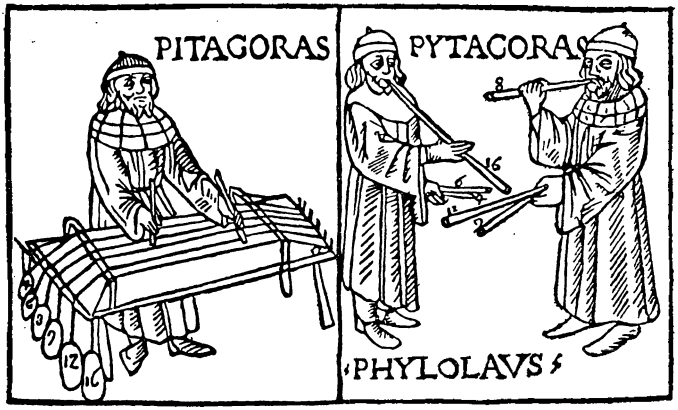
Ed è caratteristico del genio greco che l'attività artistica e

[1]) La rinascita religiosa e il ritorno verso l'individualismo ci appaiono come un movimento universale in questo tempo, se pur la storia non sappia ancora darne le ragioni profonde. Essa si afferma presso gli Ebrei con Geremia, Ezekielle, il Deutero-Isaia; presso i Persiani con Zaratustra. L'idea della palingenesi o reincarnazione, come in Grecia, si trova nel VII secolo anche in India. È possibile porre un rapporto fra i due moti religiosi? Storici autorevoli giudicano che essi si producano indipendentemente, per cause analoghe. Tuttavia la pubblicazione d'un lavoro di Apastamba, il *Sulba-Sutra* (tradotto da Buerk in *Zeitschrift der deutschen morgenländischen Gesellschaft*) suggerisce una diversa impressione: poiché codesto scrittore indiano del V secolo riferisce alcuni casi particolari del teorema di Pitagora relativo ai quadrati dei lati del triangolo rettangolo, i quali sembrano risalire a un'antichità più remota. Le relazioni fra il pensiero indiano e il pensiero greco sono state soggetto di aspre controversie fra i dotti. È ormai indubbio che molto di quel che si credeva venuto in Grecia dall'India ha invece fatto la strada inversa, al tempo di Alessandro. Ma se la scienza indiana è in gran parte il riflesso lunare di quella greca, non si può dir lo stesso delle idee religiose. Il sorgere del buddismo è stato accompagnato da un vasto movimento missionario, di cui si vengono scoprendo le traccie nelle parti più insospettate. Asoka, il grande imperatore buddista, ci aveva già lasciato testimonianza di attività missionarie in Europa: attività di cui troviamo un'eco nella leggenda cristiana di San Giosafatte. Lo studio comparatistico del folklore e delle culture primitive ci ha dato molti altri indizi, permettendoci di seguire la predicazione buddistica fin fra le popolazioni celtiche della Britannia preromana. Cfr. D. A. Mackenzie, *Buddhism in pre-Christian Britain*, London, 1928.

[2]) *Rep.*, 600 b.

[3]) Aristosseno (in Porfirio, *De Vita Pythagorae*, 22) gli attribuisce questo apoftegma: «doversi fuggire con ogni studio e tagliare con ferro e fuoco e con ogni ingegno: dal corpo la malattia, dall'anima l'ignoranza, dal ventre la lussuria, dalla città la discordia, dalla famiglia i litigi, e infine da ogni cosa la mancanza di misura ». (Cfr. *I versi aurei*, ecc., versione di G. Pesenti).

scientifica — verso il bello e il vero — assumano qui un significato religioso. Come si purifica il corpo con le abluzioni e con le purgazioni, così l'anima si lava dall'immondezza del vizio e degli appetiti terreni, con la contemplazione delle armonie ideali, con la musica e con le matematiche. Gli adepti si applicavano anche all'astronomia, alla medicina, alla ginnastica, alla lettura d'Omero e d'Esiodo, che oltre a rispondere in diversi modi alla vita comune della confraternita, erano pur considerati come mezzi tendenti allo stesso fine. « Giova — canta il poeta latino — giova drizzare per gli alti astri il volo, lasciata l'inerte dimora



La prima raffigurazione di Pitagora come musico.
(Dalla *Theorica musice* del Gafurio 1492).

della terra; farsi alzare dalle nubi, poggiando sugli omeri del valido Atlante, e giù guardare di lontano gli uomini che vagolano qua e là privi di senno, e tremanti e timorosi della morte esortarli così e dispiegare l'ordinamento del Fato ».

La teoria delle monadi. — « Che vi è di più saggio? Il numero. Che di più bello? L'armonia ». Questi due articoli del catechismo di « perfezioni » degli acusmatici[1]) danno la chiave del pensiero della scuola.

[1]) Nel catechismo pitagorico non erano contenute soltanto interdizioni. Vi erano anche delle definizioni mistiche: « *Che cosa sono le Isole dei Beati? Sono il Sole e la Luna* ». Altre ancora erano « perfezioni »: « *Che cosa vi è di più giusto? L'atto del sacrificio* ». Concetto questo che ispira tutta quanta la letteratura vedica più antica. La prima gene-

« I cosidetti Pitagorici, dice Aristotele nella *Metafisica*,[1]) avendo cominciato ad occuparsi di ricerche matematiche ed essendo grandemente progrediti in esse, furono condotti da questi loro studi ad assumere come principii di tutte le cose esistenti quelli di cui fanno uso le scienze matematiche. E poiché i primi che qui s'incontrano sono, per natura, i numeri, sembrò loro di ravvisare in questi molte più analogie con ciò che esiste o avviene nel mondo, di quante se ne possono trovare nel fuoco, nella terra e nell'acqua.... Avendo poi riconosciuto che le proprietà e le relazioni delle armonie musicali corrispondono a rapporti numerici, e che anche in altri fenomeni naturali si riscontrano analoghe corrispondenze coi numeri, furono tanto più indotti ad ammettere che i numeri siano gli elementi di tutte le cose esistenti, e che tutto il cielo sia proporzione e armonia ».[2])

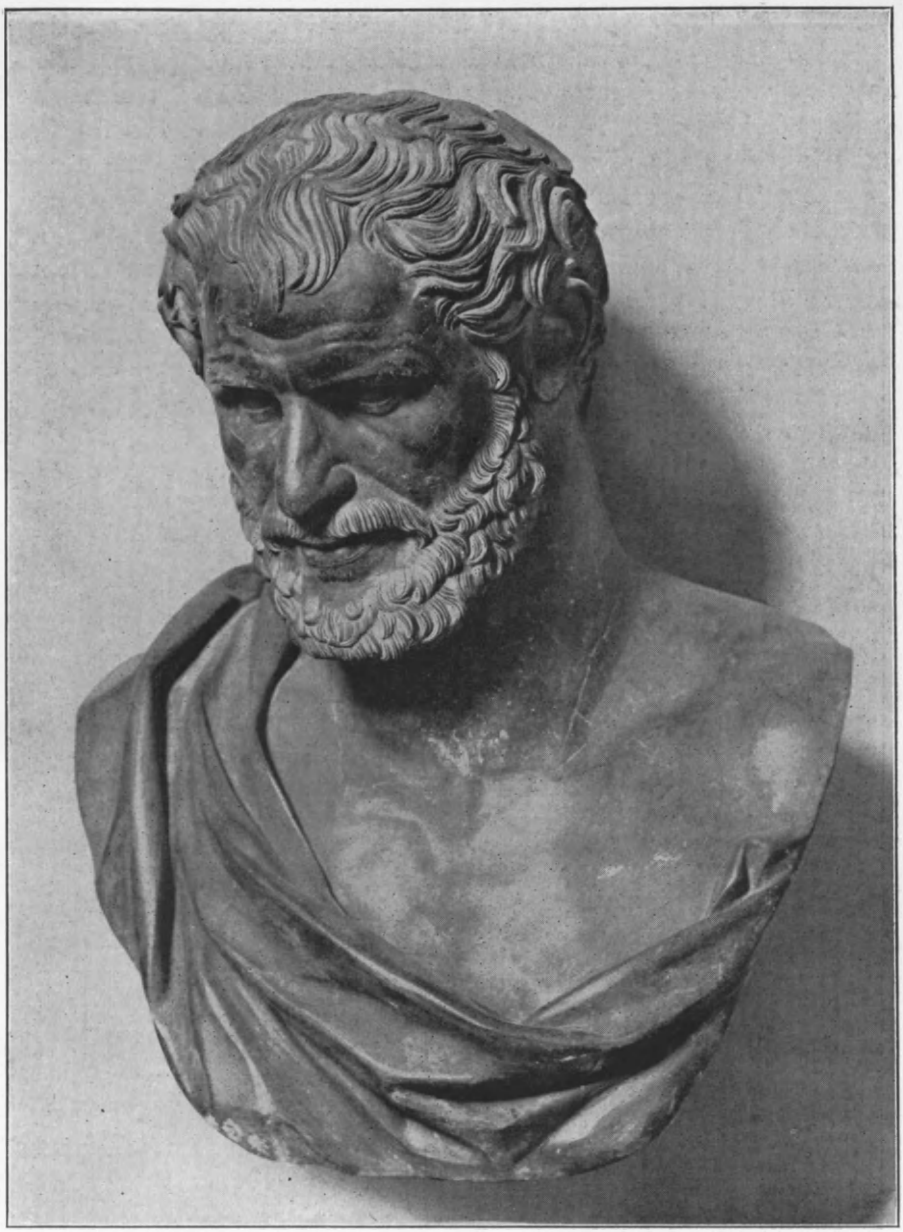
Un secolo dopo Pitagora, Filolao esprimeva questo pensiero dicendo che: « Tutte le cose conosciute posseggono un numero, e nulla possiamo comprendere e conoscere senza di questo ».[3])

razione di Pitagorici doveva essere composta di mistici ancora rapiti nel sogno religioso. La tradizione ce ne ha conservato solo pochi nomi: Milone, Petrone, Brotino, Cercope, Ippaso, fors'anche il poeta Epicarmo; non erano escluse le donne, come ci mostra il nome celebre di Theano. In seguito si distinsero dai fedeli i puri scienziati o « matematici ».

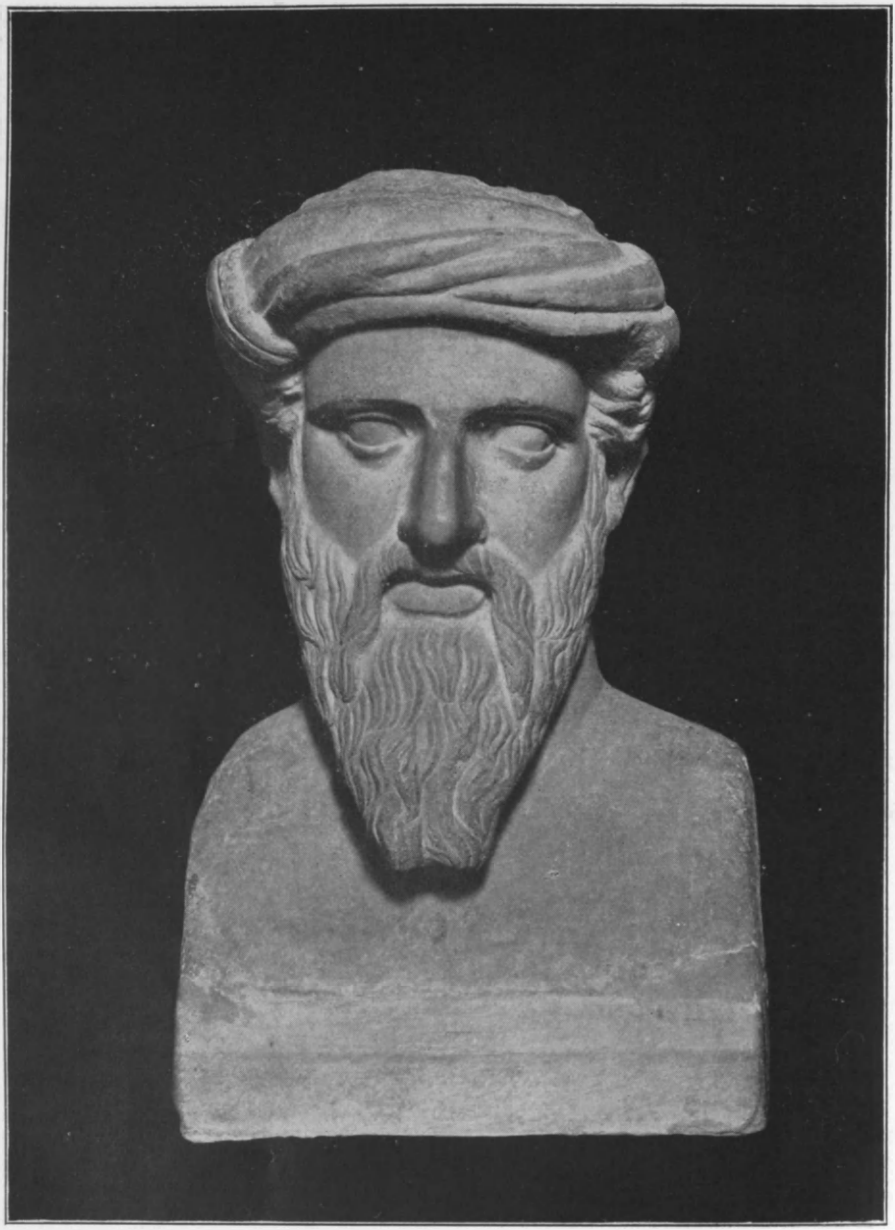
[1]) *Met.*, I, 5.

[2]) Di qui il concetto del *cosmo*, che appare per la prima volta fra i pitagorici, a designare l'ordine dell'universo. Nell'accezione antica e letterale, la parola significa « decoro, ornamento »; e se ne ritrova l'eco nella espressione « cosmetico ». Presa in senso figurato per εὐταξία, indicava l'ordine e le eleganze del discorso. I pitagorici posteriori, in particolare Filolao, ridussero la parola come a rappresentare la zona media, planetare del loro universo sferico. All'interno stava l'*Urano*, il fuoco centrale; all'esterno l'*Olimpo*, la regione ignea. Più tardi si userà *cosmi* al plurale per dire le stelle, o da Anassagora per indicare quei sistemi planetari che supponeva diffusi per lo spazio in numero infinito. Platone e Aristotele riprendono il senso originario, intendendo per «cosmo» l'universo come un tutto ordinato. Solo nei secoli dell'Impero la parola venne ad esprimere la Terra, e magari la zona abitata, e anche fra noi si usa qualche volta in questo senso la parola *universo*. Quando i Romani si accinsero a tradurre il linguaggio filosofico greco, volsero κόσμος nel suo equivalente *mundus*, che pur servendo anche a indicare gli ornamenti femminili, era essenzialmente il nome dato alla fossa sacra della città, porta degl'inferi per cui gli spiriti degli antenati e della terra patria comunicavano col mondo di quassù. La città antica, soggiorno degli dei indigeti, si voleva riproducesse nei suoi tratti essenziali il piano dell'universo. E questo un simbolismo orientale che rimane profondamente radicato nelle civiltà greca, etrusca e romana. « Per quanto possa sapere, dice Catone, da coloro che sono penetrati in un *mundus*, la sua struttura richiama quella della vôlta del cielo che ci sovrasta ». Nei giorni consacrati ai morti, vi si versava sangue sacrificale per infondere vita nelle ombre, come Ulisse agl'inferi: o vi si gettavano monete, da cui il nostro uso sempre vivo di sotterrar monete nelle fondamenta degli edifici. Troviamo già il senso nuovo in Ennio: *mundus coeli constitit silentio*. (Sat. VI, 2). I Germani non sono mai giunti ad immaginare un cosmo. *Welt, world* (anticam. *wërält, vëruld*) hanno il significato originario di generazione, *saeculum*. Per i Goti, come per molti popoli orientali, esisteva solo il «giardino cinto dai mari», *merigard*. (Cfr. il κόρτος οὐρανοῦ che Esichio cita da un poeta ignoto).

[3]) Fr. 4.



Napoli. ERACLITO (?). (Fot. F.lli Alinari.)



Roma. ARCHITA (?). (Foto Anderson.)

Però il passo citato, ed altri riferimenti d'Aristotele,[1]) fanno ritenere che la dottrina primitiva della scuola avesse un senso più materiale, a cui corrisponderebbe la formula « le cose sono numeri ».

Ma di nuovo qui — come per l'Infinito di Anassimandro — dobbiamo chiederci: che senso può avere una tale dottrina? In qual modo il numero può essere considerato come una specie di materia, al pari dell'acqua o dell'aria o del fuoco?

Per spiegare l'apparente non-senso siamo indotti — con Paul Tannery — a ricercare il significato che i Pitagorici potevano attribuire agli stessi numeri. Il numero non è ancora il puro astratto designante la quantità degli elementi che entrano a formare un insieme qualsiasi, e non è neppure quello che oggi si suol designare come « numero concreto ». Certo i Pitagorici usavano di tali numeri, parlando di 5 anfore o di 7 cavalli; ma nelle loro speculazioni filosofiche cercavano, in qualche modo, un significato naturale dei numeri. Si presentava loro l'ipotesi che tutti i corpi fossero formati di punti materiali o monadi, disposti in un certo ordine geometrico. La configurazione dei punti, col suo ordine, formava per loro un numero. Così essi parlavano di numeri figurati: per esempio, un gruppo di 9 punti disposti in tre file lineari a forma di quadrato, costituiva un numero quadrato. Analogamente consideravano numeri triangolari ecc. ed anche numeri solidi: cubici, tetraedrali ecc.

Di una siffatta veduta geometrica del numero non è rimasto per noi che l'idea del numero ordinale, sebbene la concezione pitagorica non sia stata senza influenza sulla geometria analitica di Descartes. Ma, ciò che qui occorre rilevare, la considerazione pitagorica non era solo geometrica, sì anche fisica. Il punto, elemento unitario delle cose, se da una parte conduceva alla loro rappresentazione geometrica, dall'altra era concepito come un corpicciuolo, unità materiale o *monade*.

Or dunque la formula paradossale « le cose sono numeri » viene a dire che ogni materia è composta di elementi o punti materiali, di piccola ma non nulla grandezza; e che dalla figurazione — numero e ordine — di codesti punti, fra loro identici

1) P. es. *Met.*, XII, 6 (7) e XIII, 3 (14). Per una discussione più approfondita Cfr. Enriques, *La polemica eleatica per il concetto razionale della Geometria*, l. c. (*Periodico di Mat.*, 1923).

e qualitativamente indifferenti, dipendono tutte le proprietà e differenze apparenti dei corpi.

C'è, come si vede, una grande idea: in un certo senso il principio della fisica matematica moderna. La teoria pitagorica pone infatti il problema di spiegare le differenze qualitative riconducendole a differenze di quantità. Aristotele mette in chiara luce questo principio, opponendogli la pregiudiziale che dopo di lui è stata ripetuta cento volte dai filosofi e che anche oggi si fa valere come obiezione alla filosofia meccanica. Alla quale obiezione si risponde: quando un certo stato di moto cessa di essere percepito come tale, per dar luogo a calore o altro fenomeno, si può ben dire che la nuova apparenza costituisce qualcosa di nuovo la cui conoscenza si aggiunge alla spiegazione quantitativa e la completa; ma ciò nulla toglie al valore di questa spiegazione. Si è scoperta insomma una corrispondenza fra un certo ordine di fenomeni qualitativi e un processo quantitativo, e traverso la diversità si scorge così una profonda e non sospettata unità.

L'idea pitagorica delle monadi porta in germe questa feconda veduta, che dovrà maturare attraverso la filosofia democritea. Ora, per l'intelligenza storica, dobbiamo chiederci: come si può ricollegare la teoria delle monadi alle precedenti dottrine della materia, che abbiam visto affacciate dagli Ionici?

Non è difficile rispondere, partendo dall'ipotesi di Anassimandro. Una materia cosmica diffusibile — che potrà magari concretarsi in aria o fuoco, o in un miscuglio di aria e di fuoco — prende varie forme e stati, per condensazione e rarefazione. Così appunto l'aria di Anassimene diventa acqua quando è condensata per compressione e maggiormente compressa si muta in terra (solido), invece rarefatta diventa fuoco. Ma, là dove ci è dato scorgere qualche fenomeno analogo — per esempio, nella condensazione del vapore ovvero nella cristallizzazione d'un liquido — non appare un fenomeno di massa; il vapore condensato o il liquido solidificato non si raccoglie da una parte, in massa compatta, anzi si vedono sparsi in tutto il corpo centri di condensazione (goccioline liquide o piccoli nuclei cristallini). Un'osservazione simile può avere suggerito ai Pitagorici questa veduta: la sostanza primitiva infinita — la matrice delle cose, che essi concepiscono come essenzialmente ignea — dà origine

alla materia propriamente detta (e in particolare al solido che ne costituisce il tipo) per condensazione attorno ad un gruppo di punti o centri monadici; intorno ad ogni centro si forma un piccolo nucleo compatto, la monade, che rimane circondata e separata dalle altre da qualcosa di rarefatto, come vuoto, etere. Ciò corrisponde a diverse descrizioni che Aristotele[1]) ci dà delle dottrine pitagoriche.

ARITMETICA E MISTICA DEI NUMERI. — Si vede così che l'ufficio attribuito al numero nella spiegazione pitagorica del mondo, ha — almeno originariamente — una base materiale: ne resulta però uno speciale interesse pei numeri e per le loro proprietà talvolta meravigliose, ed insieme la ricerca d'analogie in cui viene ad inserirsi un elemento mistico.

Proclo[2]) dice che la conoscenza dei numeri e delle regole di calcolo (*logistica*) è venuta in Grecia dai Fenici, « a cagione degli scambi e delle operazioni commerciali a cui essi si dedicarono », ma — per testimonianza di Aristosseno, il peripatetico teorico della musica — Pitagora elevò l'*aritmetica* al di sopra dei bisogni del commercio, facendone oggetto di pura scienza. Le distinzioni dei numeri *pari* e *dispari*, dei numeri *amici* (ognuno dei quali è la somma dei divisori dell'altro), dei numeri *perfetti* (eguali alla somma dei loro divisori), dei numeri *lineari* o rettilinei e *piani* o rettangolari[3]) (cioè primi e composti) risalgono alla sua scuola.

Connesso colla rappresentazione geometrica dei numeri è l'uso dell'*abaco*, talvolta con pedine o palline scorrevoli, per eseguire i calcoli, che Pitagora avrebbe appreso dagli Egiziani. E da codesta rappresentazione deriva poi la regola per formare i quadrati come somme dei successivi numeri dispari:

$$1 + 3 = 2^2,\quad 1 + 3 + 5 = 3^2 \ldots.$$

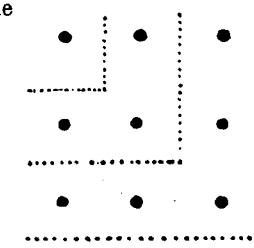
1) *Met.*, I, 5 (13); XI, 6 (17); XIII, 3 (14); *Phys.*, IV, 6 (7). Aggiungi quanto ci risulta su Eurito pitagorico, il quale parrebbe desse numeri alle cose contando i punti necessari a segnarne la forma (Diels, 2).

2) *Procli Diadochi in primum Euclidis Elementorum librum commentarium*, ed. Friedlein, Lipsia, 1873, pag. 65.

3) Da un frammento di Speusippo, questa distinzione resulterebbe appartenere a Timarida di Paro. Cfr. Loria, *Le scienze esatte nell'antica Grecia*, pag. 807. Il prof. Loria, come Cantor e Zeuthen, considera Timarida un pitagorico antico. L'errore ha origine in un equivoco del Tannery. Timarida è un contemporaneo di Teone Smirneo e il suo *epanthema* algebrico è una tarda fiorita. Cfr. Diels, *Nachtr. z. I. Bde*, XLI, 25. Tuttavia il concetto dei numeri figurati è certo molto più antico.

Invero se al numero quadrato n^2, si aggiunge una linea orizzontale di n punti e poi una verticale di $n+1$, si ottiene

$$(n+1)^2 = n^2 + (2n+1)$$

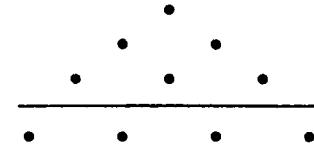


(cfr. figura); si trova quindi la proprietà espressa dalla formula

$$1+3+5+\cdots\cdots+(2n-1)=n^2....$$

Analogamente la formazione dei numeri triangolari porge la somma dei numeri naturali:

$$1+2+3+\cdots\cdots+n=\frac{n(n+1)}{2}$$



Ora la generazione dei quadrati dalle serie dei numeri dispari suggerisce di congiungere a codesti numeri l'idea del perfetto; invece se si procede in maniera analoga coi numeri pari si dà origine, non più a dei quadrati, ma a dei rettangoli: perciò ai numeri pari viene collegata l'idea dell'insufficiente o dell'*imperfetto*.

Ed ecco scaturire di qui alcune meravigliose analogie.

Per intenderne il senso ricordiamo che in ogni cosa i Pitagorici vedono una dualità o polarità di principii opposti: opposizione d'idee morali raccolta probabilmente da una tradizione religiosa orientale (lotta fra il Bene e il Male o fra l'Ordine e il Disordine); ed insieme rappresentazione fisica di forze contrastanti ed equilibrantisi che sembra ricollegarsi — come già si è detto — ai concetti d'Anassimandro. Aristotele[1]) ci ha tramandato una tabella che comprende 10 coppie di contrari:

Limite	e	Illimitato
Dispari	e	Pari
Uno	e	Più
Maschio	e	Sinistro
Destro	e	Femmina

[1]) *Met.*, I, 5 (6).

In quiete	e	In movimento
Diritto	e	Curvo
Luce	e	Tenebre
Bene	e	Male
Quadrato	ed	Eteromeco (rettangolo a lati diseguali)

Se non proprio questo decalogo, almeno diverse coppie d'opposti venivano già distinte dal medico crotoniate Alcmeone, che Aristotele stesso cita come amico più giovane di Pitagora, al quale par dunque che se ne debba far risalire l'idea. Ora è notevole che fra gli opposti si distinguono due gruppi: il « bene », la « luce » ecc. stanno da una parte, col « limite » e col « numero dispari », di fronte al « male », alle « tenebre », all'« illimitato » e al « numero pari ». Alcune di queste analogie — probabilmente fra le più antiche della scuola — si spiegano colla teoria monadica della materia: il « limite » è concepito in maniera attiva come limitante, e perciò anche come il fuoco (o la sostanza luminosa) che limita la monade, poiché la condensazione della materia attorno ad un centro porta una zona rarefatta d'etere circostante. Ma come trovare un'analogia fra il « limite » e il « numero dispari » e « l'illimitato » ed il « pari »? La risposta sembra esser data dalla generazione dei quadrati mediante le somme di numeri dispari, e degli eteromechi (rettangoli) coi numeri pari:[1]) l'idea del perfetto porterebbe ad associare i primi al « bene » ed al « limite ». Il cosmo sarà limitato nello spazio, cioè sferico. E sarà limitato anche nel tempo: la vita di quel grande organismo che è il mondo si esaurisce in un certo ciclo, il *Grande Anno*, dopo di che tutto ricomincia esattamente uguale: tale è la legge dell'Eterno Ritorno.

Principio d'analogia, corrispondenza delle meravigliose proprietà dei numeri coll'ordine cosmico e coll'ordine morale: si sdrucciola così nella mistica dei numeri.

L'infanzia del pensiero umano è facilmente portata a questa tendenza. Ma essa si esalta nella scuola di Pitagora, insieme col senso matematico. E questo è assai naturale, ove si apprezzi al suo giusto valore l'enorme sforzo intellettuale fornito dai Pitagorici della prima generazione, per dissociare i numeri

[1]) G. Milhaud, *Les philosophes géomètres de la Grèce.*

dalle cose a cui sono legati, e conferir loro quasi un'esistenza astratta. Le nuove misteriose entità, che sembrano dominare il mondo dei fenomeni, come scorgerne chiaramente la natura? come porre limiti precisi alla loro potenza? Se le loro leggi reggono due ordini di realtà così diversi come quello dei suoni e quello delle figure, perché non tutte le altre cose?

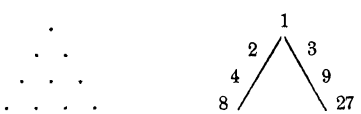
Lo studio degli accordi musicali aveva rivelato ai pitagorici le proprietà delle proporzioni: l'aritmetica, la geometrica, l'armonica. Filolao, il primo pitagorico che abbia lasciato qualcosa di scritto, fa un'analisi accurata dell'ottava, da lui detta « armonia ». Era l'intervallo abbracciato dalla lira, le cui corde avevano le lunghezze 6 : 8 : 9 : 12. Sono specificati gl'intervalli e i rapporti numerici delle consonanze: la « sillaba » (quarta) fra la prima e la seconda, o la terza e la quarta; « quella per le acute » (quinta) fra prima e terza, o fra seconda ed ultima; e finalmente quella « per tutte le corde », (*dià pasôn*) cioè l'ottava. Ora il rapporto di questa, 12 : 6, si può anche scrivere come risultante degli altri: 12-8 : 8-6. Ad ogni passo, il filosofo trova un nuovo elemento dell'armonia matematica soggiacente ai fenomeni: questa, una volta indovinata, gli permetterà di precorrerli colla mente. E l'armonia dovendosi ritrovare in ogni cosa, sarà la chiave di tutto l'universo. Il cubo è un'« armonia geometrica », perché ha dodici spigoli, otto vertici e sei facce. Non diversamente dalle figure e dai suoni avranno un numero proprio anche la Giustizia e l'Occasione. L'intelletto sarà 1, perché sempre immobile in se stesso; mentre 2 sarà il numero dell'Opinione sempre oscillante; il Matrimonio sarà 5, perché unisce il primo numero pari col primo dispari: e così via.

Le mirabili proprietà osservate sui primi numeri sul 3, per esempio, e sul 7 (si era già osservata la funzione critica delle settimane nel decorso delle malattie) fanno di questi dei numeri privilegiati o numeri filosofici, i quali debbono avere un significato particolare nel cosmo.

Il numero perfetto poi è il 10, in quanto, dice Filolao[1]) manifesta meglio di ogni altro la virtù (δύναμις) del numero: « perché la Decade è grande, essa compie e realizza ogni cosa: principio e guida della vita, divina e celeste ed umana insieme...;

[1]) Fr. 11.

senza di essa, tutto è indeterminato, misterioso, oscuro ». In essa è racchiuso ugual numero di pari e dispari; vi è l'unità col primo pari, il primo dispari col primo quadrato. È il fondamento dei numeri tutti. Risulta, fra l'altro, dalla somma del 3 col 7. Il 3 è il primo numero che abbia « principio, mezzo e fine ». Il 7 è simbolo della saggezza, è Pallade, in quanto è nella Decade il solo numero che non sia generato da alcuno di quelli che essa comprende, e che non ne generi alcuno. La Decade sta pure a base della *Tetraktys*, il simbolo tremendo che invocavano gli acusmatici nel voto di silenzio: « No! Lo giuro per Colui che ha rivelato all'anima nostra la *Tetraktys*, che ha in sé la fonte e la radice dell'eterna natura.... » La *Tetraktys* (quaternario) non è altro che la serie dei quattro primi numeri, simboleggianti i quattro elementi, la cui somma fa 10, e che contengono in sé l'essenza di tutti i successivi. Si rappresentano geometricamente col triangolo decadico. Su due lati di que-



sto si possono collocare i primi quattro termini delle progressioni di ragione 2 e 3, a partire dall'unità; gli ultimi due numeri, dei quali l'uno, 8, è il primo cubo pari e l'altro, 27, il primo cubo dispari, addizionati fra di loro e con l'unità, danno la somma degli otto primi numeri, quattro pari e quattro dispari.

C'è in tutta la mistica dei numeri una mera superstizione, o una fallace apparenza dell'idea della semplicità della natura? Certo è che i numeri privilegiati si dovranno ritrovare nelle misure dell'universo e nelle distanze dei corpi celesti; dai loro semplici rapporti deriverà un'*armonia delle sfere*. « Armonia » significa originariamente accordo ideale di numeri; poi si immaginò che implicasse una musica cosmica, insensibile all'orecchio umano che vi è abituato, ma capace di dare all'anima la gioia ben nota a chi contempli in una notte serena il cielo stellato. [1])

[1]) Cfr. Boeckh, *Kleine Schriften*, III, e C. v. *Jan, Die Harmonie der Sphären*. in *Philologus*. 1893. Inoltre la discussione delle varie interpretazioni in Heath, *Aristarchus*, p. 107.

Anche i corpi celesti mobili, che i Pitagorici distinguono dalle stelle fisse, dovranno essere *dieci*; e perciò Filolao aggiunge ai pianeti conosciuti, alla Terra, al Sole e alla Luna, un'ipotetica *antiterra*, che probabilmente doveva anche spiegare le eclissi, come i corpi oscuri d'Anassimene,[1]) dando per centro a tutto il sistema, non la Terra, ma un supposto fuoco centrale, « la divina Hestia » (cfr. Cap. XIV). Fino a che punto queste ipotesi apparentemente arbitrarie, rispondevano a più profondi motivi scientifici?

La domanda nasce già per Pitagora, se a lui si attribuisce la veduta della *Terra sferica*, che avrebbe suffragato con una ragione estetica: la sfera è la più bella delle figure solide. E converrà ritornare sull'argomento (cfr. Cap. XIII). Diciamo fin d'ora che alte ragioni scientifiche si scoprono avviluppate nel pensiero mistico.

Razionalismo e misticismo. — A questo punto siamo tratti a domandare: come si spiega lo strano miscuglio di sapere luminoso e di stravagante oscurità, che appartiene ai creatori della mistica dei numeri?

Il problema che qui sorge è importante per la storia della scienza e della filosofia, segnatamente per comprendere le relazioni fra logica e metafisica. Una spiegazione non superficiale della difficoltà si ottiene soltanto dal riflettere agli *intimi rapporti intercedenti naturalmente fra razionalismo e misticismo:* che appunto vogliamo mettere in luce.

Un po' leggermente il Gomperz (imbevuto dei pregiudizi

1) La creazione dell'*antiterra*, come quella dei « corpi oscuri » di Anassimene, si può riconnettere all'osservazione da parte dei «più antichi matematici» (secondo il termine usato da Cleomede, *De motu circulari*, II, 6) di eclissi anomale e « paradossali » che invano si era tentato di spiegare. Si era notato infatti che certe volte, mentre il sole è ancora al disopra dell'orizzonte, si leva ad oriente la luna *già eclissata*. Per trovare la cosa paradossale gli « antichi » dovevano avere un'idea molto chiara della propagazione rettilinea della luce. Essi cercavano di spiegare la difficoltà, mostrando che chi si trovasse sopra una « altura » della Terra, nel punto di tangenza di questa col cono d'ombra, avrebbe potuto guardare «al disopra» della generatrice del cono, e vedere così sole e luna ad un tempo. L'«altura» fa pensare che l'idea sia venuta ad Arpalo di Mileto che aveva il suo osservatorio sul M. Ida, a 1700 metri. Come che sia, gli astronomi greci continuarono a rifletterci, e finirono per dare la spiegazione giusta basata sulla rifrazione, che Cleomede ci riferisce, osservando che i fenomeni di rifrazione sono particolarmente intensi nelle vicinanze del Mar Nero, e adducendo l'esempio che forma oggetto della prop. 7 della *Catottrica* di Euclide. Ma i filosofi ionici e pitagorici pare ignorassero ancora la rifrazione, e perciò dovettero ricorrere alla soluzione puramente geometrica dei «corpi oscuri».

antimatematici della filosofia empirica, che a torto si è creduto d'identificare con lo spirito positivo) parla a questo proposito delle deficienze intellettuali dei matematici sempre disposti ad oscillare fra gli estremi dello scetticismo e del misticismo; laddove uno storico eminente come lui, avrebbe dovuto ricordare più recenti forme, non matematiche, di speculazione, ove il razionalismo si fonde col misticismo più stravagante.

Per comprendere l'unione intima di tali tendenze apparentemente opposte, si rifletta alle premesse psicologiche del razionalismo. In qual modo si è tratti a cercare nel pensiero il criterio o la misura della realtà esterna? Ciò avviene in forza della nostra disposizione originaria a proiettare fuori di noi le immagini o le idee che popolano la nostra mente: l'io cerca di ritrovare qualcosa di sé nel mondo circostante. Per questo motivo il poeta anima le cose, il filosofo e il matematico vengono a figurare una realtà intelligibile. La fiducia istintiva che prestiamo al ragionamento tende ad esprimersi in un *razionalismo metafisico*, per cui i rapporti logici delle idee assumono il valore di rapporti obiettivi fra gli enti (questa tendenza si scopre bene in quei sistemi moderni che prendono come tipo della causalità il rapporto fra le premesse e le conseguenze del ragionamento deduttivo). Soltanto in uno stadio più evoluto, il *razionalismo* assumerà un senso *positivo*, per cui — lasciando cadere ogni ipotesi metafisica intorno alla natura dei rapporti reali — si conserverà soltanto il postulato fondamentale della scienza, che la realtà è suscettibile d'una rappresentazione razionale.

Ma questo concetto positivo importa una limitazione della tendenza razionalistica, che può essere insegnata soltanto dall'esperienza. Come il fanciullo impara a poco a poco a scernere la realtà dalla illusione del sogno o della fantasia, anche il razionalista, fanciullo della storia, deve correggere a grado a grado la tendenza ingenua della mente a passare dal mondo delle idee a quello dei fatti. Colui che ricerca fuori di sé qualcosa di se stesso, non sa ancora fino a qual punto la proiezione del mondo delle idee riescirà giustificata. E se, in una certa misura, l'esperimento rechi conforto alla naturale tendenza dello spirito, è facile capire ch'ei possa trascorrere ad una fiducia illimitata: la determinazione critica dei limiti e delle condizioni

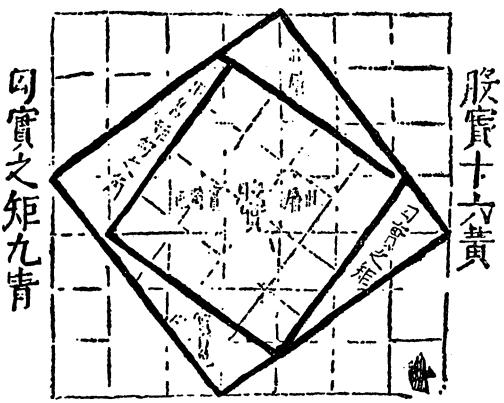
verrà solo più tardi. Dunque l'impulso originale del razionalismo condurrà dapprima ad immaginare la possibilità d'una proiezione illimitata dell'io nel mondo esterno, donde la rispondenza del reale, non soltanto ai rapporti logici, ma anche alle associazioni sentimentali dei nostri pensieri:[1]) anzi queste ultime che si trovano a base dell'attività religiosa, manifesteranno una più forte tendenza ad esteriorizzarsi, in proporzione al loro più forte interesse affettivo. In questa luce, l'attività scientifica e l'attività mistica e religiosa rivelano una profonda unità, scoprendosi come differenziazioni d'una medesima tendenza primitiva dello spirito, che è pure d'ordine religioso: dalla quale deriva, in particolare, la ricerca o la creazione mentale d'alcunché d'eterno e d'immobile nel cambiamento di tutte le cose: i più alti ideali della fede e gl'*invarianti* — oggetti e rapporti — della contemplazione scientifica, sono i due aspetti d'una medesima *realtà*, suprema aspirazione dell'animo umano, e si ricongiungono nella loro origine.

Geometria. — In connessione con la loro veduta matematica del mondo, e più specialmente — come vedremo — con la teoria monadica della materia, i Pitagorici svilupparono lo studio della Geometria. Secondo la tradizione questo studio — trasportato in Grecia da Talete — verrebbe dall'Egitto e sarebbe nato dalle necessità del catasto, in un paese dove le inondazioni del Nilo cancellano i limiti delle proprietà o danno adito a riduzione d'imposte dei terreni allagati. Certo molte conoscenze geometriche si trovano in tempi assai remoti, non solo in Egitto, ma anche in Babilonia, ed in India; così, per esempio, diversi casi particolari, e forse anche il caso generale, della relazione tra il quadrato dell'ipotenusa e i quadrati dei cateti del triangolo rettangolo, che costituisce il così detto teorema di Pitagora; ma dalla scuola pitagorica tali conoscenze vennero ordinate in sistema deduttivo, che è probabilmente il primo modello del genere: quelle lunghe catene di deduzioni che, muovendo da osservazioni semplici ed evidenti conducono a grado a grado alla scoperta di proprietà più riposte e significative, dovettero ap-

[1]) Cfr. Enriques, *Scienza e razionalismo*, Bologna, 1912. Cap. VI *Il problema della realtà.*

punto costruirsi, come opina lo Zeuthen, per lo scopo di fornire la dimostrazione generale dell'anzidetto teorema di Pitagora.

Col metodo deduttivo i progressi della geometria furono ra-

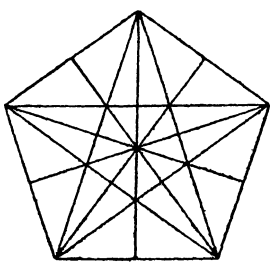


Un caso antichissimo del teorema di Pitagora. Dal *Chou Peï Suan King*, che si vuol far risalire al secondo millennio a. C. Questa è una fra le prime applicazioni dei metodi cinesi di stampa. Lo stesso caso si ritrova in India, e si riferisce alla duplicazione degli altari.

pidi. Nello spazio d'un secolo, all'ingrosso fra il 550 e il 450 a. C., fu sostanzialmente acquisito il possesso della geometria elementare.

Infatti secondo i riferimenti di Proclo, nel commento all'Euclide, dovrebbero attribuirsi ai Pitagorici:

1) il teorema che la somma degli angoli d'un triangolo è eguale



Il *Pentalfa*.

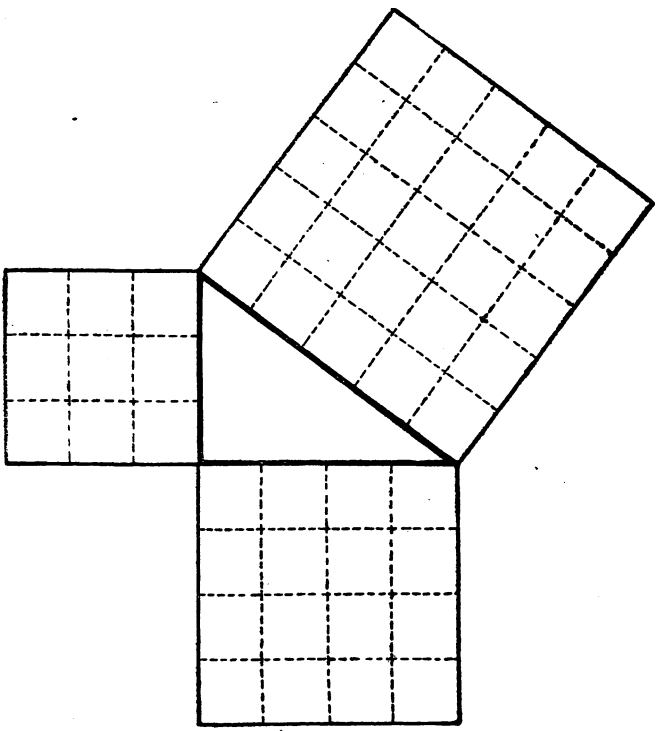
a due retti, e le divisioni del piano in poligoni regolari di 6, 5, 4 o 3 lati che vi si collegano, inoltre la relazione fra i quadrati dei lati del triangolo rettangolo;

2) *l'applicazione delle aree*, cioè la costruzione d'un rettangolo di base data che differisca di una data aerea da un quadrato dato, col che si ha la soluzione geometrica delle equazioni di secondo grado.

3) la scoperta degli incommensurabili di cui discorreremo più avanti;

4) la costruzione delle figure cosmiche cioè dei poliedri regolari, o almeno del cubo, del tetraedro e del dodecaedro.[1]) Da quest'ultimo proviene il famoso simbolo mistico del *Pentalfa*.

Questo corpo di dottrine comprende la teoria delle figure simili (non si dice la trattazione rigorosa delle proporzioni che costituisce il



Un caso antichissimo del teorema di Pitagora.
La prova nel caso del triangolo 3, 4, 5.

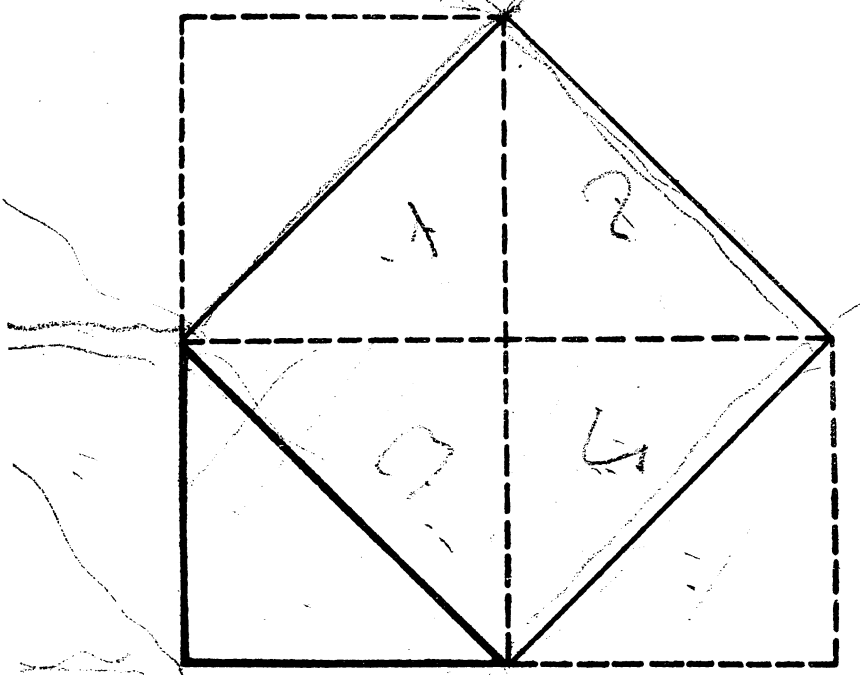
5° libro dell'Euclide) e ricopre quasi per intero la materia della planimetria euclidea.

Mancano indicazioni per la teoria degli angoli nel cerchio che forma oggetto del libro III (solo viene menzionata la scoperta di Talete o di Pitagora, che l'angolo iscritto nel semicerchio è retto); ma un fram-

[1]) Per una notizia più precisa cfr. Enriques, *L'evoluzione delle idee geometriche nel pensiero greco*. Art. I delle *Questioni riguardanti le Matematiche elementari*. Vol. I, Bologna, 1925, e le storie delle matematiche citate in bibliografia. Cfr. Cap. X e XII.

mento sulle lunule d'Ippocrate di Chio, — che si ritiene scritto intorno al 450 o poco dopo — mostra la conoscenza di queste proprietà e conferma d'altra parte il giudizio generale sul grado raggiunto dallo sviluppo della geometria.

La maturità del pensiero geometrico resulta anche indirettamente dalla notizia di Proclo, che Ippocrate di Chio raccolse



Il teorema di Pitagora nel caso del triangolo isoscele.
Porta alla conoscenza dell'irrazionale.

per la prima volta i risultati della scienza in un trattato organico, scrivendo un libro di *Elementi*.

Come fosse costruito il più antico edificio della geometria pitagorica, non ci è dato sapere con esattezza. Ma certo vi entravano quelle proprietà di composizione e decomposizione delle superficie che costituiscono una specie di algebra geometrica (2° libro dell'Euclide) ed insieme vi interveniva il concetto dei numeri figurati. Il sistema dovette poi appoggiarsi sopra una ge-

nerale teoria dei rapporti e della similitudine; alla quale serviva naturalmente come base la teoria delle monadi.

Infatti la monade — punto materiale esteso — appariva non solo elemento costitutivo dei corpi, ma anche delle figure geometriche: linee, superficie e solidi erano pensati come riunioni di punti. Così il paragone teorico di due linee si faceva immediatamente, definendo il loro reciproco rapporto o misura: se una linea contiene m punti e l'altra n, il loro rapporto è dato da m/n. Soltanto la scoperta delle grandezze incommensurabili doveva rivelare l'errore di questo ragionamento. E per verità la scoperta si fece nella scuola stessa, mercé la considerazione del triangolo rettangolo isoscele.

Se, in questo triangolo, si prende come *1* il cateto e si suppone che l'ipotenusa sia misurata da m/n, dovrà aversi per il teorema di Pitagora: $m^2 = 2\, n.^2$. Ma è lecito supporre che i due termini della frazione $\frac{m}{n}$, m ed n, non contengano insieme il fattore 2, cioè che n almeno sia dispari. Invece m, il cui quadrato è pari, sarà necessariamente pari: $m = 2\ m_1$. Allora si dedurrà $m_2 = 4\, m_1^2$, ed $n^2 = 2\, n_1^2$, quindi anche n dovrebbe esser pari, contro il supposto. [1])

Per il fatto di rovinare il fondamento stesso della misura, è verosimile che la scoperta degli incommensurabili sia apparsa agli stessi suoi scopritori una verità scandalosa ed imbarazzante. La leggenda narra d'un geloso segreto con cui si volle circondarla; e proprio per avere violato questo segreto, Ippaso di Metaponto sarebbe stato punito dagli Dei, perendo in un naufragio. Bisogna dire però che altri e più fondamentali dissensi separarono Ippaso dalla scuola pitagorica. Attaccato al senso mistico delle dottrine tradizionali, piuttosto che all'insegnamento scientifico, egli si trovò a capo della setta dissidente degli *acusmatici* — seguaci delle « cose udite », cioè di un dogma espresso in articoli di fede — in opposizione a quella dei *matematici*.

Comunque, l'esistenza degli incommensurabili doveva portare ad una revisione dei principii su cui si fonda la scienza pitagorica. In accordo colla veduta astratta che oggi ci formiamo delle matematiche, parrebbe che la crisi avesse ad involgere soltanto

[1]) Questa antica dimostrazione dell'irrazionalità di $\sqrt{2}$ si ritrova in Aristotele e in uno scolio all'Euclide.

le basi della geometria: il concetto idealizzato del punto, e la definizione del rapporto di due grandezze. Ma la geometria pitagorica era connessa con una teoria della materia o della « natura » delle cose; l'elemento dello spazio era la stessa unità pensata come elemento dei corpi. Si comprende perciò che dei pensatori, usciti dai medesimi circoli pitagorici, diciamo i filosofi della scuola d'Elea, vengano a rimettere in discussione tutto il sistema delle monadi: la critica loro, riprendendo e spingendo alle estreme conseguenze il monismo ionico, riuscirà da una parte a segnalare le difficoltà di codesto postulato per la costruzione della fisica, dall'altra a liberare una geometria veramente razionale i cui enti sono concepiti per la prima volta come *idee*, oltrepassanti l'empirico.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Della vasta letteratura sui Pitagorici, citeremo anzitutto il lavoro che ha aperto la strada all'indagine filologica:

Aug. Boeckh, *Philolaos des Pythagoreers Lehren*, Berlino, 1819.

Delle opere moderne:

A. E. Chaignet, *Pythagore et la philosophie pythagoricienne, contenant les fragments de Philolaüs et d'Archytas*, 2 vol., Parigi, 1873.

Molto importanti i recenti studi sul pitagorismo e sulla vita di Pitagora di Arm. Delaite.

I versi aurei, i simboli, le lettere, ecc. Trad. Pesenti, Lanciano, Carabba, 1913.

Una ricostruzione delle dottrine religiose dei pitagorici si troverà in A. Rostagni, *Il verbo di Pitagora*, Torino, Bocca. 1925. V. anche l'art di Burnet, *Pythagoras*, in *Hasting's Encyclopaedia* of *Rel. and Ethics*.

La teoria pitagorica delle monadi, nel suo significato primitivo di teoria corpuscolare della materia e insieme dello spazio, è stata chiaramente spiegata da P. Tannery: cfr. G. Milhaud, *Les philosophes géomètres de la Grèce*, Parigi, 1900. Manca però il riattacco di questa dottrina alle teorie ioniche, che qui abbiamo cercato di stabilire.

Cfr. anche H. Beatty, *The Pythagoreans* in «Hermathene». Vol. XVIII, pag. 158 e segg., v. anche nel *Philosophisches Wörterbuch* di Eisler l'art. *Unendlichkeit*.

Per gli sviluppi storici delle dottrine cfr. fra l'altro:

S. Cognetti de Martiis, *L'istituto pitagorico*, in *Atti Acc. Torino*, 24 (1888).

Döring, *Wandlungen in der pythagoreischen Lehre*, in *Arch. f. Gesch. d. Philos.*, V (1892) p. 503.

S. Ferrari, *La scuola e la filosofia pitagoriche*, in *Riv. Ital. di filos.*, V (1890).

F. Boll, *Pythagoras und Astrologie*, in *Neue Jahrb. f. d. Klass. Altertum*, 21 (1908), p. 119.

M. Wellmann, *Alkmaion*, in *Archeion*, XI, 1929.

R. Hirzel, *Zur Philosophie des Alkmaeon*, in *Hermes*, 11 (1876), p. 240.

Th. Reinach, *La musique des sphères*, in *Rev. et. gr.* 13 (1900).

H. Usener, *Dreiheit*, in *Rh. Mus.*, 1904, p. 4.

A. Gianola, *La fortuna di Pitagora presso i Romani*, Bibl. di Filol. classica, Catania, 1921.

Un lavoro più generale che si estende a tutta la filosofia italica è: A. Cavotti, *La filosofia nella Magna Grecia e in Sicilia*, Pisa, 1900.

La letteratura sulla storia della geometria pitagorica è costituita da opere che, per la maggior parte, si estendono allo sviluppo ulteriore delle matematiche.

La ricostruzione di codesta storia comincia con

C. A. Bretschneider, *Die Geometrie und die Geometer vor Euklides*, Lipsia, 1870.

Citiamo fra le opere storiche più recenti:

P. Tannery, *La géométrie grecque*, Parigi, 1887 (che — a prescindere da qualche errore — rimane a base delle ricostruzioni posteriori).

G. I. Allman, *Greek Geometry from Thales to Euclid*, Dublino, 1889.

M. Cantor, *Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik*, t. I, 3.ª ediz., Lipsia, 1907.

H. G. Zeuthen, *Histoire des mathématiques dans l'antiquité et le moyen âge* (ediz. danese, 1893), trad. franc. Jean Mascart, Parigi, 1902.

G. Loria, *Le scienze esatte nell'antica Grecia* (1.ª ed. Memorie dell'Accademia di Modena, 1893-9 1893-902), 2.ª ed. Milano, Hoepli, 1914.

Th. Heath, *A History of Greek Mathematics*, 2 vol., Oxford, 1921.

Una buona storia illustrata che si estende dall'antichità ai tempi moderni (a cui abbiamo attinto anche alcune illustrazioni) è quella di

D. E. Smith, *A history of Mathematics*, 2 vol. I: *General* e vol. II: *Topical*, New York, 1930.

Un quadro sintetico dello sviluppo dei concetti geometrici si trova in F. Enriques, *L'evoluzione delle idee geometriche nel pensiero greco* in «Questioni riguardanti le Matematiche elementari», t. I, Bologna, Zanichelli, 1925.

Per l'Astronomia cfr. il cap. XIV.

IV.

GLI ELEATI

PARMENIDE. — Ciò che era Mileto intorno alla metà del secolo sesto, centro luminoso della filosofia ellenica, doveva diventare al principio del secolo seguente la piccola colonia foceese fondata — come si è visto — ad Elea, verso il 540.

Parmenide, figlio di Pirete, era nato in questa città, ove fioriva — secondo Apollodoro — intorno al 500; così, secondo le regole della cronologia antica, la sua nascita si presumerebbe circa nel 540. Invece, se si accetta come storico il racconto di Platone nel dialogo che da lui prende nome[1]), egli, venuto già vecchio ad Atene per assistere alle Panatenee, si sarebbe incontrato con Socrate giovinetto. Dovrebbe quindi esser nato, al più presto, nel 520 o piuttosto verso il 515.

Platone lo descrive « di capelli bianchissimi, bello di aspetto e venerando, sui sessantacinque anni di età ». E con lui era il discepolo Zenone, che poteva averne quaranta, « anch'egli grande e di bella prestanza ».

Parmenide apparteneva ad una delle famiglie più ricche ed influenti della città: fu magistrato e legislatore; e per molto tempo i cittadini di Elea si riunirono una volta all'anno per giurar fede alla costituzione da lui dettata.

Conobbe certamente Senofane, anche se non fu suo disce-

[1]) *Parmenide*, 127 b.

polo.[1]) Quanto ne abbia imparato, non è facile dire. Forse subì il fascino di quel suo grande concetto dell'unità divina dell'Universo. Fors'anche prese da lui un atteggiamento piuttosto scettico rispetto alle pretese mistiche e rituali del pitagorismo. Ma il suo vero maestro in filosofia, il suo iniziatore sulle vie del pensiero, pare fosse proprio un pitagorico, Ameinia di Crotone, «povero ma nobile uomo» al quale più tardi elevò un *heroon* o tempio votivo in segno di riconoscenza.

Parmenide non rimase a lungo nella cerchia dei Pitagorici ortodossi. Altrettanto lo aveva affascinato il concetto pitagorico di un ordine matematico, come fondamento del mondo reale, altrettanto gli sembrava difficile conciliare i principii dualistici dei Pitagorici col concetto dell'unità della materia che trovava a base della tradizione ionica, e che rappresentava ai suoi occhi un'esigenza della ragione.

Le parole della Verità. — L'Eleate ha esposto le sue idee in un poema *Sulla Natura,* di cui ci sono stati conservati ampi frammenti. Esso s'inizia in tono profetico:[2])

« Le cavalle che mi portano m'hanno condotto lontano, quanto il mio cuore poteva desiderare; perché mi hanno portato e deposto sulla via famosa della Dea, che sola dirige l'uomo che sa, traverso ogni cosa. Lì sono stato condotto; ché i veloci corsieri mi trasportarono, e fanciulle mi mostravano la via. E l'asse, ardendo nel mozzo — ché era stretto da ogni parte nelle ruote turbinose — dava un grande stridore, quando le figlie del Sole, desiderose di condurmi alla luce, si tolsero i veli dal viso e lasciarono la dimora nella Notte.

Lì sono i portali, da cui si dipartono le vie del Giorno e della Notte, muniti in alto d'un architrave e in basso di una soglia di pietra. Le porte sono alte nell'aria, a due grandi battenti, e la Giustizia vindice tiene le chiavi che le serrano e le disserrano.

Le fanciulle le dissero dolci parole, e la persuasero argutamente a togliere dalle porte le sbarre che le chiudevano. E quando furono spalancate, lasciarono scorgere una profonda apertura; ché i loro battenti di bronzo, muniti di borchie e di punte, girarono l'un dopo l'altro nei loro cardini. Direttamente attraverso le porte le fanciulle spinsero i

[1]) Sozione, in un frammento tramandatoci da Diogene Laerzio, dice che « udì Senofane, ma non lo seguì ». Di contro a questo abbiamo solo un'indicazione assai dubbiosa di Aristotele (*Met.* I 5 (10)) che forse si fonda solo sulle parole di Platone nel *Sofista* (242 d 5). Non risulta nemmeno (se si eccettui una tarda leggenda) che Senofane abbia mai visitato Elea.

[2]) Fr. 1, Diels.

cavalli col carro: la dea mi salutò con fare amichevole, mi prese la destra nelle sue mani, e mi disse queste parole:

'Sii benvenuto, o giovane, che vieni alla mia dimora sul carro trasportato da aurighi immortali! Non è un tristo destino, sono la giustizia e la rettitudine che ti hanno messo su questa strada lungi dal sentiero battuto dagli uomini! Ma occorre che tu sappia ogni cosa, sia il cuore impavido della verità ben ritonda, sia le vane opinioni dei mortali, che errano lontani dalla vera fede. Pure tu apprenderai anche questo — come [i mortali] avrebbero dovuto giudicare che sono le cose che loro appaiono — mentre tu vai traverso ogni cosa nel tuo cammino'».

Dopo questo ampio esordio l'animo del lettore si protende ansioso verso la rivelazione della Verità così solennemente annunciata. Ma il seguito del poema, di cui pure ci è conservata la massima parte, sembra fatto per deluderne l'aspettativa. Il poeta ci apprende che si possono concepire soltanto due vie di ricerca[1]), « una che l'Esistente è, e quindi che non può esser Niente; l'altra che non è, e così che debba esistere il Niente ». La prima è « la via della persuasione » che segue la Verità, la seconda « non c'istruisce affatto, poiché tu non puoi conoscere né esprimere ciò che non esiste ».

Che cosa significa questo bisticcio? Per comprenderlo, giova tener presente che l'autore scrive sulla natura delle cose, cioè sul problema della materia primitiva. Secondo la tradizione ionica, egli assume una sostanza originaria unica, soggiacente alle diverse qualità fenomeniche. Ma i Pitagorici gli hanno insegnato che tale sostanza dev'essere priva essa stessa di qualità. Che cosa le rimane dunque? Soltanto la proprietà di *esistere*, e di occupare uno spazio. Perciò l'autore designa appunto il soggetto delle sue discussioni come *l'esistente* (τὸ ἐόν): qualcosa che si afferma esistere in senso corporeo, cioè come materia estesa.

Con questa chiave le parole di Parmenide diventano chiare. Le due ipotesi che si mettono di fronte l'una all'altra sono l'ipotesi che tutto sia pieno o che esista il vuoto: la Verità dell'autore è che la materia estesa deve riempire lo spazio, e identificarsi con esso, perché il vuoto, cioè il non esistente, è inconcepibile.

La materia estesa. — Parmenide è un razionalista, anzi è il primo razionalista che si affacci nella storia del pensiero.

[1]) Fr. 4, v. 3.

Egli ritiene che la verità sia da scoprire, non guardando alle cose, come sono fatte, ma riflettendo intorno all'idea che ne formiamo. Perciò la sua teoria della materia non è fondata, come avviene più o meno per gli Ionici, su delle analogie sensibili, ma sopra un concetto razionale della materia stessa: che si oppone alla veduta delle monadi.

Abbiamo detto che, secondo i Pitagorici, le qualità della materia sono puramente apparenti, e dipendono in ultima analisi dal numero e dall'ordine geometrico dei punti materiali che la costituiscono; i punti, poi, ce li possiamo figurare come centri di condensazione della materia primitiva di Anassimandro. La critica di Parmenide parte dal concetto che codesta materia primitiva sia priva di qualità, e non abbia altro attributo che l'estensione. Diventa quindi inesplicabile che possa comunque condensarsi o rarefarsi; in particolare non potrà nemmeno condensarsi intorno a dei centri, lasciando vuoti a delimitare le monadi fra di loro.

Alla materia di Parmenide, che viene concepita come spazio solidificato, si lega naturalmente l'idea dell'impenetrabilità; per conseguenza appare anche impossibile dividerla, penetrando con qualche cosa a separarne le parti. Dice l'autore:[1])

« Non è divisibile, poiché tutto è simile a se stesso. Non c'è in alcun luogo un *più esistente* che possa rompere la sua commissione, né un *meno esistente;* ma tutto è pieno dell'esistente ». Così tutto è perfettamente compatto: « l'esistente confina con l'esistente».

Che cosa sarebbe il confine fra due parti contigue dell'« esistente » o dello spazio? Sarebbe una *superficie;* ma questa non è un velo di piccolo spessore, bensì un ente ideale privo di spessore che non toglie il contatto fra gli spazi confinanti.[2])

« Ciò che non cade sotto i tuoi sensi [letteralmente: le cose assenti] contemplalo fermamente presente davanti alla ragione. Tu non separerai l'esistente dalla connessione con l'esistente, né staccandolo da tutte le parti affatto regolarmente [come nel caso d'una superficie chiusa circoscrivente un solido], né congiungendolo [come fa la superficie comune a due solidi contigui]. »

Con questa veduta Parmenide va oltre la fisica: il senso veramente razionale delle figure geometriche per la prima volta si svela ai suoi occhi. Ma di ciò più avanti.

[1]) Fr. 8, v. 22. [2]) Fr. 2.

Riassumiamo la dottrina fondamentale dell'Eleate. Essa pone una materia primitiva impenetrabile, cui s'accordano soltanto gli attributi geometrici: spazio pieno o *materia estesa,* come l'abbiamo già designata. Tale è in sostanza la concezione che, circa duemil'anni dopo, Descartes doveva riprendere come postulato della sua fisica; anzi il nome di « matière étendue » è specificamente cartesiano.[1])

Per un solo aspetto l'« esistente » parmenideo differisce dallo spazio del geometra: l'Eleate non sa concepirlo come illimitato (« se gli mancasse il limite tutto gli mancherebbe ») e gli attribuisce la forma d'una sfera perfetta.[2]) Melisso correggerà più tardi l'incongruenza di questa maniera di pensare.

È POSSIBILE CAMBIAMENTO O MOTO? — Giova ora esaminare a quali conseguenze conduca l'ipotesi parmenidea, in relazione al problema del mondo.

Cerchiamo di metterci nella mente del filosofo. Egli vorrebbe spiegare il processo o il divenire del mondo come effetto di cause che debbono dar ragione degli avvenimenti; ma il mondo è pieno per lui di una sostanza materiale, uniformemente distribuita, sicché le azioni reciproche delle parti di questa, cioè della materia sulla materia, possono costituire le sole cause pensabili di ogni avvenimento. Questa maniera di comprendere è in fondo anche la nostra: per esempio, anche per noi, una caduta di temperatura è causata dal contatto fra un corpo più caldo e un corpo meno caldo, e il movimento di un liquido in due vasi comunicanti proviene da una differenza di altezza del liquido stesso nei due vasi. In questi fenomeni e in altri consimili, vediamo sempre due corpi che agiscono l'uno sull'altro per effetto di una differenza, mentre non sappiamo immaginare che un'azione possa prodursi tra cose eguali (almeno a partire da un primitivo stato di quiete), non apparendoci una *ragione sufficiente* del cambiamento. Dunque Parmenide non poteva trovare nel suo universo la spiegazione di un cambiamento o di un divenire qualsiasi. Come potrebbe qualche cosa nascere o crescere?

« Quale origine gli cercherai tu? Come e da dove (l'esistente può essere) accresciuto?... Non si può dire né pensare che sia dal non

[1]) Il ravvicinamento è di P. Tannery.

[2]) Fr. 8, v. 43 segg.

esistente: infatti non è dicibile né intelligibile, perché non c'è. Invero quale necessità l'avrebbe fatto cominciare più presto o più tardi, a venire dal nulla? Così è necessario che esista sempre o non esista affatto.

Né la forza della persuasione permette di credere che dal niente possa generarsi qualcosa che non sia il niente stesso. Perciò la giustizia tiene nei suoi saldi legami il nascere e il perire. Il giudizio a questo riguardo sta in ciò: esiste o non esiste.... Se è nato una volta non esiste, e non esiste nemmeno se deve nascere nell'avvenire. Così svanisce il nascere, ed è inconcepibile il perire ». [1])

Tuttavia, secondo la tradizione ionica, si vedeva una causa sistematica del processo cosmico, nel moto di rotazione del mondo (l'apparente rivoluzione della sfera celeste), cui si connette più o meno consapevolmente, l'idea di forze, quali sono le forze centrifughe. Anche senza andare troppo innanzi per questa via, Parmenide poteva cercarvi una ragione del cambiamento o del divenire cosmico, pur rispettando l'omogeneità della materia. Invece egli rifiuta anche il principio della soluzione, dichiarando che il mondo « è immobile nei limiti dei saldi legami ». [2])

Qui gli Eleati (Parmenide, e i suoi discepoli Zenone e Melisso dopo di lui) sembrano spingere all'estremo il loro atteggiamento paradossale.

Parmenide negava il movimento: quante volte queste parole sono state ripetute come l'espressione della più assurda sfida al senso comune! Alla quale non pochi sono tentati rispondere come a Zenone avrebbe risposto il cinico Diogene, nel racconto del Laerzio, [3]) levandosi in piedi a camminare!

Ma, ancora una volta, di fronte ad un assurdo attribuito a grandi filosofi antichi, dobbiamo domandarci quale ne sia il vero significato.

C'è infatti una tesi, da cui prende nome la nuova Dinamica einsteiniana, che solleva similmente le alte grida di spiriti poco critici, e che è facile confondere colla negazione del moto: il moto non significa nulla di per sé, ma soltanto variazione *relativa* della posizione delle cose: « Nulla di più positivo nel moto d'un uomo sopra un naviglio che nella quiete d'un altro che lo vede allontanarsi dalla spiaggia », dice Descartes.

[1]) Fr. 8, v. 6 e seg.ti. [2]) Fr. 8, v. 26.

[3]) Racconto evidentemente falso, per ragioni cronologiche, Zenone d'Elea essendo confuso col filosofo stoico dello stesso nome.

Era questo il pensiero degli Eleati? la loro *negazione* del moto potrebbe ridursi alla *relatività* del moto?

L'ipotesi non sembra a priori inverosimile, poiché l'idea relativistica s'era già affacciata colla critica di Anassimandro e dei suoi immediati successori. Vale la pena d'indugiarsi a darne la dimostrazione.

Parmenide non parla del moto dei corpi, bensì del mondo nella sua interezza. E di questo dice:[1])

« Lo stesso e nello stesso rimanendo, è in quiete rispetto a se stesso, e in tal guisa è anche (assolutamente) immobile ».

L'idea della relatività è espressa chiaramente nel testo greco dalla particella (κατά) che abbiamo tradotta nel suo senso proprio « rispetto a ». Altri testi esprimono similmente la stessa idea. Dice Melisso:[2])

« Non c'è alcun vuoto, perché il vuoto non è niente, e il niente (il non-esistente) non può esistere. Perciò non si muove. Infatti non ha modo di muoversi, [tutto] essendo pieno. Se ci fosse il vuoto si trasporterebbe verso (εἰς) il vuoto; non esistendo vuoto non avrà [verso] dove trasportarsi (ὅκῃ ὑποχωρήσει).

E la stessa tesi viene così spiegata nello scritto pseudoaristotelico *De Melisso Xenophane et Gorgia:*[3])

«Senza fine nello spazio e nel tempo e da tutte le parti simile, l'Uno (il mondo) è immobile: infatti non può muoversi, se non trasportandosi verso (εἰς) qualche cosa. È necessario che si trasporti o verso il pieno o verso il vuoto; ma di queste due cose una (andare verso se stesso) non ha senso, l'altra (il vuoto) non esiste affatto».

Infine Simplicio parafrasa e commenta il citato frammento di Melisso come segue:

« Così essendo non si muove; non già che non sia possibile moto nel pieno, come lo diciamo dei corpi; ma tutto l'esistente non può muoversi, né verso l'esistente — poiché non vi è altro esistente fuori di lui — né verso il non esistente, perché non c'è un non esistente ».[4])

[1]) Fr. 8, v. 29. [2]) Fr. 7 (7). [3]) Diels *Vors.*, A, 5(5.
[4]) *Ibid.*, p. 189. *Paraphr. des Fr.* 7, linea 23.

Di fronte a questi testi assai espliciti, altri ve ne sono, a dir vero, che offrono un'interpretazione peggiorativa della tesi di cui si discute.

Platone discorre di quelli che dimostrarono « all'Universo convenire il nome di immobile » e dei principii che i Melissi ed i Parmenidi sostengono « che tutte le cose sono l'Uno, e che questo rimane lo stesso e nello stesso, non avendo luogo in cui muoversi »: alle quali affermazioni segue, nel dialogo, una timida riserva di Socrate: « .... Temo che noi non comprendiamo le cose dette da lui (Parmenide) e che per la maggior parte ci sfugga il vero significato delle sue parole ». [1]

E Aristotele, [2]) criticando Leucippo e Democrito, dopo aver detto che, secondo loro, senza vuoto « non vi sarebbe moto rispetto al luogo » (κατὰ τόπον) soggiunge: « ....non sembra infatti esserci moto, se non vi sia vuoto, poiché ciò che è pieno non può ricevere qualcosa: se lo ricevesse vi sarebbero due corpi in uno.... ».

Troviamo dunque confuse due tesi, di ben diverso valore: *la tesi critica* che il moto significa cambiamento di posizione di qualcosa rispetto a qualcosa e perciò — il vuoto essendo nulla — non si può *definire il moto in sé o il moto rispetto al vuoto, e la tesi erronea* che non è possibile moto senza un vuoto che riceva ciò che si muove.

L'errore di questa seconda tesi è spiegato da Aristotele [3]) notando che il pieno si può muovere in se stesso per avvicendamento di parti (*antiperistasi*). Platone aveva già considerato questo modo di movimento, sotto il nome di *periosi*.

Ma l'avrà scoperto lui? È possibile ammettere che Parmenide l'abbia ignorato e che in luogo di riconoscere la tesi critica della relatività, *neghi* il moto per tale ignoranza? Vi sono due buone ragioni per rifiutare questa interpretazione: anzitutto il mondo parmenideo è limitato in forma sferica, e quindi non si può dire che non abbia posto dove andare; e poi l'autore parla proprio della rivoluzione per cui esso rimane « lo stesso nello stesso », e cioè tiene davanti agli occhi il più semplice esempio di quel moto nel pieno — periosi o antiperistasi — che ciascuno può osservare nel giro d'una ruota.

Che una grande idea, frutto di fine critica, venga confusa con un errore (e, nel seguito della storia, dia poi anche origine a sottigliezze prive di senso) non deve essere motivo di meraviglia: ancor oggi vi sono, capaci di simili confusioni, filosofi e scienziati che non intendono la relatività del moto. Ma l'apparire della grande idea deve lasciar qualche segno. La scoperta

1) *Teet.*, 180 e.
2) *Phys.*, IV, 6 (4). Cfr. anche *De Caelo*, III, 1.
3) *Phys.*, IV, 7 (6).

di Parmenide è confermata, non solo dal quarto argomento di Zenone di cui diremo più avanti, bensì anche dagli sviluppi successivi del pensiero scientifico; e particolarmente dal sorgere di nuovi problemi e nuove vedute in ordine al sistema del mondo: dopo Parmenide si osa dubitare dell'immobilità della Terra; Filolao la fa muovere rotando attorno ad un fuoco centrale, e questo è il principio d'una serie di speculazioni che conduce al sistema eliocentrico di Aristarco di Samo, il Copernico dell'antichità. (Cfr. cap. XIV).

Concludiamo intanto. Parmenide, avendo compreso il senso relativo del moto, non può conferire significato al moto di rivoluzione del mondo, e perciò si chiude l'unica via di scampo che sembrava offrirglisi per rendere comprensibile la diversità e il cambiamento delle cose: dal primitivo stato iniziale d'una materia estesa omogenea ed in quiete, non vi è modo di passare ad altro. Il filosofo riconosce francamente questa impossibilità, che esprime nel suo linguaggio: il divenire del mondo non è *verità* (razionale), ma soltanto *opinione*, o apparenza sensibile, che al lume della ragione si palesa illusoria.

Le parole dell'opinione. — Tuttavia la Dea ha promesso a Parmenide di spiegargli non soltanto la verità, sì anche «le opinioni dei mortali, che errano lontano dalla vera fede». E così nel poema alle «Parole della Verità» seguono le «Parole dell'Opinione».

Di fronte al vero, il senso comune non concepisce che il falso, e perciò si cercherà qui soltanto una confutazione di errori altrui. Con meraviglia si trova invece il tentativo di spiegare il processo cosmico secondo un ordine d'idee che si ricollega evidentemente ai Pitagorici, ma che l'autore stesso prende in una certa misura a correggere e a perfezionare: non si tratta dunque di puri errori da confutare, ma piuttosto di una conoscenza di secondo piano, che rimane nello stadio empirico, perché non può accordarsi col principio razionale dell'unità della materia. Per riuscire in questa spiegazione, occorre assumere due principii opposti. Per intender bene il posto che una tale dottrina poteva avere nel sistema di Parmenide, giova richiamare per esempio il caso d'un medico che scriva un trattato razionale delle malattie: dopo avere discorso della malaria o di altre malattie

conosciute, il trattatista si trova di fronte al cancro, malattia del tutto ignota nella sua genesi e nel suo vero significato; nondimeno egli non può tacere, e vuol dire almeno del trattamento empirico che essa consiglia. Il processo cosmico, se pure incomprensibile per la ragione, è sempre un fatto sensibile che merita di essere considerato e spiegato almeno empiricamente.

Questa interpretazione concorda in sostanza con quella dei neoplatonici e in particolare di Simplicio. Poco importa se qui la cosa viene spiegata in termini platonici, contrapponendo alla « conoscenza razionale » (Verità) una « conoscenza sensibile » (Opinione), che Parmenide dichiarava puro inganno dei sensi: è certo che, al di là della propria teoria, il filosofo sentiva un'esigenza che non poteva annullare.

Pur limitandoci ad un semplice cenno su questa parte della filosofia di Parmenide, non possiamo esimerci da un'osservazione. Per spiegare il processo cosmico, l'autore introduce due principii opposti, che toglie in prestito dai Pitagorici: «la fiamma eterea o la luce, leggera e sempre eguale a se stessa, e per contro la tenebra oscura ed ineguale, greve e pesante ». Aver introdotto questa seconda forma (senza riuscire a dedurla dalla prima), questo è l'errore logico che l'autore stesso segnala in tale spiegazione. L'errore sta dunque nel ricevere un'ipotesi dualistica anziché monistica, ma poi anche, e più specialmente, nell'attribuire esistenza positiva a qualcosa, come il buio o il freddo, ecc., che significa soltanto l'assenza di una qualità opposta (luce, caldo). C'è qui un'intuizione assai interessante.

Ma torniamo alla posizione del razionalista intransigente, prendendo atto della dichiarazione di Parmenide: il sensibile non ha valore di scienza; c'è una sola scienza *vera*, conforme a ragione, ed è la scienza della materia estesa, che ha carattere necessariamente statico.

Sorge così, dinanzi agli occhi del pensiero, la veduta di un mondo senza moto e senza vita: il regno squallido dell'eterno silenzio. La ragione si è offerta volenterosa al suicidio. Tuttavia la condanna del mondo sensibile, pronunziata in nome di un ideale intransigente, che non riesce a comprendere e a sottomettere la realtà, vale ad attestare la fede del filosofo. Per non avere cercato di nascondere o di palliare l'insuccesso del suo sistema, indulgendo a deboli accomodamenti, e per la fede incrollabile

nella ragione, che non gli ha consentito di indietreggiare di fronte ai paradossi che sembrano risultarne, Parmenide ha lasciato ai posteri un grande esempio. I suoi successori saranno indotti da lui ad affrontare per nuove vie il problema della natura, serbando il culto delle esigenze del sapere.

GEOMETRIA RAZIONALE. — Intanto ad affinare queste esigenze, la geometria si spoglia di ciò che d'empirico rimaneva ancora nel sistema pitagorico, ed attraverso una critica rigorosa acquista piena consapevolezza del significato razionale dei suoi enti.

La superficie del geometra non è un velo dotato di piccolo spessore, la linea non è un filo più o meno sottile, il punto non ha estensione. Questi enti e le figure che con essi si costruiscono hanno un'esistenza puramente ideale, al di là del sensibile. Parmenide sembra averlo riconosciuto per la prima volta. Proclo commenta la definizione dell'Euclide « il punto è ciò che non ha parti » dicendo che essa è conforme al criterio di Parmenide, per cui «le definizioni negative convengono ai principii».[1]) E nello stesso poema dell'Eleate abbiamo ravvisato un accenno alla superficie senza spessore, che non toglie la connessione degli spazi contigui, e — assente di fronte ai sensi — deve tenersi presente davanti alla ragione: tradotto ed interpretato in tal guisa, il fr. 2 ci sembra ricevere, per la prima volta, un significato intelligibile.

In un altro frammento il filosofo sembra alludere alle contraddizioni cui dà luogo il concetto del punto esteso, bastardo infinitesimo attuale,[2]) che, per il « volgo senza discernimento » degli scolari di Pitagora, sarebbe ad un tempo « lo stesso e non lo stesso », cioè, come sappiamo da Aristotele, pari e dispari, limitato ed illimitato, ecc.[3])

[1]) Nel commento alla def. I, 8, Proclo cita ancora Parmenide, attribuendogli la distinzione delle figure rettilinee, curvilinee e mistilinee. E così resta provato che veramente Parmenide si è occupato della critica dei concetti geometrici.

[2]) L'infinitesimo che trova posto nell'analisi delle grandezze è solo l'infinitesimo *potenziale*, cosidetto secondo la terminologia aristotelica: qualcosa che, variando, diventa piccolo a piacer nostro; invece la nostra intuizione repugna dal concetto d'una grandezza fissa più piccola di tutte quelle che si possono ottenere da un'altra omogenea per divisione, cioè dall'infinitesimo *attuale*.

[3]) Fr. 6: « Bisogna che ciò che può esser detto e pensato sia l'esistente: infatti è possibile che sia e il niente non è possibile: queste cose io ti ordino di pensare. Io ti tengo lontano da questa prima via di ricerca (in cui si dà come esistente il niente o il vuoto), e conseguentemente (ἔπειτα) anche da quest'altra, in cui errano mortali igno-

Ma la veduta razionale degli enti geometrici è stata chiarita, nel suo contenuto matematico, dal discepolo di Parmenide, Zenone d'Elea.

I Paradossi di Zenone. — Zenone d'Elea, discepolo di Parmenide e di venticinque anni più giovane (sarebbe nato verso il 480), ha dato risalto al lato logico e matematico delle dottrine del maestro, sviluppando quei celebri paradossi, mercé i quali intendeva rispondere ad avversari che in nome del senso comune deridevano le conseguenze della dottrina parmenidea: come dice Platone, egli diede loro pan per focaccia, «e ci mise anche la giunta»;[1]) infatti egli dimostra che le stesse loro opinioni li espongono a conseguenze ancor più ridicole ed assurde, purché si voglia approfondirne sufficientemente l'esame.

Zenone, come Parmenide, si occupò di pubblici negozii. E per avere congiurato contro Nearco o Diomedonte, tiranno della sua città, fu messo a morte con crudeli tormenti. La sua eroica fine viene raccontata in molti modi. Al principe che lo scherniva dicendogli « vedremo che ti insegnerà ora la filosofia » avrebbe risposto: « il disprezzo del tiranno ». Anche, secondo la leggenda, piuttosto che lasciarsi sfuggire il nome dei compagni, si sarebbe strappato la lingua e glie l'avrebbe gettata in faccia.

ranti di tutto, con due teste; la sconsideratezza nei loro petti guida la mente vacillante, e sono portati, sordi insieme e ciechi, istupiditi, volgo senza discernimento: essi credono che una cosa sia e non sia lo stesso e non lo stesso. Di tutti (πάντων: cioè dei primi e dei secondi nominati) la via si ritorce [oscillando] sopra se stessa (conduce ad una contraddizione)».

Nella traduzione del testo abbiamo tenuto sott'occhio il Burnet da cui ci discostiamo sostanzialmente in due punti: per avere rilevato il significato di conseguenza che ci par di sentire nella parola ἔπειτα, e per aver interpretato il πάντων come genitivo maschile anziché neutro («di tutti» invece che «di tutte le cose»). In questo frammento il Burnet, riprendendo l'idea di altri storici e filosofi, crede di vedere una polemica contro Eraclito. Abbiamo già detto le ragioni di principio per cui ne dissentiamo. Ma il testo stesso reca argomenti alla nostra interpretazione. Sarebbe veramente singolare, in mezzo a una confutazione della ipotesi pitagorica delle monadi, scappar fuori con un accenno a cosa che non ci ha che vedere. Inoltre l'appellativo di «volgo senza discernimento» si addice assai meglio a scolari imbarazzati che tentano di salvare la dottrina del maestro accettandone conseguenze contraddittorie, che non ad Eraclito. Infine l'ultimo verso del frammento πάντων δὲ παλίντροπός ἔστι κέλευθος dovrebbe richiamare l'eracliteo ὁδός ἄνω κάτω μία και αὐτή («la via all'insù è la stessa che la via all'ingiù»): ma certo Parmenide non poteva additare al dispregio una formula che — nel suo significato più immediato — richiama la relatività dell'alto e del basso d'Anassimandro, poiché a questo argomento esplicitamente accedeva. (Cfr. Aetius III, 15,7 in Diels, *Parm.* A. 44).

[1]) *Parm.* 128 *d.* Cfr. nel *Fedro*, 261 *d*, la descrizione degli effetti sconcertanti sui contemporanei. Zenone avrebbe anche criticato le teorie di Empedocle, come risulta da Suida.

Gli argomenti di Zenone contro la « pluralità » (teoria geometrica delle monadi) si possono leggere in frammenti dello stesso autore, riportati da Simplicio,[1]) e in chiare testimonianze. Essi importano che, nell'ipotesi della « pluralità », cioè se le grandezze geometriche sono costituite di unità indivisibili eppure estese, codeste medesime grandezze appariscono insieme «piccole e grandi, piccole fino alla nullità e grandi fino all'infinito ».[2])

« Se non vi è pluralità, gli enti sono tanti quanti sono, né più né meno. Ma, se è così, sono in numero finito. Viceversa, se vi è pluralità, gli enti sono infiniti, poiché vi sono sempre altri enti fra gli enti e di nuovo altri in mezzo a questi, e così gli enti sono infiniti ».[3])

Che in questi argomenti si tratti effettivamente di negare l'estensione del punto (monade), lo conferma il fr. 2 ed anche Aristotele:[4])

« Se *l'uno* è indivisibile in sé, secondo l'assioma di Zenone sarebbe nulla. Infatti ciò che né aggiunto, né tolto, può fare una cosa più grande o più piccola dice non appartenere agli enti, naturalmente intendendo che l'ente sia grandezza, e in quanto grandezza corporeo; questo invero (il corporeo) è in ogni parte ente. Quanto alle altre cose, come la superficie e la linea, aggiunte faranno in qualche modo più grande o no ciò a cui si aggiungono, ma il punto e la monade in nessuna maniera ».

Giustamente il Tannery ricollega a questa polemica i famosi quattro argomenti di Zenone sul moto.

Il primo argomento dice che il moto è impossibile perché per andare dal punto A al punto B, bisogna prima passare per il punto C che divide per metà la linea AB, e poi per il punto medio della linea CB, e così di seguito, all'infinito.

Il secondo argomento, in maniera più plastica, ci fa assistere ad una corsa del piè-veloce Achille con la lenta tartaruga. Nella gara Achille non potrà mai raggiungere la tartaruga, sol che le dia un vantaggio iniziale. Poniamo per esempio Achille nel punto A e la Tartaruga in T, distanti di 100 m., e assumiamo la velocità del più celere 10 volte maggiore di quella del più lento; affinché Achille raggiunga la tartaruga, deve prima per-

[1]) Diels: *Zenone* B. [2]) Fr. 1.

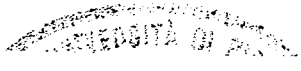
[3]) Fr. 3. Eudemo ci riferisce di lui un altro frammento, che dà in qualche modo la conclusione di questo: « Se qualcuno mi dicesse che cosa è l'unità, io potrei dire che cosa sono le cose ». [4]) *Met.* II, 4 in Diels A. 21.

correre i 100 metri da A in T, e allora la tartaruga avrà percorso 10 metri andando da T a un punto più distante T'; poi Achille dovrà percorrere 10 metri da T a T', e frattanto la tartaruga percorrerà un metro andando da T' ad un nuovo punto T''; e così seguitando si vede che Achille è costretto a passare per una serie infinita di punti T, T', T'', T''' ecc., distanti 100, 100+10, 100+10+1.... metri, senza mai raggiungere la tartaruga.

Fermiamoci un momento ad esaminare questi due argomenti paradossali. In essi per molto tempo si è veduta soltanto la negazione del movimento. Abbiamo riferito la storiella secondo cui il cinico Diogene li confutava levandosi a camminare. Altri moderni Diogeni neokantiani hanno creduto di confutarli a loro volta spiegando che non è possibile nella realtà la divisione all'infinito delle lunghezze matematiche, che l'argomento suppone, sicché si avrebbe un teorema della meccanica razionale!

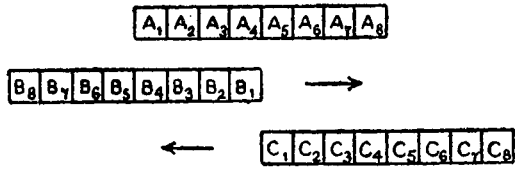
Ma, all'opposto, il ragionamento di Zenone vuol essere una riduzione all'assurdo della tesi monadica dei Pitagorici, e una dimostrazione della continuità della linea: se la linea è composta di punti, aventi una lunghezza elementare, sia pur minima, ε, Achille per raggiungere la tartaruga deve percorrere infiniti intervalli, ciascuno dei quali è almeno uguale a quel minimo di lunghezza ε, e pertanto lo spazio percorso risulta maggiore di qualsiasi lunghezza assegnata!

Nel terzo argomento di Zenone, detto della *freccia*, si fa vedere analogamente che — come lo spazio lineare non è composto di «punti successivi» — nemmeno il tempo è composto d'istanti o tempuscoli elementari. Una freccia che vola per l'aria occupa in ogni istante un certo luogo. Quindi in ogni istante è in quiete. Come potranno molti stati di quiete successivi comporre un moto? Rispondono gli avversari che la freccia sta sempre passando da un punto a un altro. Va bene, ma allora cambia posizione anche entro l'istante, e questo andrà suddiviso, ai fini della rappresentazione, in più istanti successivi. La discontinuità del tempo si risolve in continuità. All'argomento si può dare una forma più capziosa: la freccia si muove nel luogo in cui è, oppure nel luogo in cui non è più o non è ancora? Casi assurdi: quindi la freccia che vola è in realtà immota.



Accenneremo ancora al quarto argomento (lo *Stadio*), che riteniamo avere un significato affatto diverso da quello che suggerisce il Tannery. Si confrontano tre file parallele di punti materiali allineati a distanze uniformi. La fila *a* è immobile, e le file *b* e c si muovono in senso contrario con una stessa velocità *v*. Si domanda qual'è la velocità di un punto materiale della serie *c*. Essa si ottiene considerando il tempo in cui un punto della serie passa davanti a due successivi punti della serie *a*: ma se il movimento venga riferito invece alla serie *b*, la stessa velocità, che era *v*, diventa 2 *v*!

Qui Aristotele rimprovera a Zenone di confondere il moto rispetto a corpi mobili con quello rispetto a corpi in quiete. E il Tannery crede di difendere l'Eleate ritenendolo incapace di siffatto errore. Ma si può dir questo un *errore*? Se Zenone — applicando ai singoli corpi il principio che Parmenide aveva



affacciato per il mondo — negava il moto assoluto, è assai naturale che la sua critica si traducesse in paradossi come quello sopra riferito: a chi ritenga la velocità un carattere del moto in sé, Zenone fa vedere che essa ha un significato relativo.

Abbiamo dunque lo sviluppo logico dell'analisi iniziata da Parmenide: il pieno riconoscimento della *relatività del moto*.

Analisi infinitesimale. — Ma ritorniamo allo scopo principale della critica di Zenone, per rilevarne il più profondo significato matematico. I paradossi che il filosofo mette in luce sono quelli che si trovano sulla via dell'analisi infinitesimale. La riflessione che riconosce l'idealità degli enti geometrici scopre, insieme al regno del pensiero, il mondo dell'infinito, e perciò conduce naturalmente a porre un nuovo ordine di problemi. Il primo argomento sul moto mostra già che una lunghezza

finita si può presentare come somma d'un numero infinito di lunghezze decrescenti:

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \ldots\ldots;$$

il secondo argomento, l'*Achille*, ci invita quindi a porre il problema di trovare la somma della progressione geometrica infinita

$$100 + 10 + 1 + \frac{1}{10} + \ldots\ldots$$

ovvero di

$$1 + \frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \ldots\ldots$$

Si può ritenere che ai tempi di Zenone la teoria delle proporzioni, già sufficientemente sviluppata dai matematici, permettesse di risolvere questo problema determinando il punto d'incontro d'Achille con la tartaruga: ciò che per noi ora si riduce alla risoluzione di un'equazione di primo grado. Così dunque, se non da Zenone stesso almeno da qualcuno dei suoi contemporanei, deve essersi scoperta in questa occasione la *somma della progressione geometrica infinita*

$$(1 + n + n^2 + \ldots\ldots = \frac{1}{1-n} \quad \text{per } n < 1).$$

Questa felice induzione dello Zeuthen ha trovato conferma negli sviluppi successivi delle matematiche su cui più recenti documenti (Heiberg) hanno proiettato nuova luce: le scoperte e le speculazioni di Democrito recano traccia di quella conoscenza, ed anche del concetto d'integrale. Pertanto alla critica di Zenone si può associare il primo passo dell'analisi infinitesimale.

Origini della logica. — Il metodo di Zenone, non meno che i suoi resultati, fa epoca nella storia della scienza. Egli ha inventato il procedimento di *riduzione all'assurdo*, così largamente usato dai geometri posteriori, e in particolare da Euclide.

Per dimostrare una proposizione A, si assume come ipotesi che valga la contraria, *non-A*, e se ne trae successivamente una serie di conseguenze, fino a che si giunga ad una contraddizione (assurdo). Dall'esser falsa la proposizione non-A si conclude che deve essere vera A.

Che questo metodo sia rigoroso nessuno contesta; ma i critici moderni sogliono giudicarlo come una via indiretta e poco naturale, repugnante all'intuizione, perché porta a fingere figure impossibili ed obbliga a ragionare sopra di esse. Da questo motivo deriva in gran parte l'antipatia che lo Schopenhauer manifesta contro l'Euclide, di cui paragona le costruzioni a trappole, per imprigionare l'assenso dei discepoli. Tutt'al più si concede che la riduzione all'assurdo assolva il compito di invertire le proposizioni, facendo vedere che la negazione della tesi contraddice al teorema inverso, già stabilito.

Ma giova rilevare che la dimostrazione negativa per assurdo ha un posto essenziale ovunque un'eguaglianza (di superficie, volumi, ecc.) venga inferita da un ricorso all'infinito; il passo avventuroso che consiste nel sommare infinite grandezze o decomporre un tutto in infinite parti, si evita allora dimostrando — con un numero finito di passaggi logici — che le grandezze presunte eguali non possono essere diseguali, ché l'una non è maggiore dell'altra. Così facevano gli antichi col *metodo d'esaustione,* su cui avremo occasione di ritornare più avanti. E se i moderni evitano qui l'apparenza del ragionamento per assurdo, ciò accade perché essi hanno già introdotto il concetto negativo dell'infinito, attraverso la definizione dei *limiti.*

Non a caso dunque le origini del procedimento di riduzione all'assurdo si trovano congiunte con quelle dell'analisi infinitesimale. Ma l'avvenimento acquista nuovo significato nella storia del pensiero, ove si avverta che qui stanno pure le origini della Logica.

Diogene Laerzio dà esplicitamente Zenone come inventore della Dialettica, cioè della Logica. E chi rifletta ne comprenderà facilmente il motivo. Quando si ragioni su qualcosa che sia rappresentabile o visibile, il ragionamento trova un controllo estrinseco nell'esperienza, e perciò non vi è luogo di esaminarne rigorosamente le regole; invece il procedimento di riduzione all'assurdo non offre la possibilità di simili controlli; il ragionatore è costretto a sottoporre i passaggi del suo pensiero ad una rigida disciplina; altrimenti il discorso perde ogni valore dimostrativo, svanendo come un castello di parole costruito sul nulla.

E si noti la particolare difficoltà che offre la scoperta della

logica. Come chi respira normalmente non ha consapevolezza che il respiro è essenziale per vivere, così vi sono verità e leggi del pensiero tanto ovvie che è difficile scoprirle, non perché su di esse cada dubbio, ma all'opposto perché sembran troppo futili, per la loro evidenza.

Di tal natura è il canone elementare che si esprime col *principio di contraddizione*. Noi abbiamo visto come esso sia venuto alla luce nell'invettiva di Parmenide contro coloro per cui qualcosa può essere ad un tempo « lo stesso e non lo stesso »; per rilevarne il valore occorreva dunque che il pensiero fosse indotto a fingere l'esistenza di alcunché dotato di proprietà incompatibili fra loro: e questo alcunché era il punto esteso, preso come elemento dello spazio, il bastardo infinitesimo attuale dei Pitagorici!

Non ci stupisce ora che, attraverso i problemi infinitesimali, coll'uso del procedimento di riduzione all'assurdo, Zenone sia progredito nell'analisi del ragionamento: ché questa conoscenza ci appare strettamente legata alla costruzione di paradossi e di sofismi. Tuttavia è difficile dire fino a che punto egli sia proceduto innanzi su tale via. La sua dialettica verrà ripresa dai Sofisti, e specialmente da quelli della seconda maniera (razionalisti contro empiristi) che appartengono alla scuola di Megara.

Nella quale le tesi eleatiche riappaiono in un senso nuovo e formale, che prepara la teoria platonica delle Idee.

Psicologia delle sensazioni. — Concetto razionale della geometria, Analisi infinitesimale, Logica, sono tanti indirizzi fecondi del pensiero che scaturiscono dal nodo della critica eleatica. Zenone più che ogni altro ha contribuito a sviluppare questi germi, contenuti nell'insegnamento del Maestro. Non pare invece che si sia preoccupato delle difficoltà inerenti alla Fisica. Ma gli viene attribuita un'*aporia*, che porta la scepsi parmenidea sul terreno proprio della psicologia delle sensazioni. Il rumore prodotto dalla caduta al suolo di uno staio di miglio, diceva, deve resultare dalla somma dei rumori che producono i singoli grani; ma la caduta d'un sol grano non produce rumore alcuno!

Con tali riflessioni si entra già nel campo dei problemi della conoscenza.

Melisso. — Alla scuola d'Elea si collega anche un terzo personaggio: Melisso di Samo, che fu il vincitore degli Ateniesi nella battaglia navale del 441/0.

I frammenti che di lui rimangono, alcuni dei quali abbiamo già citato ed altri citeremo nel seguito, illustrano, spesso in modo suggestivo, la tesi di Parmenide; ma nella polemica sembrano tener di mira piuttosto la filosofia ionica che la pitagorica. [1])

L'impossibilità che l'esistente (materia estesa) si condensi o si rarefaccia, e la sua impenetrabilità, sono chiaramente affermate:

« Non può essere condensato o rarefatto, perché il rarefatto non può esser egualmente pieno come il denso, ma proviene da questo per il vuoto. Il giudizio intorno al pieno e al non pieno bisogna farlo così: se qualcosa ha posto per ricevere qualche altra cosa in sé, non è pieno; ma se non ha posto, è pieno ». [2])

Il fr. 8, che contiene una bellissima critica delle sensazioni, sembra quasi introdurre alla veduta atomica, concludendo che se ci sono più enti questi debbono essere [costituiti di materia estesa senza qualità] così come si dice dell'Uno:

« ....Se ci fossero più cose esistenti, queste dovrebbero avere le stesse proprietà, che io attribuisco all'Uno. Infatti se ci sono aria e acqua, aria e ferro, oro e fuoco, e se c'è vivo e morto, nero e bianco, e tutto ciò che gli uomini dicono essere vero: se le cose sono così, e se noi vediamo ed udiamo rettamente, allora ognuna di queste cose dev'essere come abbiam detto prima, cioè non potranno alterarsi o diventar altre, ma ognuna deve essere sempre ciò che è. Ora noi diciamo di vedere, udire e intendere rettamente, e tuttavia ci sembra che il caldo diventi freddo e il freddo caldo, il duro tenero e il tenero duro, e che il vivo muoia e nasca dal non vivo; e che tutto cambi e che niente sia oggi simile a ieri; [3]) e che il ferro, pur essendo duro, si logori al contatto del dito, e similmente l'oro e la pietra e tutto ciò che sembra essere solido, e dall'acqua farsi la terra e la pietra. Mostriamo in tal guisa di non vedere, né conoscere ciò che esiste. Poiché queste cose non si accordano l'una coll'altra. Infatti se diciamo esservi molte cose aventi forma e forza propria, ci sembra che tutte cambino e si alterino da come ogni volta le vediamo. È dunque chiaro che non abbiamo veduto giusto, e che erroneamente ci

[1]) Contro la monade pitagorica sembra parlare il fr. 9, che dice « l'uno non potere essere corporeo » (Burnet). [2]) Fr. 7, (8) e sgg.

[3]) Qui si sente un motivo eracliteo, ed è notevole che — invece di assumere accento polemico — Melisso unisca quasi in una stessa tesi gl'insegnamenti di Parmenide e d'Eraclito.

sembra esservi molte cose: non cambierebbero se fossero verità, ma ciascuna resterebbe come ci è apparsa. Perché non c'è niente di più forte di ciò che veramente esiste. Ma se è cambiato, l'esistente è distrutto e il non esistente è nato. Così dunque: se ci sono molte cose debbono essere esattamente come l'Uno ».

In un punto caratteristico Melisso si allontana da Parmenide: il pieno non è limitato a guisa di sfera, ma si estende nello spazio all'infinito. Aristotele biasima quest'illazione, rimproverando al filosofo di passare con paralogismo dall'infinità del tempo all'infinità dello spazio, ma ne spiega poi — nel *De Generatione et Corruptione* — [1]) il vero motivo: non si può concepire un pieno limitato, senza concepire insieme uno spazio vuoto che lo circondi e lo limiti.

C'è qui una naturale esigenza della ragione, tanto naturale che vien fatto piuttosto di chiedersi come mai Parmenide l'abbia disconosciuta. La risposta è suggerita dalle stesse parole di questo filosofo [2]) e s'accorda con un tratto del genio greco; egli sentiva il bisogno di concepire il mondo come qualcosa di attuale e di perfetto in se stesso, e perciò repugnava dal pensarlo infinito.

Ma la correzione di Melisso ha un doppio valore. Da una parte essa s'accorda bene nella sua mente colla negazione del moto rivolutivo del mondo, [3]) perché è impossibile immaginare un moto che s'estenda all'infinito; d'altra parte costituisce, come vedremo, la premessa del sistema d'Anassagora.

Si può domandare se all'infuori di codesto punto il filosofo di Samo rechi veramente un progresso sulle idee scientifiche parmenidee. La sua analisi non approfondisce alcuno di quei problemi matematici che formano oggetto della dialettica di Zenone. E quanto alla fisica — fuori dei motivi critici che abbiamo rilevato — non si vede che aggiunga qualcosa di nuovo.

Invece si scorge in Melisso la tendenza a passare dal terreno della fisica a quello della logica o della metafisica. [4]) Già il

[1]) I, 8. Cfr. Zeller, I, pag. 612, nota 2.

[2]) « Se gli mancasse il limite, tutto gli mancherebbe » (fr. 8, v. 34).

[3]) Cfr. il testo pseudo-aristotelico del *De Melisso* citato a pag. 103.

[4]) Questo giudizio solo apparentemente è contradetto da quello di Aristotele (in *Met.* I, 5 (10)), che Parmenide abbia compreso l'Uno secondo la ragione o il concetto (κατὰ τὸν λόγον) e Melisso secondo la materia (κατὰ τὴν ὕλην). Nella terminologia aristotelica, questo vuol dire che Parmenide, assumendo il Tutto-uno come finito, può stringerlo in un concetto; invece Melisso, che lo fa infinito, deve considerarlo soltanto come mera *possibilità* (tale è, per Aristotele, il significato della materia).

modo di argomentare che vediamo nel frammento sopra citato mostra bene questo passaggio. Se l'invarianza dell'esistente in Parmenide si lascia spiegare in una maniera più profonda come abbiamo fatto col principio di ragion sufficiente (perché in un tutto omogeneo manca il motivo di un cambiamento), qui prende il disopra la formula verbale, che sembra implicare l'immutabilità di ciò che si dice *essere*. Inoltre l'immutabilità di ciò che *esiste* è concepita da Melisso non soltanto per ciò che esiste in senso corporeo, sì anche per le qualità delle cose. E poi anche per l'ordine o la legge dell'universo: «Un cambiamento dell'ordine cosmico è impossibile. Infatti l'ordine prima esistente non può distruggersi, e il non esistente non può nascere ».[1]) L'attribuzione all'ordine dell'idea d'esistenza, non cessa d'essere notevole, se anche si giustifichi poi l'impossibilità del cambiamento dicendo che nulla può essere aggiunto, o tolto alle cose.

Comunque, sembra apparire in tutto questo un'evoluzione del pensiero eleatico, che forse tiene al ravvicinamento con Eraclito e che presenta anche qualche somiglianza con Anassagora:[2]) è il principio d'una via che, attraverso un'interpretazione sempre più formale, perdendone a poco a poco il vero senso scientifico, conduce dalla fisica di Parmenide alla metafisica dei filosofi megarici e di Platone. Anche il passo in cui Melisso nega all'Uno la sofferenza,[3]) rivela una certa disposizione idealistica della sua mente.

Influenza sui circoli pitagorici. — La filosofia d'Elea, coi suoi paradossi, dà la spinta a tutti gl'indirizzi principali del pensiero ellenico successivo, come vedremo nel capitolo seguente. Frattanto si è condotti naturalmente a cercare quale influenza più diretta possa avere esercitato sulla scuola affine dei pitagorici. La ricerca non è facile perché le notizie intorno a questi sono mal sicure, confuse, e mescolate nel tempo: onde ci siamo astenuti dal distinguere nettamente le varie epoche nella nostra esposizione della dottrina pitagorica.

Dopo la fine della scuola di Crotone, i pitagorici si erano concentrati a Reggio: di lì quasi tutti emigrarono in Grecia: solo

[1]) Fr. 7 (3).

[2]) Ma è difficile dire se si tratti d'una critica a questo filosofo, o non piuttosto di suggerimenti che Anassagora raccoglierebbe dallo stesso Melisso.

[3]) F. 7 (4).

a Taranto doveva risorgere sotto Archita il governo filosofico. Filolao e Liside si trovavano a Tebe poco prima del 400. Ma alla morte di Socrate (399) Filolao era già tornato in Italia. Nel IV secolo il pitagorismo aveva due centri: uno a Taranto, attorno ad Archita, ed uno in Grecia, a Fliunte. Aristosseno, il quale fu allievo di questa terza generazione, ricorda i nomi di Echecrate, Diocle e Polimnasto di Fliunte, e di Senofilo di Calcide, il quale visse ad Atene fino all'età di centocinque anni: tutti quanti discepoli di Filolao ed Eurito. Echecrate fu anche, insieme con Cebete e Simmia tebani, amico di Socrate.

Pochissimo si sa di questi pitagorici, come dei loro contemporanei astronomi d'Italia.[1]) I testi stessi che si attribuiscono loro sono generalmente contestati e ritenuti apocrifi dai filologi. In particolare le teorie attribuite a Filolao pare che siano opera della generazione successiva. Nondimeno è lecito vedere già una influenza diretta delle tesi eleatiche nei frammenti che appartengono più probabilmente a Filolao. Egli non dice più che «le cose sono numeri» ma che «tutte le cose conosciute posseggono un numero e nulla noi possiamo intendere o conoscere senza di questo». È verosimile che riconosca ormai esplicitamente l'esistenza degli incommensurabili su cui scrive un libro il suo contemporaneo Democrito; e di questo riconoscimento entro la scuola pitagorica vorremmo addurre come prova un testo attribuito ad Archita di Taranto, sebbene appartenente agli scritti contestati, di cui diciamo in appresso:

«La quantità multiforme si divide in: linea, superficie, corpo, spazio, numero e rapporto»[2]) (λόγος).

In ogni caso la teoria che vuole spiegare ogni cosa coi numeri, assume ora quel senso formale che, nei riferimenti di Aristotele sui Pitagorici, si trova spesso congiunta al senso materiale dei primitivi. D'altra parte si è già notata l'influenza della critica eleatica sugli autori, siano essi Filolao od altri, della teoria di una Terra girante attorno al Fuoco centrale; teoria evidentemente suggerita dalla relatività del moto.

[1]) Fra questi si ricordano Iceta ed Ecfanto, dei quali torneremo a parlare. Ecfanto accoglieva il monadismo pitagorico come atomismo, e faceva rotare la Terra su se stessa.

[2]) In Mullach (*op. c.*) I, pag. 573. La parola λόγος è male tradotta dall'editore come *sermo* (che non avrebbe senso).

Un'eco delle discussioni fra gli Eleati, circa la finitezza o l'infinità del mondo e dello spazio, ci pare di scorgere in un celebre argomento di Archita, conservatoci da Eudemo:[1])

«Venuto ai limiti del cielo, posso io distendere la mano o un bastone al di fuori?»

Altri scritti attribuiti ad Archita,[2]) come si è accennato, sono ritenuti composizioni più tarde (del primo secolo a. C.). E non è dato a noi discutere le ragioni filologiche, come i pseudodorismi, su cui si fonda il giudizio dei critici e particolarmente del Diels. Tuttavia ci sembrano dubbi, o almeno troppo assoluti, gli argomenti che si desumono dalla coincidenza di talune dottrine con altre simili di Platone e d'Aristotele. Senza volere rivendicare l'autenticità di quei frammenti, crediamo almeno che di essi si debba tener conto per rintracciare probabili motivi pitagorici, che possono in parte preludere al pensiero platonico e aristotelico.

Chi entri in quest'ordine d'idee, sarà indotto a ravvisare interessanti influenze del pensiero eleatico in alcuni sviluppi che il preteso Archita dà alla logica e alla teoria della conoscenza. Per esempio[3]) dove discute sul principio di contraddizione e su le definizioni,[4]) o dove dichiara che vi sono cose immobili che si conoscono coll'intelletto e cose mobili che s'intendono coi sensi, ecc. C'è qui un'ipotesi suggestiva per intendere la genesi di talune dottrine della scuola socratica.

Osserveremo ancora che le dieci «categorie» o «imputazioni» aristoteliche, portano ancora nel loro numero l'impronta della *Tetraktys*. A parte l'autenticità di frammenti di una pretesa opera *Sull'Universo* o *Sul Tutto* che Simplicio ci dà per buoni,[5]) lo storico delle idee può avere le sue ragioni per attribuirne ad Archita il concetto che li informa. Si ravvisa in questi frammenti il concetto del *luogo*, o campo (χώρα), cioè dell'inquadramento spaziale, come «essere primo» rispetto alle cose che lo occupano. «È proprio del luogo che tutte le altre cose siano

[1]) In Diels, *Vors.*, A. 24.
[2]) *Sui Principii, sull'Ente, Categorie*, ecc.
[3]) Cfr. Mullach, I, p. 568 segg.
[4]) Che alcune di queste appartengano realmente ad Archita resulta da Aristotele, *Met.*, VII, 2 (8).
[5]) Simplicio, *Categorie*, p. 301-377 ed. Kalbfleisch, e *Phys.*, 203.

in lui mentre esso stesso non è in nulla. Se infatti fosse in un certo luogo, questo sarebbe a sua volta in un altro, e così via». Qui si vede un riflesso della tesi di Zenone.

Finalmente, il riconoscimento degli incommensurabili, di cui abbiamo parlato poc'anzi, mette il pensiero pitagorico su una nuova via. Se le cose non «sono» più numeri, ma « posseggono» un numero, quale sarà la relazione di ogni cosa al suo numero? Si va così delineando il concetto che le cose «imitino» i numeri: concetto esplicitamente attribuito ai Pitagorici da Aristotele, e meno chiaramente dallo stesso Platone.[1]) La teoria delle forme o *idee,* e della «partecipazione» della realtà ad esse, è nata adunque fra i pitagorici della seconda e terza generazione.

1) Cfr. *Met.* I, 6; *Fed.* 74 e segg., 76 d 8. Il linguaggio usato da Simmia e da Cebete è quello tecnico di una scuola che avrebbe già largamente trattato questi problemi.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Per gli Eleati esistono traduzioni dei frammenti e delle testimonianze in varie lingue, ed anche in Italiano:

U. Untersteiner, *Parmenide,* Bocca, Torino, 1925.

M. Cardini, *Gli Eleati,* testimonianze e frammenti, Lanciano, Carabba, 1921.

Ma per trovare un senso nei passi più espressivi, è strettamente necessario ricorrere ai testi greci. Una traduzione di questi potrebbe riuscire utile soltanto se accompagnata dalla critica accurata dei diversi significati filologicamente possibili, con commento che prenda luce da una chiara interpretazione delle dottrine.

Il senso degli argomenti di Zenone per il concetto razionale degli enti geometrici è stato spiegato da P. Tannery, (*op. cit.*); poi H. Zeuthen ha ravvisato in essi gl'inizi dell'analisi infinitesimale. F. Enriques ha riconosciuto e dimostrato che Parmenide ha preceduto il discepolo nella critica dei concetti matematici. Inoltre ha spiegato il significato scientifico originale della metafisica eleatica — la cosidetta inconciliabilità dell'Essere col Divenire — come impossibilità di dar ragione del cambiamento o del moto sulla base d'una teoria della materia estesa, compatta ed omogenea.

Cfr. gli articoli del *Periodico di Matematiche:*

La polemica eleatica per il concetto razionale della geometria, 1923; *Le venerabili proprietà della materia,* 1921; *La relatività del movimento nell'antica Grecia,* 1921.

Inoltre *Ansichten über die Entwicklung der griechischen Wissenschaft,* in *Abhandlungen aus dem Mathematischen Seminar,* Hamburg, 1929. *Philosophia de Elea et positione de problema de Mechanica,* in « Schola et Vita », 1930.

Una bibliografia sugli argomenti di Zenone si troverà in

F. Cajori, *The purpose of Zeno's arguments on motion,* in *Isis,* III, 1920.

Gli sviluppi del concetto dell'Unità nella metafisica posteriore sono intelligentemente ritracciati da Baeumker, *Die Einheit des parmenideischen Seienden,* in *Jahrb. f. Kl. Phil.,* 1886, p. 541 segg; cfr. anche *Das Problem der Materie,* p. 50 segg.

Sulle opere di Archita, cfr. la bibliografia del cap. XII.

V.

LE RISPOSTE AL PARADOSSO ELEATICO EMPEDOCLE E ANASSAGORA

Le tre risposte. — La filosofia eleatica, svolgendo fino alle ultime conseguenze i motivi ionici e pitagorici, era riuscita ad una radicale negazione della realtà. Se esiste una materia unica, priva di differenze qualitative e puramente estesa; se questa costituisce da sola tutto l'esistente, e fuori di lei il vuoto è inconcepibile, come «non-esistente»: allora il mondo costruito dal pensiero si riduce allo spazio figurato della geometria, ed in esso viene a mancare ogni ragione sufficiente della diversità, del divenire, del fenomeno. Il sensibile diventa illusorio; la ragione stessa corre al suicidio nella contemplazione dell'immobilità, che è la morte eterna del Tutto.

Il senso comune d'ogni tempo protesta contro siffatti paradossi: le beffe dei contemporanei, come quelle dei posteri, non sono mancate ai valorosi campioni della filosofia negatrice. In una situazione disperata ciascuno crede di poter dare il buon consiglio; la prudenza ha sempre da insegnare qualcosa all'eroe temerario. Ma se questi l'ascoltasse non sarebbe più eroe.

Ciò è vero anche del coraggio speculativo con cui i filosofi affrontano l'assurdo ed il ridicolo, sdegnando i facili compromessi per tener fede alle ragioni profonde della propria logica. Appunto per tale coraggio Parmenide s'innalza nel pensiero di Platone, che lo dipinge colle parole d'Omero:

Augusto e terribile nella sua grandezza. [1])

[1]) *Teet.*, 183 e.

La logica eleatica produceva intanto questo resultato storico: per sfuggire all'assurdo bisogna riprendere l'esame delle premesse, istintivamente accettate. C'è un'ipotesi monistica che gli Ionici hanno assunto come base delle loro speculazioni: materia unica, che si spoglia naturalmente di tutte le qualità fuori dell'estensione; c'è l'inconcepibilità del vuoto che sembra contraddire all'idea stessa dell'esistenza; c'è anche la pretesa della ragione di giudicare del reale contrapponendosi al senso e oltrepassando tutti i quadri dell'esperienza. Tre punti fondamentali da rivedere e da discutere; tre vie che s'aprono alla filosofia posteleatica e che conducono a nuove posizioni e a nuovi problemi. Il pensiero greco le ha effettivamente percorse, e sono:

1) le teorie pluralistiche della materia d'Empedocle e d'Anassagora;

2) la dottrina atomica di Leucippo e di Democrito;

3) l'empirismo che contrassegna la critica della conoscenza presso i sofisti, Protagora e Gorgia.

Sono tre risposte alla tesi eleatica; se anche esse conducono al di là del campo di questa speculazione, un unico filo direttivo le ricollega nella logica della storia.

Pluralismo. — Il postulato « nulla si crea e nulla si distrugge » non è stato inventato dagli Eleati; lo abbiamo già ravvisato, come principio regolativo della speculazione ionica. Ma, sviluppato con rigore, esso rivela un senso nuovo ed un'esigenza più profonda. « Se in diecimil'anni l'universo avesse cambiato d'un capello, nella totalità infinita del tempo già sarebbe perito ». Così dice suggestivamente Melisso.[1])

L'esigenza razionale è dunque: che non vi sia vero cambiamento. Ciò che è deve rimanere sempre eguale a se stesso. E allora, avevano concluso gli Eleati, la materia unica non può dar luogo a differenze: la diversità è pura illusione.

Allora, diranno i teorici del pluralismo, se la diversità non è illusoria, bisogna che la materia non sia affatto unica, cioè che esistano qualità di materia tra loro differenti, e sempre uguali a se stesse: la materia sensibile resulterà così dal miscuglio di elementi irreducibili che non mutano, ritraendo i suoi aspetti dalle proporzioni di questi.

[1]) Fr. 7 (2).

Empedocle d'Agrigento non spinge molto avanti questa veduta. Gli basta il semplice compromesso eclettico per cui dà valore di « radici » (elementi)[1]) ai quattro stati fisici della materia, già distinti dagli Ionici, secondo un'antica tradizione popolare: o più precisamente, come si conviene a un greco, a talune proprietà elementari e tangibili che egli vi connette. Terra, acqua, aria e fuoco, diventano per lui, non già stati trasformabili l'uno nell'altro, bensì corpi semplici, dotati di qualità immutabili, e componenti di tutte le diverse specie materiali:

> « Quattro ascolta dapprima, che son d'ogni cosa radice:
> Giove candente ed Era, che tutto avviva; Aidoneo,
> Nesti che di suoi pianti il fonte mortale distilla »[2])

Anassagora di Clazomene svolge in maniera molto più profonda la veduta pluralistica: le qualità della materia non sono mere apparenze, anzi *esistono* immutabilmente, nello stesso senso che all'esistenza ha conferito la critica eleatica. La materia resulta dunque da un miscuglio d'infiniti elementi: « secco », « umido », « bianco », « rosso », ecc.; in tutto c'è di tutto, e il miscuglio si ritrova fin nelle parti infinitesime; sono le qualità prevalenti che conferiscono a ciascuna cosa la sua apparenza.

> « Le cose che si trovano nel mondo uno, non sono isolate; il caldo e il freddo non si lasciano separare coll'ascia ».[3])
>
> « Rispetto al piccolo, non c'è un minimo, ma c'è sempre un più piccolo, perché l'esistente non può essere annullato per divisione. Così, rispetto al grande, c'è sempre un più grande, e il più grande è eguale al piccolo come pluralità, e in se stessa ogni cosa pensata come somma di infinite parti infinitesime è insieme grande e piccola »[4]) (Tesi di Zenone). « Ma se, come pluralità, il grande e il piccolo sono eguali, vi può essere dunque qualcosa di tutto in tutto, niente è isolato e tutto partecipa di tutto ».[5])

Questa dottrina della materia è stata interpretata nel modo più profondo dal Tannery, che — per la prima volta — ne ha compreso il vero valore. Non ci sono particole elementari di diversa specie, ma c'è « di tutto in tutto »: per quanto si spinga

[1]) Il termine « elemento » (στοιχεῖον) è posteriore, appartenendo agli atomisti: cfr. Diels, *Elementum* (1899).

[2]) Fr. 6. Diamo le citazioni nella trad. di Ettore Bignone, *Empedocle*, Torino, 1916.

[3]) Fr. 8. [4]) Fr. 3. [5]) Fr. 6.

avanti la divisione non si trova mai nulla di puro. La grande idea originale, evidentemente suggerita dal pensiero di Zenone, è d'introdurre nella concezione della materia, l'infinitamente piccolo...: « il piccolo va pure all'infinito ».[1])

Il profeta e lo scienziato. — Empedocle e Anassagora sono contemporanei: il primo, « più giovane d'età ma più vecchio per le opere », come dice Aristotele, è nato una diecina d'anni dopo il secondo, e questi intorno al 500 a. C. Sono vissuti in ambienti diversi e mostrano educazione scientifica e temperamenti mentali assai differenti.

Empedocle apparteneva a una delle famiglie più considerevoli d'Agrigento, ed ebbe in tutta la Sicilia grande rinomanza come medico e taumaturgo. Suo padre Metone aveva contribuito nel 470 alla caduta del tiranno Trasideo, e si narra che egli stesso rifiutasse la corona di re offertagli dai concittadini. Gli piacque invece di essere adorato, come veggente, quasi alla pari d'un Dio.

« O amici, che abitate la grande città che al biondo Acragante
dichina, sul sommo dell'Urbe, nelle opere buone adusati,
fidi porti d'ospiti, ignari di perfidia,
Salute! Io al vostro cospetto, non più mortale ma nume divino
m'aggiro, fra tutti onorato come ne son degno,
d'infule precinto e di fiorenti serti:
dei quali quando giungo adorno nelle floride città,
mi venerano uomini e donne e mi seguono,
infiniti, chiedendo bramosi la riposta via che guida a salute;
e vogliono gli uni oracoli, altri di malattie
innumeri domandano d'udire la parola che sana,
lungamente d'aspre doglie trafitti ».[2])

E in verità, non si considerava un semplice mortale, ma dèmone relegato in un'esistenza terrena.

Vaticinio è del Fato, decreto antico dei Numi
sempiterno, con ampio giuramento suggellato,
che se alcuno le membra insozzi di sangue colpevole
o spergiuri empio, seguendo la Contesa,
alcuno dei dèmoni che ebbero in sorte vita longeva,
errando vada dai beati per tre volte dieci mila stagioni

[1]) Fr. 1.

[2]) Fr. 112.

e rinascendo nel tempo in ogni forma di esseri mortali
muti le dogliose vie della vita.
Perché la possa dell'etere li tuffa nel mare,
il mare sulla terra li sputa, la terra nelle vampe
del sole fulgente, che li lancia nei vortici dell'etere:
l'uno dall'altro li accoglie e tutti li odiano.
Uno d'essi sono ora anch'io, fuggiasco dagli dei, ed errante
perché fede prestai alla furente Contesa. [1])

Certo doveva essere dotato del fascino profetico. Era oratore, anzi Aristotele gli attribuisce l'invenzione della retorica, o arte di persuadere. Ἀλεξάνημος, dominator dei venti, lo chiamavano i concittadini. Ed il suo genio gli conferiva un reale potere, quando liberava Selinunte dalla malaria col prosciugarne le paludi. A sessant'anni esule nel Peloponneso, morì, a quanto pare, vittima

ANASSAGORA.
Moneta di Clazomene.

d'un accidente; ma si formò il mito d'una fine più straordinaria: precipitatosi nella lava incandescente dell'Etna, o rapito al cielo in una nube di fiamma....

Di fronte alla figura ieratica del Siciliano — medico, oratore, veggente — Anassagora ci sta dinanzi come un freddo uomo di scienza.

Il suo spirito matematico si rivela già nel concetto dell'infinitamente piccolo che abbiamo ravvisato nei frammenti sopra citati, anche se non si possa confermare il riferimento di Proclo attribuendogli qualche preciso progresso della geometria. Appartiene pure a un intelletto matematico la sua veduta che la luna brilla soltanto di luce riflessa (cfr. p. 61).

La vita d'Anassagora è rimasta come modello di devozione

[1]) Fr. 115.

alla scienza. Di famiglia aristocratica, neglesse — a quanto dice Platone — il suo patrimonio per dedicarsi interamente allo studio. A quarant'anni dalla Ionia viene ad Atene, ove è accolto come ornamento nel circolo letterario di Pericle. È maestro ed amico di Euripide. La reazione che si disegna nella città prima della guerra del Peloponneso, colpisce in lui lo straniero e il libero pensatore, non meno che l'amico del grande uomo di Stato. Gli si rimproverava — orribile materializzazione del Dio Apollo — d'aver considerato il sole come «una massa infuocata più grande del Peloponneso». Accusato d'empietà è costretto a lasciare Atene riparando nella nativa Asia Minore; e muore a Lampsaco, a settantadue anni.[1]) I Lampsaceni gli eressero un monumento, dedicato all'Intelletto e alla Verità; e l'anniversario della sua morte fu per lungo tempo giorno di vacanza per gli scolaretti, dicesi dietro suo espresso desiderio.

Alle differenze d'abito e di temperamento fra Empedocle e Anassagora si legano naturalmente le differenze delle opere. Attraverso l'esposizione poetica del primo si scorge un interesse vivo per la realtà, espresso in una grande ricchezza di osservazioni, (la resistenza dell'aria compressa alla penetrazione, l'espirazione dei pori della pelle, ecc.). La sua curiosità di medico s'indugia volentieri sui fenomeni della vita, ed è certo nel campo della medicina che la teoria dei quattro elementi — combinandosi nella dottrina dei temperamenti colle opposizioni del caldo e del freddo, del secco e dell'umido — ha potuto rendere dei servigi pratici, che spiegano l'accoglienza fattale da Aristotele e il suo trionfo nella scienza antica.

In contrasto col linguaggio poetico immaginoso dell'Agrigentino, la prosa d'Anassagora è precisa, come conviene ad un geometra. E sopra ai particolari vi si ammira la potenza logica del disegno.

Tratti comuni, osservazioni ed esperienze. — Ma, quanto più grande è la diversità dell'ispirazione e dell'indole degli autori, tanto più ci colpisce l'intima parentela delle due opere: e non

[1]) Intorno a ciò si hanno racconti contradditorii in Diog. L. II, 12-14.

soltanto per ciò che vi ha di simile nella veduta pluralistica della materia, contrapposta al monismo eleatico. Sono gli stessi problemi, e in parte anche gli stessi principii, che sorgono, pei due filosofi, dalle stesse osservazioni o da un bisogno comune: sia che possa essersi esercitata una qualche influenza diretta dell'uno sull'altro, o piuttosto che ambedue ritraggano qualcosa da un medesimo ambiente di cultura.

Invero le influenze degli Ionici e degli Italici appaiono egualmente — se pure in maniera e proporzione diversa — nei due fisici. Empedocle imita da vicino il discorso di Parmenide e professa molte dottrine dei Pitagorici (in particolare del medico Alcmeone di Crotone), ma s'ispira anche, visibilmente, ad Eraclito d'Efeso. Anassagora segue la più prossima tradizione ionica di Anassimandro, di Anassimene e d'Eraclito, eppur manifesta indubbiamente un'influenza italica, almeno degli Eleati, come pur si è rilevato innanzi. Egli s'incontra coll'Agrigentino nella spiegazione fondamentale del divenire, che risponde al concetto eleatico dell'esistenza:

« Gli Elleni giudicano male del divenire e del perire; poiché niente diviene o perisce, ma soltanto si mescola o si separa dalle cose esistenti. Perciò invece di divenire e perire, si dovrebbe dire comporsi e scomporsi. » [1]) — Empedocle dice press'a poco lo stesso nel fr. 8.

Egualmente i due filosofi negano il vuoto. [2]) Tuttavia Empedocle assume da Parmenide il Tutto finito e sferico (fr. 28 e 29), mentre Anassagora si trova d'accordo con Melisso nel ritenerlo infinito (fr. 1 e 2): e c'è qui una premessa necessaria del suo sistema cosmico, perché — come vedremo — la rivoluzione iniziale che dà origine al mondo procede per lui estendendosi illimitatamente nello spazio.

Ma, anche dove s'accolgono i resultati dell'astratta speculazione eleatica, una nuova mentalità si rivela ora con la ricerca della prova sperimentale: Anassagora avrebbe tentato di provare che non esiste vuoto coll'esperimento della clessidra e anche mostrando la resistenza alla compressione degli otri pieni d'aria. Il primo esperimento è descritto nei *Problemata* già attribuiti

[1]) Fr. 17.
[2]) Empedocle fr. 13 e 14; Anassagora in Diels 68-69.

ad Aristotele, e viene richiamato in una pittura brillante d'Empedocle:

> Come quando una fanciulla
> gioca con una clessidra di rifulgente rame,
> finché essa, frapponendo la bella mano all'orifizio della cannuccia
> immerge (la clessidra) nel tenue corpo dell'argentea acqua,
> non può l'umore accorrere nel vaso, ma lo scaccia
> la mole dell'aria di dentro, cadendo contro i fitti forami,
> finché (la fanciulla) schiuda la via al denso flusso dell'aria; allora
> venendo a mancare l'aria, destinata parte d'acqua v'accorre.
> E così pure avviene, quando l'acqua occupa l'imo del bronzo
> e sono occlusi dalla mano della fanciulla la cannuccia e l'orifizio
> sì che l'aria, ch'è di fuori, bramando entrarvi, respinge l'umore
> intorno alle porte del chioccolante canale, occupandone il sommo,
> finché (la fanciulla) con la mano le schiude la via; allora di nuovo
> per converso,
> tuffandosi l'aria ne fugge respinta la destinata acqua.
> Così appunto il sottile sangue che si effonde gorgogliante per le membra
> quando rifluendo indietro balza nei penetrali (del corpo),
> tosto il flutto dell'aria vi scende con tempestosa ondata,
> e quando in alto ribalza (il sangue), ancor di nuovo ne espira
> l'ugual flutto (d'aria).[1])

Qui lo storico della scienza è tratto a porre una questione interessante: se, e in qual senso, Empedocle abbia avuto consapevolezza della distinzione fra l'aria e il vapor d'acqua. Per Anassimene erano la stessa cosa: l'acqua era aria condensata. Invece la veduta di Empedocle che gli elementi sieno irreducibili, pure penetrandosi e mescolandosi fra loro, sembra portare la distinzione chimica, che oggi è comunemente nota. Ma quale poteva essere il significato di una tale distinzione, per il filosofo d'Agrigento?

Per tradurre la sua mentalità diciamo non essere possibile ricavare dall'aria ambiente acqua liquida, se non in quanto l'aria stessa sia umida o carica di goccioline, e nella misura in cui l'acqua vi è mescolata. E veramente Empedocle concepisce «l'aria umida» (che nel fr. 38,3 è l'aria atmosferica) come distinta dall'aria propriamente detta, o etere o aria secca (αἰθήρ o ἠέρ in fr. 17,18) che si trova infinitamente alta. Ma non vi è alcun accenno ad osservazioni o esperienze particolari che oltrepassino

[1]) Fr. 100.

CROTONE. (Cliché Soc. Magna Grecia.)

Vestigia dell'antica città: il Tempio di Era Lacinia a Capo Colonna.

AVANZI DI ELEA. (Cliché Soc. Magna Grecia.)

questa intuizione, e gli facciano cogliere i fatti, o qualcuno dei fatti, che noi oggi affermiamo colla distinzione chimica fra aria e vapore acqueo.[1])

Nella generazione posteriore ad Empedocle, un epigono della scuola ionica, Diogene di Apollonia, parla pure di varie specie di aria, più secca e più umida (fr. 5 e 7), ma per confutare la dottrina dei quattro elementi, stimando che la differenza di natura escluderebbe il miscuglio ed ogni azione reciproca, e quindi per tornare alla tesi di Anassimene, che pone l'aria come materia primitiva, principio unico di tutte le cose. Aristotele riprenderà questa teoria delle due specie di aria, ma nel senso di Eraclito. Le emanazioni che produce la terra riscaldata dal Sole sono due:

> L'una si avvicina più al vapor d'acqua (ἀτμιδωδεστέρα) l'altra all'aria (πνευματωδεστέρα), la prima è una evaporazione dell'umido che si trova nella terra e sulla terra stessa, la seconda è quasi fumo che si eleva dalla terra secca. Questa seconda emanazione essendo più leggera si mantiene in alto, mentre quella più umida per il suo peso maggiore occupa i luoghi più bassi.[2])

Con queste due emanazioni, e in modo conforme alla mentalità ionica, Aristotele spiega i fenomeni meteorologici, comprese le comete e la Via Lattea; ed anche la formazione delle rocce, dei minerali e dei metalli.[3])

In un ordine d'idee affatto diverso un altro appello all'esperienza è da Aristotele attribuito ad Empedocle:[4]) volendo egli spiegare che i cieli non cadono sulla Terra, ricorre alla forza centrifuga, ed illustra il fatto col far girare una coppa d'acqua legata ad una corda. Vedremo che la forza centrifuga ha un posto anche più essenziale nel sistema d'Anassagora.

Ancora una somiglianza tra i due filosofi si riscontra a

[1]) Il Burnet, CVII della *Early Greek Philosophy*, cita a questo proposito l'esperienza della clessidra, di cui sopra. Ma è chiaro che essa non può avere affatto tale significato, ed invece, nella mente di Empedocle, prova — come si è detto — che non c'è vuoto (uscendo l'aria, l'acqua ne prende il posto). Rileviamo che il Gomperz interpreta la cosa a rovescio, pretendendo che l'esperienza stessa non sia possibile se non per l'esistenza (almeno momentanea) del vuoto: onde poi è tratto ad alterare, con sottili disquisizioni, il senso dei passi in cui il filosofo-poeta nega esplicitamente il vuoto. Del resto questa negazione fa parte essenziale del sistema dei pluralisti, e appare quasi *a priori* secondo il disegno ricostruttivo della nostra storia.

[2]) *Meteor.* I, 4. [3]) *Ibid.* III, 7. [4]) In Diels A. 67.

la diseguaglianza fra questi emisferi dà origine al moto di rivoluzione del mondo. Quindi la terra si portò nel mezzo e, fortemente compressa dall'impeto della sua rotazione, lasciò scaturire l'acqua che, evaporandosi, generò le nubi. Le cose terrestri nacquero per condensazione da altri elementi, e l'Amore dette origine alle varie forme viventi.[1]) Il giorno e la notte resultano dall'avvicendarsi dell'emisfero luminoso col buio, sopra la superficie della terra da noi abitata: il sole è soltanto un effetto di riflessione del fuoco contenuto nell'emisfero diurno. Questa bizzarra teoria, che sembra derivare dai Pitagorici, risponde ad un motivo assai profondo, che spiegheremo nel cap. XIII.

Quanto alle stelle, Empedocle ammette che sieno formate di fuoco: attaccate alla vôlta cristallina le stelle fisse, liberamente mobili i pianeti. Nella descrizione che precede convien rilevare l'accento (di Aetius) alla rotazione del mondo. Empedocle non spiega perché i moti degli elementi che l'Odio porta « in direzioni diverse » si compongano in un moto rotatorio del mondo. Ma certo ei si raffigura questo come un effetto del vuoto nel pieno: se — entro il Tutto-pieno — delle masse separate dal miscuglio tendono a muoversi in una stessa direzione e con eguale velocità, può resultarne una rivoluzione di diverse sfere concentriche con velocità angolari diverse: le parti più interne ruoteranno più rapidamente. Comunque nasce così un moto relativo, il solo che abbia significato e importanza secondo l'insegnamento di Parmenide.

Il moto nel pieno produce un'altra conseguenza mirabile già notata da Aristotele. L'Odio che tende a separare gli elementi diversi, porta necessariamente la riunione dei simili: la forza repulsiva è, in un altro senso, attrattiva; per essa « la terra cresce la propria massa e l'aria cresce il volume dell'aria »[2]) « [il fuoco] si precipita in alto [verso il fuoco] ».[3])

C'è qui una veduta di straordinario interesse. Gli antichi naturalisti che derivano il cosmo da un primitivo caos, ove le diverse qualità di materia sono confuse e commiste, dovevano domandarsi perché queste si trovino oggi separate le une dalle

[1]) Per tutta questa descrizione cfr. i fr. 30, 31, 35, 36 e le testimonianze di Aetius e dello Pseudo-Plutarco in Diels 40 e 30.

[2]) Fr. 37. [3]) Fr. 51.

altre e riunite nelle grandi masse omogenee della terra, dell'acqua e dell'aria. Un'idea grandiosa balenò al loro spirito. La legge che risponde alla precedente domanda — l'attrazione del simile pel simile — deve spiegare anche la caduta dei corpi pesanti sulla Terra e l'innalzamento dei leggeri (gas, fiamma) nell'aria. Già dunque per i nostri antichi, la legge del peso rientra come un caso particolare in un principio d'*attrazione universale,* che si ritrova (anche accompagnato da più soddisfacente spiegazione meccanica) in altri fisici contemporanei e posteriori ad Empedocle, fino a Platone.[1]) Soltanto Aristotele ci riporta alla veduta geocentrica, colla dottrina che gli elementi tendono a muoversi verso il loro luogo naturale.

Sistema cosmico d'Anassagora. — Il processo dell'evoluzione del mondo e le forze che qui entrano in giuoco, ricevono una spiegazione meccanica nel sistema d'Anassagora, che si basa sul concetto della forza centrifuga. Per un impulso iniziale del *Nous,* di cui avremo a discorrere, la materia cosmica, in cui tutte le qualità sono commiste, viene animata in un punto da un moto rotatorio: quindi la rivoluzione progredisce trascinandosi la materia circostante, e si estende così illimitatamente nello spazio (fr. 12). Non è difficile farsi un'immagine di questo processo, ove si pensi ad un moto rotatorio prodotto in un fluido viscoso: il vortice trascina progressivamente una porzione del fluido sempre più lontana dal centro, la quale — se pure acquisti una velocità superiore — avrà tuttavia una velocità angolare decrescente. A questo modo possiamo concepire la rotazione del nucleo centrale del mondo (ove ora è la Terra) trascinare da occidente a oriente quelle regioni dell'etere che portano con sé la luna, e poi il sole e finalmente le stelle. Viene così spiegato — nel senso relativo che risponde alla critica eleatica — il moto di questi corpi. La rivoluzione del mondo crea la forza centrifuga, che agisce disegualmente sulle diverse qualità della materia e riesce quindi a separarle:

«.... le cose girano e sono separate dalla forza e dalla velocità. E la velocità fa la forza.... »[2])

« Il denso e l'umido, il freddo e l'oscuro si riunirono dove ora è la

[1]) *Timeo,* 62,63.

[2]) Fr. 9.

Terra, mentre il raro e il caldo, il secco (e il luminoso) si portarono verso la regione esterna dell'etere ». [1])

Da queste cose separate si solidifica la Terra. Infatti dall'acqua si separa il vapore, dall'acqua la terra, e dalla terra vengono le pietre solidificate dal freddo. Queste sono proiettate (dalla forza della rotazione) più lontane dell'acqua. [2]) L'ultima affermazione di Anassagora è illustrata da Ippolito. [3])

« Il sole, la luna e tutte le stelle sono pietre infiammate mosse circolarmente dalla rotazione dell'etere. Sotto le stelle stanno il Sole e la Luna, e anche altri corpi oscuri che li accompagnano nella rotazione ».

Ora la separazione delle qualità diverse, prodotta dal moto rotatorio, dà origine, come già abbiamo spiegato, all'attrazione del simile per il simile, principio cosmico generale che comprende la legge del peso.

La caduta dei gravi è dunque determinata dal fatto che la forza centrifuga sposta più difficilmente le masse più grandi e compatte (terra, acqua) in confronto delle più sottili (aria e fuoco) le quali spinte all'infuori, lasciano un posto da occupare. Questa è una notevole spiegazione della gravità che, in forma rudimentale, prelude al tentativo di Huyghens nel secolo XVII. [4])

La gravità che porta nel mezzo del mondo le sostanze che diciamo pesanti, rende anche ragione del rimanere della Terra nel suo posto centrale. In questo senso si possono interpretare le testimonianze dei dossografi, [5]) che la Terra mantiene il suo equilibrio perché — non essendoci vuoto — è premuta dall'aria e a cagione del vortice cosmico, se pure non si scorga qui un'intuizione meccanica più elevata: infatti l'osservazione della trottola [6]) o del moto d'una ruota, potrebbe avere svelato ai nostri filosofi la proprietà dell'asse d'un solido rotante di conservare la sua posizione nello spazio (permanenza degli assi di rotazione). Così essi spiegherebbero che la Terra non venga spostata dal centro, per effetto dei moti circostanti, essendo impedita

[1]) Fr. 15. [2]) Fr. 16. [3]) In A. 42, 16.

[4]) Cfr. U. Forti, *La teoria della gravitazione di Huyghens*, in *Per. di Mat.*, Nov. 1926.

[5]) Ippolito, in A. 42 (1), Aristotele, *De Caelo*, II, 13 (14), in Diels, A. 88 e Simplicio, *ibidem*. La seconda spiegazione si riferisce anche ad Empedocle.

[6]) La trottola è menzionata da Aristofane (*Uccelli* v. 1461) e anche da Platone (*Rep.* 436 d).

di muoversi secondo la direzione del suo asse dall'aria e non potendo cambiare la direzione di questo.

Il *Nous*. — Ora tutto il sistema meccanico d'Anassagora dipende dal moto di rivoluzione del mondo. Come si spiega quest'ultimo? Il filosofo è ricorso per ciò ad un atto creativo provvidenziale, alla «chiquenaude initiale», con cui Voltaire spiegava l'origine del moto dei pianeti, nel sistema di Newton. Accanto alla materia confusa c'è una sostanza pura e separata, il *Nous* (ragione o materia pensante), che ha dato l'impulso primitivo e animato il moto di rotazione di un piccolo frammento di materia: ma la rotazione sembra proseguirsi naturalmente, per inerzia, trascinando la materia circostante e propagandosi così, indefinitamente, a sfere sempre più larghe. Quindi il processo cosmico tende ad un'organizzazione del Tutto che procede all'infinitamente grande, mentre opera separando le qualità della materia, col penetrare sempre più nell'infinitamente piccolo.

Il ricorso alla ragione è magnificato da Aristotele nella *Metafisica*:[1]) « Colui che primo, nella Natura come negli animali, disse la Ragione causa dell'ordine e della disposizione del Tutto, parve quasi il solo uomo sobrio in mezzo ad una compagnia di ubriachi, che non sapevano quel che si dicevano». E già Socrate, nel *Fedone* platonico, lodava per questo Anassagora, raccontando di essere stato un momento sedotto dalla sua parola.

Subito dopo lo stesso Socrate deplora che l'autore non si giovi affatto del nuovo principio per spiegare come tutto ha luogo in vista del meglio, e preferisca ricorrere a cause di ordine naturale: «ad arie, eteri, ed altre cose singolari». Ma proprio in questo biasimo dobbiamo vedere il miglior titolo di lode per Anassagora, che — se avesse fatto come vorrebbe il filosofo ateniese — avrebbe parlato da teologo e non da fisico. Si lasci dunque a Socrate l'onore di avere sviluppato un'idea metafisica che il *fisicissimo* Anassagora ha soltanto adombrato, e si riduca l'interpretazione del *Nous* al vero significato che ha nel sistema di questi. L'autore ha preso coscienza dell'intuizione vitalistica che era nel pensiero tradizionale degli Ionici e specie d'Eraclito: tutti i viventi sono animati e tutti gli esseri animati, grandi e

[1]) I, 3 (13).

piccoli, sono messi in moto dal *Nous* (cfr. fr. 12). Il mondo — che la tradizione figurava pure come un grande animale — deve esser mosso in maniera simile. E così il *Nous* viene soltanto a colmare una lacuna del sistema meccanico. Ma della spiegazione meccanica il filosofo di Clazomene ha espresso l'esigenza, meglio dei suoi predecessori.

Di fronte a questa il *Nous* resta un *Deus ex machina,* un artificio, peggio che una confessione d'ignoranza. La logica del sistema porterà gli atomisti ad eliminarlo. Perciò basterà intendere più radicalmente l'inerzia della materia, cioè ammettere che il moto naturale — che già Anassagora vede prolungarsi indefinitamente verso il futuro — si estenda anche nel passato, *ab aeterno,* senza che occorra più il bisogno d'un principio qualsiasi. [1])

Sopravvivenza dei più adatti nell'evoluzione della vita. — Sia Empedocle che Anassagora riprendono l'idea d'Anassimandro dell'evoluzione della vita. Ma Empedocle esprime a questo proposito un'idea grandiosa, che giova discernere traverso l'espressione semplicista e paradossale.

Nel processo cosmico descritto dall'Agrigentino — per opera della forza attrattiva dell'Amore — appaiono dapprima organi isolati:

> « molte tempie gemmarono prive di colli
> ed erravano ignude braccia orbate di spalle,
> vagavan solinghi occhi digiuni di fronti; » [2])

poi sorgono forme mostruose in cui questi organi sono combinati a caso, secondo le possibilità meccaniche delle combinazioni:

> molti nascere con due petti e due volti;
> bovi con fronti virili, od al contrario sorgere
> virili busti con teste taurine e commiste forme di maschi
> e di femmine.... [3])

[1]) Il *Nous* ha operato in un sol punto dell'Universo ovvero in più punti, dando origine a una pluralità, o anche ad un'infinità, di mondi? Le parole assai chiare del fr. 4, che alludono ad altri soli e lune, indicano l'esistenza di più mondi, nonostante l'esplicita negativa di Aetius (in A 6 3). Ma se così è, l'accrescimento dei mondi col progredire della relativa rivoluzione dovrebbe portare alla loro conflagrazione, forse alla loro fine. L'ipotesi non è assurda, anzi s'accorda colla tradizione ionica; ma non se ne trova traccia nella dossografia. Non pretendiamo di risolvere la contraddizione.

[2]) Fr. 57. [3]) Fr. 61.

Il senso di queste parole non può esser dubbio e del resto ci viene chiarito da Aristotele:[1]) « Si può supporre che tutte le cose sieno accadute per caso, come se fossero state prodotte per uno scopo. Alcuni organismi si sono conservati perché avevano acquistato spontaneamente una struttura adatta, mentre altri sono periti e periscono, come dice Empedocle dei bovi a faccia umana ». Troppo grande concessione al caso! obietta Aristotele. Ma ognuno riconosce qui la grande idea della « sopravvivenza dei più adatti » che costituisce per Darwin il principio della selezione naturale e la causa dell'evoluzione della vita. Empedocle stesso accenna ad un esempio interessante dell'uso che si può fare di tale principio, e le monche parole del suo frammento 97 sono illustrate da Aristotele:[2]) per spiegare il passaggio degli invertebrati ai vertebrati, diceva che alcuni invertebrati voltisi indietro si spezzarono la spina dorsale; questa variazione riuscendo utile sopravvissero, e in tal guisa si formarono le vertebre.

Più tardi Epicuro doveva riprendere il concetto d'Empedocle, per rendere comprensibile l'apparenza di fini in un mondo materialistico, colmando così una lacuna del sistema meccanico di Democrito.

Analisi delle sensazioni. — Col dichiarare l'inganno dei sensi Parmenide poneva il problema dell'analisi delle sensazioni. Meglio ancora egli traeva le conclusioni scettiche d'una riflessione sull'argomento che gli era suggerita dagli studi di Alcmeone, medico pitagorico crotoniate: il quale aveva iniziato un esame particolare degli organi di senso e delle loro funzioni. Questo medico, che praticava la dissezione anatomica e aveva riconosciuto il primato del cervello come sensorio comune, scopriva già un elemento subiettivo nella vista e d'altra parte conosceva anche l'importanza dell'aria per l'udito. Alcune parole di lui che ci sono state conservate — « relativamente alle cose invisibili e alle cose mortali, gli Dei soltanto posseggono la certezza » — preludono alla scepsi eleatica. Zenone, col suo argomento del grano di miglio, insisteva — dopo Parmenide — sull'aspetto negativo di questa critica.

[1]) In Diels, *ibidem*.

[2]) In Diels, *ibidem*.

La mentalità d'Empedocle e d'Anassagora li portava a abbordare il problema, riprendendo l'esame d'Alcmeone, con intendimento più positivo. Abbiamo già detto che i nostri filosofi, pure accogliendo le principali tesi del razionalismo eleatico, cercavano d'accordarne la verità colle testimonianze dei sensi. Anzi di questi Empedocle dichiara apertamente il valore:

Fr. 4. « ....Considera con tutte le tue forze in qual modo ogni cosa si renda chiara. Non accordare alla tua vista troppo credito in confronto all'udito o al gusto; e non rifiutare la tua fiducia ad alcuna parte del corpo che apra adito all'intelligenza.... ».

Senza dubbio tale era anche il pensiero d'Anassagora, sebbene ei dicesse che (fr. 21) « a cagione della debolezza dei sensi, non siamo capaci di conoscere la verità »: quest'affermazione significa soltanto che non possiamo discernere nella materia tutte le qualità che vi sono commiste, ma soltanto le prevalenti.

Il pensiero comune che ispira la ricerca dei nostri filosofi si può riassumere dicendo: la sensazione nasce da un'azione reciproca dell'oggetto e del soggetto, azione del simile sul simile per Empedocle, ed invece effetto di opposti per Anassagora. Ambedue tentano una descrizione particolareggiata degli organi di senso e delle loro funzioni; e Teofrasto ce ne dà notizia.

Per spiegare la sensazione a distanza, Empedocle ammette che da tutte le cose partano degli effluvii; in particolare la luce è un fuoco che parte dai corpi e che s'incontra con un altro fuoco: la fine e dolce fiamma che l'«Amore» ha captato entro l'acqua dell'occhio e che esce dai piccoli fori della pupilla.

Così nasce la visione.[1]) Il suono deriva dall'urto dell'aria mossa che per l'orecchio si trasmette all'encefalo; ed Empedocle giunge a indicare come organo specifico dell'udito un «osso cornuto » capace di risuonare come una « campana » (fr. 99), che è la nostra *chiocciola*. L'odorato viene dalla respirazione.

In modo generale la sensazione si produce quando i pori dell'organo di senso non sono né troppo grandi né troppo piccoli, così da lasciar passare l'effluvio del corpo percepito: il che accade precisamente quando questo è simile alle sostanze costituenti l'organo stesso.

[1]) Empedocle approfondisce anche l'analisi dei colori che fa derivare dalla combinazione di tre colori principali, a quanto pare suggeriti dalla tecnica della pittura. (Kranz).

Ma Anassagora — secondo Teofrasto[1]) — dice che la percezione è prodotta dagli opposti; perché il simile non può essere affetto dal simile. Cerca di descrivere particolarmente i diversi sensi. Noi vediamo per mezzo dell'immagine che si forma nella pupilla; e nessuna immagine è proiettata sopra qualcosa dello stesso colore, ma soltanto su ciò che ne differisce.... Nella stessa maniera anche il tatto ed il gusto discernono gli oggetti. Ciò che è caldo o freddo come noi non ci riscalda né ci raffredda col suo contatto, e similmente non percepiamo per mezzo di loro stessi il dolce e l'amaro. Noi conosciamo il freddo attraverso il caldo.... e odoriamo e udiamo nella stessa maniera: odoriamo per mezzo della respirazione, udiamo perché il suono penetra nel cervello, attraverso un osso cavo, su cui cade il suono.

Anche qui, come si è già notato in altri casi, sembra di scorgere in Anassagora una veduta generale più profonda della psicologia della sensazione; ma forse egli non si spinge avanti come Empedocle nello studio dei particolari anatomici.

Epigoni eclettici. — A prescindere dall'influenza storica esercitata sulla scuola d'Abdera (Leucippo e Democrito), Empedocle ed Anassagora influiscono su taluni epigoni della scuola ionica, che ne accolgono le dottrine avvicinandole ecletticamente a vedute più primitive.

Abbiamo già menzionato Ippone di Samo che pare fosse affiliato alla scuola medica d'Italia (e perciò viene detto da alcuni di Crotone o di Reggio o di Metaponto): il quale ritornando all'intuizione di Talete, la modificava nel senso d'Anassimene, facendo nascere tutte le cose dall'umido, miscuglio d'acqua e d'aria.

Diogene d'Apollonia assumeva invece come sostanza primitiva l'« aria » cui attribuiva l'ufficio di materia pensante, che Anassagora aveva dato al *Nous*. Aristofane lo deride nelle *Nubi* mettendo in bocca a Socrate un'allusione amena: «miscuglio dei suoi sottili pensieri coll'aria che è loro simile».

Notevole in questi epigoni l'interesse per le scienze della vita: in particolare Diogene Apolloniate si vede proseguire gli studi d'Empedocle e dei medici italiani sulla generazione, la respi-

[1]) *De sensu*, 27 (in A. 92).

razione ed il sangue. Una sua descrizione topografica delle vene del corpo umano, ci è stata conservata da Aristotele [1]) e rimane prezioso documento delle cognizioni anatomiche del tempo.

Archelao d'Atene sembra essere stato particolarmente un anassagoreo, successore d'Anassagora nella direzione della scuola di Lampsaco. Si è interessato in ispecie di cosmologia. Ci risulta che conosceva il levarsi del sole a ore diverse secondo la latitudine, da cui pretendeva ricavare la prova della *concavità* della Terra: ma di ciò discuteremo più avanti (cap. XIII).

Non vi è in questi epigoni eclettici un'idea nuova che possa veramente interessare la storia del *pensiero* scientifico.

[1]) *Hist. Animalium* III, 2 in Diels fr. 6. Traduzione italiana in Mieli, vol. cit. *La scuola ionica*, ecc.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

I testi relativi ad Empedocle si leggono nella traduzione italiana di E. Bignone, *Empedocle. Studio critico. Traduzione e commento delle testimonianze e dei frammenti*, Torino, Bocca, 1916, alla quale ci riferiamo in generale, nelle citazioni che precedono. Inoltre:

E. Bodrero, *I principi fondamentali del sistema di Empedocle*, Roma, 1905.

W. Kranz, *Empedokles und die Atomistik* in *Hermes*, t. 47 (1912).

Su Anassagora v. la ricostruzione del Tannery, *Mém. scient.* t. X e *Pour l'hist. de la science hellène*, cap. XII.

F. Loewy-Cleve, *Die Philosophie des Anaxagoras, Versuch einer Rekonstruktion*, Vienna, 1917.

E. Wellmann, *Anaxagoras*, art. in Enc. Pauly-Wissowa.

Sugli epigoni e sul periodo di transizione cfr. in particolare:

C. Fredrich, *Hippokratische Untersuchungen*, nelle *Philol. Unters.* di Kressling e Wilamowitz, fasc. 15, Berlino, 1899.

VI.

LA TEORIA ATOMICA DI LEUCIPPO E DI DEMOCRITO

ATOMI E VUOTO. — Mentre Empedocle ed Anassagora tentavano di superare le difficoltà sollevate dalla critica eleatica, allontanandosi dal tradizionale monismo ionico coll'ipotesi di diverse qualità di materia, Leucippo di Mileto escogitava una nuova soluzione, ripresa e sviluppata poi da Democrito d'Abdera: la materia è ancora, come per Parmenide, una sostanza estesa priva di qualità, continua ed impenetrabile; ma non costituisce più una sola massa compatta, bensì viene a frantumarsi in tante masse di diversa forma e grandezza: gli *atomi* mobili nel *vuoto*. Questa nuova ipotesi sembra direttamente preparata dalla critica della scuola d'Elea, tanto che abbiamo visto Melisso concludere la sua polemica dicendo che « se vi fossero più enti, dovrebbero avere le proprietà dell'Uno ».

Del resto il legame storico dell'atomismo con la filosofia eleatica resulta chiaramente dimostrato dalle testimonianze di Aristotele e di Teofrasto nel Libro I delle *Opinioni dei Fisici:* Leucippo sarebbe uscito dalla scuola di Parmenide, e avrebbe udito specialmente Zenone.[1]) Avendo accettato la conclusione di questi — che, nell'ipotesi d'una materia estesa, omogenea ed impenetrabile, senza moto, riesce incomprensibile il moto e la diversità fenomenica — egli faceva all'esperienza la concessione che « ....il pieno non è uno solo; al contrario c'è un'infinità di

[1]) Cfr. Diogene L. IX, 30.

masse piene, invisibili per la loro piccolezza. Esse si muovono nel vuoto — perché c'è un vuoto — e con la loro riunione e separazione producono la generazione e la distruzione di tutte le cose ».[1])

L'ipotesi atomica è nata dunque da un concetto a priori della materia (materia estesa impenetrabile, priva di qualità) o meglio dalla ricerca di accordare questo concetto con la realtà sensibile; ma gli atomisti hanno tenuto sott'occhio alcune particolari esperienze, atte a convalidare la loro teoria. Press'a poco sono le stesse idee generali e gli stessi fatti che si riassumono, o si riassumevano fino a poco tempo fa, nelle introduzioni dei trattati di fisica, dove — diceva W. Ostwald — fanno bella mostra di sé le *venerabili proprietà della materia.*

La materia è estesa, la materia è impenetrabile; se in uno spazio c'è una cosa non ce ne può stare un'altra: com'è possibile dunque che un vaso pieno di cenere riceva press'a poco tant'acqua come se fosse vuoto?[2])

La risposta è che la cenere non forma un tutto compatto, ma costituisce un insieme di particole separate da vuoti, e l'acqua va proprio in questi vuoti e non dov'è la cenere: allo stesso modo come la spugna s'imbeve d'acqua, grazie ai vuoti o fori, visibili nel suo tessuto.

Ebbene, per accordare la teorica impenetrabilità e la sensibile penetrabilità, basta ammettere in generale che la materia sia *porosa*. L'ipotesi dei *pori* era già stata introdotta da Empedocle per spiegare il fenomeno del miscuglio; ma i pori non erano per lui rigorosamente vuoti, bensì pieni d'aria o d'alcunché che possa facilmente spostarsi quando vi penetri qualcos'altro.

Leucippo considera i pori quali veri vuoti, che rompono la continuità della materia. La loro esistenza si rivela, non solo, come si è detto, per la penetrabilità, sì anche per la *divisibilità* della materia. In questo punto le spiegazioni correnti dei trattati di fisica rendono con minore chiarezza e precisione il concetto antico, e quindi anche l'attuale didattica ha da imparare

[1]) Aristotele, *De Gen. et Corr.* I, 8. Passo fondamentale, che dà un chiaro riassunto della filiazione delle scuole.

[2]) Quest'esempio è citato da Aristotele in *Phys.* IV 6 (7) come argomento degli atomisti. Lo stesso autore (IV, 6 (2)) dice che le pretese esperienze d'Anassagora contro il vuoto (otri pieni d'aria, clessidra, ecc.) non provano affatto la tesi, ma soltanto che «l'aria è qualche cosa».

dalla storia. Cerchiamo di spiegarci in qual modo possa dividersi la materia, per esempio che significhi tagliare col coltello un pezzo di legno: è naturale pensare che la lama del coltello penetri negl'interstizi o pori della materia legnosa. Se prendiamo a tagliare qualcosa di più duro, che abbia una testura più compatta, ci rappresentiamo che la divisione riesca tanto più difficile, occorrendo all'uopo un tagliente più affilato o sottile. Dunque se si avesse un pezzo di materia assolutamente compatta, la resistenza che opporrebbe alla divisione dovrebb'essere addirittura infinita.

Questo è il senso originale della dottrina atomica. Si tocca il limite della divisibilità della materia quando si sono allargati tutti i vuoti che essa contiene, separando i frammenti di sostanza compatta; questi sono *atomi*, cioè indivisibili, *propter soliditatem* per dirla con Cicerone.

La discussione sulla divisibilità della materia si è continuata e ripresa, tante volte, anche da fisici moderni. L'ipotesi atomica è sembrata a molti contraddire alla chiara veduta che abbiamo d'una illimitata divisibilità geometrica, sicché in queste discussioni si riaffaccia di tanto in tanto lo spettro dell'infinitesimo attuale.

William Thomson (Lord Kelvin) nelle sue belle conferenze popolari, una cinquantina d'anni or sono, discuteva l'argomento: non è già, diceva, che la possibilità della divisione s'arresti ad ad un certo grado di piccolezza (per ogni piccolo c'è sempre un più piccolo) ma si può concepire che un piccolo frammento di materia non possa dividersi ulteriormente senza mutare in maniera radicale le sue proprietà fisiche.

Nel pensiero dei Greci l'idea dell'atomo infinitesimo era stata già superata colla polemica degli Eleati contro le *monadi* pitagoriche; grazie alla quale il concetto della materia discontinua non poteva più associarsi ad una simile veduta dello spazio. Così l'atomo di Leucippo e di Democrito non è affatto atomo (indivisibile) per la sua piccolezza; se pure si sia costretti a riternerlo invisibile nella materia circostante, nulla vieta che in altre condizioni, lontano da noi, si trovino anche atomi grandi quanto un mondo, come supponeva Democrito.[1])

[1]) Aetius 12, 6 in Diels A. 47.

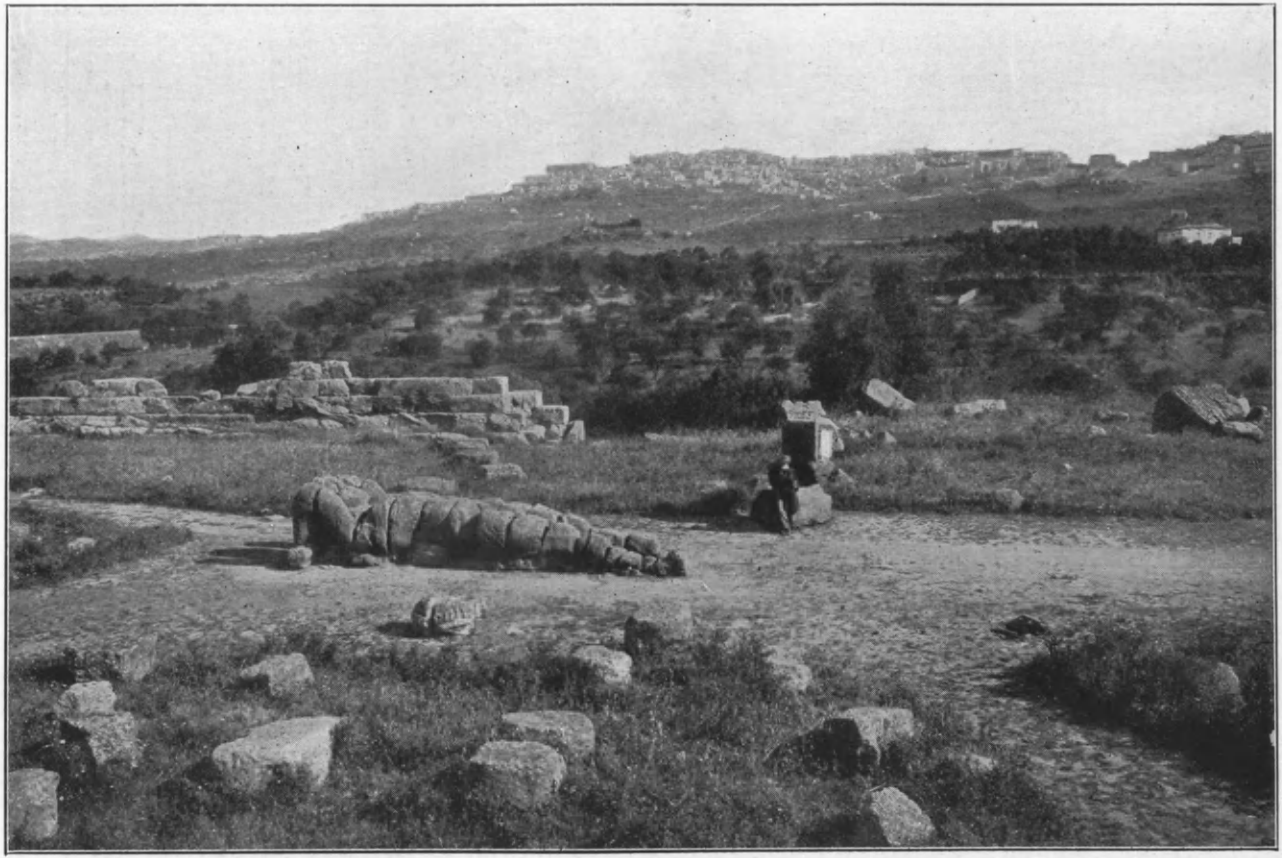
Proprietà della materia. — D'accordo col concetto parmenideo, agli atomi non spetta alcun'altra proprietà fuori degli attributi della materia estesa: « Convenzione il colore; convenzione il dolce, convenzione l'amaro; in realtà soltanto gli atomi e il vuoto ». Così parla esplicitamente Democrito,[1]) esprimendo la distinzione delle qualità primarie e secondarie che fu ripresa dai fondatori della scienza moderna (Galilei, Descartes, Leibniz ecc.) ed esposta dal Locke.

Del resto, come per i moderni, anche per gli antichi atomisti la riduzione delle proprietà della materia al numero, alla grandezza, alla forma e alla disposizione degli elementi, tende all'ideale pitagorico, cioè a tradurre tutta la fisica in termini matematici. Ben se n'è accorto Aristotele, che a siffatta tendenza repugna: « In qualche modo tutti gli enti fanno numeri e dai numeri. Se anche non lo dichiarano esplicitamente, questo voglion dire ».[2])

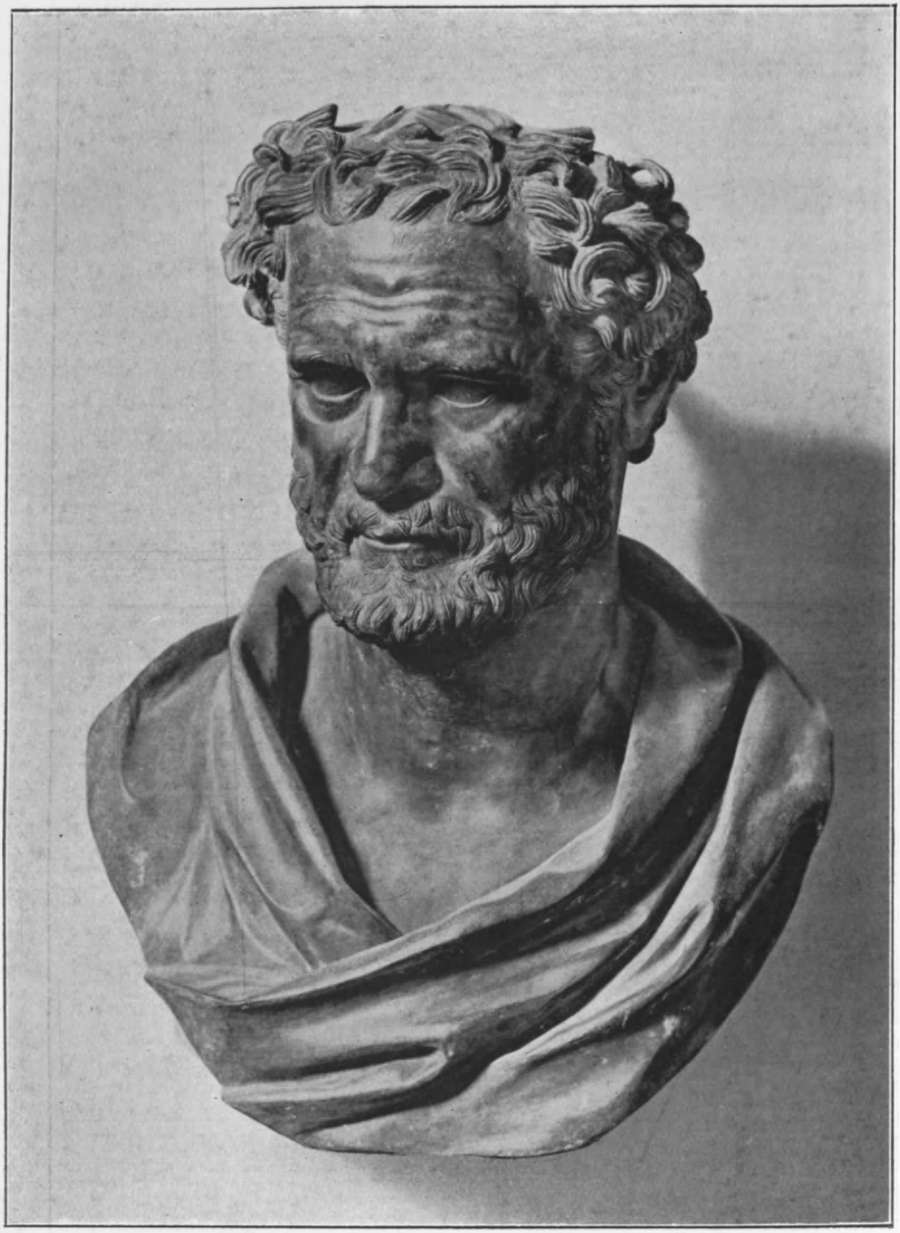
A priori le innumerevoli forme e disposizioni degli atomi possono spiegare tutte le differenze qualitative o i caratteri sensibili delle diverse materie. Ma si trova anche, in Democrito, un tentativo di spiegazione concreta. Che un corpo sia più grave o più leggero (diversità di peso specifico) si spiega con la maggiore o minore estensione del complesso degli atomi, i quali lasciano nel primo caso meno vuoto che nel secondo (cfr. p. 150). In modo simile sembra si debba render conto della proprietà d'un corpo d'esser più duro o più molle. Tuttavia la durezza e il peso non vanno sempre insieme: il ferro è più duro del piombo, eppure meno pesante. Ciò resulta dalla diversa testura dei due metalli: nel primo gli atomi hanno forme più disuguali che lasciano più vuoto, ma sono tuttavia più addensati che nel secondo.[3])

In modo analogo Democrito spiegava le altre proprietà della materia, e in particolare le proprietà chimiche. Per esempio ammetteva che gli acidi avessero degli atomi aguzzi, e che le punte si rendessero sensibili dal sapore pizzicante. Non sospettava l'estrema piccolezza degli atomi e perciò cadeva in un'ingenuità. Del resto l'idea, che oggi sembra infantile, era ancora accolta nel secolo XVII, tantoché un chimico come Nicola Lemery po-

[1]) Fr. 125 (cfr. 9).
[2]) *De Caelo*, III, 4 (5).
[3]) Teofrasto, *De Sensu*, 62.



AGRIGENTO.



Napoli. DEMOCRITO (?). (Foto F.lli Alinari.)

teva dire: « Je ne crois pas qu'on me conteste que l'acide n'ait des pointes..., il ne faut que le goûter pour tomber dans ce sentiment, car il fait des picotements sur la langue ».[1])

Notevole è la spiegazione del calore, che Democrito attribuiva al moto rapidissimo degli atomi di fuoco, piccoli e di forma sferica, perché — diceva —, la sfera è fra tutte le figure la più mobile,[2]) intendendo che essa ha la maggior probabilità di passare nel vuoto lasciato da altri corpi, senza esser trattenuta o deviata dai loro urti. Questa teoria parve soddisfacente a Galileo, che la riprese per proprio conto, dando ai corpuscoli termici il nome d'« ignicoli ».

Leucippo. — Di Leucippo, della sua vita e della sua produzione non si sa nulla di preciso, tantoché ne fu messa in dubbio perfino la reale esistenza.[3]) Anche sulla sua patria, che i più dicono Mileto, vi sono diverse indicazioni: Elea o Abdera. Ma sembra che stieno in relazione con la circostanza ch'egli fu — come si è detto — discepolo della scuola d'Elea, e verosimilmente fondatore di quella scuola d'Abdera in cui si formarono Protagora il sofista, e successivamente Democrito.

Gli scritti di Leucippo sono stati incorporati nella collezione delle opere del suo grande discepolo Democrito, che ha conquistato la più alta fama nella scienza antica. Soltanto per due di queste opere, il *Grande sistema del mondo* (μέγας διάκοσμος) e *Sulla ragione* (περί νοῦ), i filologi moderni hanno trovato argomenti per rivendicarle al maestro, d'accordo con indicazioni provenienti da Teofrasto.

Democrito. — Democrito è nato in Abdera, piccola colonia ionica della Tracia, intorno al 460 a. C., e in ogni caso quarant'anni dopo Anassagora e venti o venticinque anni dopo il suo concittadino Protagora, il più celebre fra i Sofisti. Perciò la filosofia democritea non offre soltanto un più alto sviluppo scientifico dei problemi della natura, ma rivela anche la coscienza di problemi nuovi, attinenti alla morale e alla teoria della conoscenza: per i quali motivi Democrito appartiene già

[1]) *Cours de Chimie*, 1675. [2]) Aristotele, *De Anima*, I, 2.

[3]) Da Rohde. Sulla storicità di Leucippo, cfr. la discussione nell'introduzione ai *Vorsokratiker* di Diels, 4ª ed.; cfr. anche Burnet, p. 330. Si tratta di una *boutade* di Epicuro.

alla reazione suscitata dalla Sofistica, prendendo posto accanto a Socrate e a Platone, di cui era un contemporaneo più anziano. (Cfr. cap. IX).

Sulla vita e la personalità di Democrito c'istruiscono numerose testimonianze, se anche in parte discutibili. Lunghi viaggi hanno messo l'Abderita a contatto con le civiltà dei popoli circostanti — degli Egizii, dei Caldei, dei Persiani e forse anche degl'Indiani — svegliando ed appagando insieme la sua sete di sapere:

«Fra i miei contemporanei nessuno ha viaggiato più di me: ho esteso le mie ricerche più lontano d'ogni altro, visitati più paesi e più climi, ascoltati più discorsi di uomini istruiti».

ma nessuno l'« ha superato nella composizione di linee accompagnate da prove [soluzione di problemi geometrici], neppure fra gli arpedonapti [cioè geometri catastali] d'Egitto ».[1])

Ed invero Democrito, in stretta parentela di spirito coi Pitagorici[2]) non meno che con gli Eleati, fu grande geometra. Oltre a lasciare alcuni libri di geometria, occupandosi in ispecie degli incommensurabili, scoprì il volume della piramide: con questa scoperta riferita da Archimede e con altre ricerche, di cui rimane qualche traccia, proseguiva le speculazioni d'analisi infinitesimale, che prendono inizio da Zenone.

La versatilità di Democrito è prodigiosa. Le opere attribuitegli, di cui rimangono coi titoli pochi frammenti, si riferiscono, oltreché alle Matematiche: alla Cosmologia e alla Fisica, alla Botanica e alla Zoologia, alla Logica e alla teoria della conoscenza, all'Etica, alla Musica e alla critica artistica, e poi all'Agricoltura, alla Medicina, alla tecnica della Pittura e a quella della Guerra. « Egli sembra aver riflettuto su tutto » dice Aristotele, che ha occasione di discuterne continuamente le idee e le dottrine, e: « Nessuno prima di lui ha parlato, in maniera non superficiale, dell'accrescimento e del moto ».

Alcuni dei suoi frammenti (specialmente dei frammenti morali, che avremo occasione di citare al cap. IX) rivelano la bellezza del suo stile già vantata dagli antichi. Del resto i suoi criteri artistici sono indicati dal giudizio che gli attribuiva Ci-

[1]) Clem. *Strom.* I, 15, 69 (in *Vors.*, B, 299, fr. spurii.).
[2]) Diogene Laerzio riferisce i suoi rapporti con Glauco e con Filolao.

cerone, e in cui lo accomunava a Platone: « *Poëtam bonum neminem sine inflammatione animorum existere posse et sine quodam adflatu quasi furoris* ». Ed anche da passi come questi:

«Quando detta un dio e il soffio sacro, il poeta scrive sempre qualcosa di bello»;[1]) «Il panneggiamento e la grazia danno splendide pitture, ma ci manca il cuore ».[2])

La vita di Democrito fu quella d'un saggio e quasi d'un asceta. Con passione voleva penetrare i segreti della natura: avrebbe dato « la corona del re di Persia per una scoperta scientifica ».[3]) Ma si lagnava che « la verità giace molto in fondo ».[4]) Si narra che disperdesse il suo patrimonio nei viaggi d'istruzione, e che in seguito si riducesse a vivere di un assegno che gli decretarono i concittadini. Lontano dal tumulto delle passioni, e anche dall'amore, cercava, come bene supremo, la serenità dell'animo. Si parla di lui come del « filosofo che ride », in contrapposto ad Eraclito «che piange».

Molte leggende sono fiorite intorno all'Abderita. Si è preteso che fosse stato istruito da preti e da magi, e in epoca posteriore gli si sono attribuiti perciò lavori di alchimia.[5]) Si è messo anche in relazione col suo grande contemporaneo, il medico Ippocrate di Coo, che dalla vicina isola sarebbe stato chiamato dai concittadini a visitare Democrito, il quale tutto assorbito dai suoi pensieri pareva divenuto pazzo. A questo incontro si riferisce una bella corrispondenza di Democrito ed Ippocrate, che è stata inclusa nel Corpo Ippocratico, ma si ritiene generalmente apocrifa.

La teoria cinetica del mondo. — Nel concetto di Leucippo e di Democrito l'ipotesi atomica è chiamata non soltanto a spiegare le proprietà fondamentali della materia, sì anche a fornire una teoria cinetica del mondo e del suo divenire. Il

[1]) Fr. 18. [2]) Fr. 195. [3]) Fr. 118. [4]) Fr. 117.

[5]) Questi scritti pseudo-democritei che insegnano a imitare l'oro, l'argento, la porpora, ecc., pare appartengano a Bolo di Mendes, detto anche Bolo Democrito, cultore di scienze occulte e raccoglitore delle superstizioni dell'Oriente (cfr. Cap. XXXII). A Bolo il Wellmann vorrebbe rivendicare anche alcuni degli scritti tecnici, sopra citati, di agricoltura, medicina, ecc., che vanno col nome di Democrito. Cfr. due note di Wellmann nelle *Abh. d. Preuss. Ak. d. Wissensch.*, Phil-hist. Klasse, 1921, 1928.

processo cosmico trae origine, come vedremo, dal moto degli atomi nel vuoto e dai loro urti.

Gli atomisti riescono a superare la critica relativistica di Parmenide e di Zenone, definendo il moto in sé come moto « rispetto al luogo » (κατὰ τόπον); appunto per questo scopo, dice Aristotele, essi hanno postulato che il vuoto abbia una certa realtà al pari del pieno:[1]) « Il *Niente* è qualcosa come l'*ente* ».[2])

Questa proposizione ricorda l'ipotesi con cui i fisici moderni, dopo Newton, hanno cercato di dare un senso al moto assoluto, riempiendo lo spazio d'un *etere* immobile, rispetto al quale vengono definite le leggi del moto.

Ma gli storici, fino a ieri, hanno stranamente frainteso il sistema cinetico degli atomisti, confondendo Leucippo e Democrito con il loro tardo seguace Epicuro: han parlato perciò, e taluno ne parla ancora, di pioggia d'atomi, cadenti per il peso dall'alto al basso, discutendo se e come possano deviare per i reciproci urti dalla verticale.... La scuola d'Abdera era ben lungi da questa ridicola meccanica antropocentrica.

« *Ille* (Dem.) *atomos quos appellat, id est corpora individua propter soliditatem censet in infinito inani, in quo nihil nec summum nec infimum nec medium nec ultimum nec extremum sit, ita ferri, ut concursionibus inter se cohaerescant, ex quo efficiantur ea, quae sint quaeque cernantur, omnia; eumque motum atomorum nullo a principio, sed ex aeterno tempore intellegi convenire* »;[3]) così Cicerone ne riassume la dottrina.

Ciò che la rende difficile a comprendere non è la manchevolezza o l'oscurità dei testi dossografici, ma — diciamolo apertamente — l'incomprensione e l'ignoranza di quella prima legge fondamentale del moto che pure oggi sta alla base della Dinamica di Galilei-Newton: il principio d'inerzia.

Un punto materiale, su cui non agiscono forze, si muove indefinitamente di moto rettilineo uniforme. Le forze non sono cause del moto o della velocità, bensì della variazione di velocità o accelerazione. Per non avere inteso questo concetto essenziale della scienza moderna, lo Zeller, — erigendo a principio che non sia concepibile un moto senza forza motrice — è giunto

[1]) *Phys.*, IV, 6 (4). [2]) Democr. fr. 156.

[3]) *De Fin.*, I, 6, 17. Il passo è d'accordo con tutta la tradizione dossografica e con le indicazioni d'Aristotele, bene intese.

a rifiutare le testimonianze più esplicite[1]) che Democrito a differenza d'Epicuro, non concedeva agli atomi l'attributo primitivo del peso: se si muovono, egli dice, bisogna che siano mossi da qualche forza, e non si può pensare che al peso![2])

La scienza dello Zeller, come se ignorasse la vittoria di Galileo sui peripatetici, ritorna al punto d'Aristotele. Il quale tuttavia si limitava ad esprimere ingenuo stupore di fronte ad una veduta che superava la sua intelligenza. « Leucippo e Platone dicono esser sempre il moto, ma non dicono quale ne sia la causa »;[3]) « Democrito delle cose che sempre sono o divengono non ritiene debba chiedersi la causa »:[4]) dove si vede proprio il principio della scienza moderna.

Se gli atomi si comunicano moto l'un l'altro urtandosi, bisogna pure che ci sia un moto di essi secondo natura (κατὰ φύσιν), osserva ancora Aristotele,[5]) e par giusto intendere che questo sia — per gli atomisti — il moto rettilineo che va all'infinito, contro la cui possibilità è rivolta la polemica del libro I del *De Caelo:* ove si pretende dimostrare che solo il moto circolare può essere secondo natura, perché è perfetto, chiudendosi in se stesso.

Qual era dunque il sistema cinetico degli Abderiti?

Nel concetto fondamentale era quello stesso che i moderni hanno ripreso e messo a base d'una spiegazione meccanica del mondo, tentandone poi applicazioni particolari a diversi ordini di fenomeni, per esempio, nella teoria cinetica dei gas, da Daniele Bernoulli a Maxwell. Gli atomi si muovono per inerzia, di moto rettilineo e uniforme in tutte le direzioni,[6]) e ven-

[1]) Aetius, I, 3, 18, in Diels: *Vors.* Dem. A. 47.

[2]) Pare che questo errore d'interpretazione sia stato (fino a un certo punto) corretto per la prima volta da Brieger (*Die Urbewegung der Atome und die Weltentstehung bei Leukipp und Demokrit,* 1884) e Liepmann (*Die Mechanik der Leukipp-Demokritischen Atome,* 1885). In Francia Liard (*Thèse latine,* pag. 43) riconosce che l'atomo non ha peso e Pillon (*Année philosophique,* 1891) giunge a dire molto bene che «la pesanteur est ici le résultat et non la cause du mouvement». Ma ciò non impedisce a Mabilleau (*Histoire de la philosophie atomistique,* 1895) di tornare agli argomenti di Zeller. Le esposizioni storiche più recenti di Gomperz, Windelband e Burnet restituiscono la veduta corretta del sistema cinetico, in cui gli atomi si muovono in tutte le direzioni: tuttavia senza metterla in chiara relazione col concetto moderno.

[3]) *Met.,* XI, 6 (7). [4]) *Phys.,* VIII, 1 (15). Cfr. *De Gen. Animalium,* II, 6.

[5]) Cfr. *De Caelo,* III, 2 (3).

[6]) ἰσορρόποι sarebbero per Diogene Laerzio (IX, 31) in un riferimento che sembra provenire da Teofrasto, in cui si parla di Leucippo.

gono poi deviati, riuniti e separati, dai reciproci urti.[1]) Come conseguenza di ciò nascono e muoiono nello spazio infiniti mondi.

La genesi d'un mondo ha origine per Leucippo e per Democrito dall'urto eccentrico d'un atomo o d'un gruppo d'atomi connessi, che produce un moto rotatorio o vortice (δίνη). Il vortice si estende trascinando son sé altri gruppi d'atomi e così il mondo cresce: ma diversi mondi possono entrare in collisione, l'uno venendo assorbito dall'altro ovvero distrutto, e si ha così un'evoluzione dei mondi.

Peso e gravitazione. — La descrizione, non molto chiara, che ci è data del processo cosmico reca qualche notizia sulla legge del peso: per il fatto d'incontrare una certa resistenza o pressione degli urti (ἀντέρεισις), gli atomi di maggior dimensione vengono portati nel centro del vortice, i più piccoli verso la periferia del mondo; il peso rientra insomma in una legge d'attrazione del simile per il simile,[2]) che abbiano già ravvisato nei sistemi d'Empedocle e d'Anassagora, ma che qui assume il senso d'una tendenza generale a ravvicinarsi degli atomi simili, sopratutto per la grandezza: « Ciascuno degl'indivisibili è più pesante secondo il suo eccesso [di grandezza] ».[3])

Invece fra i corpi composti sono più leggeri quelli che contengono più vuoto.[4]) In una parola: il peso riesce proporzionale alla somma dei volumi degli atomi.[5])

Tutto ciò è un effetto della formazione del mondo e quindi la legge del peso, o meglio la gravitazione, dovrebbe spiegarsi cineticamente, come resultato degli urti fra gli atomi mobili nello spazio. Una spiegazione di questo genere appare una stretta esigenza del sistema di Leucippo e di Democrito; disgraziatamente i lavori di Democrito che dovevano contenere qualche maggior chiarimento del processo cosmico sono perduti, senza che i dossografi ce ne abbian tramandato frammenti o notizie. Eppure è

[1]) Il principio d'inerzia sembra essere accolto poi da Ecfanto di Siracusa, un pitagorico che ha subito larghe influenze democritee. Di lui dice Ippolito (in Diels) che faceva «muovere i corpi non per peso o per urti, ma per una forza divina».

[2]) Cfr. per Leucippo, Diog. L. IX 31; e per Democrito, Simplicio Phys. 28,15, in Diels A. 38.

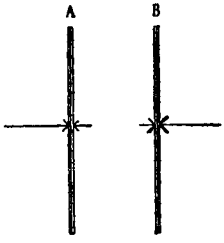
[3]) Aristotele, *De Gen. et Corr.*, I, 8 (10).

[4]) Testimonianze in Diels, A 60, 61.

[5]) E il leggero non è tale assolutamente, ma solo per la spinta che riceve da atomi più pesanti. C'è qui un'idea che precorre al principio idrostatico d'Archimede.

facile rendersi conto che due corpi di considerevoli dimensioni, che subiscano gli urti d'innumerevoli corpuscoli, mobili in tutte le direzioni, debbono venire trasportati l'un verso l'altro, come se si attraessero: è una semplice idea che, per spiegare la gravitazione, fu messa avanti nei tempi moderni da Fatio de Dullers e da Lesage (ipotesi dei cosidetti «corpuscoli ultramondani»).

Infatti se un corpo *a* viene bombardato in tutti i sensi da innumerevoli corpuscoli, esso non è sollecitato a muoversi piuttosto in un verso che nell'altro; ma se, nello stesso ambiente, si trovano un po' vicini due corpi *a* e *b*, ciascuno facendo schermo all'altro per i corpuscoli che si muovono entro un certo angolo,



si determina come resultato una pressione sopra di essi, che li spinge l'uno verso l'altro.

È troppo ardito supporre che questa semplice idea possa in qualche forma essersi presentata alla mente di Leucippo o di Democrito, prima che ai moderni democritei? per esempio, che abbiano pensato alla pressione di corpuscoli aeriformi o simili? Nell'assenza di documenti, dobbiamo limitarci a rilevare la possibilità dell'ipotesi.[1])

Caso e legge. — Nel sistema cinetico degli atomisti tutto dipende da ragioni meccaniche e perciò regna nel mondo il più rigido determinismo. «Niente si fa a caso, ma tutto avviene per ragione (ἐκ λόγου) e necessità» dice il solo frammento a noi conservato delle opere di Leucippo.

E nondimeno risuona ancora ai nostri orecchi il rimprovero

[1]) L'*antereisi* di cui si parla nel riferimento sopra accennato, indica puramente la resistenza ad essere trascinate nel moto circolare delle masse più grandi (siccome interpreta il Burnet) ovvero una pressione degli urti da corpi più piccoli, come suggerirebbe forse la formazione della parola?

tradizionale che ha trovato la sua espressione nel verso di Dante:

Democrito che il mondo a caso pone.

Ma questo rimprovero, che ha la sua radice nelle filosofie di Platone e d'Aristotele, significa soltanto che gli atomisti negano le *cause finali*. Aristotele formula esplicitamente l'obiezione: è incomprensibile che dal concorso di corpi che si muovono a caso, cioè senza uno scopo preordinato, esca fuori l'armonia del mondo e della vita. Ed è vero che gli atomi democritei si muovono in questo senso a caso, egualmente in tutte le direzioni, tantoché i moderni che hanno spinto innanzi lo studio del sistema sono stati condotti ad applicare le leggi del calcolo delle probabilità.

Come si vede il dilemma « caso o legge? » è in se stesso equivoco, a cagione del doppio senso che ha il « caso ». Per i deterministi esso non esprime alcunché « fuori legge », bensì qualcosa di relativamente imprevedibile: imprevedibile ben inteso, per l'ignoranza in cui siamo di un vasto intreccio di cause molteplici e disparate. Di contro alla teleologia platonico-aristotelica gli Abderiti pensano che nel regno infinito delle cause meccaniche che costituisce l'universo, si avverino tutte le combinazioni possibili, e perciò anche mondi ed esseri organici in cui i meccanismi sembrano rispondere a dati scopi (cfr. Cap. IX). Del resto non si vede che essi abbiano meditato a fondo su questa difficoltà del loro sistema, che è anche la grave difficoltà d'ogni sistema materialistico: più tardi Epicuro ha cercato di colmare la lacuna accogliendo l'idea d'Empedocle, che nell'evoluzione della vita introduce, come s'è visto, un principio di selezione naturale.

Biologia. — Democrito si è occupato anche di biologia. Intorno agli animali e alle piante ha espresso molte osservazioni anatomiche ed embriologiche precise. Sappiamo che ha dissecato animali, sia superiori che inferiori; in questi anzi, all'incontro di Aristotele, postulava l'esistenza di un sistema organico completo, anche se invisibile.[1]) A lui risale la divisione fondamentale della classificazione aristotelica in animali *con san-*

[1]) Cfr. la nota in proposito al cap. XVI.

gue (vertebrati) e *senza sangue* (invertebrati). Spiega il sesso con la preponderanza del seme del genitore che lo trasmette. Svolge una concezione dell'eredità che precorre alla pangenesi di Darwin. Conforme al criterio del rigido determinismo meccanico, professa una teoria dell'evoluzione della vita per cui l'uomo discende da vermicoli che sono nati dal limo. Ma, quando si fa a descrivere le strutture e gli organi dei viventi, si è stupiti di trovare un largo senso della finalità della vita. Infatti egli vede nell'organismo un concetto o sistema di concetti, la cui unità implica una stretta correlazione di parti, e — pur avendo un ignoto fondamento meccanico — si risolve nella subordinazione del tutto a funzioni rappresentabili come fini. Questo senso positivo della spiegazione vitalistica — che lo avvicina ad Ippocrate di Coo — si trova bene espresso in una scritto «*Sulla natura dell'uomo*» che fa parte appunto del Corpo Ippocratico[1]) se anche voglia ritenersi col Diels come un'imitazione. Ivi gli organi dell'uomo sono descritti in rapporto alle funzioni cui sono deputati, e la descrizione si chiude con parole che richiamano il carattere meccanico dei fenomeni di cui è sede la materia vivente:

« Ma la natura incorporea nei suoi recessi, ha fabbricato le viscere d'ogni forma, di cui la morte sopravvenendo sopprime ben presto le funzioni ».

Influenza storica. — L'influenza esercitata da Democrito sui contemporanei e poi sulle principali correnti del pensiero antico, costituisce un problema storico di alta importanza. La scuola democritea d'Abdera comprende pochi nomi: Metrodoro di Chio, Anassarco, Nausifane e Bione d'Abdera, di cui si ricordano sopratutto le vedute critiche sulla conoscenza preludenti alla scepsi di Pirrone d'Elide. Ma essa ha pure spinto innanzi la scienza della natura. Per esempio di Bione si ricorda che indagò le conseguenze della sfericità della terra, riconoscendo che ai poli si deve avere un giorno di sei mesi.[2])

L'influenza di Democrito sui grandi filosofi della scuola socratica e specialmente su Platone, non è stata messa in rilievo

[1]) Ed. Littré, Parigi, 1861, vol. 9, pag. 395.
[2]) Diog. IV, 58. Schiaparelli in *Scientia*, n. VII, pag. 53 (1908).

fino a questi ultimi tempi: sembra tuttavia che si sia esercitata non solo sulle speculazioni naturalistiche del *Timeo*, sì anche nelle ricerche logiche volte a definire il concetto della scienza (*Teeteto*), di cui discorreremo più avanti.

Aristotele, come già si è accennato, ha lungamente studiato Democrito, se anche non ne abbia compreso le idee meccaniche più profonde: e certo ne ha tratto molto del ricco materiale che costituisce la sua vasta enciclopedia del sapere. Più fortemente Democrito ha agito sugli scolari d'Aristotele e massime su Stratone di Lampsaco, che fu direttore del Liceo per 18 anni, fra il 287 e il 268 a. C.

Fra le grandi scuole filosofiche, che sorgono al termine del periodo ellenico, la scuola epicurea[1]) — sebbene il motivo principale della sua ispirazione risalga agli edonisti semisocratici — è considerata diretta erede del pensiero democriteo. Ma Epicuro, accogliendo e facendo propria l'ipotesi atomica con la concezione meccanica dell'Universo, ha avuto di mira soltanto di costituire un sistema di morale, che reca in gran parte la sua impronta originale. Egli non rivela alcun serio interesse per la scienza, anzi raccomanda di non occuparsene. E così nelle questioni più difficili fraintende il maestro; per esempio, non comprende il moto naturale per inerzia, e fa quindi muovere gli atomi per peso: pioggia o caduta degli atomi dall'alto al basso. Anzi — seguendo le speciose applicazioni del principio di ragion sufficiente in Aristotele — attribuisce loro una eguale velocità, ciò che renderebbe impossibili gli urti. Ma a questa esigenza, e pare anche al postulato della libertà del volere umano, egli sacrifica la veduta d'un rigoroso determinismo universale, concedendo agli atomi di deviare dalla verticale (il famoso *clinamen* di Lucrezio). Per questo aspetto si deve dire che, fra le scuole morali dell'antichità, non gli Epicurei, ma gli Stoici ereditarono il grande concetto del determinismo democriteo.

Le influenze più propriamente scientifiche dell'opera di Democrito si esercitano sugli scienziati del periodo ellenistico. Come tramite si può richiamare il già citato peripatetico Stratone di Lampsaco che fu maestro d'Aristarco di Samo (il Copernico dell'antichità: cfr. cap. XIV) ed ebbe intimità con Eratostene di

[1]) Fondata da Epicuro nel 306 a. C. in Atene, v. cap. XXIV.

Cirene, bibliotecario ad Alessandria. Sono anche da annoverare specialmente alcuni grandi matematici ed astronomi, che vissero nella cerchia dell'Accademia platonica: Eudosso di Cnido, le cui teorie geometriche passano negli Elementi d'Euclide e ispirano più tardi Archimede; ed Eraclide Pontico, congiunto a Democrito anche attraverso il pitagorico Ecfanto di Siracusa.

Nondimeno, l'intero sistema fisico e meccanico di Democrito non è stato ripreso e fruttuosamente sviluppato che duemil'anni più tardi, dai fondatori della scienza moderna.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Sulla storicità di Leucippo:

Bokownew, *Die Leukippfrage*, Dorpat, 1911, e la prefazione alla IV ed. dei *Vorsokratiker* del Diels.

Sulle dottrine degli Atomisti greci citiamo:

L. Mabilleau, *Histoire de la philosophie atomistique*, Parigi, 1895.

C. Bailey, *The Greek Atomists*, Oxford, 1928.

A. Brieger, *Die Urbewegung der Atome und die Weltentstehung bei Leukipp und Demokrit*, Halle, 1884.

H. C. Liepmann, *Die Mechanik der Leukipp-Demokritischen Atome*, Berlino, 1885.

A questi due ultimi scritti, come abbiamo detto, deve farsi risalire almeno il principio dell'interpretazione del sistema cinetico che qui sviluppiamo.

La storia successiva dell'atomistica è tracciata nell'opera fondamentale di

K. Lasswitz, *Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton*, 2 vol., Lipsia, 1890.

V. anche

E. Bloch, *Die antike Atomistik in der neueren Geschichte der Chemie* in *Isis*, 1914.

P. Tannery, *Démocrite et Archytas*, in *Bull. d. sc. mathém.* T. X, 1886.

A. Dyroff, *Demokritstudien*, Lipsia, 1899, con bibliografia, e *Ueber die Abhängigkeit des Aristoteles von Demokritos*, in *Philologus*, Bd. 63, 1904.

L. Löwenheim, *Die Wissenschaft Demokrits und ihr Einfluss auf die moderne Naturwissenschaft*, Berlino, 1914. Sulle numerose falsificazioni pubblicate col nome di Democrito dal II secolo in poi, si veda:

H. Diels, *Ueber die auf den Namen des Demokritos gefälschten Schriften*, in *Sitzungsber. d. Berl. Ak.*, 1902. Cfr. Cap. XXXII.

Per altre citazioni si vedano i lavori sul concetto della materia, ricordati nella bibliografia d'Aristotele.

LIBRO SECONDO

IL PROBLEMA DEL CONOSCERE
EMPIRISMO E RAZIONALISMO

Mi turba il non poter dire che sia questa passione, per cui ci capita di opinare il falso.

Teeteto, 197 c.

VII.

I SOFISTI E LA TEORIA EMPIRICA DELLA CONOSCENZA

CHI ERANO I SOFISTI. — La parola «sofista» appartiene al nostro comune linguaggio e porta con sé un particolare significato dispregiativo: vuol dire un «giocoliere del discorso» che adopera con finezza l'arte del discutere, non colla coscienza di scoprire e dimostrare la verità, ma per qualche interesse nascosto o per la vana pompa di confondere e vincere l'avversario, impigliandolo in sottigliezze di parole.

Tale significato si ricollega direttamente ai Sofisti greci contro i quali, intorno al 400 a. C. (nella seconda metà del V secolo e nella prima del IV), condussero la memorabile battaglia Socrate, Platone e Aristotele. Ed allora non possiamo esimerci da una pregiudiziale. Se codesti falsi filosofi non proponevano alcun serio scopo ai loro brillanti esercizi dialettici od oratorii, se — maestri della gioventù — richiedevano onorarii esorbitanti per insegnare l'arte sottile « di far trionfare il discorso più debole », perché mai ricercare una loro dottrina o dare un senso qualunque alla loro filosofia?

Gli storici hanno dovuto spogliarsi di questi pregiudizii per scorgere nella Sofistica un movimento d'idee largamente significativo per la cultura ellenica, e comprendere nel loro valore e nelle relazioni proprie con la scienza e con la civiltà contemporanea, le dottrine dei suoi maestri. La revisione dei giudizii tradizionali fu iniziata da Hegel, e il vero senso di quei filosofi è apparso in chiara luce per opera dei positivisti inglesi, Grote e Lewes.

La critica storica ha dovuto accorgersi anzitutto che le nostre fonti d'informazione sui Sofisti provengono quasi esclusivamente dai loro avversari, Platone ed Aristotele, e che sono date generalmente, non come notizie obiettive, ma anzi come parte d'una fiera polemica. Nondimeno i polemisti, e sopratutto Platone che è più vicino alle origini del movimento, mostrano in più modi di sentire l'importanza e la forza di coloro che han preso a combattere: a tale proposito alcuni passi, per esempio la difesa di Protagora nel *Teeteto,* sono altamente significativi.

In secondo luogo si è anche riusciti a comprendere i gravi interessi spirituali che erano messi in giuoco dalla propaganda di quei maestri. I quali, nella Grecia del V secolo esaltata dalle vittorie sui Persiani, nel pieno rigoglio della civiltà democratica, diffondevano per la prima volta la cultura nel popolo, e con essa recavano le più ardite idee innovatrici.

Ritorneremo più avanti su questo aspetto della Sofistica, considerandola come una «filosofia dei lumi», analoga a quella che l'Europa, e in particolare la Francia, han conosciuto nel secolo decimottavo. Qui sia chiarito intanto l'ufficio dei Sofisti nella vita greca e l'origine del loro nome.

In un momento in cui si era svegliata una forte coscienza della dignità dei cittadini e fiorivano nelle città le forme più libere di governi popolari, la scienza non poteva conservare quel carattere aristocratico che aveva avuto nei primi secoli della civiltà ellenica. Ora più non basta il vecchio ideale del sapiente che investiga per proprio conto gli ardui problemi della natura e comunica i resultati del suo studio ad una piccola eletta schiera di discepoli. Il popolo che sale vuole attingere alle fonti del sapere, e alla sua avida richiesta rispondono maestri salariati che — per la prima volta — percorrono la Grecia, insegnando ed educando. Questi maestri appunto si chiamarono « sofisti »: nome che propriamente significa « dotto » o « professore », e che soltanto più tardi, in seguito all'acerrima battaglia cui già abbiamo accennato, ha assunto il significato di dispregio e di ridicolo tramandatoci dalla tradizione.

Frattanto la stessa idea d'un compenso pecuniario per una prestazione intellettuale, urtava un certo senso aristocratico dei Greci, cui riusciva difficile concepire un lavoro retribuito che non fosse servile. Il pensiero doveva essere disinteressato: la storia ci

ha tramandato le lacrime d'umiliazione versate da Isocrate, il grande avvocato, quando si vide per la prima volta costretto ad accettare una paga. Di tale sentimento traeva partito Platone, deridendo la presunzione dei Sofisti, venditori di parole. Ma le esigenze imprescindibili della vita hanno ormai trionfato su questo punto, nel concetto dei moderni.

Ora se i Sofisti erano, come abbiam detto, maestri o divulgatori di scienza, non è da aspettarsi di trovare in essi una filosofia o una dottrina uniforme: le più svariate idee potevano esprimersi nella loro propaganda intellettuale. Nondimeno, la Sofistica prende colore da alcuni indirizzi di pensiero dominanti, che si vedono rappresentati dai suoi uomini più insigni, ed anche da certe tendenze comuni, riflettenti in qualche modo l'esigenza stessa del loro insegnamento: che li conduceva — come vedremo — dalle scienze naturali alle scienze dello spirito.

Così nel primo periodo, Protagora, Gorgia e altri sofisti rappresentativi, sono filosofi empiristi, combattenti il razionalismo della scuola d'Elea. Poi, attraverso Socrate di cui pure studieremo la posizione particolare, si passa ad altri Sofisti, come quelli della scuola di Megara, che riprendono ed affinano la posizione razionalistica. E non si deve tacere che lo sviluppo dell'arte del discutere e del persuadere degenerò nel vano giuoco di parole che costituisce l'*eristica*. A tale degenerazione convengono meglio i caratteri tradizionali che dai più si ama ancora attribuire ai sofisti. E la polemica platonico-aristotelica si estende, in ogni caso, a tutti questi disputatori.

Premesse, per chiarezza, queste spiegazioni, vogliamo ora indagare il contenuto proprio della prima dottrina dei Sofisti, in rapporto alle difficoltà sollevate dalla filosofia eleatica. Considereremo poi l'aspetto sociale di questa Sofistica, per spiegare la reazione a cui ha dato luogo con Socrate e comprendere quindi i nuovi indirizzi del razionalismo scientifico, che maturano con Democrito e Platone.

CHE COS'È LA VERITÀ? — La terza risposta al paradosso eleatico ci fa uscire dalla scienza naturale per condurci sul terreno filosofico della teoria della conoscenza. La critica dei primi Sofisti si svolge appunto in questo campo, nel senso dell'empi-

rismo: maestri rappresentativi del nuovo indirizzo di pensiero sono Protagora d'Abdera e Gorgia di Lentini.

Una tesi come quella di Parmenide che nega la realtà sensibile, doveva naturalmente suscitare una reazione: con qual diritto il pensiero si erige a giudice del reale, giungendo fino a dubitare di ciò che si vede e si tocca?

La protesta del senso comune riceve qui uno sviluppo scientifico attraverso l'analisi delle sensazioni.

Abbiamo già visto che l'esame particolare degli organi di senso e delle loro funzioni, iniziato da Alcmeone, era stato proseguito da Empedocle ed Anassagora. Lo studio di tali problemi era assai diffuso in Grecia verso la metà del V secolo: anche filosofi minori, come Diogene d'Apollonia, vi si dedicavano. Più tardi Democrito e Platone li riprenderanno con intenti speculativi.

Frattanto c'era qui, almeno implicitamente contenuta, una veduta relativistica della realtà, che portava a definire l'oggetto stesso rispetto al soggetto senziente. Il passaggio si scorge bene nella definizione del colore proposta da Gorgia: « il colore è l'effluvio del corpo, percepibile in corrispondenza alla vista »;[1]) dove l'idea dell'effluvio è presa dal maestro Empedocle.

Ma questa critica assume un significato filosofico generale, in contrapposto alla dottrina eleatica. Gli Eleati avevano distinto la « Verità » razionale dalla « Opinione » dei mortali, che esprime la conoscenza sensibile. Ora i Sofisti, Protagora e Gorgia, combattono questo concetto della Verità rilevando che ogni conoscenza è essenzialmente umana, ed esprime soltanto un contenuto sensibile.

La teoria di Protagora viene analizzata e criticata nel *Teeteto* platonico. Alla domanda che sia la scienza, il giovane Teeteto, guidato dall'interrogazione socratica, propone una prima risposta: «la scienza è sensazione». E Socrate nota:

(152): «Rischi di aver dato un giudizio non spregevole, poiché era l'opinione di Protagora. Sebbene egli la esprimesse in altro modo dicendo che l'uomo è la misura di tutte le cose; delle cose esistenti, che (realmente) sono, e delle non esistenti, che non sono».

[1]) *Menone*, 76, c, d.

Questa formula famosa ha un significato assai chiaro. Parmenide cercava la natura delle cose in sé, e riteneva che tolta ogni altra qualità spettasse loro il requisito di « esistere »; Protagora risponde che l'esistenza non è una proprietà dell'oggetto in se stesso, ma è relativa all'uomo senziente, che per la sensazione afferma il sentito. Così ogni cosa *è* in quanto appare e per quegli cui appare: vi sono apparenze che han valore per un uomo singolo, ovvero per la città,[1]) o per l'uomo in generale; ma dal soggetto uomo non è possibile in alcun modo liberarsi.

Questa posizione filosofica ha un riscontro ben noto nel pensiero moderno. È la posizione di George Berkeley, ripresa e sviluppata nel senso dell'idealismo empirico da filosofi come Stuart Mill; e già la formula berkeleyana *esse est percipi*, si riduce infine al concetto protagoreo dell'*homo mensura*.

L'affinità dei Sofisti antichi — in ispecie di Protagora e di Gorgia — con gli empiristi e positivisti moderni, tipo Mill, è stata messa bene in luce dal Grote e dal Lewes, che vivevano appunto quella filosofia nell'Inghilterra contemporanea. E con questo riconoscimento va unito anche il chiaro giudizio del significato storico e del valore di codesti Sofisti, solo in parte rivendicato prima da Hegel.

A coloro, che contro tale giudizio adducono i titoli paradossali delle opere dei sofisti, ricorderemo l'ammonimento di uno storico del secolo decimottavo, Le Batteux:[2]) che una delle precauzioni da prendere nello studio del pensiero antico è di fare attenzione al significato diverso assunto da certe parole come «essere» e «non essere», «niente», «natura», ecc.

Protagora scrive i *Discorsi demolitori della Verità*: come mai un filosofo potrebbe seriamente proporsi di demolire la verità?

Ma proprio il termine « Verità » (ἀλήθεια) aveva ricevuto nel linguaggio parmenideo un significato tecnico: quella che Protagora combatte non è la verità del senso comune, ma la verità metafisica che pretende superare e contraddire il giudizio dei sensi. Al grido di « viva i fatti e abbasso la Metafisica! » i

[1]) *Teet.*, 168, b.

[2]) *Réflexions générales sur l'étude de la philosophie ancienne.* «Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres », Parigi, 1761, pag. 161.

positivisti moderni hanno combattuto la stessa battaglia. Anche lo scritto d'Antifonte[1]) — un altro sofista, matematico e polistorico contemporaneo — doveva similmente rispondere alla domanda: che cos'è la verità? E in modo analogo si deve giudicare dell'opera di Gorgia « *Della natura o di ciò che non esiste* ».

Questo titolo sembra al Windelband una « farsa grottesca ». « Il retore che badava solo alla forma, che disprezzava ogni scienza severa e non attendeva che all'arte del dire, si prese il divertimento di trattare ironicamente, come una cosa da nulla, tutto il lavoro della filosofia ».

Chi non si sentirebbe di sottoscrivere al giudizio dell'eminente storico tedesco, di fronte ad un uomo che scrive un trattato su ciò che non esiste?

Ma è ovvio a priori — e si conferma poi dai frammenti dell'opera — che si tratta qui di una polemica contro il concetto assoluto dell'esistenza, assunto da Parmenide. Questi aveva proseguito la ricerca della « natura delle cose » che — secondo la tradizione ionica — significava il sostrato o l'essenza di esse, immutabile nella apparente trasformazione della materia; e tale natura aveva postulato come alcunché di esistente di per sé, al di là del sensibile. Era dunque logico, per un empirista come Gorgia, negare che possa darsi qualcosa di simile.

Empirismo e relativismo. — I riferimenti di Platone su Protagora ed i frammenti del citato scritto di Gorgia, si completano in qualche modo, lasciandoci scorgere i motivi più profondi del loro empirismo.

Platone ravvicina la tesi di Protagora alla dottrina di Eraclito. L'accenno a qualcosa che il Sofista avrebbe rivelato ai propri scolari « in segreto »[2]) significa che il ravvicinamento è proprio del filosofo ateniese, il quale designa anzitutto Eraclito quale rappresentante tipico del pensiero relativistico: quel pensiero che abbiam visto nascere dalle speculazioni d'Anassimandro.

« Si tratta di una dottrina assai rinomata — dice Socrate[3]) — che nessuna cosa è per se stessa un intero; tu non puoi correttamente dar nome ad una cosa o ad una sua qualità; se, per esempio, la chiami

[1]) *Sulla verità*, frammenti in Diels, *Vors.*
[2]) *Teet.*, 152, c.
[3]) *Teet.*, 152, d.

grande, ecco che potrà anche apparir piccola, se pesante, leggera, e così via....».

In altre parole la dottrina protagorea sembra a Platone identificarsi, o meglio discendere, dalla proposizione generale che «tutto è relativo». Se ogni cosa è sempre relativa a qualche altra, tutte poi sono relative all'uomo come senziente. Infatti — prosegue a spiegare Socrate nel detto dialogo — ciò che noi diciamo esistere non è altro che il resultato apparente del moto, del mescolarsi o del divenire di tutte le cose. L'apparente essere — aggiunge più avanti — cioè il divenire, è dato dal moto, e il non essere o perire dalla quiete; così si produce il calore del fuoco che (secondo Eraclito) genera e governa tutte le cose. Appunto dal moto, dall'incontro di emanazioni che provengono dall'oggetto con altre dell'occhio, nascono per Empedocle le sensazioni del colore:

«Così il nero e il bianco e ogni altro colore ci appariranno generati dall'incontro degli occhi con qualcosa che si muove nella direzione degli occhi stessi; e ciò che noi diciamo questo o quel colore non sarà né l'oggetto che viene incontro all'occhio, né l'occhio che è incontrato, bensì qualcosa che si è generato tra mezzo....» [1])

E più oltre: [2]) « È necessario che divenendo io senziente divenga senziente di qualche cosa; perché divenir senziente è possibile, ma senziente di nulla non è possibile. Similmente è necessario che quella data cosa, quando diviene dolce o amara, o d'altro sapore, diventi tale per qualcuno; perché divenire dolce è possibile, ma non dolce per nessuno».

In conclusione: [3])

«.... o dica uno di qualche cosa che è, o dica che diviene, dovrà pur sempre dire che è o diviene per qualche altra cosa, di qualche altra cosa, rispetto a qualche altra cosa; ma che una cosa sia o divenga isolatamente per se medesima, questo non potrà dire....».

«Poiché dunque una cosa che agisce su di me in un dato momento è relativa a me e non ad altri, anche la sensazione di codesta cosa l'avrò io.... E vera è per me la mia sensazione, poiché è sempre un particolare momento del mio essere. Così io, come dice Protagora, sono giudice di ciò che per me è, che è, e di ciò che non è, che non è».

Pensare ed esistere. — Questi argomenti, se pure li abbia esaminati meno a fondo, dovevano esser comuni anche a Gorgia, poiché abbiam visto ch'ei derivava pure dalla teoria

[1]) *Ibid.*, 153 e. [2]) *Ibid.*, 160. [3]) *Ibid.*, 160, b, c.

delle sensazioni di Empedocle, la definizione del colore, e questo breve riferimento platonico è completato dall'informazione di Diogene che il Sofista studiava, sulla scorta del maestro, questioni di Ottica, cercando di spiegare gli specchi ustori. Ma i frammenti dello scritto gorgiano c'indicano un altro aspetto della dottrina empiristica. L'autore si proponeva di dimostrare tre tesi, cioè che: 1) niente esiste; 2) se qualcosa esistesse sarebbe, ad ogni modo, non conoscibile; 3) se anche potessimo conoscere qualcosa che esiste, questa conoscenza sarebbe incomunicabile.

Non possiamo troppo gustare la dimostrazione della prima tesi, fondata in parte sulle contraddizioni dei precedenti filosofi (sostenitori dell'unità e della molteplicità dell'esistente), in parte sul sofisma che prende la copula « è » come implicante un'affermazione d'esistenza: tuttavia giova ricordare che lo stesso sofisma ricorre pure frequentemente in Platone!

Ma, col secondo argomento, Gorgia scopre il motivo intimo del razionalismo parmenideo. Ciò che conduce Parmenide alla sua Verità, non è il senso, ma il pensiero; essere pensato ed esistere sono per lui la stessa cosa. E il Sofista obietta che possiamo pensare cose non vere: per esempio una corsa di carri sopra il mare. Il frate Gaunilone rispondeva nello stesso modo alla prova ontologica dell'esistenza d'Iddio [1]) proposta da Anselmo d'Aosta: se io immagino nel mare un'isola piena di delizie, segue forse che quest'isola pensata debba realmente esistere?

Intanto l'argomento di Gorgia pone il problema dell'errore, che affaticherà Platone nel *Teeteto*.

Anche la dimostrazione della terza tesi gorgiana reca alcunché d'interessante. Per comunicare la conoscenza — egli dice — occorre servirsi di parole o di segni che hanno un contenuto sensibile, e un valore diverso da uomo a uomo. Perciò la conoscenza di qualcosa di là del sensibile, sarebbe ad ogni modo non comunicabile.

Polemica antimatematica. — L'analisi dei Sofisti antichi non poteva raggiungere il punto della critica di Berkeley. Questi

[1]) Il pensiero d'un Essere perfettissimo porta necessariamente l'esistenza di questo Essere; altrimenti si potrebbe pensare un «più perfetto» cui spettino oltre le perfezioni del primo, anche quella d'esistere. Cfr. Anselmo, *Proslogion*, ed. A. Koyré, Vrin-Parigi, 1930.

trova innanzi a sé la distinzione delle qualità primarie e secondarie della materia: le prime — le proprietà geometriche o d'estensione — erano concepite come proprie dell'oggetto in sé, mentre le seconde (colore, odore, sapore, ecc.) venivano riferite alla sensazione dell'uomo. E Berkeley doveva cominciare la critica della *Theory of Vision,* scoprendo il contenuto sensibile delle proprietà d'estensione. Ma all'epoca di Protagora e di Gorgia la distinzione delle qualità primarie e secondarie — se pure implicata nella teoria atomica di Leucippo — non era ancora resa esplicita, o lo stava appena divenendo per opera di Democrito, che — secondo ogni probabilità — vi era tratto dalla polemica contro Protagora. Perciò non si può cercare nei nostri Sofisti una critica approfondita su questo punto.

Tuttavia gli Eleati avevano indicato come scienza conforme alla verità razionale — scienza di ciò che esiste o della materia estesa — la geometria: e gli oggetti di questa riconoscevano *entia rationis,* di là dal mondo sensibile. Questo era il tempio della metafisica eleatica, ed i suoi avversarii dovevano naturalmente tentare di svelarlo vuoto, mostrando che l'idolo a cui si bruciava incenso era un nome vano senza soggetto. Lo spirito che li muove si riconosce ancora nella polemica di Berkeley[1]) contro l'analisi infinitesimale di Newton.

Ci rimangono alcuni interessanti accenni ad una polemica antimatematica di Protagora e d'Antifonte: polemica empiristica che si prolunga per tutta l'antichità fino a Sesto Empirico[2]) nel 3° sec. dell'era volgare.

Aristotele, riprendendo la tesi protagorea, dice:[3])

«.... In verità le linee non sono quelle di cui parlano i geometri, poiché nessuna delle cose sensibili è così [rigorosamente] retta o curva. Realmente la circonferenza non tocca la retta [tangente] in un punto, ma [secondo una certa lunghezza] come diceva Protagora, ragionando contro i geometri».

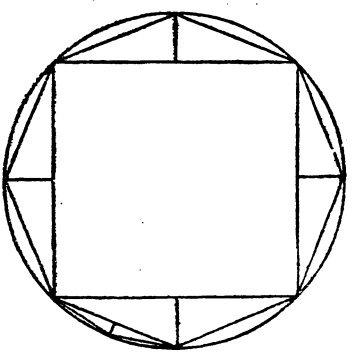
Contro questa argomentazione doveva a sua volta sostenere il concetto razionalistico Democrito in uno scritto « *Sopra una differenza d'opinione...* ».

Nello stesso senso di Protagora sembra invece ragionare An-

[1]) *The Analyst,* 1734.
[2]) *Adversus geometras,* in *Adv. math.,* III.
[3]) *Met.* II, 2 (20).

tifonte, il sofista, pretendendo risolvere il problema della quadratura del cerchio, con l'iscrivere in questo successivamente dei poligoni regolari di 4, 8, lati.[1]) Se si prosegue il raddoppiamento dei lati, diceva, il poligono iscritto con un gran numero di lati finisce per confondersi (sensibilmente) con la circonferenza.

La polemica si estende d'altra parte, ed investe il problema se e quale specie di realtà spetti alle *idee*, forme o essenze delle matematiche. Alla tesi *realistica* dei Pitagorici, che avrà il



Metodo di Antifonte per la quadratura del cerchio.

suo più alto sviluppo nella filosofia platonica, si oppone il *nominalismo* di Antifonte:

«Colui che esamina degli oggetti grandi — dice nel libro «*Della Verità*»[2]) — non vede la grandezza davanti ai suoi occhi e non la riconosce nemmeno per mezzo del suo spirito».

Logica e analisi del linguaggio. — Abbiamo ravvisato le strette analogie che intercedono fra i Sofisti e i positivisti moderni. C'è una mentalità filosofica comune. Ma il metodo della discussione sembra diverso: mentre i moderni amano far pompa dei fatti aborrendo dalle sottigliezze della dialettica, quegli antichi conducono spesso la battaglia col metodo stesso degli Eleati, che

[1]) Simplicio in Aristotele, *Phys.*, I, 1.

[2]) In Diels, fr. 1. Per una discussione approfondita cfr. Enriques, *Questioni riguardanti le Matematiche elementari*, art. I, *L'evoluzione delle idee geometriche nel pensiero greco*. Bologna, Zanichelli, 1925.

han preso a combattere. Anzi la tradizione, che viene consacrata attraverso la *Refutazione dei Sofisti* d'Aristotele, mette addirittura a loro carico l'abito degli argomenti logici fallaci, cui si è dato perciò il nome di «sofismi».

A dir vero questa tradizione non risponde esattamente alla figura dei primi Sofisti, ma piuttosto di altri che sono venuti dopo di loro, quando lo straordinario interesse dato alla disputa, l'amore del paradosso e il desiderio di confondere l'avversario facendo mostra di abilità dialettica superiore, condusse alla degenerazione dell'*eristica*. Comunque, anche la ricerca di argomenti logici sottilmente fallaci, contribuisce naturalmente allo sviluppo della Logica. Accanto alla Retorica — arte del persuadere e del commuovere — inventata da Gorgia, la logica o dialettica, iniziata da Zenone, si affina in tal guisa come «arte del discorso». Specialmente Protagora e Prodico di Ceo insistevano sulla necessità di definire le parole con precisione e di usarle con proprietà. Prodico ebbe anche a discutere sull'esattezza del vocabolario medico.

Si rimprovera a Protagora come espressione di scetticismo nel peggior senso «sofistico», d'avere affermato che: «su ogni cosa vi sono due discorsi opposti». Ma — come osserva il Gomperz — il significato di questa affermazione, riferita da Diogene Laerzio, viene illustrato da Euripide che, nell'*Antiope*, fa dire ad Anfione: «In ogni argomento l'arte di colui che parla sa svegliare il conflitto dei discorsi contraddittorii».

Dunque Protagora, proseguendo Zenone, avrebbe messo in luce il valore delle «antilogie», per l'approfondito esame di ogni problema. Le sue *Antilogie* costituirebbero un antecedente storico dei Dialoghi di Platone.

Ma si può cercare nella formula di Protagora un senso logico più preciso, in accordo col suo relativismo. È verosimile che egli ammonisse sulle condizioni di validità del principio di contraddizione. Anche questo assioma parmenideo non ha un significato assoluto: ad una stessa cosa si possono attribuire predicati opposti, se essa viene considerata sotto diversi rapporti. In tal senso il principio di contraddizione è precisato e limitato da Aristotele. Probabilmente questo limite è stato messo in rilievo da Protagora.

L'uso di sofismi veri e propri, nel senso che ancor oggi

conserviamo della parola, cresce coi nuovi sofisti della scuola di Megara. Pure, spingendosi più oltre in questo giuoco verbale, questi filosofi hanno dato impulso anche più forte allo sviluppo della logica. Poiché infine anche il giuoco di parole esprime un senso acuto del valore formale del ragionamento. E, del resto, non è sempre un giuoco: argomenti come quello del mucchio di grano che rimane sempre un mucchio quando se ne tolgano tutti i chicchi uno dopo l'altro, hanno un vero significato filosofico in rapporto alla polemica fra razionalismo ed empirismo, in cui i Megarici riprendono la posizione eleatica. Ma di ciò più avanti.

Alla cura per la logica si accompagna, già fin dagl'inizii della Sofistica, «l'analisi del linguaggio», che prelude ai futuri sviluppi della grammatica alessandrina. In ispecie si dibatteva il problema delle origini: se il linguaggio sia dato agli uomini « per natura » ovvero venga acquisito « per convenzione ». Il *Cratilo* platonico ci reca notizia su tali dibattiti: la tesi dell'origine naturale si vuole far discendere in qualche modo da Eraclito, e Platone stesso la riprende contro i fautori del convenzionalismo; ai quali aveva recato appoggio Democrito. Dal commento di Proclo[1]) apprendiamo che questi adduceva quattro argomenti, cioè: che cose differenti ricevono talvolta lo stesso nome, e all'opposto differenti nomi designano talora la stessa cosa, che i nomi sono suscettibili di cambiamento, e che vi sono oggetti innominati.

Protagora. — I Sofisti sono stati sfortunati: quasi tutto ciò che sappiamo di loro ci è giunto attraverso gli scritti del loro acerrimo avversario, che è per giunta Platone. Ma pure attraverso il suo brillante e appassionato sarcasmo, i padri della Sofistica, Protagora e Gorgia, ci appaiono uomini di alta dignità morale, cittadini onorandi, penetrati dell'altezza del loro compito di legislatori del pensiero.

Protagora è nato ad Abdera fra il 485 e il 480 a. C., e perciò venti o venticinque anni prima del suo concittadino Democrito. Uscì verosimilmente dalla stessa scuola di Leucippo, o almeno fu in stretto rapporto con essa: ma altre influenze o la sua particolare mentalità lo fecero volgere verso l'empirismo.

[1]) *In Cratylum*, 16 p. 6 (Dem. in Diels B. 26).

Non restò a lungo nella città nativa. Anzi fu spesso ad Atene, in quello che Ippia diceva « il pritaneo della sapienza greca ».[1]) E visse quivi nell'intimità di Pericle, di Euripide, e di altri grandi ateniesi. Del fanatismo che destava presso i giovani ci danno un'idea le prime battute del « *Protagora* » platonico. Il giovinetto Ippocrate irrompe nella stanza di Socrate « avanti l'alba, che ancora faceva buio », annunziando a gran voce l'arrivo del maestro. Protagora tien corte in casa di Callia: e due ali di ascoltatori riverenti si volgono in bell'ordine, seguendo i suoi passi, sempre tesi alla sua parola. Ogni suo detto viene accolto come un tesoro: egli se ne compiace ingenuamente, e ascolta se stesso, svolgendo le sue ornate improvvisazioni morali.

La foga di codesta gioventù nei primi esercizi di pensiero fa pensare alla gioia e al piacere di un essere che, imprigionato fin dalla nascita, si slanci un giorno in aperta campagna, ebbro d'aria e di libertà: « Il giovinetto che per la prima volta ha gustato a quella fonte — dice Platone — se ne rallegra come avesse trovato un tesoro di saggezza: si sente rapito di gioia. Felice, agita ogni discorso, ora raccatta insieme tutte le idee per farne una sola, ora le svolge e le sbriciola; mette nell'imbarazzo anzi tutto se stesso, poi tutti quelli che lo avvicinano, giovani, vecchi, coetanei, quali che siano, senza risparmiare il padre né la madre, né alcuno che voglia ascoltare; e non gli basta pigliarsela con gli uomini; qualunque essere vivente gli è buono. Non farebbe grazia neanche ai barbari, ove trovasse un interprete ».

La città di Turii, in Sicilia, chiamò Protagora a darle delle leggi. Tutte le città della Grecia erano rappresentate nella nuova colonia; e il vecchio sofista poté vedervi una bella promessa di quella grande confederazione ellenica, che aveva auspicata nei suoi eloquenti discorsi. La sua opera di legislatore fu molto apprezzata; e giustamente, se dobbiamo giudicare da un frammento che ci è stato conservato di un suo dialogo con Pericle, in cui enuncia chiaramente il concetto moderno della pena come mezzo sociale: intimidazione, e non cieca vendetta o espiazione rituale.

Ebbe l'amarezza di vedere la Grecia devastata dalla guerra civile. Quando, già settantenne, lesse in casa di Euripide il suo libro *Degli Dei*, un aristocratico irritabile sporse denuncia con-

[1]) Platone, *Protagora*, 337, d.

tro di lui per empietà. Protagora pensò bene di riparare in Sicilia: ma la nave naufragò, e il filosofo trovò la morte nei flutti. Il suo amico Euripide lo piangeva nel *Palamede:* « Lo avete ucciso, il tanto saggio, ahimè, l'innocente usignolo delle muse »....

Gorgia. — Della vita di Gorgia [1]) poco sappiamo, essendo perdute le biografie che ne scrissero Ermippo e Clearco. Si ritiene che sia nato a Lentini in Sicilia, intorno al 483. Secondo Apollodoro, [2]) sarebbe vissuto 108 o 109 anni, dunque fino al 375. Trascorse gli ultimi anni in Tessaglia protetto da Giasone di Fere, ed ivi serenamente si spense. Sul punto di morte avrebbe detto con un sorriso: « Già il sonno sta per passarmi alla sua sorella ». [3])

Era vicino alla vecchiaia, nel 427, quando venne ad Atene con una delegazione della patria città e la sua arte oratoria gli guadagnò uno splendido trionfo. Altre volte i suoi discorsi sollevarono il più alto entusiasmo nella stessa Atene, a Delfo, in Olimpia e in diverse città della Grecia.

Il suo stile era brillante e ricco di paragoni coloriti, ma spesso artificiosi. Pure restano di lui alcune frasi scultorie. Magnificava l'illusione della scena dicendo che « l'ingannato è più saggio del non ingannato ». Parlava sarcasticamente di coloro che trascurano la filosofia per le scienze particolari: « somigliano a dei pretendenti di Penelope che ne corteggino le serve ».

Si è trovato di recente in Olimpia il piedestallo d'una statua con cui i suoi discepoli ed ammiratori lo raccomandavano alla memoria dei posteri: « Nessun mortale — dice l'iscrizione — ha mai immaginato un'arte più bella per educare gli uomini alle opere della virtù ». [4])

Delle orazioni di Gorgia ci sono pervenuti alcuni frammenti. In particolare nel « Discorso Olimpico » e nella « Orazione funebre » per gli Ateniesi morti in guerra, l'oratore — come già abbiam visto fare Protagora — inculcava ai Greci l'unione patriottica contro i barbari. « Le vittorie riportate contro i barbari — diceva a conclusione dell'ultimo discorso — chiamano canti di trionfo; ma quelle degli Elleni sugli Elleni solo canti di lutto ».

[1]) Una bella pittura ne fa il Gomperz da cui togliamo alcune delle notizie seguenti.
[2]) In Diog. L., VIII, 58. [3]) Eliano, *Var. hist.*, II, 35.
[4]) Kaibel, *Epigr. gr.*, pag. 534.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

La parte della raccolta del Diels sui sofisti è tradotta in italiano, per cura di M. Cardini, nel volume *I Sofisti*, Bari, 1923.

Studi particolari:

E. Bodrero, *Protagora*, 2 vol., Bari, 1914; traduzione dei frammenti e studio storico-critico;

Ph. Illmann, *Die Philosophie des Protagoras nach der Darstellung Platos*, Friedland, 1908;

W. Zilles, *Hippias aus Elis*, in *Hermes*, t. 53, 1918, in cui però non si accenna all'opera matematica di Ippia. Per questa, e per le ricerche geometriche degli altri Sofisti, cfr. le storie di Loria e Heath.

Per tutto quanto riguarda le teorie della sensazione:

J. I. Beare, *Greek theories of elementary cognition*, Oxford, 1906.

VIII.

REAZIONE ALLA SOFISTICA: SOCRATE.

Filosofia dei lumi. — L'epoca che vede fiorire i Sofisti è la più splendida della civiltà ellenica. Le vittorie sui Persiani hanno risvegliato nel popolo greco la coscienza della sua unità spirituale e danno impulso potente a tutte le forme della vita. L'espansione e la divulgazione della mentalità scientifica coincidon col magnifico sviluppo delle arti e d'altra parte coll'intensificarsi dei traffici. Grandi opere tecniche danno una misura pratica del valore della scienza: citiamo per esempio la costruzione del porto del Pireo ad Atene, diretta da Ippodamo di Mileto.

Frattanto ad Atene stessa e nella maggior parte delle città, che ne seguono l'esempio, siamo in piena democrazia. È difficile oggi figurarsi che cosa significasse pel mondo greco quel regime democratico, grande e pazzo ad un tempo, in cui si disfrenano sublimi e basse passioni, tutte le ambizioni rissose dei cittadini, la retorica dei demagoghi, le insensatezze delle folle; ma dove pure domina un alto rispetto umano e si espandono, come in ambiente massimamente favorevole, le più possenti individualità: nella politica, nelle armi, nelle arti, nelle lettere, nella filosofia.

Tucidide ci ha lasciato della democrazia ateniese un magnifico elogio, nell'orazione funebre per i morti della guerra del Peloponneso, che pone in bocca a Pericle. Per contro Aristofane ne richiama con viva freschezza di colorito, gli aspetti più repugnanti e ridicoli; e lo stesso Tucidide ci dà la più fiera

requisitoria contro il regime democratico in atto, con la sua celebre descrizione delle atroci lotte di fazione a Corcira.

Il popolo greco, vivace ed intelligente, trovava nella vita cittadina un eccitamento spirituale; ciascuno si sentiva parte di un dramma quotidiano, nel quale gli era dato affermare la propria personalità e il proprio valore. D'altra parte il regime egualitario e la mutabilità delle fortune politiche facevano desiderare per contrasto quel riconoscimento e rispetto più durevoli che si tributavano agli artisti ed ai pensatori. Di qui l'armonioso e pieno sviluppo delle varie forme della civiltà ellenica. «Amiamo il bello senza inebriarcene, e filosofiamo senza mollezze». Così Pericle riassumeva lo spirito di quell'epoca che doveva portare l'arte e la filosofia alle loro più alte espressioni.

In questo ambiente, come già abbiam detto, il popolo ricercava ansiosamente la cultura, e i Sofisti se ne facevano i divulgatori. Meglio ancora essi traevano dalla scienza della natura una nuova veduta della vita e dei problemi umani. « La scienza — dice il Windelband — divenne allora una potenza sociale, un momento decisivo della politica; ma appunto per questo, si mise alle dipendenze della vita pratica e specialmente politica ». Rispondendo al bisogno e all'avida curiosità dei discepoli, la critica dei maestri della Sofistica si esercitava, non solo e non tanto sul concetto razionale della scienza, quanto sulle credenze morali e religiose e sugli istituti tradizionali della società greca.

Vedemmo come la scoperta del « relativo » ai tempi d'Anassimandro esercitasse subito un'influenza sul pensiero religioso e morale di alcuni filosofi (Senofane, Eraclito) che vengono dopo di lui. Ma ora, una filosofia assai più radicale incontrandosi in un ambiente particolarmente favorevole, suscita od esprime una straordinaria revisione di valori. Infatti le nuove prospettive imperiali che si venivano aprendo alla giovane democrazia — l'incremento dei commerci e della ricchezza, l'estensione dei rapporti con altri popoli, l'eguaglianza di diritti in contrapposto all'accresciuta diseguaglianza di fatto — portavano, col mutamento dei costumi e dei giudizi, aspirazioni ed idee ancora più audaci. Le quali trovarono la loro espressione nella critica dei Sofisti. La discriminazione tradizionale fra « natura » e « apparenza » delle cose, trasferita dall'ordine fisico all'ordine sociale, acquista un nuovo significato, cui risponde anche una nuova for-

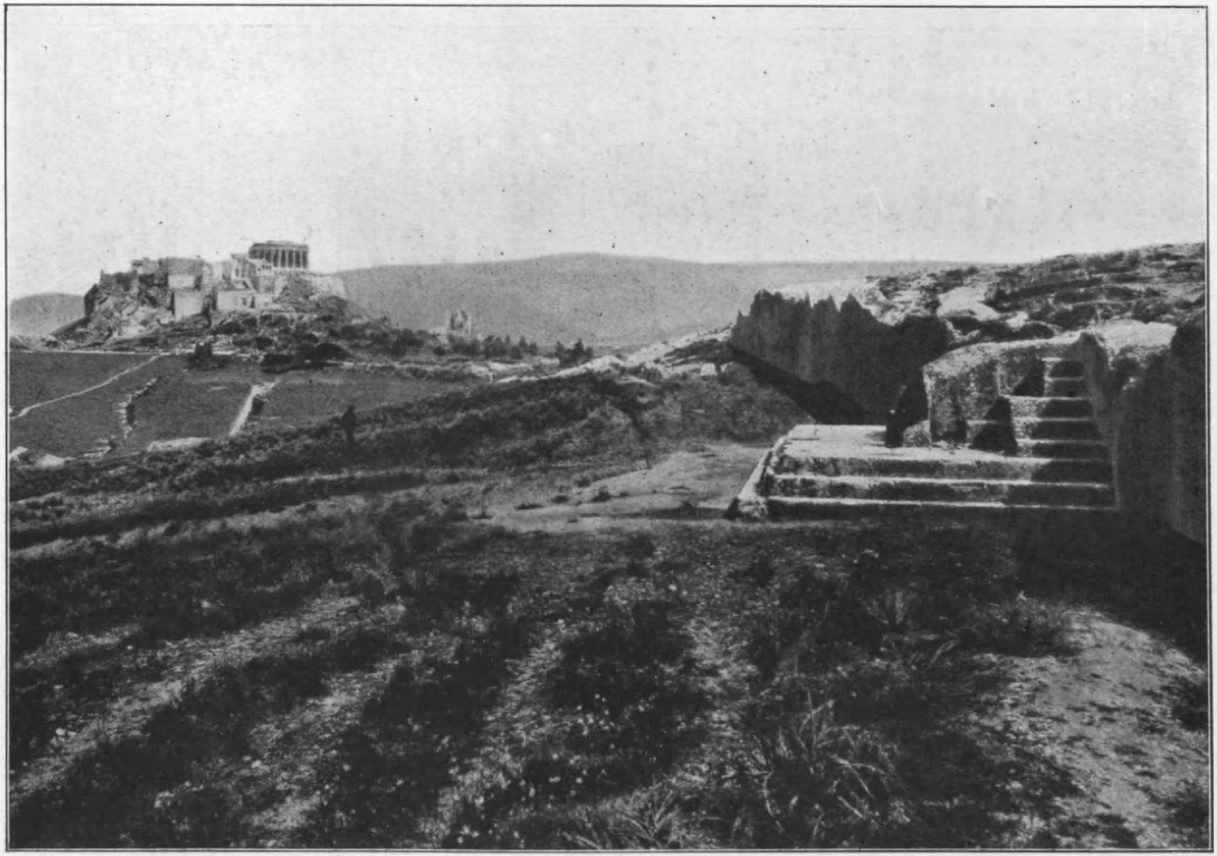
mula dell'antitesi: « per natura » (φύσει) e « per convenzione » (νόμῳ). E già questa semplice antitesi ci indica lo spirito con cui dovevano apprestarsi ad esaminare i problemi umani, i filosofi che combattevano in nome dell'esperienza, il precedente razionalismo: il loro atteggiamento è, a suo modo e nel senso comune della parola, anche più razionalistico. È lo spirito della « filosofia dei lumi » del secolo decimottavo, che prende vita nell'ambiente tanto più libero della Grecia del V secolo a. C.

Che cosa c'è propriamente di naturale nelle regole della condotta, nei precetti del culto, nelle leggi dello Stato? Che cosa invece d'arbitrario? [1])

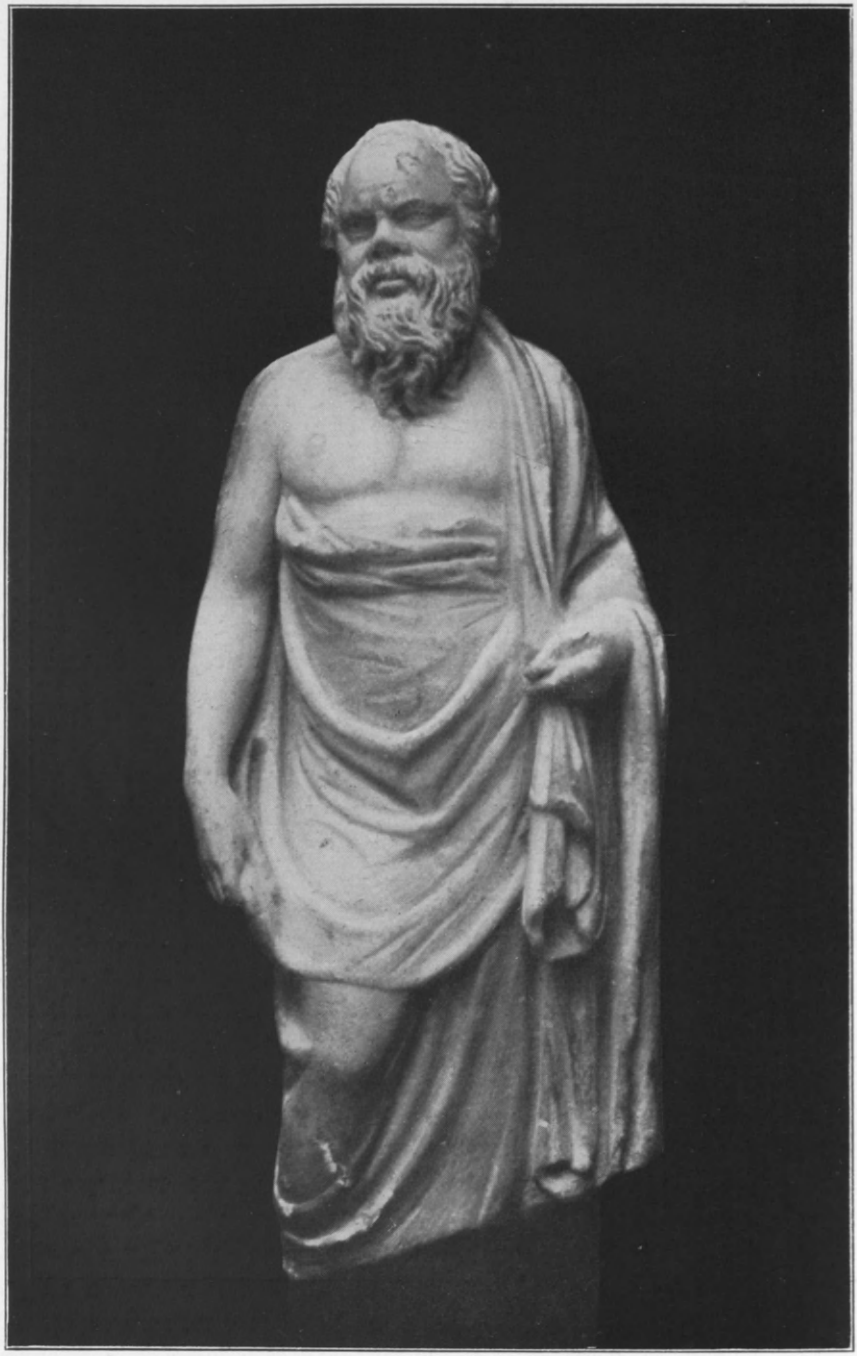
Domandando così alle vecchie fedi e ai vecchi istituti di giustificare il consueto assenso, i Sofisti adoperavano con acume un metodo d'esame, che sta in evidente rapporto con la filosofia empirica: ogni nozione ricevuta era rimessa in discussione, e trattata come cosa da spiegare nell'ordine psicologico; così le azioni e i sentimenti vengono ad essere stimati in concreto, secondo i motivi che li determinano. La buona condotta è giustificata dai più con la felicità che ne consegue. Nient'affatto, dice Polo, [2]) vi sono malfattori che hanno conseguito la felicità attraverso i misfatti. Secondo Licofrone, l'ordinamento dello Stato si basa sopra un *contratto sociale*, per cui i cittadini si garantiscono reciprocamente vita ed averi. [3]) La legge corrisponderebbe così all'interesse generale, o almeno alla difesa dei deboli contro le violenze dei forti, come sosteneva Callicle. [4]) All'opposto Trasimaco ritiene ch'essa risponda alla volontà dei più forti, i quali costringono i deboli a fare il loro vantaggio. [5]) Così l'analisi dei motivi scopre che la legge non è sempre benefica, anzi come «tiranna dell'uomo l'obbliga spesso ad andare contro alla natura ». [6])

In queste discussioni si affacciavano le più ardite aspirazioni egualitarie (Licofrone, Alcidamante, Falea), che sboccano più tardi nella predicazione del comunismo per opera dei Cinici. Euripide nei suoi drammi smonta il pregiudizio dell'illegittimità della nascita. Egli non accorda maggior peso al marchio della schiavitù: « Ciò che disonora lo schiavo è soltanto il suo

[1]) Questa critica è messa bene in rilievo dal Windelband e dal Gomperz.
[2]) Platone, *Gorgia*, 471.
[3]) Aristotele, *Politica*, III, 9.
[4]) *Gorgia*, 483.
[5]) *Repubblica*, 338 c., 343 c.
[6]) Ippia in Platone, *Protagora*, 337 c.



ATENE.



Londra. SOCRATE. (British Museum.)

nome; del resto un servo onesto non è inferiore a un uomo libero ». Anche le barriere della nazionalità cedono alla critica dei Sofisti (e dello stesso Socrate), preparando l'ideale cinico e stoico del cosmopolitismo. — « Voi tutti presenti — dice Ippia d'Elide[1]) — io vi riguardo parenti, fratelli e concittadini secondo la natura, e nonostante la convenzione. »

È ovvio che la critica distruttiva non si fermava di fronte alle credenze religiose, avvaloranti le distinzioni e i costumi tradizionali. Già Erodoto[2]) racconta che Dario domandò ai Greci viventi alla sua corte, a qual prezzo consentirebbero a mangiare i cadaveri dei loro padri. Risposero inorriditi: a nessun prezzo. Allora il Gran Re fece chiamare degl'Indiani, appartenenti ad una tribù in cui era pratica di rito ciò che pei Greci costituiva sacrilegio, e richiese loro a qual prezzo consentirebbero a bruciare i cadaveri dei loro padri. Ed essi levarono alte grida, supplicando il re di non parlare d'un tale orrore. Lo storico ne trae la conclusione che, se si desse a scegliere agli uomini fra tutti i costumi, ciascun popolo sceglierebbe i propri; ed aggiunge, con Pindaro, che « la convenzione regna su tutti gli uomini ».

Ma il dubbio investiva non soltanto i costumi ed i riti, sì anche i principii stessi della fede religiosa. Diagora di Melo avendo patito ingiustizia, cessò di credere alla giustizia degli Dei e scrisse i *Discorsi distruttivi*, deridendo i misteri. Onde nel 454 gli Ateniesi, eccitati da un misfatto sacrilego, misero a prezzo la testa dell'« ateo ».

Più misurati, ma per ciò anche forse più persuasivi per lo spirito pubblico, sono i dubbi affacciati dai filosofi. Prodico di Ceo ricerca l'origine della religione. Protagora manifesta le sue idee nel circolo d'Euripide:

«Quanto agli dei — dice — non mi è dato sapere se siano o non siano, o quali siano; infatti molte circostanze ne impediscono la conoscenza: l'oscurità della domanda e la brevità della vita umana». [3])

Reazione. — Agli occhi dei custodi della morale e della fede, o dei conservatori in genere, siffatte critiche minacciano di

[1]) In *Protagora*, 337 c.
[2]) III, 38.
[3]) Diog. IX 51 (in *Vors.*, B. 4).

dissolvere ogni autorità e quindi la vita della società tutt'intera. È l'eterno rimprovero dei tradizionalisti agli intellettuali e agli illuministi. E se anche una veduta storica più elevata possa scorgere nel lavoro dissolvente un senso liberatore ed una revisione di valori che avvia a più alta coscienza, bisogna convenire che l'intelligenza critica ha in questo progresso soltanto una parte, che rappresenta insomma un momento negativo da superare nell'evoluzione delle idee morali. Si finisce per chiedere che l'analisi delle azioni o degli istituti oltrepassi il fatto singolo, e si volga invece a chiarire la connessione dei motivi; che non si arresti a considerare l'individuo, ma contempli l'ordine della società, in cui gl'individui vivono ed operano. Ed è difficile vedere come tale esigenza possa essere assolta da una filosofia in cui l'uomo viene assunto come « misura di tutte le cose », secondo la formula di Protagora: tanto più se il criterio della misura si riduce all'opinione o alla sensazione, secondo il concetto empirico di quella filosofia.

Il turbamento morale portato dalla critica dei Sofisti doveva suscitare la reazione più forte e decisiva nel gran centro d'Atene. Quivi la scienza demolitrice era stata propagata coll'educazione della gioventù e coll'eloquenza della parola nelle pubbliche discussioni. Il popolo ateniese, in un primo momento simpatizzante per quel che sapeva di avventura intellettuale, aveva prontamente assimilato le nuove idee portate da questi maestri stranieri ed atei.

Ma alla seduzione della novità seguiva un senso di disagio e di malcontento, quando tali uomini si vedevano festeggiati nei più alti circoli politici, accolti e protetti dal mecenatismo di Pericle. Le condizioni stesse dell'ambiente sembravano rendere l'ospitalità maggiormente pericolosa. Un regime di libertà e di democrazia riposa in ultima analisi sul presupposto d'un forte sentimento conservatore dei cittadini. Le vicende d'Atene — la sua espansione commerciale e l'imperialismo sorto dopo le fortunate guerre persiane — promovevano naturalmente una larga trasformazione del costume: l'accoglienza delle idee nuove, piuttosto che effetto, doveva apparirne la causa.

La divulgazione della scienza e della critica provocava ora questa conseguenza: che l'indirizzo stesso della filosofia venisse piegato ai bisogni spirituali e morali del popolo, e così che si

andasse incontro ad un movimento anti-intellettuale. Socrate esprime questa reazione, nell'ordine del pensiero. Ma il sentimento si rivela già prima nella letteratura contemporanea, e ha lasciato altresì testimonianze non dubbie nei processi d'empietà (ἀσήβεια) il più celebre dei quali doveva travolgere lo stesso Socrate. Le difficoltà della guerra del Peloponneso e la sua fine disastrosa dovevano aumentare naturalmente la confusione degli spiriti.

La reazione comincia negli ultimi anni della vita di Pericle. Già si è detto come Anassagora, e più tardi Protagora, accusati fuggissero da Atene. Tra i sofisti perturbatori del costume, Aristofane aveva dipinto proprio Socrate: e il cittadino Anito, benpensante inacidito, portò contro di lui l'accusa di empietà e di corruzione dei giovani: in seguito alla quale egli, essendo stato condannato a morte, e avendo rifiutato la fuga preparatagli dagli amici, bevve la cicuta una sera di primavera del 399 a. C.

Socrate. — Apparteneva Socrate ai Sofisti, come giudicava Aristofane, o era all'incontro il loro più accanito avversario, siccome appare nei dialoghi platonici?

La distinzione netta è sempre difficile nell'ordine delle idee. Da un punto di vista esterno si può osservare che Socrate non era un professore stipendiato, come i sofisti, ma un uomo indipendente che credeva di avere un messaggio nuovo per la gioventù, e cercava di infondere in essa il suo ardore filosofico. Non per questo doveva sembrare ai suoi concittadini meno sovvertitore delle sane idee.

Coi Sofisti aveva certo in comune l'abito a discutere su tutto ed anche a confondere la dimostrazione della verità colla sconfitta dell'avversario; probabilmente con più audacia di loro chiamava in causa le azioni, i costumi, gl'istituti davanti al tribunale della ragione; con minore rispetto giudicava gli idoli della pubblica opinione, sopratutto il popolo sovrano, che i demagoghi erano soliti lusingare. Quanto a sovvertire i principii della morale ricevuta, egli si spingeva certo più avanti degli altri, suscitando aspirazioni di cosmopolitismo quali formarono più tardi

l'ideale dei Cinici e degli Stoici. Tra gli scolari di Socrate, i cosidetti semisocratici proseguono in diversi sensi i sofisti: il ripudio radicale di tutte le forme della civiltà fu predicato da Antistene come ritorno alla « natura » dell'uomo, e da lui appunto derivò Diogene fondatore della setta cinica. Aristippo di Cirene interpretava la morale utilitaria socratica come culto del piacere.

D'altra parte da Euclide di Megara — che riprese in senso formale i motivi della filosofia eleatica — deriva quella scuola di dialettici, alcuni dei quali vengono rappresentati da Platone come sofisti nel peggior senso della parola, uomini per cui la discussione degenera in un giuoco verbale (*eristica*). Tutte queste scuole subiscono forse egualmente l'influenza di Socrate e di Protagora o di Gorgia.

Nondimeno l'opposizione di Socrate ai sofisti suoi contemporanei non può essere messa in dubbio. Considerato uno di loro dal pubblico, e in qualche modo anche da molti dei suoi discepoli, si distingue da loro per una differenza sottile ma profonda, onde il suo insegnamento assume in più sensi valore di reazione, e diventa il principio della filosofia platonica.

Socrate, popolano ateniese, era nato verso il 470, dieci anni dopo Salamina. Giovane, aveva sentito il fermento dell'età periclea, quando Anassagora e Zenone, e più tardi i Sofisti, avevano fatto della città il campo di battaglia delle idee che venivano dai più diversi angoli del mondo greco. Egli stesso aveva seguìto Archelao, discepolo di Anassagora, che era succeduto al maestro quando questi aveva dovuto lasciare Atene.

Ma Socrate non era un «intellettuale» alla maniera dei sofisti: la sua anima popolare, che la scienza aveva probabilmente staccata dalle credenze tradizionali, serbava pure alcunché di religioso e d'appassionato, che della scienza stessa non poteva appagarsi. Pare che in gioventù fosse strettamente legato ai circoli orfici e pitagorici di Tebe e di Fliunte. Giunto sui quarant'anni ebbe una profonda crisi, della quale poco sappiamo. Abbandonò l'insegnamento sistematico che fino allora aveva professato sulla traccia delle vecchie scuole, e si dedicò ad una nuova missione educatrice e riformatrice. Lo studio della fisica non lo interessava più. Rimproverava ai naturalisti di spiegare i fenomeni «con aria, etere, acque, ed altre simili cose strane» anziché

cercare lo scopo di tutto ciò che è od accade. La natura è buona cioè organizzata in vista del bene dell'uomo: l'esistenza della luce, dell'acqua, del fuoco, e dell'aria attestano la sollecitudine per noi della Ragione che ha costruito il mondo; il sole ci rischiara di giorno ma la luna e le stelle ci illuminano di notte; la terra ci fornisce il cibo, il cambiamento delle stagioni tempera gli eccessi del caldo e del freddo. E l'opera servizievole degli animali, la struttura del corpo umano, gli organi di senso, ecc. sono tante prove della Provvidenza divina.

Con questo spirito teologico, combattendo la spiegazione naturalistica, Socrate si contrappone, più che alla particolare filosofia dei Sofisti, alla scienza medesima.

Nel campo morale, a cui soltanto, negli ultimi anni, s'interessava, discuteva volentieri alla maniera dei sofisti, dispiegando, non meno di loro, una sottile dialettica. Ma lo sforzo era inteso, non tanto a conoscere i moventi delle azioni, o a mostrare il valore relativo delle credenze umane — la « convenzione » — quanto a scoprire nell'animo ciò che è per essenza e « per natura » valore universale ed eterno. Questa scoperta, egli non voleva imporla come una conoscenza superiore, ma invitava ciascuno a rifarla per sé ed in sé, approfondendo l'esame di se stesso. In ciò sta il significato dell'*ironia*, con cui Socrate, professando di non saper nulla, conduceva altri a scorgere il vuoto della sua pretesa sapienza.

L'effetto che produceva sui concittadini, ce lo dice con grazia il giovane Menone, nel dialogo platonico che da lui prende nome:

« O Socrate, avevo già sentito dire, prima d'incontrarti, che tu non fai altro che dubitare, e mettere gli altri in dubbio. Ecco che adesso, a quel che mi pare, tu mi affascini e mi abbindoli come un vero incantatore, di modo che anch'io son fatto dubbioso. E se posso dirlo scherzosamente, tu mi sembri in tutto simile, per la faccia e per il resto, a quel pesce torpedine che intorpidisce chi lo tocca. Mi sembra che tu mi abbia fatto qualcosa di simile, ché in verità sono tutto intorpidito, di spirito e di parola, e non so che risponderti. Eppure, più di mille volte mi è capitato di discorrere della virtù davanti a ogni sorta di gente, e assai bene, a quanto mi pareva.... »

La reazione di Socrate contro i sofisti si esprimeva in maniera assai singolare, e certo oscura per la maggior parte dei suoi

concittadini: poiché egli si metteva a discutere non soltanto coi dotti, ma quasi col primo venuto, invitando tutti ad aiutarlo nella ricerca delle definizioni. Anche per noi, almeno a prima vista, riesce poco chiaro che per combattere le conseguenze morali di una critica illuministica, si andasse a discutere sulla definizione dei concetti. Ma approfondendo l'esame del metodo socratico in confronto a quello dei Sofisti, possiamo coglierne il significato.

I Sofisti sono essenzialmente sovversori, nemici di ogni autorità tradizionale. Precetti e leggi sono privi ai loro occhi di ogni prestigio: anzi essi li prendono come oggetto di critica, quali fatti da spiegare nei loro motivi. L'uomo che se ne fa giudice riesce ad una misura soggettiva del loro valore, secondo le esperienze individuali. Così, per esempio, un delitto diventa abominevole soltanto per le sue conseguenze malefiche, o per la bruttura dei sentimenti che l'accompagnano. Quindi un furto che spogli il più ricco a favore del più povero; un delitto passionale che derivi da un impulso generoso dell'animo, possono trovare più che compatimento, giustificazione. Dove va allora il valore normativo della legge? Come è possibile il diritto e il dovere? Tutt'al più prenderanno il loro posto l'equità e la benevolenza.

Ma la coscienza comune avverte che ciò non basta all'ordine morale e sociale; che questo ha bisogno di fisse regole, superiori agli impulsi discordi degli uomini e alle differenze dei casi. Tali regole, l'anima primitiva del popolo le riconosce come qualcosa di dato, a somiglianza dei rapporti fissi tra i fenomeni che costituiscono la realtà: un corpo pesante cade, e colpisce chi sta sotto, indipendentemente dal proposito di chi l'ha lasciato cadere; allo stesso modo l'incesto d'Edipo re, se pure preparato nell'ignoranza da circostanze fatali, chiama la vendetta degli dei e l'espiazione dell'incosciente colpevole, ché una legge di natura non può essere impunemente violata.

Tale il principio che ispira le ordalie, tale il concetto che domina, anzi ossessiona, l'anima del primitivo, e lo conduce a quelle tragiche, e per noi insensate, espiazioni e purificazioni, che vanno talvolta fino alla decimazione di intere tribù.

Un riflesso di questo senso panico vive ancora nella tragedia di Eschilo e di Sofocle, e le conserva l'aspetto sacrale dei misteri da cui era nata. La tragedia era ancora un rito per i contempo-

ranei di Socrate, e l'attore impersonava le sue figure in un senso più profondo di quel che penseremmo noi.[1])

Socrate non è il primo a formulare dinnanzi alla critica relativistica questa esigenza. Eraclito prima di lui aveva pur fatto appello alla ragione comune degli uomini. E il filosofo ateniese ritorna in sostanza allo stesso principio: la sua definizione si appella, in ultima analisi, al *consensus gentium*, che — come pei Sofisti — trova poi la sua giustificazione in motivi d'utilità o di piacere. Ma l'originalità del metodo si ravvisa nell'aspetto logico che vien conferito alla morale. Socrate ritiene di fondare razionalmente le regole della condotta, derivando l'obbligatorietà della norma dal nesso logico per cui le idee più particolari, o i giudizii che vi si riferiscono, dipendono dalle idee più generali. In questo senso egli cerca la salvazione in un razionalismo contrapposto all'empirismo dei sofisti.

Non gli viene in mente che l'interesse dell'uomo o del cittadino in generale possa trovarsi in conflitto coll'interesse del singolo, e che la pura intelligenza del rapporto fra l'uno e l'altro non abbia forza sopra il volere, se questo non sia già determinato ad operare secondo i principii. Pure la stessa ingenuità manifesta la saldezza di una volontà morale che assume come presupposto la massima di Kant: « Opera in modo che la tua azione possa esser presa come norma universale dell'agire ».

Ai Sofisti che ammettevano una volontà prava, Socrate risponde che l'uomo pecca soltanto per ignoranza del bene: conoscere il bene e non praticarlo sarebbe per lui assolutamente contrario alla natura. Nei tempi moderni ritroveremo questa convinzione in Spinoza. A Guglielmo di Blyenbergh che gli chiedeva se esista una ragione della virtù atta a persuadere uno alla cui natura non repugni, anzi si confaccia, di cedere agli appeti-

[1]) Si ricordi il celebre coro dell'*Edipo Re* (trad. de Bosis).

Deh, il ciel mi dia di portar sempre in me
la santa purità delle parole
e de l'opere tutte, cui, sovrane,
veglian le Leggi da li aerei piè;
le Leggi che per l'etere immortale
sol da l'Olimpo generate foro,
non le creò degli uomini la frale
natura e mai non avverrà che oblio
sopir le possa poi che grande in loro
splende, d'eterna giovinezza, un Dio

ti sensuali fino al delitto, Spinoza risponde che tanto vale domandare: se alla natura di taluno si confacesse l'impiccarsi, potrebbero darsi ragioni per dissuaderlo dal trovarsi bene su la forca?

La fedeltà ai principii mostra Socrate in un'ora tragica, allorché, condannato a morte, rifiuta di scampare colla fuga preparatagli dagli amici. E nel *Critone* platonico spiega con parole immortali i motivi del rimanere:

« Se stando noi sulle mosse per fuggir via di qua.... ci venissero incontro le leggi piantandocisi in faccia, a domandare: Socrate, di' dunque, che hai in mente di fare? Credi tu far altro con codesta impresa se non per quanto sta in te, rovesciar noi e la città tutta quanta? O ti sembra possibile che si sostenga una città, in cui le sentenze dei giudici restan prive di valore, e i cittadini le calpestano? Che risponderemmo noi a questi ed altri simili rimproveri?... Risponderemmo che la Città ci ha fatto oltraggio, poiché non ci ha giudicati secondo ragione? Ma — ripiglierebbero le leggi — questo o Socrate, si è convenuto fra noi? O all'opposto che tu dovessi accomodarti alla sentenza del popolo? E poi rispondi...: che hai tu da rinfacciare a noi, che cerchi di ucciderci? »

La definizione come problema scientifico. — Per la scienza è particolarmente interessante comprendere quale progresso logico realizzi Socrate nelle *definizioni*.

Aristotele accenna due volte a questo contributo indicandoci alcuni precursori. Dice nella *Metafisica:*[1])

« Essendosi Socrate occupato delle virtù morali, per primo cercò di definirle universalmente (Democrito aveva soltanto toccato delle cose naturali e così occasionalmente definì il caldo e il freddo; i Pitagorici anche prima avevan dato la definizione di alcune cose, le cui ragioni riducevano a numeri: che cosa sia il tempo, il giusto, le nozze); egli sanamente e razionalmente chiedeva: che cos'è? ».

« Infatti due cose possono attribuirsi di pieno diritto a Socrate, cioè i discorsi induttivi e la definizione universale: ambedue pertinenti ai principi della scienza. »

E nel *De partibus animalium:*[2])

« Democrito per primo toccò alle definizioni, non che le credesse utili alle scienze naturali, ma vi fu tratto dalla cosa. L'uso del definire crebbe ai tempi di Socrate ».

Questi riferimenti vanno completati e illustrati con qualcos'altro. I Pitagorici, seguendo il loro misticismo, erano tratti natu-

[1]) *Met.* XI, 4 (3) e (4). [2]) I, 1 p. 642.

ralmente a definire *per analogia*, e di ciò reca pure testimonianza Aristotele,[1]) ove dice che essi definivano superficialmente, confondendo, per esempio, il doppio ed il due. Però i matematici della scuola, che avevano acquistato una più alta consapevolezza delle esigenze razionali, dovettero sforzarsi di superare la mentalità analogica, e perciò forse introdussero l'uso delle definizioni *per divisione*, di cui si avrebbe esempio negli scritti contestati di Archita.[2])

D'altra parte anche i Sofisti si occuparono, a quel tempo, delle definizioni, come mezzo per stabilire la chiara intesa nelle discussioni. Ma dalle Matematiche sembra tratto l'esempio delle definizioni *intensive* o comprensive, per generi e specie, in contrapposto alle *estensive*, per divisione, ove si enumerano semplicemente gli enti che rientrano in una data categoria.

Il rifiuto di accettare come definizione l'enumerazione degli enti o delle sottospecie che costituiscono una specie, e l'invito a cercare che cosa vi è di simile negli individui di questa, è motivo comune a molte discussioni socratiche che appaiono nei dialoghi di Platone.[3])

Nel *Menone*, all'interlocutore che enumera varie specie di virtù, Socrate risponde:[4]) « Gran ventura, o Menone, mi è toccata, che andando alla ricerca di una virtù, ne ho trovato uno sciame presso di te. Così, se io ti domandassi l'essenza dell'ape, mi diresti che ve ne sono molte e di molte specie ».

Anche Teeteto, nel dialogo platonico che porta il suo nome, tenta dapprima di definire le conoscenze ricordando la geometria e le altre discipline, l'arte del calzolaio, e così via;[5]) ma Socrate lo ferma, con la solita ironia, rimproverandogli di dare troppo generosamente molte cose in cambio di una sola, e lo invita a ricordare il procedimento usato per definire le « potenze » nella scuola geometrica di Teodoro:[6])

« Tieni come esempio la tua risposta sulle potenze, e come queste che sono molte componesti in un'unica specie, così anche le molte conoscenze provati a raccoglierle in un'unica definizione ».

[1]) *Met.* I, 5 (14).
[2]) Per esempio vedasi la definizione della quantità citata a pag. 118.
[3]) Cfr. p. es. *Lachete* (190 d), *Alcibiade* (115 e), *Ipparco* (230 d), e i passi del *Menone* e del *Teeteto* citati in appresso.
[4]) *Menone*, 72 a c. [5]) *Teet.* 146 c. d. [6]) *Teet.* 148 d.

Non c'è dubbio che questa esigenza d'esprimere l'unità del concetto, che Platone attribuisce a Socrate così insistentemente, doveva costituire un tratto caratteristico della filosofia socratica; comunque il personaggio dei Dialoghi oltrepassi per molti aspetti ed idee il vero Socrate storico. Certo ad essa allude Aristotele quando attribuisce a Socrate la definizione *universale*.

Ma il progresso logico che qui si realizza riesce illustrato, in maniera interessante, se si ammette che la critica socratica delle definizioni estensive sia rivolta, non già all'uso comune del volgo, bensì ad altri filosofi precedenti, che possono cercarsi, meglio ancora che fra i Sofisti, fra i Pitagorici: ove si riconoscano ad Archita alcune delle definizioni per divisione, di cui si è discorso innanzi.

Le vedute di Socrate debbono esser chiarite in rapporto agli sviluppi della logica moderna, segnatamente per opera dei pensatori matematici. Questi sono venuti a concepire che la definizione esprima un processo costruttivo interamente arbitrario del pensiero; Socrate invece — e come lui i suoi successori, Platone ed Aristotele — le conferiscono un significato naturale rispetto a qualcosa di dato. La differenza si riduce alla distinzione scolastica fra definizioni *reali* e *nominali*. Intorno alla quale ha espresso un chiaro giudizio Stuart Mill:[1])

«La distinzione fra definizioni *reali* e *nominali*, fra definizioni di *parole* e quelle che son chiamate definizioni di *cose*, conforme all'idea di molti logici aristotelici, non può a nostro avviso esser mantenuta. Tutte le definizioni sono soltanto di nome; ma in alcune appare chiaramente che si vuol soltanto spiegare il significato d'una parola, laddove in altre si intende anche implicare che esiste nel mondo una cosa che gli corrisponde.

Se questa affermazione possa o non possa essere implicata in ogni caso particolare, dipende dalla forma dell'espressione. Vi sono infatti espressioni, che comunemente passano per definizioni, le quali includono in sé più che la semplice spiegazione della parola. Ma non è corretto chiamare un'espressione di questo genere una speciale maniera di definizione.... La sua

[1]) *System of Logic* (1.ª ed. 1843), 6.ª ed. VIII, 5.

differenza dall'altra maniera consiste solo in ciò che essa non è una definizione, ma una definizione con qualcosa in più ».

Questa conclusione, ineccepibile dal punto di vista strettamente logico in cui si guarda alle definizioni già formate, lascia tuttavia sussistere l'esigenza d'un problema scientifico della definizione,[1]) la cui importanza è troppo evidente nelle scienze naturali: essendo data una classe o specie d'oggetti, si tratta di riconoscere (richiamando note osservazioni o magari istituendo apposite esperienze) i loro caratteri comuni, e così di creare un'idea che ne esprima l'unità o che permetta di rappresentarsene la continuità. Platone, approfondendo Socrate, vede l'Idea come qualcosa che esiste di per sé, fuori degli oggetti della specie data, e il senso istintivo di Socrate doveva pure accostarsi implicitamente a questa maniera di pensare. Comunque, il problema socratico conserva ancora per noi un significato scientifico: è il problema *induttivo* della classificazione e della costruzione di concetti, per mezzo dei quali si tenti di rappresentare specie o classi d'oggetti, date alla nostra osservazione. E poiché — nei singoli casi — ciò che si dà in tal modo è l'estensione del concetto, si può anche formulare in senso stretto il medesimo problema, chiedendo di « definire per comprensione i concetti, dati nella loro estensione ».

Questo problema induttivo della definizione verrà poi sviluppato da Aristotele, specialmente nella *Topica*.[2])

Il mito di Socrate. — Con le precedenti spiegazioni abbiamo cercato di chiarire il senso scientifico che si può trovare nei discorsi di Socrate. Il problema della definizione poté assumere alla sua epoca un'importanza che oggi stentiamo a comprendere. Comunque non si saprebbe riconoscere qui una scoperta teorica proporzionata alla grande rivoluzione spirituale che si lega, nel comune concetto, al nome del maestro ateniese. E allora sorge naturalmente la domanda: qual è il valore di Socrate? È veramente quel grande filosofo che vuole la tradi-

[1]) Cfr. Enriques, *La definizione come problema scientifico*, in «Periodico di Matematiche», N. 2, 1929.

[2]) Cfr. G. Vailati, *La teoria aristotelica della definizione* e *La teoria del definire e del classificare in Platone, in rapporto alla teoria delle Idee*. In *Scritti*, pp. 485 e 673.

zione o all'opposto deve abbassarsi ad un disputatore piccino, a un fanatico del senso comune, siccome par di vederlo nella critica spregiudicata del Lange o del Beloch?

Diverse circostanze rendono difficile il giudizio. Egli non ha mai scritto nulla. Tutta la sua azione si esplicava nei contatti personali, per la strada, nell'*agora*, a convito, o negli ombrosi giardini lungo l'Ilisso. E le sue idee si coloriscono nei più diversi toni traverso le menti diverse dei suoi ascoltatori. Pure abbiamo visto quale effetto producesse la parola del maestro sui giovani amici: un'adorazione fanatica, che neppure un critico mal disposto come Aristofane osa disconoscere.

C'era dunque qualcosa nella forte personalità di Socrate, che rispondeva ai bisogni e alle aspirazioni degli animi della sua età, e che doveva esprimersi nei nuovi atteggiamenti del pensiero dopo di lui. Della rivoluzione filosofica che si maturava egli ha vivamente sentito l'esigenza etica.

Sembra che il pensiero, giunto oramai alla piena maturità dei suoi mezzi, avendo esaurito ogni congettura sulla natura delle cose, spinto l'audacia fino a proclamare la propria supremazia sul mondo delle « apparenze » e rivolto le sue armi affilate contro tutto ciò che gli faceva ostacolo sul suo cammino, venga ora subitamente a chiedersi: « ma io, chi sono? e a che pro questo mio pensare? ».

La risposta di Socrate è semplice: il fine dell'uomo, e quindi la mèta ultima della sua filosofia, è la ricerca del *bene*, che nella sua mente si identifica con la salute dell'anima.[1] La speculazione si trova così trasportata sopra un altro terreno. Storicamente la figura di Socrate assume dunque un'importanza indubbia. Teoreticamente, la sua posizione è meno chiara. Tutte le testimonianze concordano nel mostrarci in lui il novatore, assai più come uomo che come filosofo sistematico. Nel suo pensiero non si ravvisa un taglio netto col passato: ma piuttosto uno sforzo di applicare a nuovi campi il metodo dei predecessori.

Simile in questo ai Sofisti, suoi fratelli nemici, Socrate non si distacca dalla tradizione razionalista dell'età eroica; anzi cerca

[1]) Sul concetto nuovo della ψυχῆς ἐπιμέλεια, cfr. Burnet, *The Socratic doctrine of the Soul*, in *Proc. Brit. Acad.*, vol. VII, 1916.

di distoglierla dalle inutili sottigliezze, e di rivolgerla di nuovo alla ricerca delle verità eterne. Il bene che egli va proclamando non è ancora quello cui si giunge con l'amore cristiano; e nemmeno con quell'« intelligenza del cuore » scoperta dall'età romantica: basta l'intelligenza pura e semplice, l'intendimento razionale delle leggi di natura, in quanto ci dettano le norme del giusto e dell'ingiusto. Solo un bene razionale può avere valore universale ed assoluto. Come già abbiamo detto, non vi sono per Socrate, strettamente parlando, uomini malvagi, ma soltanto dei male informati e dei cattivi ragionatori. La stessa intransigenza con cui egli afferma il culto della ragione ce lo mostra discendente non degenere dell'austero Eleate.

Ma se la via della ragione è sempre la stessa, è nuovo il messaggio di fede portato da Socrate al mondo ellenico: fede nel Bene attestata con la vita e con la morte; tanto più suscettibile di muovere gli animi e d'ispirare gli sviluppi successivi del pensiero, quanto meno definito è l'oggetto che si assume come fine della ricerca. Pare che le stesse manchevolezze del teorico aggiungano qui all'influenza storica del maestro.

Qual è il bene cui dobbiamo tendere? È relativo all'uomo o lo trascende? Culmina nella felicità dell'individuo o mira ad un'armonia universale?

La scuola di Cirene, con a capo Aristippo, ci dà l'interpretazione ristretta, prendendo come fine ultimo la felicità individuale, ricercata nel piacere. Chi sa, conosce il proprio bene e lo realizza; procurandosi il massimo godimento riesce anche ad essere massimamente felice.

Ma, per possedere vera felicità, occorre che il bene non sia mutabile con le circostanze. Perciò Antistene e dopo di lui Diogene e i Cinici, distolgono gli occhi da quel piacere che non ha la sua sorgente in noi stessi per rivolgere gli animi ad un bene che non ci può essere tolto: l'indipendenza dal prossimo e da ogni bisogno, il ritorno allo stato di natura.

Così, proseguendo pare unilateralmente l'insegnamento socratico, si viene a tradirne lo spirito: perché il disprezzo per la civiltà, o l'indifferenza del gaudente, tendono a distruggere quel senso degli universali, quell'attaccamento alle leggi e alla tradizione che Socrate aveva voluto restaurare. Per uno sviluppo logico, che sembra una tragica ironia della sorte, da Socrate,

assertore della morale universale della ragione, ma obbediente fino alla morte alle leggi della patria, nasce la mala pianta dell'indifferentismo apolita.

Frattanto Euclide di Megara si attiene piuttosto all'aspetto logico del pensiero socratico, riprendendo in nuova luce la filosofia d'Elea, che riceve nella sua scuola un'interpretazione formale: il sommo Bene è identificato colla Verità e con ciò che immutabilmente esiste; di qui procede la teoria platonica delle Idee.

Ora, se Fedone e Aristippo, Euclide e Platone, Antistene e Diogene, e dopo di loro Zenone di Cizio e la scuola del Portico, si accomunano nel culto di Socrate, se in lui trovano un tipo compiuto del loro ideale l'edonismo dei Cirenaici e l'austera morale degli Stoici, uomini che hanno il più diverso concetto e la più diversa pratica della vita, bisogna ammettere che il maestro così venerato non è il Socrate storico, ma una sua trasfigurazione. Brutto e pur affascinante, rozzo e pur uomo di mondo, semplice e pur misterioso, scherzoso e pur profetico, ad un tempo casto e dissoluto, popolano materiale e circonfuso d'una luce divina, egli non è più il sofista «attaccabottoni», la vecchia figura nota e familiare delle vie e delle piazze d'Atene. Come in Sileno cui lo paragonano i discepoli giovinetti, si ricongiungono in lui l'Olimpo e la povera umanità: è un personaggio di leggenda, è l'Uomo compiuto che incarna in sé l'artista, il filosofo e l'amatore: per le età future l'ideale del saggio.

Così l'immagine dell'apostolo e martire ateniese si perde nell'alone del mito, e di lì domina gli spiriti, e si trascina appresso la torma dei filosofi struggentisi in un vano desiderio di assoluta virtù, obliosi dei problemi dell'universo, intenti solo a ritrovare quel tipo d'uomo di cui egli segna la perfezione irraggiungibile.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Su Socrate esiste tutta una letteratura che qui non è il caso di ricordare. Citeremo come opera d'insieme il volume di

G. Zuccante, *Socrate*, Torino, 1909.

La posizione e il significato scientifico di Socrate sono stati discussi a partire da Lange con la sua celebre *Geschichte des Materialismus*. Diversi sono gli aspetti della dottrina di Socrate, secondo che si prende a ricostruirla sulla base di Senofonte o di Platone, o ancora dai passi di Aristotele. Una critica recente sul valore delle varie testimonianze si troverà in un articolo di L. Robin in *Revue des Etudes Grecques*, XXIX, 1916.

Una bella esposizione nel senso ortodosso è quella di

A. Fouillée, *La philosophie de Socrate*, 2 vol., Parigi, 1874.

Per contro, un giudizio assai radicale si trova in

J. Beloch, *Griechische Geschichte*, specialmente nella prima edizione: vol. II, Strasburgo, 1897, Cap. I. Cfr. 2ª ed., vol. III, Lipsia e Berlino, 1912 (pg. 385 e segg.).

Vedute moderne in vario senso, ma tutte interessanti, si troveranno in:

E. Boutroux, *Etudes d'histoire de la philosophie*, Parigi, 1897;

A. E. Taylor, *Varia Socratica*, Oxford, 1911;

V. Brochard, *Etudes de philosophie ancienne et de philosophie moderne*, Parigi, 1912;

H. Maier, *Sokrates. Sein Werk und seine geschichtliche Stellung*, Tübingen, 1913;

J. Burnet, *Greek Philosophy. I: From Thales to Plato*, Londra, 1914.

IX.

IL RAZIONALISMO DI DEMOCRITO

MORALE E RELIGIONE. — I motivi morali che generano la reazione di Socrate contro i Sofisti, agiscono pure sull'animo del suo contemporaneo Democrito.

Della cosa pubblica dice:

(252) «L'interesse della città deve essere messo al posto più alto, acciocché sia ben governata. Non è lecito mai violare l'equità per spirito di parte o usurpare a proprio vantaggio una potenza che contrasti all'utile comune. Giacché una città ben governata è il maggior presidio.... Finché essa si salva tutto si salva; ma se essa va in rovina tutto va in rovina». E ancora: (197) «La legge si propone di rendere migliore la vita degli uomini. Ma non può giungervi se non quando essi stessi abbiano il desiderio d'esser felici. Perciò soltanto a coloro che la seguono, dimostra la sua propria virtù».

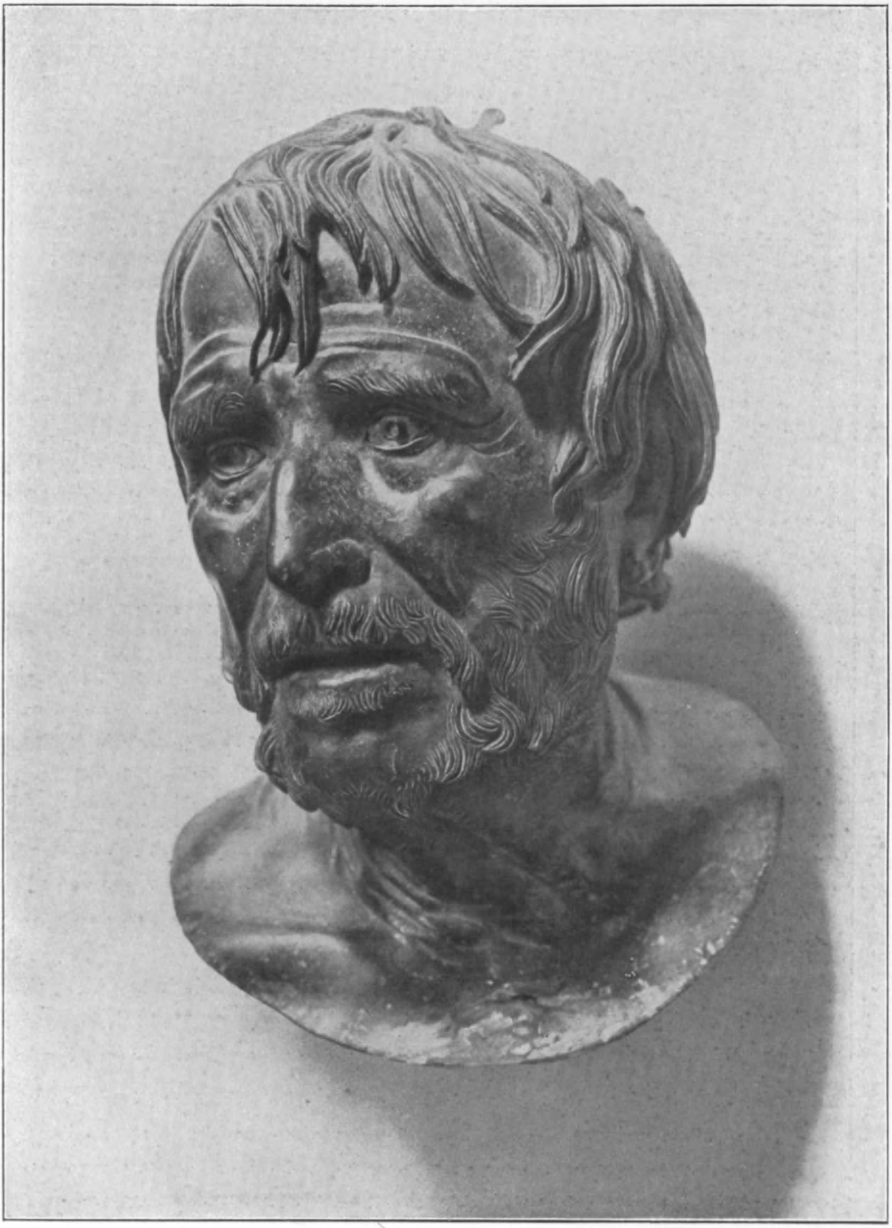
La forza d'animo, la nobiltà della fatica, la moderazione degli appetiti, la giustizia e la saggezza, la supremazia della ragione, la religiosità e la vita intima, sono espresse in altre massime:

(182) «Solo con affanno l'istruzione consegue le nobili cose; le non nobili cadono da sé dall'albero».

(191) «Agli uomini viene letizia con la moderazione degli appetiti e l'armonia della vita».

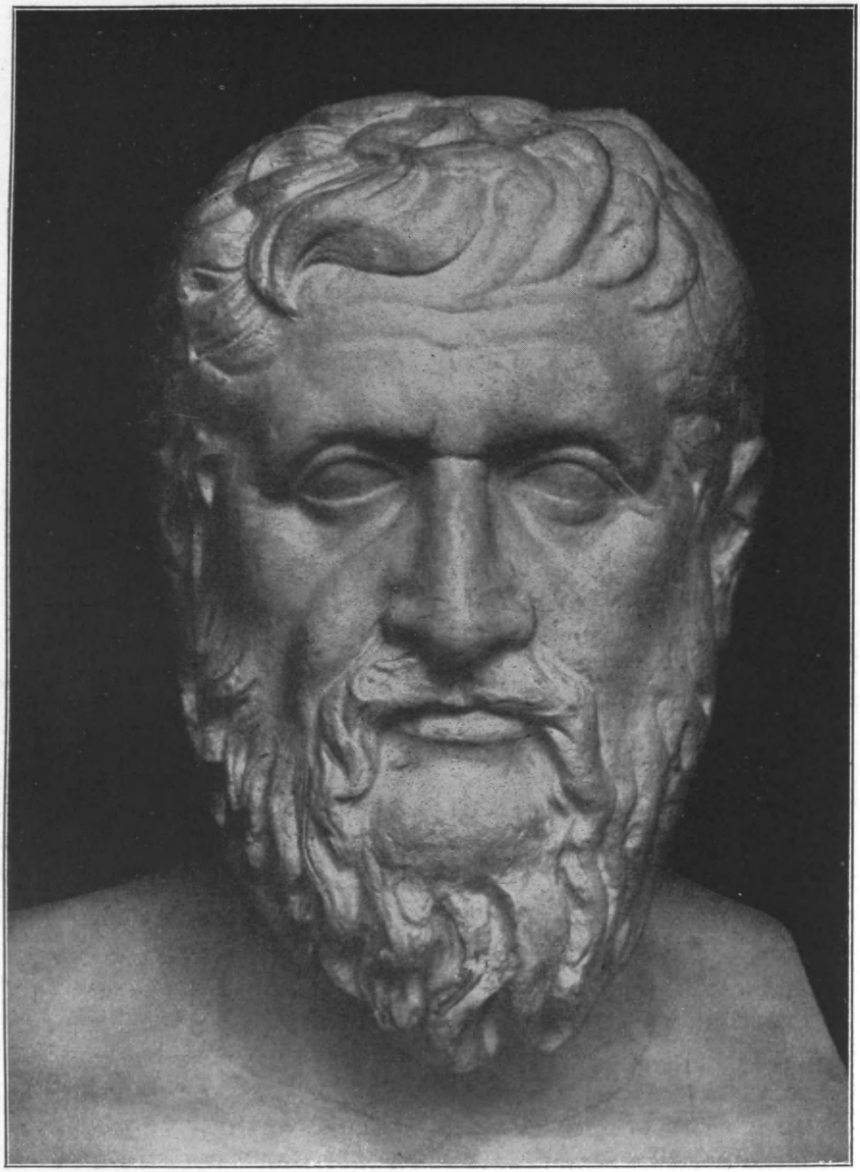
(192) «È facile lodare ciò che non conviene e all'opposto biasimare ciò che è lodevole; ambedue le cose vengono da cattivo carattere».

(119) «Gli uomini si sono foggiati un idolo del caso per colorire



Napoli. UN MORALISTA. (Foto F.lli Alinari.)

(Il così detto Seneca, probabilmente un cinico alessandrino.)



PLATONE.

Holkham Hall.

(Cliché del *Museum für Abgüsse*, München.)

la loro mancanza di giudizio. Poiché solo raramente il caso va contro alla saggezza ».

(159) « Qualora il corpo intentasse lite all'anima, a cagione dei dolori e dei maltrattamenti che esso sperimenta durante la vita, ed egli stesso (Democrito) dovesse decidere come giudice dell'accusa, non esiterebbe a condannare l'anima, se essa, in parte per negligenza ha lasciato deperire il corpo e per ubriachezza lo ha spossato, in parte per bramosia di piacere lo ha consumato ed annichilito: così come uno che l'adoperi senza riguardo farebbe responsabile d'un utensile o d'un istrumento che trovasse ridotto in cattivo stato ».

(187) « Conviene agli uomini curarsi più dell'anima che del corpo. Infatti l'eccellenza dell'anima sostiene la debolezza del corpo, mentre la forza del corpo senza la ragione non rende l'anima migliore ».

(189) « Il migliore per l'uomo si è di allietare quanto è possibile la vita e quanto meno è possibile di conturbarla. Perciò si deve cercare il piacere nelle cose immortali ».

(160) « Una vita malvagia, irragionevole, impudica ed irreligiosa, non può dirsi nemmeno una cattiva vita, ma piuttosto una morte che si prolunga ».

A chi senta la religiosità che è in questo ed in qualche altro frammento dell'Abderita, vien fatto di domandare: come si concilia col materialismo e col rigido determinismo meccanico democriteo? Per tale motivo gli storici della filosofia greca, con lo Zeller alla testa, negano a Democrito ogni religione; e già l'idea sembra loro esclusa dal non riconoscere cause finali del processo cosmico. Ma se può esser facile d'interpretare come espressioni figurate (o magari apocrife) certe sue asserzioni, — per esempio quella riferitaci da Plinio, che esistono nel mondo due divinità principali, la Pena e la Ricompensa — come spiegare che Democrito abbia scritto un'opera in due libri *Sull'Ade,* cioè sui destini dell'anima? Un materialista potrebbe dunque credere all'immortalità dell'anima?

La cosa non è tanto inverosimile, come sembra a coloro che traspongono al pensiero antico le opposizioni e le esclusioni della filosofia moderna.

Se Democrito riteneva l'anima un semplice atomo, ne derivava senz'altro la sua indistruttibilità. E il riferimento in proposito di Aristotele,[1]) sembra appunto dirci che l'anima era così concepita dal filosofo d'Abdera; solo più tardi, e in rap-

[1]) *De Anima,* I (12): « l'anima essere lo stesso che la mente e appartenere ai corpi primi e indivisibili ».

porto con una concezione più complessa delle funzioni psichiche, Epicuro dovette ammettere l'anima composta da un gruppo di atomi e dedurne quindi — come si legge con apposita dimostrazione in Lucrezio — che essa si dissolve e cessa d'esistere dopo la morte del corpo.

Se l'induzione precedente è giusta, è lecito far risalire a Democrito l'origine dell'argomento classico che dalla semplicità dell'anima deduce la sua eternità: tesi che, a dir vero, sembra esposta nel *Fedone* platonico come appartenente ai filosofi naturalisti. Così lo spiritualismo, al pari del materialismo, potrebbe vantare in qualche modo un'origine democritea; ciò che Leibniz sembra avere intuito.

Quanto al possibile contenuto della religione di Democrito, dovrebbe avvicinarsi alla tradizione pitagorica, di cui si vede pure qualche riflesso nei precetti morali: credenza in una serie di vite e di rinascite successive, ascendenti dagli animali agli uomini, e da questi a superiori incarnazioni dell'intelligenza, di carattere divino. Forse nello scritto sull'Ade egli cercava di mettere d'accordo queste intuizioni suggerite dal bisogno religioso dell'anima, con le vedute scientifiche. In qual senso ciò potrebbe avvenire viene indicato da talune speculazioni pitagoriche sulle « anime nell'aria » e specialmente dalla visione d'Empedotimo di Eraclide Pontico, filosofo e matematico che ha subìto evidenti influenze democritee: le anime che durante la vita sono state agitate dalla passione, dando di cozzo nella prigione del cervello debbono insozzarsi, e rese pesanti cadere al suolo per reincarnarsi in animali terrestri; laddove le anime pure — come leggeri atomi di fuoco — tenderebbero ad innalzarsi nell'etere, e forse ad incarnarsi in esseri superiori o in astri, nelle regioni celesti....[1]) Ma non giova dar corso alla fantasia con congetture cui riesce difficile trovare una precisa conferma dossografica. Abbiamo voluto soltanto sfatare un vecchio pregiudizio antistorico, restituendo la figura di Democrito nel suo probabile aspetto religioso, e così avvicinarla a quel mondo pitagorico, cui si ricollega anche Socrate.

Esistenza degli intelligibili. — Se come abbiam detto, la critica dissolvente dei Sofisti nell'ordine pratico, provocava una

[1]) Cfr. E. Rohde, *Psyche*, trad. it., Bari, 1916. Vol. II, pag. 426, 652 note.

restaurazione dei valori criticati, anche nell'ordine teorico l'empirismo d'un Protagora o d'un Gorgia doveva suscitare naturalmente una reazione, col ritorno all'ideale razionalistico consono al genio greco; tanto più che lo sviluppo delle Matematiche non aveva certo subìto interruzioni per una polemica che riguarda soltanto la posizione metafisica della scienza. La reazione all'empirismo è rappresentata principalmente da Democrito e da Platone, che Sesto Empirico dice « aver sostenuto l'esistenza degli intelligibili »[1]) contraddicendo a Protagora.[2])

Vedremo più avanti qual colore assuma la tesi platonica. Giova intanto spiegare il senso preciso della distinzione che qui occorre fra « intelligibili » e « sensibili », e così chiarire le origini del problema della conoscenza.

Nella comune opinione sembra evidente che i dati dei sensi — e quindi gli oggetti materiali definiti rispetto alla vista, al tatto, ecc. — sieno senz'altro oggetti del pensiero, soddisfacenti al principio di contraddizione, che Parmenide ha formulato come criterio dell'esistenza logica. Chi oserebbe dubitare che la realtà sensibile possa essere intrinsecamente contradditoria? che, ad esempio, cose eguali ad una terza possano resultare disuguali?

Eppure il dubbio non sembrerà più assurdo, se si badi che i sensi non definiscono mai alcunché di preciso, e che perciò anche l'eguaglianza sensibile importa soltanto « piccola differenza ». Un mucchio di grano diminuito d'un chicco, rimane sempre un mucchio (sensibilmente) eguale all'intero, ma togliendo tutti i chicchi l'uno dopo l'altro, si riduce a nulla.

Questo argomento se anche non appartiene in proprio agli Eleati, chiarisce nel miglior modo lo spirito di Parmenide e di Zenone. Esso viene esposto dai filosofi della scuola di Megara, neo-eleati che per molti aspetti sono considerati sofisti « della seconda maniera » in confronto agli empiristi « della prima ». Ed il suo valore consiste precisamente nel dimostrare che i principii logici del nostro ragionamento si applicano, non già alle cose sensibili così come ci appariscono, ma a quelle che supponiamo costituirne la vera realtà, sostanze metafisiche o finzioni dell'intelletto, comunque « oggetti del pensiero ».

Riflessioni di tal genere ci costringono a chiederci quale

[1]) Cfr. *Dem., Vors.*, A 59. [2]) *Ibid.*, A 114.

sia la realtà cui si riferisce la scienza. Per Parmenide non si dà scienza razionale del sensibile, ma soltanto d'una realtà intelligibile o verità soggiacente ai fenomeni, immutabile ed estranea al loro processo. Vi è quindi una sola scienza che contempla i rapporti invariabili della materia estesa: la geometria. All'opposto Protagora e Gorgia rivendicano il significato proprio della realtà percepita dai sensi, negando che esista al di là di questa una verità trascendente; la pretesa sostanza o natura delle cose sarebbe per loro una vuota finzione dell'intelletto, priva di valore.

Dopo siffatta critica non è più possibile ritornare al sogno d'un sapere razionale senza legame coll'empirico; per superare il dissidio, bisogna accordare il pensabile col sensibile, cioè « salvare i fenomeni » spiegandoli come apparenze d'un mondo riconosciuto dal pensiero. Questa è la esigenza nuova che la critica negativa dei sofisti impone ormai ad ogni costruzione razionale della scienza. Democrito e Platone cercano di soddisfarla in diversa maniera.

Democrito trova la ragione nel mondo perché gli elementi primi della realtà — gli atomi che si muovono nel vuoto — sono pure forme geometriche (o com'ei diceva, con termine pitagorico, *idee*): spiegare i fenomeni e conoscerne le vere cause, significa ridurli al meccanismo degli atomi mobili ed urtantisi fra loro.

La scienza « opinione vera ». — Qual è dunque l'oggetto della scienza? Non più come per Parmenide, la pura *verità* razionale che trascende *l'opinione* dei mortali, cioè la conoscenza sensibile; ma nemmeno questa conoscenza o la semplice opinione, come verrebbe suggerito dalla tesi di Protagora. L'opinione deve essere spiegata e dimostrata rispondente a quella verità di cui esprime l'apparenza.

L'idea che la scienza abbia per oggetto « l'opinione vera » si affaccia e viene discussa in diversi dialoghi di Platone: le stesse dottrine del filosofo ateniese sembrano condurvi. Ma, nel *Teeteto*, la veduta è precisata in una formula che l'autore presenta come appartenente ad un pensatore sottile, e di cui offre interessanti illustrazioni. La formula dice che la scienza è *opinione vera accompagnata da ragione:* δόξα ἀληθής μετὰ λόγου.

Con grande verosimiglianza questa formula appartiene a De-

mocrito.[1]) Si è voluto attribuirla ad Antistene,[2]) ma l'ipotesi non ha solido fondamento.[3])

I termini della formula « opinione vera accompagnata da ragione » sono antichi, derivando dal linguaggio tecnico della filosofia di Parmenide. Però il concetto è assai vicino a noi: non lontano dal « razionalismo sperimentale » che, nel pensiero moderno, si è elaborato traverso la scuola di Galileo. A dir vero il nostro concetto include qualcosa di più: la possibilità di creare

[1]) F. Enriques, *La teoria democritea della scienza nei Dialoghi di Platone*, in *Rivista di filosofia*, n. 1, 1920.

[2]) Lo Zeller accettando questa ipotesi, di cui cita sostenitori ed avversarii, ammette però che la teoria in questione sia stata professata da altri prima che dagli Antistenici. Fra coloro che accolgono il riferimento ad Antistene citiamo poi il Gomperz e il nostro Zuccante. Burnet respinge l'ipotesi per il motivo che si tratta di teoria raffinata che non potrebbe attribuirsi ad autore designato come ignorante, e suggerisce il nome di Ecfanto (seguace in certa misura dell'atomismo).

[3]) Ad Antistene accennano probabilmente passi precedenti del dialogo: 155 *e* ove Socrate dice che non sono da ascoltare i profani fra cui sono uomini duri e ignoranti, *e* 163 *c* ove si parla di coloro che dedicansi a cuor leggero alla filosofia; forse anche 174, dove l'aneddoto dell'astronomo che cade nel pozzo e della servetta trace, potrebbe accennare alla madre d'Antistene. Ma è chiaro che dell'autore della teoria che si affaccia in 201 *c*, Teeteto e Socrate parlano con ben altro rispetto. L'ipotesi che questa teoria appartenga ad Antistene vuolsi suffragare col richiamo d'Aristotele (*Met.*, VII, (6) e (7):

« Così si ottiene una risposta decisiva alla questione sollevata dagli Antistenici ed altri simili «ignoranti» che dubitavano non potersi definire l'essenza delle cose, perché la definizione non è che una denominazione un po' più lunga, e potersi tutt'al più indicare la qualità della cosa: p. es. quando si definisca l'argento, non dicendo ciò che è, ma assimilandolo allo stagno ».

« Così c'è una sostanza suscettibile di definizione e ragione, cioè la sostanza composta, sia sensibile sia intelligibile. Ma non si definiscono i primitivi di cui la sostanza è formata, perché l'enunciato della definizione esprime sempre che una certa cosa è attribuita ad un'altra, sicché in conseguenza bisogna che da una parte ci sia la materia e dall'altra la forma ».

Ciò che qui si dice in (7) richiama abbastanza bene le spiegazioni della teoria discussa in *Teeteto* 201 *c* e seguenti. Ma anziché completare sembra proprio contrapporsi alla dottrina nominalistica accennata in (6).

La teoria che viene esposta e discussa nel *Teeteto*, a partire dal 201 *c*, postula elementi primi delle cose affatto privi di qualità, dei quali si discorre in termini simili a quelli con cui nel *Timeo* (49-52) si descrive una materia fondamentale priva di qualità al modo degli atomisti. Dei detti primi elementi non può darsi ragione; invece i loro nessi possono spiegarsi e conoscersi dando ragione dell'opinione vera che li concerne: così come si può spiegare la composizione delle sillabe e delle parole per mezzo delle lettere (elementi) che le formano. Orbene questo paragone coll'alfabeto, che è preso dallo stesso autore della teoria, è proprio quello di cui si serve Aristotele (*Met.* I, 4 (7) e (8), per illustrare la dottrina atomica di Leucippo e Democrito! E il Diels (*Elementum* pag. 13) opina che sia senz'altro da attribuire a Democrito: dal quale s'introdurrebbe così il nuovo senso della parola « elemento » (στοιχεῖον, lettera), come sostanza fisica primitiva. L'opinione è confermata indirettamente dal confronto col *Timeo* (48 b, c, e) dove un accenno alla teoria atomica è accompagnato di nuovo dal paragone con le lettere dell'alfabeto. Ma più direttamente si può citare un testo, che offre la variante d'un noto frammento democriteo, in cui lo stesso Democrito userebbe nel senso fisico predetto la parola «elemento » (o lettera): « Tutto è convenzione, in realtà soltanto gli elementi ». (Marco Aurelio, Εἰς Ἑαυτόν, Londra, ed. Haynemann, VII, 31, pag. 178).

sperimentalmente il fenomeno in accordo colle previsioni teoriche, ed anche di correggere le ipotesi adottate, in seguito al cimento negativo dell'esperienza. Ma questo è soltanto uno sviluppo del motivo originale; ed almeno per quanto concerne la correzione o la ricostruzione induttiva delle ipotesi dai fenomeni, non si può escludere che l'idea entrasse, in qualche modo, nella logica di Democrito.

Ad una veduta logica induttiva, che doveva essere stata affacciata da filosofi anteriori, accenna invero Aristotele[1]) ove confuta coloro che attribuiscono alla dimostrazione un carattere relativo, ritenendo che i principii possano dimostrarsi dalle conclusioni, come queste da quelli, ciò che egli dice costituire un circolo vizioso. Chi rifletta sullo spirito della fisica-matematica democritea, troverà assai plausibile la supposizione che l'autore criticato possa essere appunto il maestro d'Abdera.

Razionalismo. — Certo questi si rendeva conto che la sua ipotesi meccanica dà luogo ad infinite possibilità differenti, le quali debbono avverarsi in condizioni e mondi diversi. Il motivo razionalistico parmenideo — il pensiero criterio dell'esistenza — assume per lui un significato più espressivo: ciò che è pensato deve esistere come parte della realtà universale; nello spazio e nel tempo infinito debbono dunque prodursi tutte le condizioni, e tutti gli ordini di fenomeni razionalmente possibili. Così esisteranno « mondi con più soli e lune » ed anche mondi dove la mancanza d'acqua renderà impossibile la vita, e così via. Similmente, tutte le forme geometriche dovranno trovarsi realizzate negli atomi, e saranno anche possibili « atomi grandi come un mondo». «Una sola spiga di grano su un'immensa pianura — diceva il democriteo Metrodoro di Chio — sarebbe cosa altrettanto straordinaria, come un solo mondo nell'infinità dello spazio».[2]) Più tardi, nella tradizione epicurea, la realizzazione di tutti i possibili è designata da Lucrezio come *vis infinitatis*.

Trascorrere in tal guisa dal pensiero alla realtà, come il fanciullo passa a dar vita alle creature della sua immaginazione, può sembrare ingenuo e meraviglioso, ma esprime in ogni caso la poesia dello spirito matematico: ciò che il matematico costruisce

[1]) *Anal. post.* I, 3.

[2]) Aetius in Diels, *Vors.* A 6. Cfr. il fr. B 2.

nella sua fantasia non deve essere vana astrazione, bensì nome o segno di alcuna cosa che gli risponda nell'ordine reale, vicino o lontano.

E questa grandiosa poesia è, oggi come in antico, la fede animatrice della scienza razionale, che avvicina lo stato d'animo del razionalista a quello del mistico. L'idea di ritrovare nella natura le forme matematiche, ispira in fatto le più alte creazioni, agendo talora come stimolo inconfessato della ricerca: quante volte un'analogia formale induce i nostri fisici matematici a correggere o generalizzare una legge, riuscendo così ad una miglior comprensione dei fatti. Così ancora, per citare un semplice esempio, l'astronomo si pone la domanda perché mai nell'universo delle stelle non vengono superate certe dimensioni, che restano in largo senso nell'ordine di grandezza del nostro sole: la cosa sembrerebbe incomprensibile se non si potesse dimostrare che il limite è portato da condizioni d'equilibrio della massa in cui agiscono in senso contrario gravità e pressione di radiazione, oltre il quale masse troppo grandi si spezzerebbero.

A ogni modo, Democrito bene comprendeva il valore di scoperta del pensiero e lo esprimeva nettamente con la formula: «il concetto criterio della ricerca»[1]) che passò poi nella logica degli stoici (cognizioni naturali innate — anticipazioni dell'esperienza).[2])

Si aggiungeva il tentativo di giustificare la fede razionalistica. Parmenide non ne aveva sentito il bisogno, parendogli che bastasse enunciarla: « fuori dell'essere in cui esso si esprime, dove troverai il pensiero? ». Ma la critica di Protagora aveva sollevato il dubbio che i concetti, idee o forme, possano rappresentare una costruzione mentale, siano semplificazioni, astrazioni o falsificazioni del sensibile, e perciò soltanto ombre della realtà.

Per rispondere, Democrito ha ripreso e approfondito l'analisi protagorea delle sensazioni, in una maniera che — pur riuscendo oggi affatto insoddisfacente — attesta ancora una volta la serietà del ricercatore. Più tardi i dialettici Megarici passarono oltre, lusingandosi di dimostrare il principio in questione con un puro argomento logico. Ogni possibile — diceva Diodoro Crono — è reale, perché un possibile che non si realizzasse mai

[1]) Sesto in Diels, *Vors.* A III.
[2]) Cfr. Enriques, *Per la storia della Logica*, I, 6.

non sarebbe affatto possibile. Dove si vede espresso in forma sofistica il profondo motivo del razionalismo.

La giustificazione democritea si basa sull'ipotesi che degli *eidola* e piccole immagini si distacchino dai corpi e, colpendo i nostri sensi, l'impressionino press'a poco come la luce impressiona una lastra fotografica: l'anima o intelligenza è quasi un organo di senso cui giungono i più fini idoli rappresentativi delle forme atomiche; e così in generale il pensiero è direttamente suscitato dalla reale esistenza degli oggetti corrispondenti.

Dice precisamente Democrito in un frammento dell'opera perduta *Sulla logica* o *Sui Canoni:*

« Vi sono due forme della conoscenza: una pura o legittima ed una adombrata o spuria. Appartengono a quest'ultima forma: la vista, l'udito, il gusto, l'odorato e il tatto. Ma la conoscenza pura è completamente distinta. »

Ed aggiunge che essa è relativa ad un organo più raffinato, cioè al pensiero, che prende il posto d'un vedere o d'un udire o gustare o tastare nel più piccolo.[1])

Questa veduta porta la conseguenza che le immagini sottili, corrispondenti alle conoscenze intelligibili, possano liberarsi dalla mescolanza delle immagini più grossolane che colpiscono i sensi, attraverso sensazioni ripetute; e quindi in rapporto alle diverse e discordi impressioni d'una molteplicità d'oggetti vengono a fissarsi nel pensiero i caratteri comuni che definiscono il concetto. Così è aperta la via alla dottrina d'Aristotele:[2]) le idee derivano dalle sensazioni, ma posseggono un valore più alto come veri modelli delle cose; il criterio della scienza è riposto nel sensibile comune anziché nel proprio.

[1]) *Vors.*, B 11.

[2]) *Anal. post.*, II, 15.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Su Democrito moralista:

P. Natorp, *Die Ethika des Demokritos. Text und Untersuchungen*, Marburg, 1893.

H. Laue, *De Democriti fragmentis ethicis* (Diss.) Göttingen, 1921.

Sulla sua teoria della conoscenza:

A. Brieger, *Demokrits angebliche Leugnung der Sinneswahrheit*, in *Hermes*, volume 37, 1902.

A. Dyroff, *Ueber die Abhängigkeit des Aristoteles von Demokritos*, in *Philologus*, Bd. 63, 1904.

F. Enriques, *Per la storia della Logica*, I, 6.

X.

PLATONE

Il dramma della filosofia. — A differenza di Democrito, Platone non sembra interessarsi alla scienza se non per i motivi artistici, religiosi e morali che vi si collegano.

La figura del grande ateniese deve esser compresa anzitutto nell'ambiente letterario della sua epoca. Quando egli viene a maturità — cogli inizii del 4.° secolo — la potenza di Atene è rovinata dalla guerra del Peloponneso; e con essa sono passati i tempi gloriosi della democrazia. Tutti i motivi della reazione dominano la mente del pensatore aristocratico. Il quale, tenendosi (più o meno volontariamente) a parte dalle fazioni politiche, dalle miserie e dai nuovi pericoli che minacciano la patria, si volge a rimeditare e ad esprimere in nuovi modi le grandi idee che agitano la cultura del suo tempo.

L'arte aveva raggiunto proprio ad Atene il suo apogeo, e la letteratura aveva espresso i più grandi capolavori. La prosa greca era già formata verso la metà del 5.° secolo, che vede fiorire gli storici, Erodoto (484-428) e Tucidide (471-400), e svolgersi magnificamente l'eloquenza. Il teatro, con Sofocle, Euripide e Aristofane, aveva messe in scena la vita e le passioni degli uomini. Attraverso le sottili disquisizioni dei Sofisti, anche la prosa scientifica aveva raggiunto un certo grado di maturità. In particolare gli scritti dialettici di Zenone d'Elea e le *Antilogie* di Protagora, forse anche altri scritti dei Megarici, avevano dato esempio dell'esposizione di ragioni opposte intorno ad un argomento dispu-

tato, nella maniera del dialogo. Gli spiriti e le forme di tutta questa letteratura, il senso del dramma e della storia, trovano la più compiuta incarnazione artistica nei *Dialoghi* di Platone, dove lo stesso movimento della scienza diventa oggetto di contemplazione e di riflessione: l'antitesi delle idee, agitanti gli interessi più alti della vita umana, si dispiega miticamente come il conflitto delle forze animatrici della Società, a quel modo che Omero faceva muovere dagli Dei contendenti sull'Olimpo i guerrieri che combattevano sotto le mura di Troia.

Platone nacque nel 428 da nobile famiglia ateniese che si vantava discendente da Codro e da Solone. Giovanetto ancora, aveva cercato nell'arte tragica, nella religione dei misteri, nella oscura sapienza di Cratilo eracliteo, il senso divino dell'Universo. Verso i venti anni capitò sotto l'influenza di Socrate. Ma non di quel Socrate che han conosciuto Euripide e Aristofane. Tardo discepolo, gli fu accanto solo nell'ultima fase della vita, quando già il maestro, abbandonate le scienze naturali ed ogni insegnamento sistematico, si era dato alla sua visione mistica e cercava solo di indurre gli altri alla ricerca del Bene.

Il giovane aristocratico, amatore delle idee, rimase affascinato dalla personalità di Socrate. Non era indifferente alla politica, e la rivoluzione oligarchica del 404, seguìta alla presa di Atene per opera di Lisandro, sembrava avergli aperta la via, portando la sua fazione al potere. Ma fu per breve tempo; e Platone, pur sedotto dal ferreo ideale spartano che già aveva attratto e Tucidide e Senofonte, non poteva condividere le idee di amici come Critia e Carmide, ai quali si erano uniti i suoi fratelli Adimanto e Glaucone. Troppo era diverso il governo dei Trenta Tiranni da quello che aveva sognato. La nuova rivoluzione democratica del 401, poi la morte di Socrate, lo straniarono dalla politica attiva, e lo rivolsero alla ricerca della costituzione ideale che potesse riportare sulla retta via la sua città degenerata.

Riprese l'opera dove Socrate l'aveva lasciata, ma con intento più vasto. La tendenza antinaturalistica o addirittura antiscientifica, che esprimeva la reazione dell'ambiente ateniese alle idee sovvertitrici e al libero esame degl'istituti praticato dai Sofisti, aveva ormai guadagnato l'animo dei suoi coetanei, nella città umiliata dalla sconfitta agl'inizi del IV secolo. Ne fa testimo-

nianza Isocrate nel *Panatenaico*, parlando con cauta stima della scienza degli astri, della geometria e di altre simili degnissime discipline che tornavano in onore presso i più giovani: « I vecchi — dice, vecchio egli stesso nella seconda metà del secolo — avrebbero forse trovato queste cose troppo futili e astratte, e buone soltanto a preparare l'uomo alla vera filosofia, che è lo studio dei doveri del cittadino; i giovani vi si rivolgono con rinnovato ardore ». Egli accenna così allo stato d'animo della nuova generazione a cui appartiene Aristotele.

Dopo la morte di Socrate, Platone fece lunghi viaggi. Fu in Egitto. Fu a Cirene, presso il matematico Teodoro. A Megara ascoltò quell'Euclide che da Socrate aveva preso l'idea di un Sommo Bene, ma che d'altra parte s'ispirava come abbiamo detto, alla logica degli Eleati. In Sicilia strinse amicizia duratura coi filosofi pitagorici; si dice che più tardi comprasse gli scritti di Filolao per 100 mine attiche, per quel tempo una somma. Il saggio esempio di governo dato da Dionisio tiranno fece rivivere i suoi sogni politici, e cercò — ma invano — nella reggia di Siracusa l'uomo che potesse educare re-filosofo. Sperò un momento di realizzare questo ideale, grazie alla entusiastica e intelligente collaborazione di Dione, cognato di Dionisio. Ma il sospettoso tiranno presto si adombrò, e Platone si vide imbarcato sopra una nave in rotta per Egina, che in quel tempo era in guerra con Atene. Considerato prigioniero di guerra, sarebbe stato venduto come schiavo, se un amico di Cirene non fosse venuto a riscattarlo.

Tornato in patria (387) fondò una scuola in un parco ombroso, con acque correnti, che era dedicato all'eroe Academo. Qui per lunghi anni rimeditò e svolse le sue dottrine nel cerchio dei discepoli. Ma il suo tenace ideale politico non era spento. Alla morte di Dionisio (361), il fido Dione lo richiamò in Sicilia, a ritentare l'avventura col giovane Dionisio II. Ma questa volta il tentativo finì tragicamente con la morte di Dione, e solo per l'intervento energico di Archita, che era allora a capo del governo dei Tarantini, Platone poté rivedere la patria. Non per questo l'infaticato vegliardo abbandonò il suo sogno dello Stato ideale. Egli spese i suoi ultimi anni a elaborarne la costituzione, sempre fiso a quell'unità ideale in cui si fondessero l'individuo lo Stato e l'Universo, che diverrà la Città di Dio.

Platone morì senza aver terminato il suo lavoro, a 81 anni, nel 347.

Motivo dominante del pensiero di Platone sembra essere il contrasto fra l'immutabile imperativo logico degli Eleati, e l'eterno flusso delle cose, mostratogli dal maestro eracliteo. Su di lui agiscono però tutti gl'indirizzi vivi della speculazione, e in ispecie il pitagorismo. Le idee dibattute dai predecessori non sono per lui astratte esigenze del pensiero, sì anzi valori viventi e motivi d'azione. La dialettica sottile nasconde appena il sentimento d'amore o d'odio dell'autore. La sua sintesi, più che logica, è poetica. Questo sia detto non nel senso moderno e un po' spicciolo della parola, ma come lo intendeva lo stesso Aristotele, il quale giudica lecito che alcuni cerchino la verità nei ragionamenti dei matematici, e altri «nella grave testimonianza dei poeti». « Feci a modo mio della musica — dice Socrate, nel *Fedone* — poiché la filosofia è la più alta musica». [1])

Il metodo socratico è l'anima dei dialoghi platonici, ove con arte tanto più meravigliosa quanto meno appariscente si discute sui sommi principii e sulla definizione dei concetti; e Socrate dirige la discussione. È difficile dire fino a che punto l'autore dei dialoghi ripeta o si tenga vicino al pensiero del maestro, da cui certo va allontanandosi nelle ultime opere. Comunque la ricerca assorge per lui ad una teoria delle Idee, che si rivela in stretto rapporto con la mentalità pitagorica ed eleatica.

Evoluzione del pensiero platonico. — I filologi sono riusciti a ricostruire, con diversi criteri ingegnosi, se non proprio l'ordine cronologico dei *Dialoghi,* almeno la successione dei principali gruppi in cui possono distribuirsi.

Nei primi dialoghi non c'è ancora una teoria delle Idee. Ci sono soltanto delle discussioni al modo socratico, in cui si propone di definire che cosa sia il coraggio (*Lachete*) o la temperanza (*Carmide*) o la pietà (*Eutifrone*), ovvero il bello (*Ippia maggiore*), o l'arte (*Jone*), o la retorica (*Gorgia*).

La fervida aspirazione al bello rivela già il temperamento poetico di Platone, che non può appagarsi nel rigido moralismo

[1]) *Fedone* 61 a.

del suo maestro: col *Fedro* e col *Convito* essa si eleva alla visione mistica d'un « bello in sé » che l'anima persegue traverso l'amore. Il *Convito*, al cui idealismo erotico s'ispirano ancora i romantici, resta forse la più alta opera d'arte del poeta-filosofo: singolare e affascinante commistione di fuoco primigenio e di raffinatezza perversa, di saggezza divina e di sorridente follìa, fiore irreale e non imitabile di una civiltà che toccava in quell'ora fuggitiva il suo culmine.

D'altra parte i ricordi orfici del *Fedro* (e poi del *Fedone*) indicano l'influenza che su Platone esercitano le dottrine pitagoriche. Insieme coi motivi religiosi egli ne accoglie ora anche i motivi scientifici e particolarmente matematici. Non che s'interessi tanto alla scienza in sé — sebbene egli non resti insensibile alla bellezza delle sue costruzioni — ma perché l'esigenza stessa della polemica ingaggiata coi Sofisti sul terreno morale, lo spinge a ricercare e valutare il fondamento delle nostre conoscenze. Socrate opponeva all'empirismo dei Sofisti il concetto comune delle idee morali; ma quale autorità normativa potrebbe riconoscersi a tali idee se esse stesse nascessero dai dati sensibili?

Platone trova nelle cognizioni matematiche qualcosa che la mente intuisce, almeno in apparenza, di là dal senso: « gli Elleni — dice — sono molto ignoranti; la maggior parte di loro non sa che esistono grandezze incommensurabili »; e vuol dire: il pensiero matematico riesce a scoprire verità che, al pari di questa, non potrebbero mai essere acquisite con l'esperienza.

Che cosa sono gli enti matematici? La critica eleatica ha già riconosciuto che essi non sono gli oggetti rappresentati nella realtà sensibile. Pure fanno parte a loro modo di una realtà intelligibile; la mente non può darli ad arbitrio, anzi li vede come qualcosa di dato e di necessario fuori di sé. Le *idee* hanno una propria *esistenza*.

Il filosofo che — alla maniera di Socrate — vuol comunicare o dimostrare la scienza del Bene e della Suprema Bellezza, ha scoperto che l'esigenza del suo razionalismo etico s'identifica con la logica del razionalismo matematico. La questione « se possa insegnarsi la virtù », discussa una prima volta nel *Protagora*, ritorna nel *Menone;* e qui si affaccia la tesi delle conoscenze innate, sotto la forma mitica della *teoria della reminiscenza:*

secondo cui non faremmo che *riscoprire* verità già note all'anima nostra in qualche altra esistenza anteriore.

Frattanto anche l'aspirazione morale di Platone, continuatore della reazione socratica contro i Sofisti, diviene più profondamente consapevole di se stessa. La propaganda di quei critici novatori non solo urtava le idee ricevute, ma appariva sovvertitrice della vita civile, come quella che facendo troppo larga parte all'individualismo, tendeva a rompere il nesso della Società. E pertanto non bastava contrapporvi un'azione persuasiva degli individui; conveniva anche inseguire il supremo ideale della giustizia, come condizione di unità dello Stato: in una parola il problema morale metteva capo al problema degli istituti politici. Abbiamo detto come l'insuccesso dei Trenta Tiranni rendesse attuale il problema.

Alla veduta democratica d'una libera consociazione di eguali, il filosofo contrappone la veduta organica d'uno Stato in cui le diverse classi di cittadini hanno il loro proprio ufficio e rapporti necessari. Il disegno di questo Stato costituisce il tema della *Repubblica*, che è forse, fra i dialoghi platonici, il più solidamente architettato. Per più aspetti la concezione organica della Città si riflette nella veduta razionale del sapere. L'unità sociale e politica ha il suo parallelo nell'unità logica dei rapporti che costituisce l'ordine dimostrativo della scienza. Inoltre anche lo spirito aristocratico-conservatore di Platone, che non concepisce affatto ascensione o progresso ma solo degradazione dall'alto, si appaga di vedere in quell'ordine le verità inferiori dedotte dalle superiori, facendo capo ai primi principî universali che ineriscono alla stessa suprema idea del Bene.

Così la teoria delle Idee prende corpo e significato scientifico nella mente del filosofo, e riceve forse la più chiara espressione nella teoria dello Stato. La quale, tuttavia, non rappresenta l'ultimo sviluppo della filosofia platonica, che, dal problema della partecipazione alle Idee delle cose sensibili e poi della comunione delle Idee fra loro, si solleva ad una sottile e spesso astrusa metafisica. Nel *Fedone*, il celebre dialogo sull'immortalità dell'anima, c'è un grado ulteriore di tale sviluppo: vi si fa valere la concezione finalistica. Il *Parmenide* (di cui pure si è messa in dubbio l'autenticità) segna addirittura una crisi del pensiero platonico; l'analisi del concetto dell'Uno-Tutto si dibatte in inestricabili

contraddizioni. Tuttavia la maggior parte dei problemi che hanno tormentato il filosofo ritornano, spesso in forme più alte, nei dialoghi posteriori: nel *Teeteto*, nel *Cratilo*, nel *Sofista*, nel *Politico*, nel *Filebo*, che ricerca l'essenza del sommo Bene. Un posto a parte prende il *Timeo*, uno degli ultimi dialoghi, dove entra in scena l'interesse cosmologico e fisico. Vi si ritrovano, fusi genialmente ma secondo uno spirito certo non scientifico, tutti i motivi della speculazione fisica anteriore. Ed è significativo che il dialogo si presenti come un prolungamento della *Repubblica*, di cui è come l'orchestrazione cosmologica. Il tema dello Stato viene poi ripreso, con senso più temperato delle esigenze reali, nell'opera postuma sulle *Leggi*.[1])

Ora, lasciando da parte gli aspetti più propriamente metafisici, cercheremo di comprendere la filosofia platonica nei suoi rapporti con la scienza.

Teoria delle Idee. — Vedemmo che il termine *idea*, accolto anche da Democrito, significava pei matematici «forma» o « schema ». Platone gli assegna il senso nuovo di « qualità » o « specie», usando indifferentemente delle parole ἰδέα e εἶδος. Forse il passaggio si comprende nel miglior modo, come il Tannery suggerisce, traverso ad Anassagora. Il quale, per evitare le assurde conseguenze della concezione monistica e quantitativa della materia, aveva attribuito esistenza a infinite qualità di materie diverse: le proprietà d'un corpo dipenderebbero per lui dal « partecipare » alle specie o qualità che vi si trovano commiste.

Platone adopera questo linguaggio, pur sciogliendosi dalla veduta materiale. Si scopre qui l'influenza della filosofia eleatica, nella forma che essa ha ricevuto dai Megarici. Le qualità *esistono* per sé, come oggetti d'un mondo ideale, che risponde al pensiero, cioè sono enti che soddisfano ai principii dell'invariabilità logica. D'altra parte esse esprimono anche ciò che vi ha di comune nelle specie o classi naturalmente costituite di oggetti materiali o di organismi viventi. Dunque i caratteri fissi o comuni della specie, e non le variazioni accidentali degl'individui, vengono a formare il vero scopo della scienza.

[1]) In questa descrizione a larghi tratti dell'opera di Platone, non ci è parso necessario menzionarne tutti gli scritti. Ricordiamo però ancora il *Critone* e l'*Apologia di Socrate*.

Platone non approfondisce propriamente il problema della scienza stessa, come possa fondarsi, ma ne coglie l'aspetto formale. E in questo senso il resultato della sua riflessione reca un acquisto perenne alla filosofia scientifica.

Riferiamoci, per esempio, ad un minerale che cristallizzi nella forma cubica. Domandiamo al possessore di una moltitudine di cristalli che ci mostri un cubo. Egli prende a caso un cristallo, e noi vi scopriamo qualche angolo smussato o altra irregolarità. Un cubo con un angolo smussato non è più un cubo, diremo. E il possessore cerca invano fra i suoi esemplari il cubo perfetto. Pure il cubo esprime bene ciò che vi ha di comune e di regolare in quelle figure accidentalmente irregolari. Il mineralogista parla ancora il linguaggio platonico quando dice che tutti partecipano della forma cubica, o che tendono ad avvicinarsi all'*idea* del cubo: questa è invero la legge, oggetto della scienza, che scopre l'ordine nel disordine della varietà fenomenica.

L'« idea » platonica trova la sua origine non soltanto nelle forme matematiche, sì anche nell'ideale dell'arte greca, la quale nelle sue rappresentazioni sempre cerca di sollevarsi ad un tipo di bellezza o di forza; che intende a darci, per esempio, non questo o quel guerriero, ma quasi il guerriero in sé, richiamando alla vista i caratteri della specie rappresentata. Per Platone, che anche nelle matematiche guardava il lato estetico, il tipo cercato dall'artista ha un'esistenza altrettanto reale come il cubo, che idealizza le diverse forme degli anzidetti cristalli. E nello stesso modo ogni specie di oggetti o d'organismi viventi deve avere il suo tipo ideale che non si confonde con nessuno degli individui della specie, ma armonizza in sé le qualità peculiari di tutti. Noi serbiamo ancora questa maniera di vedere, quando parliamo per esempio dell'uomo *normale* che ignora le perturbazioni della malattia, sebbene purtroppo nessun mortale raggiunga mai questo tipo.

Si badi: tipo normale non vuol dire *tipo medio*. La media di molte figure quasi cubiche non è per nulla un cubo. E tanto meno l'uomo normale (tipo di organismo che cede soltanto all'esaurimento dell'estrema vecchiaia) potrebbe assomigliarsi a quell'uomo medio del Quételet di cui scherzosamente si è detto che «muore a un'età media, d'una malattia media». Il tipo è una

norma che innalza la realtà ad un ideale semplificato e più perfetto, proprio come accade nella rappresentazione artistica.

Ma il modello dei tipi e delle idee che Platone si tiene dinanzi è pur sempre offerto dalle matematiche:

«Quelli che si occupano di geometria e d'aritmetica — dice[1]) — assumono il pari ed il dispari, e le figure e tre specie di angoli, e altri simili supposti nelle dimostrazioni; e come avendone certa scienza questi supposti li prendono per base, e quasi fossero evidenti non pensano affatto a darne alcuna ragione né a se stessi, né agli altri; anzi, di qui partendo, ordinatamente dimostrano tutto il resto giungendo infine a ciò che si proponevano di dimostrare.... Essi si valgono, perciò, di figure visibili, e ragionano su di esse, non ad esse pensando, ma a quelle di cui queste sono le immagini, ragionando sul quadrato in se stesso e sulla diagonale, anziché su quello o quella che disegnano; e così tutte le figure che formano o disegnano, quasi ombre o immagini specchiate dall'acqua, tutte le adoperano come rappresentazioni, cercando di vedere attraverso di esse i loro originali, che non sono visibili se non dall'intelligenza idealizzatrice....».

Similmente nel mito della caverna, che è esposto nella stessa *Repubblica,* gli oggetti materiali vengono figurati come copie imperfette delle idee, e paragonati alle ombre portate sul fondo d'una caverna da uomini passanti davanti ad essa; un osservatore che volga il capo alla luce dell'apertura potrebbe credere alla realtà di codeste ombre.

Confutazione dell'empirismo. — La teoria delle Idee esprime una veduta razionalistica in opposizione all'empirismo. La dottrina di Protagora è esaminata e confutata profondamente nel *Teeteto.* In questa confutazione s'incontrano argomenti che sono consueti anche oggi nelle dispute su tale soggetto. Se il criterio della verità è riposto nella sensazione, allora — dicono Socrate e Teeteto nel dialogo — dovrebbe anche esser vero tutto ciò che crediamo di vedere o di udire o comunque di sentire nei sogni o nella pazzia:[2])

Teet. « .... Io non saprei come mettere in dubbio che non abbiano opinioni false coloro che sono pazzi o che sognano, quando c'è per esempio fra quelli chi crede d'essere un dio, e fra questi chi s'immagina di avere le ali e di volare nel sonno. »

[1]) *Rep.*, 510 c, d, e.

[2]) *Teet.*, 158 b, c.

Socr. « .... Più volte credo tu abbia sentito persone chiedere qual prova si potrebbe dare a dimostrazione che siamo svegli, se uno per esempio ora stesso ci venisse a domandare se dormiamo o se sia sogno tutto ciò che stiamo pensando, oppure se siamo svegli, e proprio da svegli ragioniamo fra noi. »

Teet. « .... Di fatti questi ragionamenti che abbiamo fatto ora, niente impedisce che potremmo credere di farli fra noi anche dormendo; e quando in sogno ci pare di raccontar sogni, assai singolare è la somiglianza di quel che ci capita dormendo con quel che facciamo da svegli. »

Più avanti si affaccia il concetto della « previsione », cioè quello che oggi si direbbe il criterio pragmatistico della realtà:[1])

« Anche per le cose future diremo, o Protagora, che l'uomo ha in sé la misura del giudizio, e quali pensa tali anche effettivamente saranno per colui che ha pensato? Prendiamo, per esempio, il caldo: se uno, non medico, pensa di se stesso che sarà colto da febbre e quindi patirà questa specie di calore, e un altro, medico, pensa il contrario, come diremo che andrà a finire la cosa?... »

« E per sapere se un vino riuscirà dolce o aspro avrà peso, credo, l'opinione del vignaiolo, non quella del citarista ».

Così ancora per un'esecuzione musicale, se dovrà riuscire accordata o scordata, e per il cibo che si sta preparando, se darà piacere o no a chi avrà da mangiarlo, ecc.

Ma il dubbio circa la verità o falsità delle nostre opinioni turba Platone, non solo per l'errore che può nascere nei sensibili, sì anche per la possibilità d'essere ingannati dal nostro stesso pensiero. È il grave problema dell'errore, che commuove naturalmente un razionalista.

« (Il pensare) è un dialogo che l'anima fa con se stessa su ciò che viene esaminando. Bada, come un ignorante io cerco di spiegarti la cosa: ma insomma l'anima quando pensa, io non la vedo sotto altro aspetto che di persona la quale conversi con se stessa, interrogando e rispondendo, affermando e negando.... » [2])

« Ebbene vedi un po' di ricordarti se mai una volta dicesti a te stesso che assolutamente il bello è brutto, o l'ingiusto è giusto.... o se invece, neanche in sogno, avesti il coraggio di dire che il dispari è pari, o altra cosa di questo genere. »

1) *Teet.*, 178 c ,d, e.

2) Socrate in *Teet.*, 189 e 190.

Donde il tentativo di spiegare l'errore per falso scambio fra sensazione e conoscenza, o fra conoscenza e conoscenza. Ma il problema conduce a discutere che cosa sia la scienza.

CHE COS'È LA SCIENZA? — La veduta matematica suggerisce che le Idee, al pari delle forme geometriche, possano ordinarsi in una classificazione, deducendole progressivamente dal generale al particolare. L'esistenza d'una classificazione *naturale* (κατ' εἴδη — secondo specie) è energicamente sostenuta da Platone, in diversi dialoghi: nella *Repubblica,* nel *Politico,* nel *Fedro,* ecc. Non è lecito, per esempio,[1]) distinguere gli uomini in Greci e Barbari, o gli animali in uomini e bestie, perché le classi indicate dai secondi termini non sono omogenee, per quanto se ne designino gli oggetti con una sola parola. In tal guisa se le gru facessero classificazioni, potrebbero attribuire ad una specie se stesse e all'altra tutti i rimanenti animali, compreso l'uomo. Gl'incapaci a dividere secondo specie, facendo distinzioni artificiose, sono paragonati nel *Fedro*[2]) a cattivi cuochi che non sanno tagliar carne senza romper ossa.

Tuttavia questo senso della classificazione naturale, rispondente alla realtà data, non si accorda forse perfettamente coll'ideale deduttivo adombrato pure da Platone: il suo criterio logico insegnerebbe a classificare sistematicamente per *dicotomia,* dividendo ogni volta il genere superiore in due specie, formate dagli oggetti che posseggono o non posseggono la differenza specifica. E tutto l'ordine deduttivo farebbe capo all'idea suprema del Bene, cui si accenna in più dialoghi.

Ma l'autore non riesce a definire con sicurezza i rapporti delle Idee o specie colle cose sensibili che loro appartengono. Questi rapporti sono discussi, in particolare, nel *Parmenide,* ove si esamina e si cerca di refutare la veduta dei *nominalisti,* che l'idea sia soltanto nella mente del filosofo. La dottrina che le cose *partecipino* alle Idee — che in esse si ritroverebbero come « l'uno nei molti » — suscita la difficoltà di comprendere in qual modo possa sussistere l'unità, in tal guisa disciolta. E allora Socrate affaccia la domanda: « Bada, Parmenide, che ciascuna di queste specie non sia intellezione, e perciò non le convenga stare in altro luogo che nelle anime.... »[3])

[1]) *Politico,* 262 e. [2]) *Fedro,* 265 e. [3]) *Parmenide,* 132 b.

Era l'obiezione alla teoria delle Idee di Antistene, e rispondeva anche alla veduta di Sofisti quali Antifonte. Parmenide replica che un'intellezione non può essere intellezione di nulla, anzi deve avere come oggetto qualcosa che esista. D'altra parte, se le Idee esistono di per sé, fuori o separate dalle cose sensibili, si va incontro all'obiezione fatta da Gorgia, che sarebbero inconoscibili. Ma, se invece si negano le Idee, la nostra facoltà di ragionare è ridotta a niente.

Insomma riesce difficile conciliare il concetto trascendente d'una scienza puramente razionale, con la domanda d'un sapere che contempli comunque la realtà sensibile. Questi dubbi tormentano Platone nella fase critica del suo pensiero. E visibilmente influiscono sul modo con cui egli tenta di definire la scienza, risolvendo l'antitesi razionalismo-empirismo.

In un dialogo che deve ritenersi anteriore al *Parmenide,* cioè nel *Menone,* si propone di conciliare i due termini dell'antitesi — nel linguaggio eleatico, verità e opinione — dando per oggetto alla scienza « l'opinione vera ». Ma la definizione è refutata coll'esempio delle statue di Dedalo che « se non sono legate, volano e fuggon via; se legate restano ».[1]) È un'allusione scherzosa alla leggenda che Dedalo avrebbe diviso le gambe e i piedi delle statue, che prima si scolpivano uniti: e il filosofo vuol significare che la scienza è scienza, non per i fatti (opinioni vere) che contiene, bensì per il rapporto logico che li lega. Anche nel *Convito* si affaccia una dottrina analoga: l'opinione vera diventa scienza per la spiegazione razionale.[2]) Tuttavia la teoria della scienza così designata ricompare nel *Teeteto*[3]) ove abbiam visto essere presentata in forma precisa, verosimilmente come dottrina di Democrito. E qui la formula « opinione vera accompagnata da ragione » viene discussa e refutata, in una maniera un po' sofistica. Ma essa ritorna poi nel *Timeo,* dove è dato meglio di scorgere i dubbi che trattengono il filosofo dall'accettarla.

« Se intelligenza e opinione vera sono due cose diverse, allora le specie, per noi non sensibili ma soltanto pensabili, sono assolutamente esistenti di per sé; se invece, come pare ad alcuni, l'opinione vera non

1) *Menone,* 97 d. 2) Cfr. 202.
3) Dialogo che si ritiene posteriore anche al *Parmenide,*

differisce affatto dall'intelligenza, allora viceversa la maggior certezza deve attribuirsi alle cose che percepiamo per mezzo del corpo ».[1])

Infatti le opinioni vere, per quanto collegate in un ordine logico, si riferiscono a oggetti o fatti del mondo sensibile; perciò non rispondono all'ideale trascendente della scienza cui mira Platone.

Essere e divenire. — Per Platone è essenziale distinguere ciò che esiste sempre e che non ha origine[2]) (le idee) da ciò che è generato e soggetto al mutamento o al divenire (le cose sensibili); la vera scienza si riferisce soltanto al primo genere che è comprensibile dall'intelletto e dal ragionamento, mentre il secondo è oggetto d'opinione coll'aiuto della sensazione irrazionale. Così la scienza platonica rimane geometrica e statica.

Come si è accennato, il problema di conciliare l'invarianza e l'unità delle idee con la diversità e col divenire del mondo fenomenico è stato lungamente meditato da Platone. Egli ne sente tutta la difficoltà e la drammatizza, opponendo alla tesi eleatica quella dei discepoli d'Eraclito, che scorgono ogni cosa prolungarsi in un'altra, e fin gli opposti scambiarsi tra loro nel fluire incessante della realtà.

In un primo momento Platone ha creduto risolvere il contrasto, attribuendo la varietà e il divenire dei sensibili, il nascere e il perire, ai singoli individui nell'ambito della specie, quasi come perturbazione o allontanamento accidentale dal tipo ch'essi si sforzano di realizzare: la realtà intelligibile rimane esente da movimento, in armonia con l'aspirazione suprema dell'anima religiosa che vuole riposare in una Verità e in una Bellezza eterna ed immutabile.

Ma in tal guisa si riesce a comprendere tutt'al più la diversità accidentale, o le oscillazioni degl'individui intorno ad un tipo fisso, non il divenire che è proprio della vita degli esseri organici ed anche del cosmo. Perciò lo stesso Platone ha dovuto modificare la sua prima veduta, massime quando la sua riflessione si è portata sul processo cosmico. La scienza mo-

[1]) *Timeo*, 51 d.

[2]) Cfr. per esempio, *Rep.* 534 e *Timeo* 28.

derna ha superato la difficoltà passando dalla geometria alla meccanica, col porre in luogo dell'Idea platonica la *legge*, che è rapporto fisso e tipico di successione; dove tuttavia sopravvive il concepimento d'una scienza che ricerca, non le particolarità dei singoli fenomeni, ma ciò che vi ha di generale e caratteristico nelle classi di fenomeni. Platone non è arrivato a questa visione, che avrebbe potuto essergli suggerita dal quadro della scienza democritea. Il discepolo di Socrate, repugnante al meccanismo, ha accolto invece una spiegazione teleologica, per cui le Idee vengono concepite come fini.

Questo concetto appare già nel *Fedone*. In uno degli ultimi dialoghi, il *Timeo*, che è una descrizione del processo cosmico, si vede addirittura operare Dio, o il Demiurgo, (in altre parole la Mente), per plasmare la materia — che obbedisce dal suo lato ad una propria necessità — secondo un disegno ideale di semplicità e d'armonia. Qui lo spirito di Platone — superata la comprensione eraclitea del sensibile — sembra voler affrontare più decisamente Democrito[1]) di cui già nel *Teeteto* ha discusso la teoria della scienza. Il filosofo ateniese parte accoglie, ma molto respinge delle vedute dell'Abderita. La riduzione della qualità alla categoria della quantità gli appare un impoverimento della realtà intelligibile. Il moralista non sa rinunziare a scorgere nel mondo fisico delle forze, operanti sul tipo della volontà umana. Infine il pitagorico, che vive in Platone, si attacca piuttosto al lato mistico che al lato scientifico delle dottrine della scuola. Ne viene che il *Timeo* non tanto ha valore di scienza, quanto di costruzione religiosa, e come tale influisce più tardi largamente sulla cosmologia cristiana.

Mito e spiegazione analogica. — Platone non possiede vero spirito scientifico. La sua dialettica trascorre spesso in una sofistica capziosa, di cui si ha l'esempio più stupefacente nel *Parmenide*. Talvolta gli piace di sfuggire ad una difficoltà riparando nel mito ingenuo ed aperto. Altre volte si appaga di semplici analogie, con le quali si ha in un certo senso un ritorno alle forme prescientifiche del pensiero.

1) Cfr. Ingeborg H. Jensen, *Demokrit und Plato*, in *Archiv f. Gesch. der Philos.* Bd. 16, pag. 192 e 211 (1909).

Questa apparente incoerenza non è per lo più dovuta a insufficienza costruttiva, ma ha la sua ragion d'essere nella mente del pensatore. Occorre quindi chiarire la funzione del mito nel pensiero platonico.[1]) Il filosofo stesso ci dice assai chiaro ciò che ne pensa, nel proemio al *Timeo*. Come la leggenda di Fetonte figlio di Apollo adombra la verità della periodica conflagrazione del mondo, secondo la tesi degli Eraclitei, così la finzione di un antichissimo Stato ateniese che nove mil'anni prima avrebbe trionfato dell'«Atlantide», permette all'autore di realizzare e far muovere nella realtà storica, la Città ideale, ch'egli stesso ha disegnato nella *Repubblica*.[2])

Che la forma mitica convenga specialmente alla scienza della natura, risulta per Platone dal suo concetto eleatico della scienza, che — come si è detto — cerca la verità nell'*essere* eterno e immutabile delle Idee. Il *divenire* può farsi soltanto oggetto di opinione verosimile, ma non mai interamente razionale; perciò il discorso sul mondo sensibile non potrà essere di un rigore assoluto, né esente da interne contraddizioni.[3])

Anche lo scienziato che imprende una costruzione naturalistica avverte pure, a suo modo, il limite della sua verità, e deve appagarsi del provvisorio e dell'approssimato. Ma, quando è consapevole della difficoltà, suole supplire alla difettosa conoscenza

1) Ἄκουε δή.... μάλα καλοῦ λόγου, ὃν σύ μέν ἠγήσῃ μῦθον, ἐγώ δε λόγον.

2) Al mito dell'*Atlantide* si è voluto dare grande importanza storica e fisica. La tradizione di questo continente antichissimo, che avrebbe guerreggiato contro i Greci e si sarebbe poi inabissato nel mare, Platone assicura essergli giunta attraverso Solone dai sacerdoti egiziani. Ma non è la sola volta che Platone ci prega con aria molto seria di prestar fede alle favole più trasparenti. Il mito è certo immaginato per mostrarci in azione lo Stato ideale da lui tratteggiato: e per l'effetto drammatico, Platone gli ha contrapposto un avversario barbaro e cupido sì, ma intelligente e gigantesco, che poi ritorna nel nulla da cui era uscito. Si potrebbe ravvisare qui l'eco di lontanissime tradizioni relative all'esistenza di una grande isola al luogo dove ora sono le Azzorre, combinate col ricordo dell'invasione dei «popoli del mare» provenienti dal territorio di cui rimangono oggi l'Elba e la Corsica; lo stesso ricordo che ispira la leggenda di Deucalione. È più semplice pensare che Platone abbia preso lo spunto da moti tellurici avvenuti ai tempi suoi, come l'inabissamento della città di Helike in Acaia, nel 373. Ad ogni modo, la questione è ancora aperta. Vi sono filologi che accettano la tesi di una origine egiziana, o comunque preistorica, come Martin, Stallbaum, Berger, Robin; altri negano al mito ogni valore documentario, come Rohde, Wilamowitz, Jowett, Taylor, Rivaud. Per una storia della questione fin dall'antichità, cfr. Martin, *Et. sur le Timée*, I, 258-280. Per una discussione delle ipotesi, v. Rivaud, *Timée et Critias de Platon;* Arldt, *Die platonische Atlantis in Bert, phil. Wochensch.*, 40, 1920, p. 183-216; e l'opera del Frutiger citata in bibliografia. Per le tradizioni sulla fine dell'epoca glaciale cfr. Usener, *Sintflutsagen*, 1899.

3) Per la distinzione fra δόξα ed ἐπιστήμη, cfr. *Gorgia*, 454 e; *Menone*, 97 e — 98 b; *Conv.* 202 a; *Rep.*, V, 475 e — 480 a, VI-VII. Cfr. *Timeo*, 29 c. *Ibid.* 59 d. 68 c d.

dei principii con qualche ipotesi di lavoro, in vista di stringere più da vicino la previsione dei fatti. Platone non è uno scienziato e non mira affatto a codesto fine. Se non c'è corrispondenza perfetta fra le esigenze razionali e la descrizione del processo cosmico, vuol dire che resta al filosofo una certa libertà fantastica, di cui egli può profittare, come poeta, per vedere nella realtà un senso simbolico o analogico. Ogni divenire ha per necessità una causa, e così anche l'Universo ha un Creatore. Il Demiurgo, artefice del mondo, non ci lascia scoprire interamente l'opera sua: talvolta possiamo indicarla con qualche verosimiglianza; tal altra conviene adombrare con imagini e fiabe ingenue la realtà che ci sfugge; e qui Platone poeta si abbandona alla gioia di favoleggiare. Ma quando dalla fisica si risalga all'origine delle cose, alla cosmogonia, il mito acquista un significato più profondo: diventa allegoria, costruzione armonica di numeri e figure, in cui sono dedotti per simboli, e sviluppati nel tempo e nello spazio, i vari momenti concettuali del processo creativo, eterno e trascendente, per cui dall'idea del Bene procede il mondo dei fenomeni.[1])

Il mito assume dunque nel sistema platonico una funzione complessa che rispecchia bene la complessità del pensiero del filosofo. Come la filosofia non è scienza perfetta, ma è per essenza una «luce intellettual piena d'amore», sforzo del pensiero inteso a una piena conoscenza non mai raggiungibile; come l'amore, secondo Diotima, partecipa così del male come del bene, — desiderio che unisce al perfetto l'imperfetto, demone che avvince fra di loro le varie parti del Tutto — così il mito è un medio termine fra la scienza e l'ignoranza, un alato slancio del pensiero verso la realtà, un ponte gettato arditamente dalla nostra miseria sublunare verso il regno dell'Intelligibile.

Teoria degli elementi. — Possiamo ora meglio comprendere il valore delle spiegazioni analogiche su cui si fonda la cosmologia del *Timeo*.[2])

Il Demiurgo o Artefice, volendo creare qualcosa d'interme-

[1]) In questo secondo aspetto del mito di Platone, che fu respinto da Aristotele, accolto dall'Accademia, prende origine la dialettica dei mistici. Cfr. Goethe: « Alles Vergängliche ist nur ein Gleichniss.... ».

[2]) *Timeo:* in ispecie 19 b, c; 23 e; 25 d.

dio fra « fuoco » e « terra », deve far posto a due elementi, per analogia col problema classico della geometria solida, di raddoppiare o moltiplicare un cubo; problema già connesso dai pitagorici al tetracordo, che porta a inserire due medie proporzionali fra lunghezze date.[1])

Anche la teoria degli elementi esposta nel *Timeo*, dove Platone prètende correggere Democrito, non si può intendere che quale spiegazione analogica. Ai cosidetti quattro elementi — fuoco, aria, acqua e terra — Platone non riconosce forme atomiche assolutamente irriducibili perché essi appaiono trasformarsi l'uno nell'altro, sebbene sia da ritenere che in realtà, soltanto i primi tre si scambino tra loro, e mai con la terra.[2]) Dunque, dice Platone, quei corpi non sono veri elementi: « anziché alle lettere, neppure alle sillabe possono paragonarsi », cioè debbono derivare da una qualche figura che sia veramente elementare, servendo alla costruzione di essi. Egli fa l'ipotesi[3]) che rispondano ai poliedri regolari: tetraedro, ottaedro, icosaedro, e cubo per la terra, la restante figura del dodecaedro regolare essendo adoperata per decorare il disegno del cosmo. Codesti poliedri possono costruirsi unendo insieme dei triangoli rettangoli in cui l'ipotenusa è doppia d'uno dei cateti: e perciò tali triangoli sarebbero i veri elementi della materia. Nei primi tre poliedri i triangoli elementari sono combinati in triangoli equilateri, sicché le figure corrispondenti possono — per decomposizione e ricomposizione — mutarsi le une nelle altre; e ciò spiega appunto il reciproco trasformarsi di fuoco, aria ed acqua.

Quale valore possiede una siffatta teoria?

Anzitutto si può chiedere se sia originale di Platone, ovvero suggerita — come si è ritenuto da molti — dalle idee del pitagorico Filolao. Su questo punto Eva Sachs[4]) sostiene che, prima di Platone non si trovano presso i pitagorici tracce positive d'una tale dottrina; che invece i neopitagorici ripresero più tardi da Platone stesso. Ma la testimonianza di Aetius[5])

[1]) *Timeo*, 32 a, b. Sulla duplicazione del cubo, cfr. Cap. XII.
[2]) *Timeo*, 49 c, 54 b, c.
[3]) *Ibid.* 53 c, 57 d.
[4]) *Die fünf platonischen Körper*, Berlino, Weidmann, 1917.
[5]) II, 6, in Diels, *Vors., Philolaos*, A, 15.

che attribuisce a Pitagora l'idea di far corrispondere gli elementi ai poliedri regolari,[1]) sembra al Diels doversi riferire a Filolao. In ogni modo, quanto a riconoscere alla teoria platonica un vero significato scientifico, non sappiamo superare lo scoglio che già incontrava Aristotele. Non è possibile dare senso fisico di elemento costitutivo dei corpi alla superficie geometrica senza spessore. Eva Sachs tenta d'interpretare Platone assumendo che i triangoli elementari siano veramente solidi, cioè prismi sottili a base triangolare; ma con prismi siffatti non si può comporre i poliedri regolari, e non è da ammettere che il filosofo si appaghi d'una costruzione approssimata. Dunque la teoria platonica, fisicamente inconcepibile, rimane soltanto, come si è detto, un esempio di spiegazione analogica.

Priva di valore secondo una misura strettamente scientifica, essa contiene tuttavia qualcosa di suggestivo e di fecondo, anche in confronto alla dottrina democritea. Democrito ammetteva la possibilità, e quindi la realtà, di infinite forme atomiche diverse. Platone esprime un senso oscuro di ragioni nascoste, e inconsapevolmente un'esigenza semplificatrice del nostro stesso intelletto, limitando le forme possibili, secondo criterii d'estetica matematica: c'è il germe d'un principio regolativo della ricerca, che costituirà la fede scientifica dei naturalisti del Rinascimento: il principio della *semplicità della natura*.

Ideale logico. — Qui viene opportuno d'osservare che la stessa debolezza del filosofo ateniese — il trascorrere la linea sottile che separa il razionale dal mistico — colorisce di poesia la sua visione dell'ordine logico delle matematiche. La scuola platonica educa al culto del rigore; alimentando l'illusione d'un pensiero che crea senza bisogno di ricorrere a modelli sensibili, essa sostiene ed accresce la forza del ragionamento. « Qui non

[1]) Qui sorge la questione della scoperta dei poliedri regolari. Proclo, nel Commento all'Euclide, ne attribuisce la costruzione a Pitagora; ma sembra difficile che egli possa aver dato una tale costruzione in senso veramente scientifico. E d'altra parte lo scolio 1 al libro XIII dell'Euclide dice che la costruzione del cubo, del tetraedro e del dodecaedro appartiene ai Pitagorici, quella dell'ottaedro e dell'icosaedro a Teeteto. Tuttavia è probabile che i poliedri stessi fossero conosciuti da un'antichità più remota; poiché gli archeologi hanno trovato antichi modelli di dodecaedri regolari d'origine etrusca e celtica. Cfr. Lindemann *Abh. d. Münch. Akad. d. Wiss.*, t. 26, 1897, pag. 625; e Hugo, *Comptes rendus de l'Institut*, t. 36, 1873, pag. 420; t. 67, 1875, pag. 433; t. 81. 1879, pag. 332.

entri chi non è geometra » vuolsi fosse scritto all'ingresso dell'Accademia platonica. Matematici come Teeteto ed Eudosso non hanno dovuto apprendere da Platone il rigore delle teorie aritmetiche e geometriche; ma è verosimile che la maggior cura data a tale esigenza riveli un indiretto influsso dell'ideale estetico della scuola platonica.

D'altra parte, codesto ideale potrebbe anche apparirci come esprimente appunto l'esigenza che matura nella revisione critica dei principii da parte dei matematici contemporanei. Platone spinge il concetto del rigore logico alle sue ultime conseguenze.[1]) Le idee matematiche non sono apprese coi sensi, ma piuttosto ricordate dall'anima che le ha conosciute in un mondo anteriore.

Questa teoria della reminiscenza è spiegata nel *Menone* coll'esempio del servo che Socrate spinge a ritrovare da sé il teorema di Pitagora per i triangoli rettangoli isosceli. Il modo come l'uomo incolto è condotto a scoprire la verità geometrica, indica appunto ch'egli ne ha già il possesso virtuale, come di nozioni che gli occorra solo trar fuori dalla memoria. Del resto, già si è accennato, la reminiscenza è soltanto la forma mitica che prende nella mente di Platone il postulato delle *idee innate:* le idee non sono qualcosa che si elabori dalle sensazioni, come vuole l'empirismo, anzi immagini d'una verità ultrasensibile che, per natura, è conosciuta nella sua purezza dal pensiero.

A quanto pare, uno sviluppo del sapere logicamente perfetto, dovrebbe costruirsi sulla base di semplici definizioni o di assiomi logici:

« La geometria e le scienze annesse, dice la *Repubblica,*[2]) sognano rispetto all'esistente, ma è impossibile che lo vedano ad occhi aperti, finché si valgono di postulati e li tengono fermi, senza potersene render conto. »

È un ideale della perfezione matematica, che si ritrova nel pensiero moderno, fino a Leibniz.

Valore formativo delle matematiche. — Il significato di Platone nella filosofia perenne è lo sforzo verso l'ideale: nessuno ha espresso così altamente l'aspirazione suprema dell'anima

[1]) Cfr. Enriques, *Per la Storia della Logica,* I, 2. [2]) 533 c.

umana a congiungere in una sola unità il vero, il bello ed il buono.

Il senso del sublime che è in questa filosofia, il suo spirito mistico, ha agito sui neopitagorici e neoplatonici dell'età ellenistica, e poi sui Padri della Chiesa (Sant'Agostino). Invece il postulare indefinito della ragione di là del materiale e del sensibile, ha animato nell'antichità gl'intelletti matematici, e più tardi gli spiriti scientifici della Rinascita, contro il fiacco empirismo degli scolastici.

Il nostro sistema d'insegnamento conserva tradizionalmente alle matematiche il posto che loro ha conferito Platone. La Repubblica ideale in cui egli disegna il regno dei filosofi gli offre occasione ad esporre un programma d'educazione dei guardiani o reggitori dello Stato, che risponde al modo di classificare le scienze dei Pitagorici.

Questo sistema educativo comprende le discipline matematiche: aritmetica, geometria (piana e solida), astronomia e teoria della musica. E tali studi sono domandati più che per la loro utilità pratica, per uno scopo essenzialmente formativo. Senza di esse non è possibile « essere Dei, né semidei, e nemmeno uomini compiutamente ». Debbono riaccendere quell'occhio dell'anima che « rovinato e accecato da ogni altro genere d'occupazioni più che diecimila occhi corporali deve serbarsi incolume, perché con esso unicamente si vede la verità ». [1])

Perciò della scienza dei numeri si chiede che sia coltivata « non a scopo di compra e vendita, come mercanti e rivenditori » ma per educare l'intelligenza, poiché « s'innalza l'anima obbligandola a ragionare intorno ai numeri considerati in sé, non accettando di ragionare se altri ricorra a numeri associati a corpi visibili o tangibili ». [2]) E dalla geometria si nota che « questa scienza è tutto il contrario di quanto parrebbe dalla terminologia usata da coloro che la professano. È una terminologia troppo ridicola e misera; perché, quasi si trattasse di pratica e di scopo pratico, parlano sempre di quadrare, di prolungare e di aggiungere o d'altre simili operazioni. Mentre invece tutta la scienza si coltiva a scopo di conoscere ». [3])

Anche l'astronomia e la teoria della musica vogliono essere

1) *Rep.*, 527 d. 2) *Rep.*, 525 c, d. 3) *Rep.*, 527 a, b.

studiate secondo il medesimo spirito, cioè per elevare la mente alla contemplazione d'armonie ideali, leggi di proporzione e di numero, che sono assai più belle « delle meraviglie del cielo che sono nel regno del visibile ». [1])

Aggiunge Platone [2]) che l'aritmetica e la geometria e tutta l'educazione preparatoria deve essere impartita ai giovani senza sforzo, ché nessun insegnamento forzato s'impianta mai saldamente nell'animo. L'anima si educa e si prova soltanto nella libertà dell'esercizio creativo, che ha anche un valore morale, come conveniente all'uomo libero.

Accademia. — A quarant'anni Platone, di ritorno dal suo primo viaggio in Sicilia, fondò la scuola, che fu detta *Accademia,* dal nome dell'eroe eponimo del luogo ove sorse. In verità l'Accademia di Platone era assai diversa dalle moderne: ad un tempo consociazione rivolta alla ricerca scientifica e all'insegnamento. I giovani che numerosi vi convenivano dalle migliori famiglie vi ricevevano probabilmente una educazione raffinata e — almeno in progresso di tempo sotto i successori di Platone — dovevano pure essere sottoposti ad una assai stretta disciplina, poiché sappiamo che « regole di tavola » e « ordinanze sul modo di bere » sono state dettate dai capi-scuola. Del resto l'insegnamento comportava diversi modi e gradi: lezioni pubbliche che attraevano spesso numerosi ascoltatori (qualche volta delusi dall'astrattezza della trattazione), corsi di lezioni e di esercitazioni private, infine anche simposii dove — nell'intimità dell'amicizia — si discutevano, fra pochi eletti, gli alti problemi filosofici.

L'ideale dell'Accademia era la libera e larga ricerca del vero; cultori delle diverse scienze sono usciti dalle file dei suoi discepoli o hanno intrattenuto con essa legami che è difficile definire.

Dice Eudemo aristotelico, il primo storico delle matematiche: [3])

« Eudosso di Cnido, di poco più giovane di Leone, e compagno dei discepoli di Platone, aumentò per primo il numero dei teoremi detti generali, e alle tre proporzioni ne aggiunse altre tre, e fece progredire le

[1]) *Rep.*, 529, d. [2]) *Rep.*, 536 d, e.
[3]) In Proclo: passo completo trad. in Mieli, *Manuale*, p. 102.

questioni intorno alle sezioni, che erano state sollevate da Platone, e per le quali egli fece uso dell'analisi. Amicle di Eraclea, discepolo di Platone, e Menecmo discepolo di Eudosso e di Platone, e il figlio di esso, Dinostrato, resero più perfetto l'insieme della geometria. Teudio di Magnesia si fece un bel nome nelle matematiche e nelle altre parti della filosofia; egli scrisse anche bellamente degli *Elementi* e rese più generali molte proposizioni. Anche Ateneo di Cizico, vissuto in questi tempi, venne in fama e nelle matematiche in generale, e specialmente nella geometria. Tutti questi scienziati si radunavano nell'Accademia e facevano in comune le loro ricerche. Ermotimo di Colofone proseguì le ricerche di Eudosso e di Teeteto e trovò molte proposizioni degli *Elementi* e scrisse intorno ai luoghi. Filippo di Medma, discepolo di Platone, che lo indirizzò verso le matematiche, fece delle ricerche suggeritegli da Platone stesso, e si dette a perseguire tutto ciò che credette giovevole alla filosofia di Platone. »

Filippo di Medma, o Filippo di Opunte che sembra essere la stessa persona, pubblicò l'opera postuma di Platone, le *Leggi*, e si ritiene aver aggiunto ai dialoghi l'*Epinomide*, ove per la prima volta dai Greci si espone la *teologia astrale*. Ricorderemo infine il massimo forse fra i discepoli immediati di Platone, l'astronomo Eraclide Pontico, di cui riparleremo: filosofo e dotto di coltura enciclopedica, che a quanto si narra si allontanò indispettito dall'Accademia, quando non riuscì a raccogliere la successione di Speusippo.

L'Accademia doveva durare ininterrottamente per ben nove secoli: attraverso diverse trasformazioni essa arriva al 529, quando Giustiniano chiuse per sempre la scuola dei neoplatonici, divenuta incompatibile coll'ortodossia cristiana. Dell'ordinamento economico e giuridico dell'Istituto si può argomentare qualche cosa sulla base di poche notizie. Gli allievi dovevano contribuire alle spese; invece la proprietà dei beni dell'Accademia era intestata personalmente al Capo: capo a vita, designato la prima volta dal fondatore e poi eletto — sembra — dagli scolari; il quale assumeva l'impegno sacro di amministrare codesta proprietà nell'interesse comune degli studiosi che vi partecipavano, « come un santuario » dice Teofrasto nel testamento che riguarda il Liceo. La legislazione ateniese pare escludesse la forma giuridica della corporazione, che l'Accademia poté rivestire solo molto più tardi.

Platone prima di morire designò a succedergli il nipote Speusippo, che restò capo della scuola per otto anni, cioè fino alla sua morte seguìta nel 339. Allora il corpo elettorale divideva

le sue preferenze fra Senocrate ed Eraclide Pontico; fu scelto, per pochi voti, Senocrate, che visse fino al 314. A lui successe Polemone d'Atene, che governò l'Accademia fino al 270. Quindi Cratete, che non si sa precisamente quando assumesse l'ufficio; il quale morì nel 241. Segue alla direzione della scuola Arcesilao di Pitane, che le imprime un nuovo indirizzo scettico: con lui ha termine quella che si dice l'Accademia *antica* e comincia l'Accademia *di mezzo* (cfr. cap. XXIV).

Sull'indirizzo degli studî nell'Accademia antica, dopo la morte di Platone, basterà dire poche parole. In genere vi ebbe svolgimento quell'ordine di considerazioni pitagoreggianti sui numeri ideali, che il maestro aveva coltivato nella sua vecchiaia. Ma accanto a queste, Speusippo ha fornito un'opera più scientifica studiando le omologie, o le similarità del regno animale e del regno vegetale, ove — all'incontro del criterio deduttivo dello zio — egli scorge pure una evoluzione dal più imperfetto al più perfetto. I dieci libri degli *Omoia* che contenevano queste ricerche, per quanto se ne può giudicare dai pochi resti, fanno dell'autore un interessante precursore di Aristotele naturalista.

Senocrate, tutto incatenato nella magìa del numero, ha meno interesse per noi. E tuttavia si deve riconoscergli un atteggiamento conservativo rispetto all'opera del fondatore dell'Accademia, che non fu senza importanza per stabilirne la tradizione.

In particolare il significato delle Idee platoniche è da lui spiegato — come riferisce Proclo in *Parmenidem* — definendole come esemplari per ciò che vi è di costante e di perpetuo nella natura.[1]) Resta così chiarito il concetto dell'*imitazione*, ed anche l'impossibilità per il platonismo di svolgerlo se non in termini mitici.

Polemone — seguendo l'indirizzo dei tempi — lasciò in disparte la dialettica e la fisica, per coltivare quei problemi morali, che d'altronde non avevano mai cessato d'occupare i suoi predecessori. Il suo criterio di vivere « conforme alla natura » lo riavvicina ai Cinici e prepara le vie degli Stoici e degli Epi-

[1]) Cfr. su questo punto la discussione storica in Ravaisson, *La métaphysique d'Aristote*, 1837, trad. it. di A. Tilgher, Aristotele, Firenze, 1922, p. 76.

curei. Il suo insegnamento fu completato da Crantore, interprete del *Timeo*, autore d'un libro *Sul lutto*, lodato — due secoli dopo — da Panezio.

Ma più grande di tutti questi che hanno raccolto la prossima successione di Platone è un altro discepolo dell'Accademia, che ne uscì dopo la morte del maestro per fondare il *Liceo*, diciamo Aristotele.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Dei *Dialoghi* platonici esistono molte traduzioni in varie lingue, dal Rinascimento in poi. Fra le italiane ricordiamo quelle — assai inesatte — del Bonghi, e poi quelle dell'Acri, del Ferrai, del Fraccaroli, del Martini, di Meini e Pavolini. Le più recenti, nella collezione Laterza, sono dovute a C. O. Zuretti, F. Zambaldi, B. Giuliano, C. Giarratano, A. Cassarà, M. Valgimigli, di cui in particolare abbiamo utilizzato l'ottima traduzione del *Teeteto*.

Platone è, in generale, il centro dell'esposizione per la maggior parte delle storie della filosofia greca (p. es., per Gomperz e per Robin). In queste dunque si trova anche più che un orientamento generale per lo studio della sua filosofia, insieme ad ampie indicazioni bibliografiche sulla letteratura platonica.

Della vasta letteratura platonica ricorderemo:

H. Raeder, *Platons philosophische Entwicklung*, Lipsia, 1905, ottima introduzione allo studio del pensiero platonico.

G. Grote, *Plato and the other companions of Socrates*, 3 vol., Londra, 1865; H. v. Stein, *Sieben Bücher über die Lehre Platos*, Gottinga, 1862-75; A. C. Chaignet, *La vie et les écrits de Platon*, Parigi, 1873; A. Fouillée, *La philosophie de Platon*, 2 vol., Parigi, 1888; J. Burnet, *From Thales to Plato*, Londra, 1914; P. E. More, *Platonism*, Princeton 1917, interessante in quanto prospetta il significato vivo del platonismo per un americano di oggi.

Fra le grandi opere d'insieme citeremo:

W. Windelband, *Platon*, 5ª ed., Stuttgart, 1910, trad. ital. di M. Graziussi, Palermo, 1919;

U. v. Wilamowitz-Moellendorff, *Platon*, 2 vol., Berlino, 1920,

Per i rapporti di Platone con le scienze;

E. v. Lippmann, *Chemisches und Physikalisches bei Platon*, in *Abh. u. Vortr.* 2, 28; P. Frutiger, *Les mythes de Platon*, Parigi, 1930.

Elie Halévy, *La théorie platonicienne des sciences*, Paris, 1896; G. Milhaud, *Les philosophes géomètres de la Grèce. Platon et ses prédécesseur*, Parigi, 1905; L. Robin, *Etudes sur la signification et la place de la physique dans la philosophie de Platon* (*Rev. philos.*, II, 1918), Paris, 1919.

Inoltre numerosi studi di Zeller, Böckh, Vogt, Tocco, Tannery, e tanti altri.

Sulla « questione platonica », (cioè sull'ordine di successione in cui furono scritti i dialoghi) sono corsi fiumi d'inchiostro. Il tentativo più ingegnoso è quello di

W. Lutoslawski, *The origin and growth of Plato's Logic, with an account of Plato's style and of the chronology of his writings*, 2ª ed., Londra, 1905.

Cfr. anche F. Tocco, *La questione platonica* in *Atti del IV Congresso Int. di Filosofia*, Bologna, 1911.

Sull'Accademia platonica e in ispecie sul lavoro fatto nell'Accademia antica dai successori di Platone si trovano in generale brevi cenni nelle storie della filosofia greca. Notizie un po' più ampie, cogli opportuni rinvii, fornisce la storia del Gomperz, alle cui vedute su questo argomento sostanzialmente accediamo.

LIBRO TERZO

ENCICLOPEDIA DEL SAPERE E SVILUPPO DELLE SCIENZE PARTICOLARI

Ἀνάγκη στῆναι

XI.

ARISTOTELE E L'ENCICLOPEDIA DEL SAPERE

L'IDEALE DEL PROFESSORE. — Il razionalismo sperimentale di Democrito e il razionalismo formale di Platone si comporranno un giorno nel concetto della scienza moderna, instaurato da Galileo. L'antichità non è giunta ad una sintesi così profonda. Il discepolo di Platone che ha tentato di armonizzare la teoria delle Idee colla realtà empirica, ha preso bensì da Democrito il ricco materiale delle conoscenze naturalistiche, ma non è riuscito a intendere l'alto senso della sua fisica matematica.

Aristotele, nato nel 384 a. C. a Stagira, piccola colonia ionica della Tracia, era figlio del medico Nicomaco. Venuto ad Atene, studiò all'Accademia e vi rimase, come discepolo prediletto dal maestro, dai diciotto fino ai trentacinque o ai trentotto anni. Ne uscì dopo la morte di Platone, e si ritirò insieme con l'amico Senocrate alla Corte di Ermia, tiranno di Atarneo in Asia Minore. Presso quest'uomo singolare, un tempo schiavo, poi ministro e studioso all'Accademia, e finalmente principe ambizioso e intrigante, i due filosofi passarono alcuni anni. Alla fine Ermia cadde vittima di un agguato tesogli dai Persiani per la sua politica filomacedone. Aristotele fuggì a Mitilene, portando con sé la nipote di Ermia, che divenne poi sua consorte. Nell'isola di Lesbo il filosofo rimase circa due anni, finché nel 342 fu chiamato da Filippo di Macedonia a educare suo figlio, il giovane Alessandro che doveva poi esser detto il Grande.

Alessandro divenuto re serbò al maestro affetto inalterabile. I moralisti dei tempi posteriori, allettati dalla rara e miranda congiunzione storica del grande conquistatore col sommo filosofo, hanno avuto molto da dire sulla intima collaborazione dei due. In realtà non si vede bene quale ne sia stato il frutto. L'attività scientifica di Aristotele sembra esser rimasta indipendente, e il regale alunno da parte sua tenne certo in poco conto i consigli politici del maestro. Nell'incontro delle due grandi figure è piuttosto il simbolo tragico di due età che si guardano senza comprendersi: il saggio conservatore intento a restaurare la *polis* e a ribadire la distinzione fondamentale fra greco e barbaro, e l'avventuriero, l'eversore delle tradizioni, che parte in guerra a diffondere la grecità per il mondo.

Tornato ad Atene dopo l'avvento di Alessandro, Aristotele vi istituì una scuola nei giardini sacri ad Apollo Liceo. All'organizzazione dei corsi, e allo svolgimento della sua vasta e sistematica attività professorale, dedicò gli anni di attività più fervida.

Morto Alessandro, il filosofo fu uno dei colpiti dalla reazione antimacedone. « Atene, disse, non deve macchiarsi ancora una volta di un delitto contro la filosofia ». E si rifugiò a Calcide in Eubea, dove morì poco dopo, all'età di 63 anni.

Di fisico Aristotele vien descritto come piccolo e corpulento, e afflitto da continui dolori di stomaco. Vesti e modi erano di un uomo di mondo elegante e raffinato. Una certa naturale fierezza, il suo fare di superiorità sarcastica gli fecero molti nemici: ma nessuna ombra ne è rimasta sulle sue qualità morali, ché anzi tutto concorre a mostrarci in lui un carattere simpatico e generoso. Tutt'al più gli si può rimproverare di non citare abbastanza gli autori da lui utilizzati. Ma a quei tempi non ci si faceva una idea precisa della proprietà letteraria.[1])

[1]) L'opera di Aristotele è a tal punto diversa nello spirito da quella dei predecessori, e l'orientazione da lui data al pensiero successivo ha avuto ripercussioni così profonde, che si è cercato di spiegarla in vari modi. Si è invocato l'ambiente e l'educazione: si è detto perfino che Aristotele, in quanto macedone, non era greco che a metà. Si dimentica che Stagira era città puramente ionica. Il padre, medico, era certamente un greco: la madre veniva da Calcide nell'Eubea. Ma forse la spiegazione di quest'uomo, che Platone chiamava « il gran lettore », e per il quale la massima lode, come appare dal suo panegirico di Ermia, era l'epiteto di « laborioso », sta in certi motivi latenti della sua psicologia individuale. E fors'anche, se sia lecito andare oltre il filosofo, e scrutare l'uomo nelle sue debolezze, la sua opera non scaturisce soltanto da un'esigenza

Il Liceo, assai più che l'Accademia nei riguardi di Platone, s'identifica coll'opera d'Aristotele, sia perché fra i numerosi scritti di lui ci rimangono soltanto le lezioni o gli appunti ch'ei redigeva ad uso degli scolari (sono perduti i dialoghi di cui gli antichi vantavano lo splendido stile), sia perché l'istituto d'insegnamento risponde allo stesso fine cui mirò tutta l'attività scientifica del fondatore: cioè a comporre l'enciclopedia del sapere.

Erano passati i tempi in cui la scienza appariva come una forza rivoluzionaria, nella critica dissolvitrice dei sofisti, e d'altra parte era anche superato il momento socratico della reazione antiscientifica. Ora per la conservazione stessa della Società diventava necessario mettere in valore i progressi acquisiti dalla cultura, riconoscendo il posto della scienza e sistemandone i resultati. Di qui appunto sorge il bisogno d'una Enciclopedia del sapere, in cui, accanto alle nozioni fisiche e naturalistiche, anche le idee morali e politiche trovino un collegamento e ricevano un ordine: in armonia con le tradizioni e con le esigenze della civiltà che sono chiamate ad esprimere.

Questo compito è stato concepito da Aristotele secondo uno spirito nettamente conservatore ed assolto in un'opera colossale, con una costruzione che ha esercitato la sua autorità a distanza di 1500 anni sulla scolastica, e che, per certi aspetti, ha potuto servir di modello anche ad epoche più recenti. È un carattere di codest'opera di riassumere in sé le ricerche dei secoli precedenti e perciò di riuscire, più che uno sforzo individuale, la sintesi d'un lavoro scientifico collettivo. L'autore ravvicina le spiegazioni diverse proposte da diversi ricercatori, e quelle di carat-

storica. Plutarco (*De audiendis poetis*, 8) ci dice che Aristotele sentiva acutamente i suoi mancamenti fisici: la calvizie, la pancia, gli occhi piccini, le gambe sottili e un certo difetto di pronunzia (cfr. anche Diog. L. V, 1; Eliano, *Var. hist.* III, 19). Per un greco, in ispecie, questi potevano divenire motivi gravi d'inferiorità. È lecito pensare che a un tal «complesso d'inferiorità» come si dice nel gergo d'oggi, unito alla malinconia scontrosa del malato di stomaco, egli si sforzasse di reagire affermando i valori del sapere. Di qui l'erudizione senza precedenti, la sicurezza ironica, la fredda competenza che dà pronta risposta in ogni campo con formule precise e definizioni esaurienti.

Le dispute delle scuole greche non si sono sempre tenute nei limiti di quella che chiameremmo noi l'educazione. La grande avventura del pensiero razionale si persegue in tono quando profetico e quando sbarazzino. Non mancano asserzioni perentorie, concioni piazzaiole, vanagloriosi proclami, e sin ai più amari argomenti *ad hominem*. Ma l'opera di Aristotele, almeno quella che conosciamo noi, porta una nota nuova e affatto personale. Si affaccia nella storia il *professore*. È l'uomo venuto a tutto sistemare. Con fare sbrigativo, egli tira fuori uno ad uno i suoi predecessori, li analizza, li smonta, li giudica e manda. *Solvuntur obiecta*. Quando ha finito non ci sono più problemi.

tere popolare appartenenti al senso comune, e cerca in generale di conciliarle con criterio eclettico, imprimendo loro il suggello della propria forma.

La conciliazione potrà magari essere superficiale, il senso comune prendere il disopra della critica più penetrante: ad ogni modo tutto riceve un posto preciso nell'ordine del sistema. Aristotele risponde così al còmpito che si è assunto come «professore», chiamato a dare ragione di tutto. La sua scienza soddisfa ad ogni modo alle tendenze mentali di coloro che aspirano piuttosto a classificare i resultati e i problemi che a scoprire e sciogliere le difficoltà più profonde. Del resto essa ha anche intrinsecamente più valore per quanto si riferisce alle discipline descrittive e classificatorie.

Le opere. — Il contenuto dell'opera aristotelica verrà qui brevemente indicato.

Lasciamo da parte i *Dialoghi,* scritti probabilmente durante la sua permanenza all'Accademia, i poemi e le lettere, di cui rimangono pochi frammenti, per descrivere i trattati scientifici che formano la quasi totalità delle opere a noi pervenute, restando da aggiungere il libro sulla costituzione ateniese recentemente recuperato, che faceva parte della grande raccolta sulle *Costituzioni.*

Come base dell'edificio si può ritenere l'*Organo,* trattato di Logica, che è rimasto a fondamento di tutti gli sviluppi posteriori su questo soggetto.

L'edificio stesso si svolge a partire dalla *filosofia prima* che indaga la teoria generale delle cause e delle essenze delle cose (Forma e Materia, Atto e Potenza ecc.) e che ha ricevuto il nome di *Metafisica.* Questo nome designa soltanto la errata posizione che fu attribuita al trattato nell'edizione delle opere aristoteliche di Andronico da Rodi: «i libri che vengono dopo la Fisica». In realtà, secondo l'ordine del sistema, la metafisica precede tutti gli sviluppi della scienza della natura, i quali sono contenuti nei seguenti trattati:

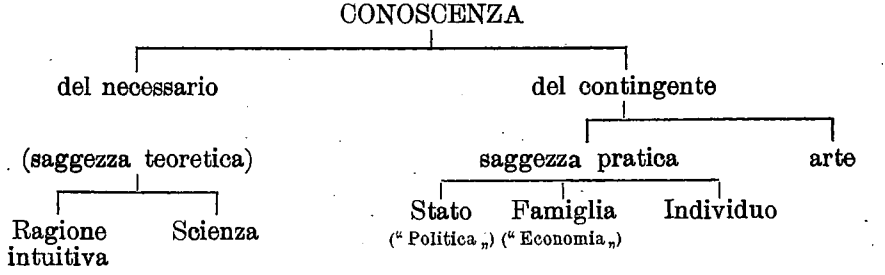
Physica
De Caelo
De Generatione et Corruptione
Meteorologia

Historia Animalium
De Partibus Animalium
De Generatione Animalium
(gli *Anatomica* sono perduti)

e nel *De Anima,* cui sono uniti i *Parva Naturalia.*

A questi trattati seguono: l'*Estetica,* che si divide in *Retorica* e *Poetica,* e infine l'*Etica* e la *Politica.*

Aggiungiamo che le opere d'Aristotele rispondono ad una classificazione dello scibile sulla quale non ci indugeremo, ma che si può riassumere nel seguente schema di Ross:



Logica. — La logica di Aristotele costituisce una sistemazione organica dell'arte del ragionamento: essa attinge da un lato alle riflessioni dei matematici intorno ai principî e all'ordine della loro disciplina, e d'altro lato alle discussioni dei sofisti, in particolare della scuola di Megara: è difficile misurare quale sia in confronto a questi predecessori il contributo proprio dell'autore. Ma è notevole il suo atteggiamento nei riguardi della dialettica platonica; la ricerca delle definizioni viene rimandata all'arte della persuasione, che mira soltanto al verosimile (*topica*), laddove l'ordinamento della vera scienza dimostrativa riceve un trattamento proprio nella cosidetta *analitica.*

L'autore prende come punto di partenza l'analisi delle forme verbali, cercando attraverso la struttura del linguaggio l'espressione dei modi generali del pensiero (*Categoriae* e *De Interpretatione*). Quindi — negli *Analytica Priora* — analizza e classifica i tipi elementari del ragionamento deduttivo, che vengono ricondotti agli schemi del *sillogismo;* in tal guisa si rende possibile

il controllo di una deduzione comunque complicata, decomponendola in successivi passaggi semplici.

La deduzione ha soltanto un valore relativo: per costruire la scienza non basta dedurre, occorre *dimostrare;* su che cosa si fonderà la dimostrazione? Rispondono a questo problema gli *Analytica Posteriora,* spiegando quale sia l'ordine di una scienza dimostrativa, sul modello delle matematiche. La dimostrazione fa capo ai principî della scienza, che si distinguono in:

1) *Termini* o definizioni,

2) Supposizioni d'esistenza delle cose designate dai termini,

3) Proposizioni immediate che occorre necessariamente conoscere per apprendere qualsiasi cosa, le quali (secondo i pitagorici) vengono chiamate *assiomi;* infine anche

4) *Ipotesi o postulati,* che si introducono necessariamente nell'insegnamento delle matematiche o anche nella discussione, domandando al discente di ammettere l'esistenza di qualche cosa di cui non abbia un'idea adeguata.

Questa classificazione dei principî è certo dei matematici dell'epoca, e si ritrova negli *Elementi* d'Euclide, dove la distinzione fra assiomi e postulati risulta meglio chiarita al lume del commento di Proclo (411-485 d. C.). Ma ciò che sembra appartenere in proprio ad Aristotele è la concezione che l'ordinamento della scienza dimostrativa risponda a qualcosa di necessario e di naturale: per dir così, i principî sono di diritto divino, e si debbono respingere le opinioni di due specie di avversari,[1]) i quali pretendono:

1) che non vi siano principî, e che la dimostrazione riesca impossibile, dando luogo ad un regresso all'infinito;

2) o, all'opposto, che il procedimento della dimostrazione sia affatto relativo, sicché i principî possano provarsi partendo dalle conclusioni, così come le conclusioni dai principî: ciò ch'egli dice dar luogo ad un circolo vizioso.

Non ci è dato sapere con sicurezza chi fossero i sostenitori di tali opinioni: abbiamo già accennato alla congettura che la seconda appartenga a Democrito. Comunque è interessante avvertire che il relativismo logico, più della veduta aristotelica, si

1) *An. Post.,* I, 3.

avvicina alle concezioni moderne; e che l'idea di giustificare le premesse ipotetiche di una teoria mediante la verifica sperimentale delle loro conseguenze, ha preso una grande importanza con lo sviluppo dell'astronomia e della fisica. Però in Aristotele la veduta dogmatica dell'ordine del sapere si accorda con quei motivi morali per cui in ogni campo egli tendeva a contrastare e a restringere il relativismo della speculazione anteriore.

Ideologia. — Il concetto della scienza dimostrativa suggerito dalle matematiche appare solo formalmente esteso alle discipline fisiche e naturalistiche. Anzitutto manca la possibilità d'una applicazione propria del pensiero matematico, poiché Aristotele nega che le qualità delle cose possano ricondursi a differenze quantitative secondo la grande veduta pitagorico-democritea.

Il matematico — dice Aristotele nella *Metafisica*[1]) — specula sull'astratto, privando le cose dei caratteri sensibili opposti che loro appartengono. Fra le cose e gli enti matematici c'è — per adoperare un paragone tipicamente aristotelico — la differenza che passa fra « curvo » e « camuso »:[2]) questo è un termine che implica la concavità soltanto se può riferirsi ad un naso; quello può definirsi senza riferimento ad alcuna realtà. Negata così la possibilità di applicazione delle matematiche, A. non fa nemmeno il tentativo di dedurre da principî universali la realtà degli oggetti o dei fenomeni individuali. Per lui una siffatta deduzione è a priori impossibile.

Infatti bisogna distinguere ciò che è o accade *per natura*, dai prodotti dell'arte che sono opere dell'*intelligenza* dell'uomo ed anche da ciò che tiene al *caso* e si svolge in un dominio indeterminato, restando per noi profondamente oscuro.[3])

Nella mente del filosofo questi sono tre ordini di realtà sovrapposti: di ciò che è opera dell'arbitrio umano si dà ragione coi fini che l'uomo si è proposto; e analogamente si fa per la natura — a cui si attribuiscono criteri molto umani — e quindi per le grandi classi di oggetti e di fatti che lasciano apparire una regola (sia pure turbata accidentalmente dallo spontaneo e dal fortuito).

Non v'è scienza che del generale. Questa veduta — che noi

[1]) Cfr. p. es. X, 3 (7). [2]) *Ibid.* V, 1 (4). [3]) *Phys.*, II, 5.

accogliamo nel senso che le cause semplici producono, per interferenza, complicazioni difficili a valutare — resta per Aristotele un limite teorico della spiegazione scientifica. Poiché questa si riduce ad assegnare le essenze delle cose, cioè a fissare i caratteri delle *Idee* (generi o specie) a cui appartengono, concepite come *cause finali* del loro sviluppo. Il determinismo non ha un valore assoluto: la legge del terzo escluso non si applica agli eventi particolari del futuro.[1])

Per intendere il concetto aristotelico convien riportarsi alla reazione di Socrate contro i naturalisti. Socrate chiedeva che ciò che esiste o avviene nel mondo si spieghi, non già mediante cause meccaniche, ma con l'idea del Meglio, presa in senso relativo all'uomo. Questa veduta è adottata da Platone in un senso più largo. L'intero sistema delle Idee, che costituisce il mondo intelligibile, fa capo all'idea del Bene: principio estetico di armonia universale, che supera di gran lunga la ristretta misura dell'utile umano.

In un primo significato codesto principio sta soltanto a limitare le possibilità del reale, subordinandole a leggi matematiche semplici. Ma tale concetto pitagorico vien già superato nel *Fedone* da una veduta più estesa per la quale si spiega, non soltanto l'essere, ma anche il divenire delle cose, e particolarmente di quelle che vivono, ravvisando nell'Idea, o tipo della specie, la norma dello sviluppo degli individui.

Finalismo. — Il principio teleologico così disegnato passa nella metafisica d'Aristotele, ove trova la sua più grandiosa espressione. Aristotele non si allontana dal concetto platonico del *Timeo* quando pensa la *natura* come causa (l'« Artefice ») che agisce sempre per un fine, e che d'altra parte deve tener conto d'una certa subordinata necessità meccanica.[2]) Questa *vis a tergo*, l'altra *vis a fronte*.

« La natura non fa nulla invano ».[3]) Si è sollevato il dubbio che la natura agisca senza scopo. Dicono taluni: non Giove fa piovere per nutrire e far crescere il grano, ma piove per legge necessaria, perché il vapore elevandosi si raffredda e condensa in acqua, che ricade sopra la Terra. E lo stesso dubbio investe

[1]) *De Interpr.* 9. [2]) *Phys.*, II, 8. [3]) *De Caelo*, II, 11.

anche gli organi del corpo vivo. Ma per cose prodotte a caso non si vede il costante adattamento ad un fine; non si vede, per esempio, che piova spesso in inverno: al contrario, soltanto per caso piove quando il sole è nella costellazione del Cane.[1])

Questo principio finalistico si palesa massimamente nella biologia, dove invero riceve applicazioni plausibili, ma viene portato come criterio sistematico anche nella fisica, e vedremo con qual risultato. Si intuisce una tragedia spirituale del pensatore, che per temperamento era disposto all'osservazione dei fatti e repugnava dall'astratto della dialettica. Tutto il suo sforzo non è riuscito a liberarlo dai quadri dell'ideologia platonica.

Il maestro aveva tentato di colmare l'abisso fra il mondo ideale e quello dei fenomeni, fra il Dio che « eternamente geometrizza » e le cose che divengono e scompaiono, con una teoria che era piuttosto un mito, in cui l'anima interveniva come « mediatrice ». Aristotele pensa di metter tutto a posto con una gerarchia di quattro ordini di cause: la *materia,* la *forma,* il *movente,* e primo in dignità il *fine.*[2]) Attraverso queste la materia passa dalla potenza all'atto. È dunque l'insieme di esse che dovremo conoscere, per possedere la scienza totale, il perché (διὰ τι) dell'oggetto. « La dialettica non basta ». Ma ancora meno soddisfacente è il suo schema, in quanto permette di spiegare tutto senza spiegar nulla. Invano egli critica l'Idea separata o astratta dalle cose in cui si realizza; pur dichiarata immanente alla realtà empirica, l'Idea figura sempre come un termine del discorso e perciò come un elemento distinto, o come una forza, che si sovrappone al fenomeno. Si lascia cadere l'ambizioso disegno d'un sistema deduttivo delle Idee — che adombrava il concetto proprio della razionalità della scienza — e si mette al suo posto la spiegazione verbale.

Infine, il compromesso che la filosofia aristotelica tenta fra l'ideologia platonica e il senso pratico dell'esperienza, riesce a questo resultato: che codesto razionalismo viene, per così dire, degradato in una metafisica del senso comune che si sovrappone

1) *Phys.*, II, 7, 198ª.

2) *Met.*, III, 2, 6. « Sia per esempio una casa. L'architetto con l'arte sua rappresenta il movente; il fine è l'opera da compiere; la materia sono le pietre e la calce, infine la forma specifica è la nozione razionale della casa ». Cfr. *Met.* V. 2; *Phys.*, II, 3; *De Gener. Anim.*, I, 1.

ad una fisica delle apparenze; del razionalismo non resta più che la cura del rigore logico formale. La mancanza di fantasia scientifica (sentimento della continuità delle leggi di natura) induce Aristotele a respingere le ipotesi dei suoi predecessori che oltrepassano l'apparente. Per esempio la Via Lattea — in cui già Democrito aveva riconosciuto un agglomerato di stelle — è per lui una massa di vapore, prodotta e infiammata dal moto del cielo. Ma in generale il filosofo non si appaga di dire che le cose sono come appaiono, bensì vuol giustificare che così *debbono* essere. Un esempio tipico è offerto dalla teoria dei quattro elementi, ch'ei riprende da Empedocle e dalla fisica popolare. Gli stati d'aggregazione della materia diventano specie materiali; ma si vuole giustificare a priori il numero degli elementi, deducendolo dalle possibili combinazioni delle due coppie di qualità opposte: caldo-freddo e secco-umido.

Ora, per chiarire il significato della scienza aristotelica, convien dire della distinzione fra « forma » e « materia », e che cosa porti nella fisica.

Fisica. — Aristotele distingue la *materia*, che è mera possibilità, dalla *forma* per cui è plasmata nella sua concretezza attuale. Come esempio caratteristico vale il bronzo d'una statua e l'idea dello scultore che in essa s'incarna.[1])

Ma per i prodotti dell'arte umana la forma è imposta dal di fuori, e resta dunque qualcosa d'accidentale. Che la natura d'un letto sia soltanto il legno di cui è fatto, si prova, secondo Antifonte, da ciò: che ove il letto sotterrato potesse germinare, non un altro letto, ma del legno si vedrebbe nascere.[2])

Invece nel mondo organico la forma s'identifica con la natura del vivente. Essa non solo è un contrassegno, un *proprio* (ἴδιον), nel senso logico-formale, ma è nello stesso tempo anche causa e tendenza al compimento della natura stessa: è un'*entelechia* della materia animata. Le varie forme di anima (vegetativa, animale, razionale), ridotte a facoltà, hanno ciascuna una entelechia; e una tale idea riconduce assai meglio che non le considerazioni sulla potenza e sull'atto, a una concezione dell'anima come principio immateriale, extranaturale. Qui rispunta l'intimo platonismo di

[1]) *Met.*, VI, 3 (2).

[2]) *Phys.*, II, 1 (13).

Aristotele, per cui il λόγος del costruttore contiene in sé il λόγος della casa.[1])

Anche nella fisica le cose naturali, che hanno in sé il principio del proprio moto, posseggono non solo una materia sì anche una forma, separabile dagli enti solo col pensiero e per i bisogni della definizione: in questo senso la natura è altresì fine e perché delle cose.

Il moto ha per Aristotele un significato più largo dell'ordinario: accanto al *moto locale* si considera anche il cambiamento di quantità o di qualità. Ma limitiamoci pure ai moti locali. Bisogna distinguere i *moti naturali* dai *violenti*, e fra i primi i *moti rettilinei* che vediamo intorno a noi (la caduta dei gravi, il salire in alto delle cose leggere), e quelli *circolari*, che si osservano nei corpi celesti. Aristotele — come ha rotto la continuità dei fenomeni distinguendo il naturale dell'accidentale — rompe anche l'unità del mondo, già concepita dai fisici suoi predecessori col distinguere: il *mondo sublunare* in cui le cose si corrompono e periscono, e il *mondo etereo* dei cieli stellati, dove regna l'ordine e la perfezione delle Idee platoniche.

Questo ritorno alla concezione pitagorica non deve essere considerato come puro regresso. È giusto scorgervi il riconoscimento che il mondo è più grande di quanto l'avesse immaginato la fantasia dei precedenti ricercatori, e che i fenomeni meteorologici non si confondono con quelli propriamente astronomici. Tuttavia i motivi che agiscono sulla mente del filosofo non cessano di rivelarne alcuni aspetti interessanti. Anzitutto il senso comune tende a restituire alla Terra il posto privilegiato che la relatività geometrica le toglieva — almeno virtualmente — nel concetto dei precedenti naturalisti. E poi c'è il rispetto delle apparenze: le osservazioni del cielo, che presso Egizii e Babilonesi risalgono a molti secoli, non hanno mai svelato alcuna variazione sensibile.[2]) Come mai, in tanto tempo, gli uomini non se ne sarebbero accorti?

Ma, assumendo come fatto la regolarità e l'eternità dei moti di rivoluzione dei cieli, Aristotele vuole indicarne la causa. Il moto esige un *primo motore immobile* che lo muove, alla stessa maniera che « l'amato è mosso da colui che ama ».

[1]) *De part. anim.*, II, 1, pag. 646.

[2]) *De Caelo*, II, 12 (1).

Qui siamo nella teologia, e platonica per giunta. La metafisica del senso comune appare invece dove si spiega il moto dei gravi e dei leggeri, nel mondo sublunare. I gravi cadono verso il basso, che è propriamente il centro della Terra rotonda; i leggeri (come il fuoco) tendono all'alto, cioè alla superficie terminale della sfera del mondo; in mezzo resta l'aria. Tutti i corpi tendono al loro *luogo naturale:* in *potenza* ogni grave starebbe in basso; se non vi si trova perché comunque impedito da un ostacolo, basta che questo sia rimosso perché tenda a trasportarvisi: così la sua forma o qualità essenziale (l'appartenenza ad un dato luogo) passa dalla potenza all'*atto*. E questa è la ragione o il perché del moto.

La sua causa efficiente risiede d'altronde nei moti dei cieli. La rotazione uniforme del primo mobile non basterebbe a spiegare il divenire del mondo sublunare. «Un moto unico di tutto il cielo esigerebbe una relazione identica degli elementi dei corpi fra loro». Supponiamo che il Sole e la Luna fossero portati soltanto dal cielo delle stelle fisse: «se il Sole si trovasse nel Cancro, avremmo un'estate perpetua; se nel Capricorno, un inverno perpetuo»;[1]) cioè non avremmo l'alternarsi del freddo e del caldo, che è la vera causa della generazione e della corruzione. Così Aristotele ha risolto a modo suo il grande problema di ricondurre tutti i fenomeni a combinazioni di moti circolari e uniformi.

Per quanto riguarda i moti violenti (dei corpi lanciati) Aristotele, per essere conseguente al suo concetto della materia, ha dovuto escogitare una bizzarra teoria. È chiaro che colui che lancia il proiettile gli comunica una certa velocità. Ma, come mai questa può mantenersi per un certo tempo? La causa del moto persistente non può trovarsi nella materia stessa (che — si è già detto — non saprebbe realizzare le sue possibilità senza una forma sovrapposta) e nemmeno può essere nel proiciente, che ha perduto ormai ogni contatto col mobile; dunque deve trovarsi nel mezzo in cui questo si muove. Così Aristotele immagina che la scossa del lancio si propaghi all'aria ambiente, la quale poi sospinga in avanti il proietto.

Forse qualche vaga analogia può aver soccorso tale immagi-

[1]) Simplicio in *De Caelo*, II, 3.

nazione (per esempio la polvere sollevata da un veicolo sembra inseguirlo); ma più certamente si deve scorgervi una necessità logica del sistema: il filosofo è rimasto prigioniero delle proprie formule. Comunque, discende di qui l'impossibilità del moto nel vuoto, che l'autore espone lungamente, combattendo l'ipotesi ed i principî opposti: il vuoto infinito di Leucippo e di Democrito.

La polemica[1]) offre un esempio tipico della mentalità aristotelica. Aristotele osserva acutamente che il vuoto altro non è che il luogo astratto dal corpo: astrazione priva di senso. In forma moderna questa è la critica che i relativisti fanno allo spazio assoluto, cui dovrebbe riferirsi il moto. Ma qui la conseguenza relativistica è evitata coll'ipotesi d'un mondo finito sferico, in cui la terra — come si è detto — ha il suo posto naturale al centro e il fuoco verso la superficie limite. Anche la critica che Aristotele rivolge alla refutazione di Anassagora è perfettamente giusta: Anassagora coll'esperienza dell'otre pieno d'aria, dimostra solo che l'aria è qualche cosa, non che non ci sia vuoto.

Ma ecco degli argomenti più sottili. Gli atomisti han sostenuto che senza vuoto non sia possibile il moto (o più propriamente che non possa definirsi ciò che noi diciamo moto assoluto). Aristotele vuol mostrare al contrario che — nell'ipotesi del vuoto infinito — il moto non è possibile. Infatti, nel vuoto infinito non c'è né su né giù, né direzione privilegiata; perché dunque il moto (d'un corpo) dovrebbe farsi piuttosto in una direzione che in un'altra?: non potendo muoversi in versi differenti od opposti, necessariamente sta fermo. Qui si richiama l'argomento di simmetria per la stabilità della Terra, che vedemmo già introdotto da Anassimandro: lo stesso argomento che Aristotele aveva preso a dileggio col paragone dell'uomo affamato ed assetato, che muore di fame e di sete circondato di cibi e bevande. Ma quale abuso del principio di ragion sufficiente!

La dimostrazione che si potrebbe dire per continuità dai mezzi rarefatti, non ha maggior valore. Il moto d'un corpo è ostacolato dalla resistenza del mezzo; ciò importa che la velocità debba essere inversamente proporzionale alla densità del mezzo; nel vuoto dunque la velocità diverrebbe infinita.

[1]) *Phys.*, IV, 6-9.

Finalmente è notevole che in questa polemica antidemocritea venga ritenuto come riduzione all'assurdo dell'ipotesi avversaria l'andare all'infinito del moto (cioè il principio d'inerzia che Democrito stesso doveva avere riconosciuto): « Inoltre, nessuno potrebbe giustificare perché un corpo, una volta messo in moto, dovrebbe fermarsi in qualche parte, piuttosto qua che là. Quindi deve o restare in riposo o conservare indefinitamente il suo moto nello spazio, finché non gli si opponga una forza maggiore ». [1])

Da tutto quanto precede appare quanto sia illusorio il sistema di spiegazione adottato da Aristotele nella Fisica. Vien fatto qualche volta di pensare a quell'antica ricetta per fare un cannone: «Si comincia col prendere un foro....» — Forse lo Stagirita ha peccato di superbia, credendo troppo presto di esser giunto in fondo alle cose. Fors'anche — chi sa — non si è fatto illusione sulla portata delle sue teorie: ma gli è bastato che la sua macchina dialettica funzionasse bene, e trascinasse all'assenso i discepoli. Non era già molto che in essa si potesse esemplificare, in un modo qualunque, l'armonia universale che la filosofia ha per missione suprema di contemplare?

Biologia. — L'attaccamento all'osservazione sensibile e il rispetto ai fatti in contrasto con lo spirito delle costruzioni a priori, danno miglior frutto nella Biologia. Qui anche l'intuizione finalistica trova un impiego più utile.

Infatti la disposizione anatomica degli organi, non meno che i fenomeni fisiologici, appaiono rivolti allo scopo ben definito della conservazione e dello sviluppo della vita. Non si può contestare che « la natura accorda sempre ciascun organo, o solo o più sviluppato, a quegli animali che se ne possono servire, come le zanne, i denti, le corna, gli sproni e tutte le altre parti che servono per la salvezza o per la lotta », [2]) o che gli animali reagiscono in generale agli stimoli nel senso della loro utilità organica.

Vero è che Empedocle aveva tentato di spiegare gli scopi della vita come apparenza resultante da un principio di selezione naturale; ma questo tentativo ingegnoso era ben lungi dallo scio-

[1]) *Phys.*, IV, 8 (215, 19). [2]) *De part. anim.*, IV, 8.

gliere tutte le difficoltà del problema. Ritornando all'intuizione spontanea e popolare, che assume lo scopo stesso come un'intelligenza o una volontà formativa analoga alla nostra, Aristotele soddisfaceva, non solo alle tendenze metafisiche del proprio sistema, sì anche ad esigenze scientifiche positive che si erano imposte perfino allo spirito di Democrito.

Quando si tratta di prevedere l'esistenza o la correlazione di certi organi, ovvero l'effetto di stimoli non ancora sperimentati, la veduta dell'utile o del danno che può venirne all'organismo porge di regola la risposta. Ci sono dunque delle conoscenze di fatto che dipendono da tale veduta e le conferiscono un valore positivo. In questo senso il concetto del fine organico aveva potuto trovar posto nel vitalismo democriteo, come espressione e resultato dell'armonia della vita, dove pure secondo il filosofo, debbono agire in ultima analisi soltanto profonde cause meccaniche.

Non pertanto c'è fra Aristotele e Democrito un'antitesi radicale onde le due filosofie si contrappongono nella storia. Per Democrito il fine resta necessariamente un problema, per Aristotele è invece principio di spiegazione. Poiché si è detto che egli scioglie il nodo della difficoltà facendo agire, accanto e sopra alle cause meccaniche, le cause finali. « Lasciarle completamente da parte sarebbe lo stesso che spiegare la puntura fatta ad un idropico con il semplice foro della lancetta, escludendo la volontà di guarire del medico ». [1]) Onde Aristotele si lagna esplicitamente che Democrito abbia sempre omesso di dare la « ragion per cui », il τὸ οὗ ἕνεκα. [1])

La differenza caratteristica fra i due filosofi si può scorgere per esempio nel problema dei mostri. Democrito cerca di spiegarne la formazione mediante l'incontro di due emissioni d'umor seminale, immaginando che le parti di questi si sviluppino insieme e si mescolino fra loro. Aristotele invece considera i mostri come aberrazioni delle leggi naturali: le cause meccaniche inerenti alla materia prendono il disopra sulla forma che l'animale è chiamato a realizzare; ma le condizioni difettose dei mostri valgono come controprova a indicare che la natura normale

[1]) *De gener. anim.*, V, 8 (101).

procede secondo il fine più intelligente e che « non fa nulla invano ». [1])

Il capolavoro d'Aristotele nel campo della biologia è la sua classificazione sistematica dei viventi in una gerarchia di forme. Le specie vengono ordinate secondo una serie di gradi; però serie statica, in cui le specie stesse restano immobili: si esclude ogni passaggio dall'una all'altra. Ma dei caratteri e del significato di codesta sistematica, alla quale Aristotele sembra aver portato un contributo personale, parleremo in un capitolo speciale di questo libro. Qui si è voluto soltanto definire il significato generale dell'enciclopedia aristotelica.

VEDUTA STORICA DELLA SCIENZA. — Tuttavia, prima di chiudere il nostro rapido cenno sopra Aristotele, vogliamo rilevare la sua concezione storica della scienza. Platone aveva già compreso e drammatizzato il conflitto delle idee filosofiche, ma Aristotele è il primo che, sul terreno positivo della scienza, raccoglie i contributi dei suoi predecessori e ne compara le opinioni, cercando di presentare le proprie come il risultato di tutta la evoluzione storica delle idee precedenti. Se anche la composizione degli argomenti opposti non è fatta sempre secondo una veduta più alta, limitandosi ad un compromesso eclettico, rimane ad Aristotele il merito di avere riconosciuto negli sforzi successivi dei ricercatori tanti aspetti parziali di una verità superiore, che deve resultare dalla loro solidarietà storica.

Scolari di Aristotele furono da lui incitati a raccogliere e ordinare gli acquisti delle diverse discipline scientifiche: così Teofrasto scrisse le *Opinioni dei fisici* ed Eudemo la storia delle matematiche. Questi lavori furono il fondamento delle raccolte di « opinioni degli antichi » trasmesseci in una forma sempre più misera dai cosidetti dossografi; le quali costituiscono spesso la sola fonte a cui possiamo attingere notizie sopra la scienza greca.

Di questa scienza, che si esprime in alcuni trattati classici dell'epoca immediatamente successiva, vengono così trasmessi — attraverso la decadenza del pensiero fino alla Rinascita moderna — anche i primi semi: i quali hanno potuto dare più ricchi germogli nel nuovo terreno di cultura.

[1]) *Phys.*, II, 8 (199 a 12). Cfr. Le teorie di Aristotele sull'eredità, al Cap. XVI.

Il liceo: Teofrasto e Stratone. — Abbiam detto come Aristotele, in un momento di pubblico disfavore e di riscossa antimacedone dopo la morte d'Alessandro, lasciasse Atene per sfuggire ad un'accusa d'empietà. Prima di partire scelse tra i suoi discepoli il successore nella direzione del Liceo, indicando Eudemo di Rodi e Teofrasto di Ereso nell'isola di Lesbo, e preferendo quest'ultimo: « Il vino di Rodi e quello di Lesbo sono entrambi eccellenti, ma questo ha più fragranza ».

Di fatto Teofrasto rimase scolarca dal 322 al 287 morendo, dicesi, ad 85 anni. Ed allora gli successe Stratone di Lampsaco, che aveva vissuto ad Alessandria alla corte del primo Tolomeo: il quale tenne l'ufficio fino al 269.

Questi che abbiamo nominato, insieme ad Aristosseno il musico e a Dicearco il geografo, sono i più eminenti discepoli della scuola peripatetica. In epoca posteriore meritano speciale ricordo: Andronico da Rodi (circa 70 a. C.) che ha riordinato gli scritti d'Aristotele; e poi i commentatori: Alessandro d'Afrodisia, nel III secolo dell'e. v., Giovanni Filopono e Simplicio nel VI secolo.

Il Liceo ha certo esercitato grande influenza come centro organizzatore degli studi scientifici e storici e dell'insegnamento; in confronto dell'Accademia esso doveva sottomettere gli allievi ad un più stretto ordine di lezioni, dando l'esposizione dogmatica delle diverse discipline: è quanto di più somigliante offre il mondo antico alle Università moderne. Servì anche di modello all'istituto scientifico che si fondò ad Alessandria. Il legame tra le due scuole fu costituito da Demetrio del Falero, scolaro di Teofrasto, che qui venne ricevuto, essendo stato espulso da Atene; e poi da Stratone, chiamato ad istruire l'erede del trono, Tolomeo Filadelfo, il futuro patrono del *Museo*. Si imitarono nel nuovo centro la biblioteca (di cui vuolsi anzi che il primo nucleo fosse formato dalla libreria d'Aristotele), le collezioni e il sistema organizzato per cui gli sforzi dei ricercatori si aiutano e si completano a vicenda.

In confronto all'opera organizzativa degli studi, assai meno importante appare l'influenza delle idee scientifiche proprie d'Aristotele sui contemporanei e prossimi successori: in particolare

sui grandi scienziati dell'epoca ellenistica.[1]) Intorno a ciò i moderni soggiacciono talvolta ad un'illusione ottica, resultante dal posto che Aristotele ha assunto per noi, traverso il Medio Evo.

È vero che i discepoli del Liceo prendono per base le dottrine del Maestro; ma già Teofrasto se ne discosta per quel che concerne la fisica. Pur non possedendo sufficiente vigore per svincolarsi dalle strette del sistema, move obiezioni al finalismo:

« Sono in gran numero le cose che non obbediscono a una tendenza finale e non accolgono in se stesse il bene; anzi costituiscono la maggioranza. Perché c'è poco di animato, mentre sono innumerevoli gli oggetti inanimati; ed anche negli esseri animati il migliore è piccolissimo. »[2])

Teofrasto ritocca la teoria degli elementi, escludendo da questi il « fuoco » e critica la dottrina del moto e del luogo: forse lo spazio non è altra cosa che « l'ordine e la posizione delle cose secondo la loro natura e le loro proprietà ». Solo l'opera di Teofrasto botanico (cfr. Cap. XVII) continua veramente quella del Maestro nelle scienze naturali.

Più radicalmente Stratone si allontana da Aristotele, avvicinandosi a Democrito. Benché dicesse che la teoria atomica che riduce la sostanza a pura estensione è un «sogno», fa ad essa concessioni assai larghe, cercando di restare nei limiti delle prove sperimentali. Rifiuta le cause finali attenendosi alla causalità meccanica o — com'egli dice — alla *fortuna*. Non ci sono *luoghi naturali*, né tendenza dei leggeri verso l'alto; tutti i corpi sono soggetti alla legge del peso, e i più leggeri vanno in alto per la spinta dell'aria. Accetta anche la struttura corpuscolare della materia, mantenendo però le differenze qualitative dei corpuscoli: in un senso che sembra accostarsi alla concezione degli elementi chimici, presso qualche moderno dopo Boyle.

Quanto al vuoto, Stratone ammette che possa trovarsi dentro la materia e solo accidentalmente di fuori. Nell'uso ch'ei fa di quest'ipotesi (per la propagazione della luce o dell'attrazione magnetica) il Gomperz crede di ravvisare una certa analogia coll'ipotesi dell'etere presso i fisici moderni; qui conviene ricordare

[1]) Per esempio, rileviamo più avanti (Cap. XIX) che Euclide dà ai suoi principî il nome di *Nozioni comuni* o *generali*, preso da Democrito, anziché usare il termine pitagorico di *assiomi*, adottato nella logica di Aristotele.

[2]) Usener, *Analecta Theophrastea*, X, Lipsia, 1850.

che, già nel pensiero di Democrito, « il niente è qualche cosa come l'ente ».

Che i discepoli immediati d'Aristotele si allontanino dalle sue concezioni, in ispecie nel campo della fisica, per volgersi alla scienza democritea, e che bisogni aspettare cinquecent'anni fino ad Alessandro d'Afrodisia, per trovare chi studi quel sistema fisico come interessante in sé, viene rilevato con meraviglia dal Duhem.[1]) E l'eminente neoscolastico che ne fa l'apologia, non s'accorge che questo vale come giudizio storico dell'opera d'Aristotele in questo campo: la quale ha potuto assumere una propria importanza scientifica soltanto in epoca di decadenza.

[1]) *Op. c.*, f. I, pag. 243.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Per il testo di ARISTOTELE v. quanto si è detto nel capitolo sulle *Fonti*. Un elenco delle sue opere, coi risultati dell'ultima critica, in O. HOWALD, *Die Schriftenverzeichnisse des Aristoteles und Theophrast*, nel t. 55 di *Hermes*, 204-221, 1920.

Esistono moltissime traduzioni di opere d'Aristotele in varie lingue. Le più antiche sono in latino; ricordiamo per es. quella pubblicata a Venezia dallo ZABARELLA verso la fine del Cinquecento. Fra le più recenti in italiano basterà citare nella collezione Laterza:

Elenchi sofistici, a cura di E. NOBILE, 1923.

La Metafisica, traduzione e commento di A. CARLINI, 1928.

V'è anche una traduzione del *De Anima* di G. B. BARCO (Torino, Loescher, 1879).

Da segnalare come eccellente, per la sua chiarezza, la traduzione libera di G. VAILATI del primo libro della *Metafisica*, Lanciano, Carabba, 1911.

Per la fisica e le scienze naturali esistono tuttavia traduzioni francesi del BARTHÉLEMY ST. HILAIRE: ma sono « des belles infidèles ». Invece sono ottime le traduzioni inglesi pubblicate dalla Oxford Press a cura di J. A. SMITH e W. D. Ross. Per la *Fisica* (non ancora apparsa nella collez. di Oxford) ricordiamo pure la trad. tedesca del PRANTL, 1854, e quella francese (II libro) di HAMELIN, 1907. È ormai quasi completa quella del CARTERON (Parigi, Belles Lettres).

La letteratura aristotelica è sconfinata. Basti dire che nel catalogo del British Museum sono dedicate ad A. ben 110 colonne. Fra tanto loglio è difficile ritrovare il grano.

Fra i lavori d'orientamento generale su Aristotele (oltre alle principali storie della filosofia greca) citeremo:

E. BOUTROUX, *Aristote*, articolo della *Grande Encyclopédie* (1886), riprodotto in E. B., *Etudes d'histoire de la Philosophie*, 3ª ed., Parigi, 1908.

G. H. LEWES, *Aristotle, a chapter from the history of science*, Londra, 1864.

G. GROTE, *Aristotle*, Londra, 1872.

H. Siebeck, *Aristoteles*, 2ª ed., Stuttgart, 1902, trad. it. Codignola, Sandron, Palermo, 1912.

O. Hamelin, *Le système d'Aristote*, Parigi, 1920.

W. D. Ross, *Aristotle*, Oxford, 1923. Trad. franc. ed. Payot, Parigi, 1930.

W. Jaeger, *Aristoteles: Grundlegung einer Geschichte seiner Entwicklung*, Berlino, 1923.

A. Chiappelli, *Aristotele* nell' Enciclopedia Italiana, 1930, (con bibliografia di G. Calogero).

Sulla logica:

Prantl, *Geschichte der Logik*, T. I., Lipsia, 1855.

F. Enriques, *Il concetto della logica dimostrativa secondo Aristotele* in *Rivista di Fil.*, 1918. V. anche *Per la storia della Logica*, Cap. I, 24, 3-6.

Sul concetto della materia e in generale sulla fisica citiamo:

Cl. Baeumker, *Das Problem der Materie in der griechischen Philosophie*, Münster, 1890.

A. Rivaud, *Les problèmes du devenir et la notion de la matière dans la philosophie grecque, depuis les origines jusqu'à Théophraste*, Parigi, 1905.

K. Lasswitz, *Geschichte der Atomistik*, op. c., Cap. VI.

A. Mieli, *Pagine di storia della Chimica*, Roma, 1922. (Nelle prime 90 pagine è tracciata in generale la storia del problema della materia. Nuoce a questo lavoro di avere preso come criterio di valutazione i preconcetti antiatomistici di W. Ostwald).

O. Gilbert, *Die meteorologischen Theorien des griechischen Altertums*, Lipsia, 1907.

H. Carteron, *La notion de force dans le système d'Aristote*, Parigi, 1924.

A. Mansion, *Introduction à la physique aristotélicienne*, Lovanio, 1913.

E. v. Lippmann, *Chemisches und alchemisches aus Aristoteles*, in *Abh. u. Vortr.* 2,64.

P. Duhem, *Le système du monde*, Cap. IV, *La Physique d'Aristote:* T. I., Parigi, 1913, pagg. 130-241. (La più perfetta esposizione apologetica del sistema).

Per le scienze naturali cfr. le indicazioni bibliografiche del Cap. XVI.

XII.

SVILUPPO DELLE SCIENZE PARTICOLARI LE MATEMATICHE

Specializzazione delle scienze. — Nei primi due secoli (IV e V a. C.) del pensiero greco, è difficile distinguere la scienza dalla filosofia. Il vero interesse dei pensatori tende sempre allo scopo filosofico di una spiegazione universale; sembra ovvio che, quando si sia scoperta la natura e l'origine delle cose, ogni questione particolare debba esserne senz'altro chiarita, e per contro, ogni volta che il pensiero si ferma ad osservare qualche oggetto particolare, e ne scopre un aspetto nuovo, è portato ad estendere per analogia l'idea che se ne fa, riuscendo così ad una teoria universale. In tal modo l'acqua, il vento, il fuoco sono divenuti per gli ionici natura e principio di tutte le cose. E la scoperta dei rapporti numerici che corrispondono all'armonia dei suoni ha suggerito ai pitagorici l'idea di una spiegazione matematica del mondo.

Frattanto però l'attenzione portata su alcuni ordini di conoscenze sveglia l'interesse per problemi determinati, in cui si ravvisa l'inizio delle scienze particolari. Così lo studio delle proprietà dei numeri dà sviluppo a un'*aritmetica* teorica, distinta dalla *logistica*, o arte del calcolo: e la contemplazione delle figure conduce alla *geometria*. Anche la concezione generale del sistema del mondo dà luogo a questioni che riescono in una certa misura indipendenti dalla visione universale del filosofo: tali per esempio il problema della forma della Terra, o della distanza degli

astri, o dei moti dei pianeti. A grado a grado si comincia a capire che, indipendentemente dalle ipotesi generali, vi sono questioni di fatto, che possono essere studiate con metodi di ricerca definiti, per esempio con misure geometriche e con l'aiuto di speciali strumenti.

Mentre da una parte si svolgono, acquistando una relativa indipendenza, le *matematiche* e l'*astronomia*, si assiste anche all'inizio della *medicina* scientifica, e quindi della *fisiologia*. La tradizione medica era a quell'epoca conservata nei templi, particolarmente in quelli di Esculapio. Non sorprende quindi il posto dato ai medici nella comunità religiosa fondata da Pitagora. Ma lo spirito d'indagine razionale che appartiene alla scuola doveva naturalmente esercitarsi anche in questo campo di studi. L'interesse per le questioni fisiologiche suscitato da Alcmeone si ritrova quindi presso i filosofi successivi, da Parmenide a Empedocle e a Democrito; frattanto però la medicina si costituisce come disciplina scientifica autonoma nelle scuole di Cnido e di Coo.

La specializzazione delle scienze, cominciata poco prima, si va sempre più disegnando nel IV secolo, nel quale anche lo studio delle forme e della vita degli animali e delle piante assorge, per opera di Aristotele e della sua scuola, a corpo di dottrina scientifica, indipendente dagli scopi medici.

Tutto questo movimento scientifico, che nel IV secolo rimane sempre in qualche rapporto coi circoli filosofici, prepara la differenziazione più netta delle scienze particolari, che caratterizzerà l'epoca ellenistica: quando la filosofia, perduto ormai ogni interesse speculativo, si restringe al compito di insegnare all'uomo un ideale di vita.

GL'INIZI DELLA GEOMETRIA SUPERIORE. — Abbiamo veduto che la scuola pitagorica ha sviluppato rapidamente, in poco più di un secolo, il corpo delle dottrine che Ippocrate di Chio raccoglieva nel primo trattato che si sia scritto sugli Elementi della Geometria. Ciò avveniva intorno al 450 a. C. o poco dopo. Qui appaiono conosciute, in sostanza, tutte le proprietà fondamentali che si trovano nei sei libri planimetrici dell'Euclide (cfr. cap. XVIII) e che ancor oggi costituiscono la Geometria elementare del piano. Ma assai diverso doveva essere l'ordine dell'esposizione; è dif-

ficile che esso potesse soddisfare alle esigenze del rigore logico, soprattutto per ciò che concerne la teoria dei rapporti incommensurabili, che sembra essere stata sistemata soltanto più tardi.

Frattanto la stessa considerazione delle figure più elementari suggeriva nuovi problemi, la cui risoluzione richiede necessariamente metodi superiori. Tali sono i problemi famosi della *duplicazione del cubo* e della *trisezione dell'angolo*, e, il più celebre di tutti, la *quadratura del cerchio*.

Narra un alessandrino che vuol farsi passare per Eratostene, in una lettera a Tolomeo Evergete, che nella tragedia di un antico poeta, Minosse chiede di raddoppiare il sepolcro che doveva accogliere Glauco, e che era un cubo di cento piedi di lato; perciò egli credeva doversi raddoppiare semplicemente il lato. Più tardi i Delii spinti dall'oracolo a raddoppiare l'ara di Apollo, s'incontrarono nella stessa difficoltà. Quest'ultimo racconto si ritrova veramente in un passo autentico del *Platonico* di Eratostene:[1])

«Quando il dio annunziò ai Delii per mezzo dell'oracolo che se volevano liberarsi dalla peste, dovevano costruire un altare che fosse doppio di quello esistente, i loro artefici vennero in grande perplessità, non sapendo trovare il modo di costruire un solido doppio di un altro simile. Andarono quindi a chieder consiglio a Platone; e questi rispose spiegando il significato dell'oracolo: non già che il dio volesse un altare due volte più grande, ma che, indicando ai Greci un tale còmpito, voleva far loro vergogna della loro ignoranza delle matematiche e del loro disprezzo per la geometria.» Si vuole, aggiunge lo scoliaste, che Platone suggerisse loro di rivolgersi a Eudosso ed Elicone.

Da questa leggenda in cui rivivono le origini rituali della geometria, è venuto al problema della duplicazione del cubo il nome di problema di Delo. In ogni caso le leggende testimoniano della celebrità presto acquisita da un problema che si affaccia come analogo alla duplicazione del quadrato, ma non può essere risolto, come questo, col semplice uso della riga e del compasso.

Ippocrate di Chio riportò la difficoltà dallo spazio al piano riconducendo la ricerca della duplicazione, o in generale della moltiplicazione del cubo, all'inserzione di due medie proporzionali

[1]) Teone Smirneo, p. 2, 3-12.

fra due segmenti a e b: se infatti si trovino due segmenti x e y per modo che

$$a : x = x : y = y : b,$$

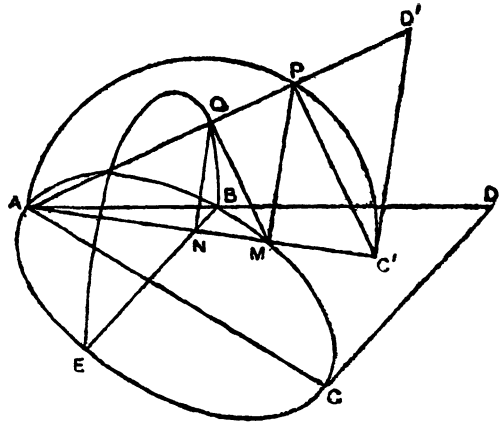
resulta

$$a : b = a^3 : x^3 \quad \text{cioè} \quad x^3 = a^2 b;$$

in particolare prendendo $b = 2\ a$,

$$x^3 = 2\ a^3$$

Con ciò il problema è soltanto trasformato e niente affatto ri-



Costruzione di Archita.

soluto. Riuscì a risolverlo effettivamente Archita di Taranto, il grande pitagorico che si dice essere stato maestro di Platone. Ma la soluzione introduce le intersezioni di tre superficie ausiliarie di rivoluzione: un cilindro, un cono retto, e un toro (superficie generata dalla rotazione di un cerchio attorno a un asse che non passi per il cerchio).

Il toro sarà in questo caso di diametro interno uguale a zero, cioè l'asse di rotazione sarà tangente al cerchio. L'intersezione del cilindro e del toro darà, dice Archita, una certa curva (effettivamente una curva di doppia curvatura) e il punto ricercato è quello in cui il cono incontra la curva.

Nel linguaggio della nostra geometria analitica: poniamo $AC = a$, $AB = b$ come le due lunghezze fra cui vanno trovate le medie propor-

zionali; sia AC l'asse delle x, una normale ad AC per A nel piano ABC l'asse delle y, e una retta parallela a PM e passante per A l'asse delle z. Allora P è determinato dalla intersezione delle superficie

$$(1) \quad x^2 + y^2 + z^2 = \frac{a^2}{b^2} x^2 \qquad \text{(cono)}$$

$$(2) \quad x^2 + y^2 = ax \qquad \text{(cilindro)}$$

$$(3) \quad x^2 + y^2 + z^2 = a\sqrt{x^2 + y^2} \qquad \text{(toro)}$$

Dalle prime due equazioni ricaviamo:

$$x^2 + y^2 + z^2 = (x^2 + y^2)^2 / b^2$$

e da questa e dalla (3)

$$\frac{a}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} = \frac{\sqrt{x^2 + y^2 + x^2}}{\sqrt{x^2 + y^2}} = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{b}$$

cioè

$$AC : AP = AP : AM = AM : AB$$

da cui

$$AC : AB = (AM : AB)^3$$

il che significa che il cubo di lato AM sta al cubo di lato AB come AC sta ad AB.

Prendiamo ora il caso particolare $AC = 2\,AB$: allora $AM^3 = 2\,AB^3$, e così avremo raddoppiato il cubo. [1])

Vedremo più avanti come gli studi di Archita sulle curve risultanti dalla intersezione di solidi abbiano posto il suo allievo Eudosso sulla via che doveva condurlo al suo grande sistema astronomico.

Anche per la trisezione dell'angolo, non riuscendosi a risolvere il problema con retta e circolo, si ricorse presto ad altre curve, e specialmente a quella che, per essere stata adoperata più tardi a quadrare il circolo, ha ricevuto il nome di *quadratrice*. Scopritore della curva sembra sia Ippia d'Elide, il sofista, che appunto per mezzo di essa sarebbe riuscito per la prima volta alla divisione dell'angolo.

I problemi anzidetti rimasero in Grecia esempio di difficoltà quasi insolubile, donde l'epigramma di Eratostene:

«Non tentate di fare la difficile operazione dei cilindri di Archita, o di tagliare i coni nelle triadi di Menecmo, o di tracciare quelle linee curve che sono descritte dal divino Eudosso».

[1]) Cfr. Heath, *History of Greek Math.* I, 248.

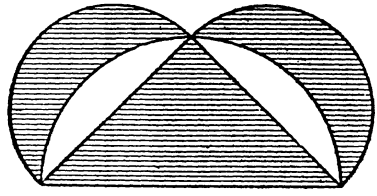
Ma i due problemi di terzo grado (duplicazione del cubo e trisezione dell'angolo) hanno anche dato la spinta a metodi generali, che fruttarono più larghi sviluppi della geometria nell'epoca alessandrina. Menzioneremo anzitutto i *problemi d'inserzione*, dove si tratta di costruire una retta che passi per un punto dato, e su cui due linee date (p. es. rette e circoli) intercettino un segmento di lunghezza data: la soluzione di un tale problema, che appare evidente dal punto di vista meccanico, veniva generalmente postulata dai geometri greci; soltanto nel secolo successivo Apollonio cercherà di ottenerla per quanto è possibile con l'uso della riga e del compasso, mentre Nicomede la farà dipendere dalla curva (la «concoide») che porta il suo nome.

Più importante per il progresso della geometria è la soluzione dei problemi di terzo grado per mezzo delle *coniche*. La ricerca delle due medie proporzionali fra due grandezze date fu ricondotta appunto all'intersezione di due coniche da Menecmo, discepolo di Eudosso, che fu pure in relazione con l'accademia platonica. Sembra anzi che in questa occasione Menecmo abbia scoperto che certi luoghi geometrici, definiti nel piano ($y^2 = px$; $xy = K$) si possono ottenere come sezioni del cono. Si considerava allora esclusivamente il cono (circolare retto) generato dalla rotazione di un triangolo rettangolo attorno ad uno dei cateti; quando l'angolo al vertice del cono è retto si riconosce facilmente che la sezione di esso con un piano perpendicolare ad una generatrice è appunto la curva $y^2 = px$ (parabola). Di qui — secondo la supposizione dello Zeuthen — i geometri dovettero essere condotti a riconoscere che analogamente altri luoghi piani, corrispondenti alle equazioni più generali $y^2 = px \pm x^2$ (cioè le ellissi e le iperbole) si ottengono come sezioni del cono retto acutangolo od ottusangolo, sempre con piani perpendicolari ad una generatrice. Queste tre specie di coniche formarono più tardi oggetto di studio da parte di Aristeo (contemporaneo più vecchio d'Euclide) nei « luoghi solidi », e poi anche d'Euclide e d'Archimede. Le loro più elementari proprietà dovettero così venire in luce. Ma soltanto Apollonio di Perga ci ha lasciato un trattato organico della materia, che in gran parte è giunto fino a noi; ed è difficile dire con precisione quanta parte della dottrina sia stata conosciuta prima di lui. Vedremo tuttavia come Apollonio giunga alla definizione più generale delle coniche,

ottenendole dalle sezioni con piani comunque orientati del cono circolare obliquo (cfr. cap. XVIII).

Analisi infinitesimale. — Un altro progresso importante delle matematiche, nell'epoca di cui stiamo discorrendo, è l'inizio dell'analisi infinitesimale. Le considerazioni paradossali di Zenone d'Elea, sull'infinito e l'infinitesimo, non potevano rimanere senza seguito. D'altra parte i problemi della quadratura del cerchio e della cubatura della piramide, del cilindro, del cono e della sfera, portano naturalmente il geometra su questo terreno.

Il tentativo di risolvere il primo problema condusse Ippocrate di Chio alla scoperta delle *lunule* quadrabili, intorno a cui Simplicio ci ha tramandato un riferimento di Eudemo — oggi



LUNULE D'IPPOCRATE.
La somma delle aree delle lunule costruite sui cateti di un triangolo rettangolo è uguale all'area del triangolo.

opportunamente ricostruito dagli storici — che costituisce uno dei più importanti documenti per la storia delle matematiche greche. Resulta da questo documento che Ippocrate conosceva la proporzionalità del cerchio al quadrato del raggio, e si può supporre che il teorema veniese da lui stabilito, con un certo grado di esattezza, comparabile al livello scientifico di tutta la sua trattazione. Perciò sembra probabile che già egli avesse occasione di considerare poligoni iscritti o circoscritti al cerchio come approssimazione di esso. Codesta considerazione ricorre poi in un tentativo di quadratura attribuito ad Antifonte, il sofista: tentativo che verosimilmente appartiene ad una polemica antimatematica ispirata all'empirismo protagoreo (cfr. cap. VII). Antifonte, d'accordo colla visione sensibile, assumerebbe che il poligono iscritto, moltiplicandone il numero dei lati, finisca per confondersi col cerchio.

D'altra parte l'uso di considerazioni infinitesimali appare più certamente in Democrito, al quale in particolare Archimede attribuisce la scoperta del volume della piramide. Ed è interessante notare che la dimostrazione del teorema in Euclide, suggerisce l'idea che tale scoperta possa essersi raggiunta adoperando la somma della progressione geometrica

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \ldots = \frac{1}{3}$$

a cui conduce l'argomento dell'Achille di Zenone.

Rigore. — Ma, insieme all'uso dei procedimenti infinitesimali, deve esser sorta assai presto la critica sul loro valore, a cui contribuì forse anche indirettamente la già citata polemica antimatematica dei Sofisti. Per i bisogni dell'epoca bastava dar forma rigorosa al confronto dei rapporti incommensurabili (teoria generale delle proporzioni e della similitudine), e poi al confronto delle aree e dei volumi delle figure elementari, nei casi in cui non serve la decomposizione in un numero finito di parti eguali. Tutte queste difficoltà appaiono superate da Eudosso di Cnido, sia che egli sia il primo autore delle suaccennate teorie, sia che con lui maturi un ordine di considerazioni critiche, che altri forse già prima aveva iniziato. In particolare Eudosso insegna ad eliminare sistematicamente il ricorso all'infinito, col cosidetto *metodo di esaustione;* dove si conclude per assurdo all'uguaglianza di due aree o volumi dimostrando che, se esiste una differenza, questa dovrebbe essere più piccola di qualsiasi grandezza assegnabile. C'è, come si vede, lo spirito della moderna teoria dei limiti.

Ma il senso del rigore che pervade questi sviluppi, penetra anche tutto il pensiero matematico del quarto secolo a. C.: abbiamo così un movimento critico che prepara l'opera d'Euclide, e che per molti aspetti assomiglia al movimento analogo delle matematiche contemporanee.

A quel moto si ricollega lo studio e la classificazione degli incommensurabili, a cui si dedicarono fra gli altri Democrito, Teodoro di Cirene e Teeteto d'Atene. Appunto da tale scopo Teeteto, secondo lo Zeuthen, sembra essere stato condotto a dimostrare con esattezza l'unicità della decomposizione dei numeri

interi in fattori primi. In tal guisa si ponevano le basi dell'aritmetica razionale.

Logica delle matematiche. — La revisione critica dei principî e dei metodi delle matematiche suscita anche discussioni filosofiche di significato più generale, attinenti alla logica della scienza: le quali ebbero larga eco nell'Accademia platonica, ed esercitarono poi un'influenza decisiva sull'*analitica* di Aristotele.

Platone stesso si interessa alla distinzione stabilita dai geometri, fra l'*analisi* e la *sintesi*, anzi, secondo Proclo, avendo rilevato il carattere razionale del metodo analitico, lo avrebbe comunicato al geometra Leodamante di Taso.

Possiamo spiegare il significato dell'analisi con le parole di Pappo (VII): « per risolvere un problema, noi riguardiamo come eseguito ciò che è proposto; e svolgendo le conseguenze che ne risultano, cerchiamo di pervenire a qualcosa che sia conosciuta.... se questa cosa è eseguibile, la proposta lo sarà pure ». Tuttavia l'ultimo problema a cui viene così ricondotto il problema proposto può riuscire più generale; perciò all'analisi occorre far seguire la sintesi, per mezzo della quale si dimostra che le soluzioni dell'ultimo problema sono anche soluzioni del dato.

Un discepolo di Leodamante, Leone — a cui pure Proclo attribuisce un trattato di « Elementi » più perfetto di quello d'Ippocrate — riconobbe la necessità del *diorisma*, cioè di discutere le condizioni di esistenza per le soluzioni di un problema.

Anche il significato dei *termini*, degli *assiomi* e dei *postulati*, e il rapporto fra *problemi* e *teoremi*, dovevano venir discussi nell'Accademia. Già accennammo che, secondo l'ideale esposto da Platone nella *Repubblica*, la scienza dovrebbe fondarsi soltanto su definizioni o su assiomi logicamente evidenti, ad esclusione dei postulati (tracciamento di rette e di cerchi) che hanno un valore pratico per la soluzione dei problemi.

D'altra parte Menecmo sosteneva che le proposizioni geometriche sono tutte problemi, cioè che un teorema enuncia soltanto il risultato di un problema precedentemente risoluto. C'è qui una interessante veduta genetica della scienza.

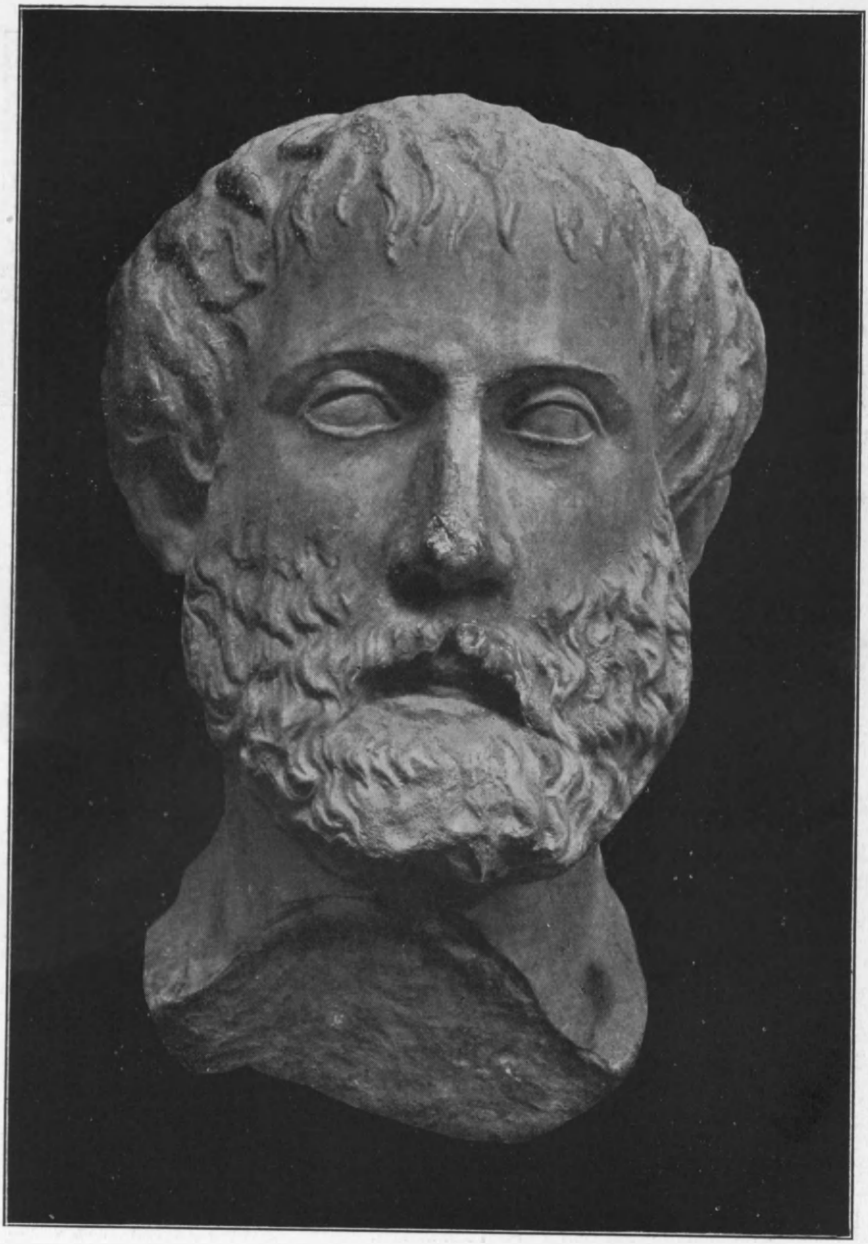
Le persone dei matematici. — Intorno alle vite dei matematici di cui si è discorso, abbiamo, in verità, assai scarse notizie; tuttavia si può illuminare, con qualche tratto, la figura dei più importanti fra essi: di Ippocrate, di Teeteto e di Eudosso.

Ippocrate di Chio (che non deve essere confuso col medico di Coo) è citato da Aristotele[1]) come esempio di un uomo stupido, che pure eccelse nella geometria (*purus mathematicus purus asinus*): raccontando come, dapprima commerciante, per goffaggine e stoltezza, perse buona parte del suo danaro, facendosi frodare dai ricevitori della dogana di Bisanzio. In seguito a questo incidente, dice il commentatore Giovanni Filopono, Ippocrate venne ad Atene, e qui, frequentando le scuole dei filosofi, fu attratto dalla geometria. D'altra parte le notizie che si danno intorno ai suoi studi astronomici indicherebbero forse ch'egli appartenesse alla scuola matematica del suo concittadino Enopide.

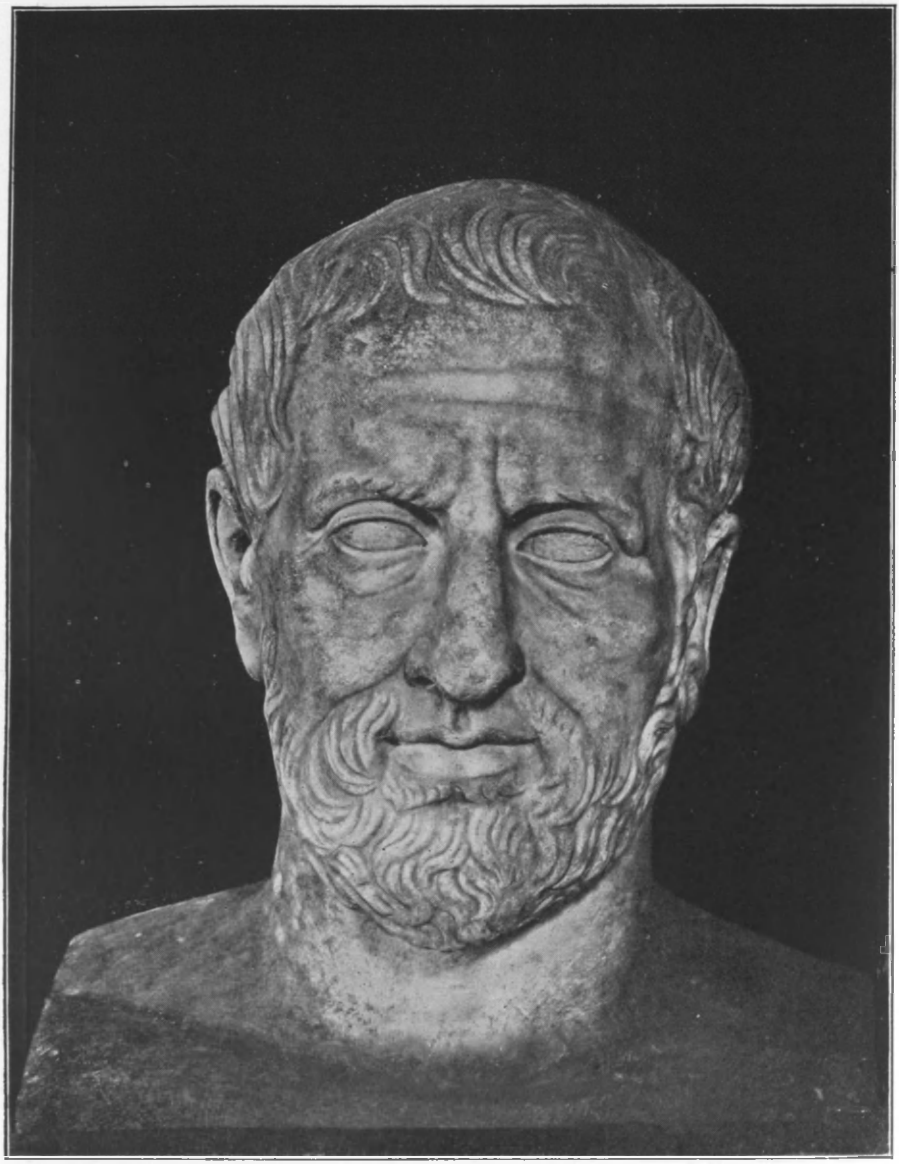
Teeteto pare morisse giovane, nella guerra siracusana. Di lui ci ha lasciato un affettuoso ritratto l'amico Platone, all'inizio del dialogo che porta il suo nome. Socrate chiede a Teodoro di Cirene, il matematico, se abbia trovato in Atene giovani di belle promesse.

« Val bene la pena — risponde Teodoro — che io ti dica e tu ascolti quale giovane io ho incontrato qui fra i concittadini vostri. Se fosse bello, avrei ritegno a parlarne, ché non vorrei paresse a taluno io ne fossi innamorato; ma — non avertene a male! — non è bello, e con quel suo naso schiacciato e quei suoi occhi in fuori — sebbene un po' meno di te! — ha la tua faccia: sicché, dunque, posso parlarne senza scrupolo. Ora tu devi sapere che di quanti giovani io abbia mai incontrato — e ne ho avvicinati moltissimi — non ne ho mai conosciuto uno di così meravigliosa natura. Perché un giovane il quale, pur avendo così gran prontezza nell'apprendere quanto è difficile trovarne in altri, abbia anche così straordinaria mitezza d'animo, e sia per giunta e senza paragone alcuno così coraggioso, io non credevo in verità che ci fosse, né vedo che ci sia. Quelli che sono come lui, di ingegno acuto, di alacre spirito, e di memoria tenace, sono anche, per lo più, assai proclivi all'ira, e sbalzano qua e là come navi senza zavorra, e hanno indole più furiosa che coraggiosa; quelli invece che sono di animo più posato e greve, hanno di fronte agli studi non so che lentezza, e sono pieni di

[1]) *Mor. Eudem.*, VII, 14 (5).



ARISTOTELE. (Foto ed. Bruckmann.)



TEOFRASTO.

Villa Albani.

(Foto ed. Bruckmann
Griech. u. röm. Portraits.)

oblio. Ebbene, Teeteto nei suoi studi e nelle sue ricerche, procede liscio e spedito, di successo in successo, e con grande placidità, come rivolo d'olio che scorra senza rumore; cosicché fa meraviglia che un giovane dell'età sua già sia capace di tanto in codesto modo. » [1])

E Socrate scopre nel giovane il figlio di un certo Eufronio di Sunio, « un uomo, mio caro, proprio quale tu dipingi il figliuolo, e del resto ben conosciuto, che oltre tutto ha lasciato una grande sostanza ».

Eudosso è, fra tutti i matematici del periodo ellenico che vengono dopo Pitagora, il più grande. Riparleremo ampiamente della sua opera astronomica.

Fu uno scienziato completo: geometra, astronomo, geografo, ed anche medico e legislatore, filosofo e scrittore di dialoghi, fra cui ricordiamo, per curiosità, i « Dialoghi di cani ». [2]) La fama di cui egli godeva appare dal giuoco di parole che si faceva sul suo nome, chiamandolo ἔνδοξος (illustre). Filostrato lo pone primo fra i maestri d'oratoria del suo tempo.

Eudosso nacque verso il 408, [3]) a Cnido nella Caria e morì a 53 anni (365). Giovane di ventitré anni fu ad Atene, discepolo dell'Accademia, e poi intraprese lunghi viaggi scientifici, aiutato dalla liberalità degli amici: studiò astronomia ad Eliopoli, [4]) in Egitto, per sedici mesi; quindi matematiche e medicina in Italia, ove ascoltò Archita. Ritornato in patria fondò una scuola a Cizico sulla Propontide (oggi mar di Marmara) da cui uscirono matematici quali Menecmo e Dinostrato, che adoperò la curva di Ippia come « quadratrice » del cerchio, Elicone ed Ateneo, ambedue ciziceni e geometri illustri. E suoi discepoli più o meno diretti furono Polemarco e Callippo (fiorito c. 325), che doveva ritoccare il sistema astronomico del suo maestro.

Plutarco ricorda che Eudosso si occupò della costruzione di macchine, come già il suo maestro Archita; e come questi coltivò anche la scienza della musica. [5]) Alla sua attività filosofica appartengono scritti sugli Dei e sull'Universo, ed anche di Me-

[1]) Trad. di M. Valgimigli.

[2]) Se il passo corrispondente di Eratostene non è corrotto. Forse invece di κυνῶν si dovrebbe leggere γυμνῶν: nel qual caso si tratterrebbe di saggi egiziani. (Hultsch).

[3]) L'opinione del Susemihl ch'egli nascesse verso il 390, è confutata da Hultsch.

[4]) Diog. L., VIII, 87. [5]) *Marcello*, 14, 59.

teorologia e di Morale. Aristotele gli attribuisce una morale edonista.[1]) E questa notizia può illuminare forse i suoi rapporti con Platone, che non sono ben chiari. Pare, che appunto per la teoria professata, egli si atteggiasse ad emulo del suo antico maestro; e si è perfino sostenuto (dall'Usener) che il *Filebo* platonico sia stato scritto contro di lui. D'altra parte Hultsch, dalla discussione delle testimonianze, ricava che Eudosso abbia tentato di tradurre e concretare il sistema delle Idee platoniche, in un senso fisico, riavvicinandolo alla teoria di Anassagora; quella stessa in cui — come abbiam visto — il Tannery ne cerca l'origine.

[1]) *Eth. Nic.*, I, 12 (5). La notizia è confermata da altri, i quali dicono che la dottrina acquistava maggior valore agli occhi dei concittadini in virtù della nota bontà e temperanza di Eudosso: « poiché appariva a tutti che insegnava ciò non perché gli fosse una comoda scusa, ma perché ne era convinto ».

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Si troveranno più larghe notizie e indicazioni bibliografiche nelle principali storie delle matematiche greche di C. A. Bretschneider; G. J. Allman; P. Tannery; H. G. Zeuthen; G. Loria; Th. Heath; D. E. Smith, citate nella bibliografia del Cap. III. Aggiungiamo ad esse il compendio di Heath, *A manual of Greek mathematics*, Oxford, 1930; cfr. inoltre E. Rufini, *Il « Metodo » di Archimede e le origini della analisi infinitesimale*, Roma, 1926.

Dei matematici nominati rimangono alcuni frammenti:

F. Rudio, *Das Bericht des Simplicius über die Quadraturen des Antiphon und des Hippokrates* (con trad. ted.), Lipsia, 1907.

Fr. Blass, *De Archytae Tarentini fragmentis mathematicis*, Parigi, 1884.

V. anche l'articolo *Archytas* nella Enc. Pauly-Wissowa.

Raccolte più larghe comprendenti i frammenti filosofici, dubbi o apocrifi, di Archita, in O. F. Gruppe, *Ueber die Fragmente des Archytas und der älteren Pythagoreer*, Berlino, 1840, e in Mullach, op. c.; più recentemente J. Nolle, *Ps. Archytae fragmenta*, Diss., Tubinga, 1914.

E. Mass, *Eudoxi Cnidii fragmenta ex Hipparcho conlecta*, in *Aratea*, Berlino, 1892.

Fra gli studi particolari sono da menzionare come eccellenti per il loro spirito, quelli di P. Tannery (riprodotti nei *Mémoires scientifiques*) e quelli dello Zeuthen, sui libri aritmetici dell'Euclide, sulla riforma platonica delle matematiche, ecc. (pubblicati dall'Accademia delle Scienze di Copenaghen). Inoltre, per Eudosso, ricordiamo i lavori dello Schiaparelli (cfr. Cap. XIV) e:

H. Künssberg, *Der Astronom, Mathematiker und Geograph Eudoxos von Knidos*, Dinkelsbühl, 1888-90.

E. Rufini, *Gli studi geometrici di Eudosso da Cnido*, in *Archivio di Storia della Scienza*, Roma II, 1921.

F. Hultsch, *Eudoxos*, art. dell'Enc. Pauly-Wissowa.

M. Thiel, *Eudoxeum* (in « Gr. Stud. H. Lipsius dargebracht ») Lipsia, 1909.

XIII.

ASTRONOMIA

FORMA DELLA TERRA E DISTANZA DEGLI ASTRI

Le origini dell'astronomia. — L'astronomia non fu inventata dagli Atlanti, secondo ci narra nel *Critia* il divino Platone; non fu creata dal Titano secondo l'antica leggenda, né fu insegnata al piè-rapido Achille dal centauro Chirone: ma è nata col primo sguardo dato dall'uomo alla Natura.

I primi culti selvaggi che conosciamo sono legati al ritmo delle stagioni, all'alternarsi del giorno e della notte, alle fasi della Luna. In ogni cosa, i primi uomini vedevano inconsciamente il mobile riflesso della loro immaginazione: ed escogitavano riti complicatissimi per indurre il Sole a rinascere ogni mattina, o a fermare la sua inesorabile retrogressione invernale. [1])

Con ragione si è detto che fu una grande scoperta, da mettere accanto a quella del fuoco e della ruota, il riconoscimento che il sole che si leva al mattino è lo stesso astro fiammeggiante che sparisce nei tramonti dietro le montagne o tuffandosi nel mare.

Ma la storia non serba ricordo dell'alba della coscienza umana.

I fenomeni celesti, se hanno fatto meravigliare e sognare i primi uomini, li hanno presto portati a riflettere e a ragionare: poiché dall'osservazione astronomica dipende il problema della *misura del tempo*.

[1]) Un simile stadio mentale si può ancor oggi studiare in certe società inferiori: e una vaga tradizione deve essersene conservata presso gli antichi, da cui essi derivarono le loro pitture «di maniera» dei primi uomini erranti disperati per le selve oscure alla ricerca del Sole. Cfr. Lucrezio V 980, e Stazio, *Teb.* IV, 282: *occiduum longe Titana secuti / desperasse diem.*

Il ricorso delle stagioni fin dall'antichità più remota ha fatto attenti a ciò che vi è di periodico nell'apparenza dei cieli: incominciando probabilmente dal notare le fasi della Luna e il suo moto proprio (che si rende visibile in poche ore quando la Luna sia vicina ad una stella luminosa), si è dovuto ben presto riconoscere che anche il Sole si viene spostando durante l'anno nell'ordinato gregge delle stelle, percorrendo un circolo obliquo all'equatore della sfera celeste: l'eclittica. Nel confronto assumevano importanza come punti di riferimento, per la divisione del periodo annuale, le posizioni delle stelle che rimangono relativamente fisse le une rispetto alle altre.

Il sorgere e il calare delle costellazioni, l'apparire di certe stelle brillanti, quali Sirio o Arturo, davano al contadino, al pastore, al marinaio la norma della loro fatica. Quando le Pleiadi tramontavano all'alba era giunto il tempo della semina: quando invece nell'alba si levavano, era giunto il tempo delle messi. Similmente la levata di Orione dava il segnale della trebbiatura, e quella di Arturo della vendemmia. E dalla inesorabile limpida precisione dei moti celesti deve esser venuta agli uomini la prima idea d'una legge trascendente il loro piccolo mondo e i loro miseri fini....

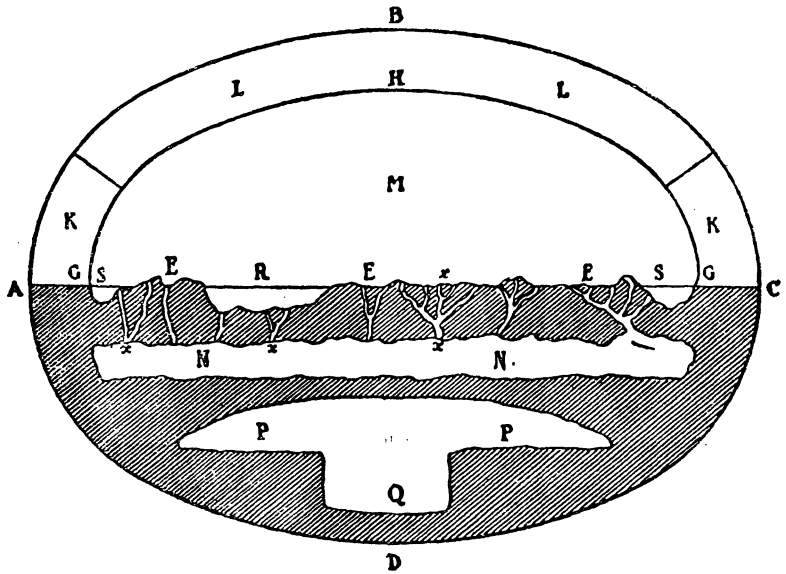
Due ordini di conoscenza attestano l'antichità dell'astronomia: l'orientazione precisa secondo i punti cardinali, che si trova tremil'anni a. C. nei monumenti dell'Egitto e dalla Caldea, e la misura dell'anno.

Nel 3000 a. C. gli Egiziani sapevano almeno che l'anno comprende 365 giorni, e si può ritenere che pochi secoli dopo sieno giunti alla determinazione di codesta lunghezza in 365 giorni e 1/4, che eccede il vero soltanto per una dozzina di minuti. Ma più tardi queste conoscenze si rispecchiano nelle correzioni del calendario luni-solare dei Caldei. In Grecia la stessa lunghezza dell'anno in 365 giorni e 1/4 sembra venuta dall'Oriente già nel secolo VIII a. C.; però il calcolo della lunazione era troppo corto, e così il calendario luni-solare dovette esser corretto coll'uso d'un periodo di 19 anni, attribuito a Metone (seconda metà del secolo V).

Anche la scoperta dei pianeti, astri « erranti » fra le costellazioni, risale a tempi antichissimi: almeno Venere era conosciuta dagli Egizii e dai Caldei, assai prima dei tempi omerici;

e ben presto l'astro della sera s'identificò con quello del mattino. Più tardi tali conoscenze si ritrovano in Grecia, presso i Pitagorici, dei quali è detto che unirono Espero a Lucifero.

Ma fin dall'epoche più remote, intorno ai pianeti e alle costellazioni da essi percorse, fiorisce un'immaginosa mitologia, in cui ogni popolo mette la propria anima, i proprî sogni



Il mondo nella rappresentazione semitica.

Questa ricostruzione dello Schiaparelli si riferisce alla concezione ebraica, la quale senza dubbio si discosta assai poco dallo schema babilonese. " A B C è il cielo superiore, A D C il contorno dell'abisso, A E C il piano della Terra e dei mari, S S R diverse parti del mare, E E E diverse parti della Terra. In G H G si ha il profilo del firmamento o cielo inferiore, in K K i serbatoi dei venti, in L L i serbatoi delle acque superiori, della neve e della grandine : M è lo spazio occupato dall'aria nel quale corrono le nubi. In N N si hanno le acque del grande abisso, in *x x* le fonti del grande abisso, P P è il limbo, Q la sua parte inferiore, l'inferno propriamente detto „.

e le concezioni che si viene facendo, pure ancora avvolte nel mito, sul sorgere e il perire delle cose di quaggiù.

Secondo la mitologia dei Caldei, Cielo e Terra erano le due metà del mostro caotico Tiamat, spaccato in due da Marduk, il Dio salvatore. La terra ha su per giù la forma di una barca rovesciata, galleggiante sulla distesa dell'oceano; al di là delle cui acque non valicabili si erge una diga circolare di montagne altissime, sulle quali posa la vôlta del cielo. Gli astri erranti sono dimore degli Dei; la Luna del Dio Siu, il Sole del grande

Shamas. Giove è abitato da Marduk, pastore delle stelle; Venere da Ishtar, Saturno da Ninib, Marte dal sanguinario Nergal, e Mercurio da Nabu. Fra le stelle fisse, trenta sono Iddii consiglieri, veglianti su tutto ciò che avviene in cielo e in terra; dodici reggono i mesi dell'anno, e i segni dello Zodiaco; le comete sono interpreti agli uomini del volere divino. Miti religiosi di simil genere si trovano anche nella cosmogonia egiziana, la quale — come opina il Tannery — avrebbe suggerito l'immagine del mondo di Talete:

« Au commencement était le Nou, l'Océan primordial, dans les profondeurs infinies duquel flottaient confondus les germes des choses.... Schou, le Lumineux (il Sole) aplanit la terre et sépara les eaux en deux masses distinctes. L'une, répandue à la surface du sol, donna naissance aux fleuves et à l'Océan; l'autre, suspendue dans les airs, forma la voûte du ciel, les eaux d'en haut, sur lesquelles les astres et les dieux, entraînés par un courant éternel, se mîrent à flotter ». [1])

Anche la cosmogonia greca che nell'VIII secolo viene ricostruita secondo le tradizioni da Esiodo [1]) ne « Le opere e i giorni » dipende da una teogonia: il Chaos, Gaia (la terra) e Eros nascono successivamente. Dal Chaos vengono la Notte e le Tenebre, che unendosi daranno origine al Giorno. Gaia genera il Cielo stellato, le Montagne e il Ponto, poi, fecondata da Urano, dà alla luce il fiume Oceano, che circonda la Terra; e così avanti.

Tali fantasie religiose sono il precedente storico delle speculazioni cosmiche iniziate dai filosofi Ionici, ma uno spirito nuovo pervade queste cosmologie che escono dal mito per affrontare con libertà di pensiero i problemi della natura, e così acquistano subito un senso scientifico.

Le osservazioni lungamente raccolte nel passato costituiscono ora il materiale necessario per costruire le dottrine naturalistiche. Ma oltre a ciò anche le prime idee affacciate dai filosofi debbono ricollegarsi con continuità a quelle dei teologi anteriori: le quali è pur logico supporre che, nella tradizione nascosta delle classi sacerdotali, oltrepassassero le rappresentazioni popolari.

[1]) G. Maspero, *Histoire ancienne des peuples de l'Orient*, Parigi, 1875 (pag. 27, 29-30). In generale sulle concezioni primitive cfr. K. Eisler, *Weltenmantel und Himmelszelt*, 1910, e l'art. *Cielo* di R. Pettazzoni nell'*Enc. Italiana*.

Sul terreno naturalistico il problema cosmogonico diventa il problema della materia (o della natura delle cose) di cui abbiam visto la posizione centrale nello sviluppo del pensiero ellenico. Alcuni aspetti della scienza astronomica ci è occorso pure di esaminare come parte essenziale delle costruzioni sistematiche dei filosofi. Qui, in modo più preciso, vogliamo render conto dei progressi strettamente scientifici che si riferiscono a due questioni fondamentali:

1) Sulla forma e la grandezza della Terra, questione che troveremo legata alla stima delle distanze del Sole e degli astri.

2) Descrizione del moto dei pianeti (fra cui si comprendono, secondo la tradizione, anche il Sole e la Luna). Di qui sono nate, come vedremo, le più ardite ipotesi intorno al sistema del mondo.

Al primo problema è destinato questo capitolo, al secondo quello che segue.

L'IDEA DELLA TERRA SFERICA NELLA PIÙ REMOTA ANTICHITÀ. — Dal momento in cui gli uomini si chiesero quale sia il cammino del Sole al disotto dell'orizzonte, si può dire che l'idea di una Terra sospesa nel vuoto si sia affacciata alle loro menti. A priori dunque si può supporre che una veduta di tal genere si fosse presentata già prima di Anassimandro, e da questa egli sia stato indotto a chiedersi come può la Terra restare isolata nello spazio senza cadere: alla domanda rispondeva la sua magnifica intuizione della simmetria dei corpi circostanti, che implica, come dicemmo, la relatività dell'alto e del basso e il principio di ragion sufficiente (cfr. Cap. II).

Si hanno anche indizii positivi in appoggio della precedente supposizione. Ci sono antiche cosmogonie in cui il mondo è paragonato ad un uovo di cui la Terra sarebbe il tuorlo, ovvero dove la Terra stessa è figurata da un grande uccello, o da un carro tratto in volo da leoni; così la rappresenta il mito frigio della Dea Cibele nei versi di Lucrezio:[1])

Hanc veteres Graium docti cecinere poetae....
sedibus in curru biiugos agitare leones,
aeris in spatio magnam pendere docentes
tellurem, neque posse in terra sistere terram.

[1]) *De natura rerum*, II, 600.

D'altra parte ci sono anche indicazioni d'un'antichissima scuola cinese che sosteneva lo spazio vuoto (immaterialità del cielo) e la sfericità della Terra, sebbene poi la dottrina della Terra piana prevalga in Cina fino al XVI secolo dell'êra volgare. Infatti il *Su-wen*, citato nel *Thien-yuen*, contiene questo dialogo:[1])

Il Re Huang-ti domandò a Ki-pe: « La Terra è in basso? »
Ki-pe rispose: « È in basso relativamente all'uomo, ma è nello spazio ».
Il Re disse: « Su che si appoggia? »
Ki-pe rispose: « Il grand'Etere la sostiene. Poiché il Cielo, la Terra e tutte le cose non sono altro che un solo Etere. L'Etere rarefatto forma il Cielo, condensato la Terra. Le energie attive e passive combinate insieme, e le forme che in tal modo si compongono sono le cose.... Ma gli uomini conoscendo troppo vagamente e in confuso l'Etere che riempie lo spazio, non sanno intendere come mai questa Terra così pesante, possa a guisa di barca andare errando per l'immensità, e fanno fra loro stessi queste domande: in qual modo la Terra riesce a star sollevata negli spazi vuoti? può esservi al disotto della Terra altro cielo? »

Ipotesi di Talete e d'Anassimandro — È difficile dire se o quanto di tali dottrine sia giunto ai primi naturalisti milesii,[2]) poiché bisognerebbe essere informati non tanto delle credenze popolari degli Egiziani o dei Caldei, quanto delle tradizioni che potevan serbarsi nei circoli scientifici più ristretti delle classi sacerdotali.

Le testimonianze che si riferiscono a Talete sono discordi: mentre Aristotele[3]) dice ch'ei si rappresentava la Terra come una tavola galleggiante sull'acqua, un passo dei *Placita* dello Pseudo-Plutarco, che il Diels fa risalire ad Aetius[4]) accenna all'opinione che la Terra stia nel mezzo (come sferica): opinione a dir vero mal conciliabile col sistema in cui l'acqua è materia cosmica primitiva, ma che potrebbe forse indicare qualche riferimento d'ipotesi giunte a conoscenza del Milesio.

[1]) Cfr. Puini, *Rivista geografica italiana*, I, 10 e II, 1 (1894-95). A dir vero queste indicazioni sono contenute in leggende di cui non si trova traccia documentata prima dell'invasione di Dario. Così per il re Huang-ti che si farebbe risalire al 2700 a. C. In proposito si possono vedere le critiche più recenti dei sinologi: cfr. H. Maspero, *Histoire de la Chine antique*, nella coll. «Histoire du monde», Parigi, 1927, e l'art. *Cina* di G. Vacca nell'*Enciclopedia Italiana*.

[2]) Qualcosa in questo senso ammette, fra le autorità da noi consultate, soltanto il Berger, *Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen*, pag. 34.

[3]) *De Caelo*, II, 13 (7).

[4]) *Doxographi graeci*, 376 a. 22 (Cfr. *Vors.* A. 15).

Invero è conforme alla tradizione che Talete abbia avuto rapporti coi sacerdoti dell'Egitto e della Caldea, dai quali verosimilmente dovette apprendere la misura del diametro apparente del Sole cui accenna Diogene Laerzio:[1]) sebbene la misura troppo precisa (1/720 del circolo descritto dal Sole) sollevi i dubbi dei critici (Tannery, Heath) si ammette tuttavia che Egiziani e Caldei ne avessero un'idea fin da epoca remotissima (circa 16 secoli a. C. per Hultsch) e che il metodo seguìto — secondo un'indicazione di Cleomede — consistesse nel valutare con la clessidra il tempo della levata del Sole.[2]) Ora questo metodo sembra escludere la rappresentazione egiziana popolare offerta dal Maspero e da altri egittologi, secondo la quale la levata del Sole costituirebbe un momento eccezionale del suo corso, perché — descrivendo solo un semicerchio — si alzerebbe al mattino non verticalmente, ma sollevandosi da una posizione orizzontale.

Si sa d'altra parte che l'ipotesi della Terra sferica circolava presso gli Ionici, ai tempi di Talete e d'Anassimandro, poiché ad essa accenna uno scritto *Sul numero sette* che trovasi inserito nel Corpo Ippocratico, e di cui il Roscher ha riconosciuto l'antichità per quel che riguarda i primi undici capitoli.[3])

Ma ad esaminare più da vicino le idee d'Anassimandro, l'argomento di simmetria con cui egli spiegava che la Terra possa stare isolata nello spazio senza cadere, rigorosamente inteso, porterebbe ad attribuire alla Terra la forma sferica. Così infatti, Platone fa dire a Socrate nel *Fedone:*[4])

« Anzitutto io sono persuaso che, *se la Terra è rotonda e sta nel mezzo,* non ha bisogno per non cadere, né d'aria, né d'altro che la sostenga, ma basta per ciò la sua posizione simmetrica rispetto al cielo che la circonda, e l'eguale distribuzione del suo peso ».

Ed anche Aristotele deduce a priori la forma sferica della Terra dalla eguaglianza di pressione dei pesi tendenti verso il centro di tutte le direzioni.

1) Talete in Diels, *Vors.* A, 1.

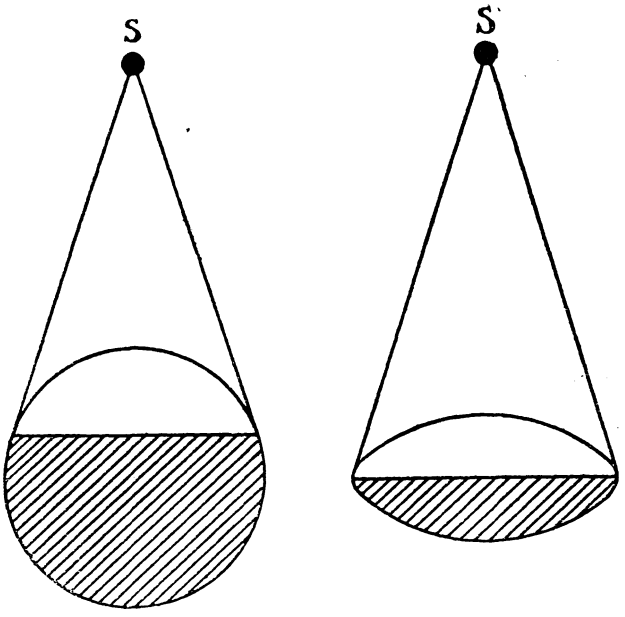
2) Cfr. Th. Heath, *Aristarchus of Samos,* pag. 22.

3) Ne sono giunte a noi, oltre a due traduzioni latine, oscure ed indecifrabili, una traduzione araba che il Mieli riproduce in italiano. Cfr. il § 10 del Cap. I, nel suo libro *Le scuole Ionica, Pythagorica ed Eleata,* Firenze, La Voce, 1916, pag. 106.

4) 108. c.

Si dovrebbe dunque supporre che Anassimandro accolga l'idea della sfericità della Terra. Invece di contro a Diogene Laerzio, che gli attribuisce questa opinione, stanno concordi i dossografi — Ippolito, lo Pseudo-Plutarco —[1]) che attestano immaginare egli la Terra come un basamento di colonna o come un cilindro, di cui l'altezza sarebbe un terzo del raggio.

Teichmüller spiega questa testimonianza nel senso che il Milesio darebbe alla Terra la forma d'uno sferoide appiattito, derivato da un primitivo globo acqueo. E la veduta conserva il



suo valore anche se cada l'interpretazione un po' sforzata d'un testo con cui egli ha cercato di suffragarla.[2])

Perché Anassimandro sarebbe stato indotto ad appiattire il globo terrestre?

Se si considera il Sole non troppo lontano e piccolo rispetto alle dimensioni terrestri (raffigurandolo dunque come un punto) si potrebbe darne una ragione rilevando la difficoltà di accordare coll'ipotesi della sfericità l'eguale lunghezza dei giorni e delle notti. Se il Sole non è troppo lontano, la porzione della su-

1) Diels, *Vors*, A. 10, 11.

2) Cfr. Diels, *Doxographi graeci*, pag. 218.

perficie sferica terrestre che esso illumina, rimane limitata da un cono circoscritto, e quindi è minore di quella che si trova in ombra: i giorni sono sistematicamente più brevi delle notti. Schiacciare la Terra ed allontanare il Sole, sono ipotesi atte a diminuire la differenza e quindi a render conto, almeno in via approssimativa, d'un fatto a cui si può presumere che — nonostante le diseguaglianze delle stagioni — si desse dai nostri fisici un valore teorico. Ma, forse appunto per sciogliere rigorosamente la difficoltà, Anassimandro ha assunto le dimensioni del Sole eguali a quelle della Terra, ciò che costituisce, in ogni caso, un'ipotesi semplificativa, anche in vista del problema delle distanze. Con questa ipotesi, giorni e notti diventano esattamente di egual lunghezza (salvo le oscillazioni di stagione), perché una sfera luminosa rischiara precisamente la metà di un'altra sfera eguale, comunque distante.

Dunque bisogna che lo schiacciamento della Terra fosse giustificato, per Anassimandro, da altri motivi: forse, se la Terra passò per uno stato primitivo fluido, come suppone il Teichmüller, si può scorgervi l'influenza del moto di rivoluzione del mondo: ci sarebbe così una qualche veduta della forza centrifuga, di cui si trova una più chiara nozione solo in Empedocle ed Anassagora.

Ora Anassimandro tenta di stimare la distanza del Sole e ne dà come misura 28 o 27 volte il detto raggio.[1]) Questo numero, se anche corretto o semplificato in accordo con la mistica del *tre*, non può essere arbitrario. Infatti, il filosofo milesio, assunte, come si è detto, le dimensioni del Sole eguali a quelle della Terra,[2]) può dedurne la distanza dal diametro apparente, ossia dall'angolo secondo cui il Sole è visto da noi. La distanza stimata risponde ad un angolo di circa 2°, che è in realtà assai maggiore del vero, ma che si accorda col valore attribuitogli, a quanto dice Macrobio, dagli Egiziani, ed anche con una stima che ne faceva due secoli dopo Aristarco di Samo: infatti ci sono effetti di rifrazione della luce che producono questo errore.[3])

[1]) Aetius II, 20, 1, in Diels, *Vors*, A. 21.

[2]) Aetius II, 21, 1, in *Vors*, A, 21.

[3]) Aristarco stesso, a quanto narra Archimede, corresse poi questa misura, e la portò a mezzo grado circa. Archimede riprese la questione con interessanti accorgimenti sperimentali (*Arenario*, 13), e stabilì che il diametro solare deve essere maggiore del chiliagono iscritto nella circonferenza celeste (21′). Le misure moderne danno 32′ o 31′ secondo le stagioni.

Anassimene e la triangolazione del Sole. — Ma dopo Anassimandro, Anassimene modifica il sistema del mondo in una maniera affatto inaspettata.[1]) Anzitutto lascia cadere il concetto della relatività dell'alto e del basso. La Terra è sostenuta dall'aria. Il Sole non passa più al disotto di essa. — Il paragone del moto di rivoluzione del cielo con quello di un berretto da notte, riproduce una nota rappresentazione caldaica. Frattanto la Terra è ridotta ad una tavola, cioè ad una superficie piana di piccolo spessore; e il mondo è rimpicciolito per modo che la Terra stessa abbia quasi il medesimo raggio: di conseguenza il Sole, posto agli estremi del mondo è di tanto ravvicinato. Ciò che è più strano, quest'ultime ipotesi si conservano nella scuola ionica, da Anassagora e fin da Democrito. A confondere le idee c'è un passo di Aristotele[2]) che sembra accomunare questi due filosofi con Anassimene anche nell'ingenua veduta che la Terra abbia ad essere sostenuta per non cadere verso il basso. Ma tutto il sistema d'Anassagora, ispirato al relativismo eleatico, è inconciliabile con questa interpretazione; e per Democrito abbiamo di più la testimonianza esplicita ch'ei faceva proprio l'argomento di simmetria d'Anassimandro.[3]) Perciò il riferimento aristotelico deve accennare per questi filosofi ad una spiegazione d'ordine più elevato: infatti tolta la domanda ingenua sulla « caduta », resta pure da spiegare il supposto non muoversi della Terra nel senso dell'asse, siccome si spiega l'immutabilità di questo con un accenno alla permanenza degli assi di rotazione (cfr. Cap. V).

Ora, avendo ammesso che la stima della distanza del Sole fatta da Anassimandro non sia interamente arbitraria, è logico anche cercare i motivi per cui codesta distanza viene di tanto ridotta nel sistema d'Anassimene. Si affaccia naturalmente l'ipotesi che la nuova valutazione sia il resultato d'un tentativo di misura. Invero fin dall'epoca di Talete si era appreso a misurar le distanze di oggetti inaccessibili (per esempio d'una nave dalla

[1]) Ippolito in Diels *Vors.* A, 7 (4) e (6).

[2]) *De Caelo* II, 13 (10). Dice che la larghezza della terra sospesa nell'aria è la ragione per cui essa sta ferma: infatti quest'aria non ha luogo sufficiente in cui espandersi, e perciò la Terra deve restar ferma press'a poco come l'acqua nelle clessidre: molti segni dimostrano che l'aria compressa può sopportare un gran peso.

[3]) Aetius III, 15, 7 in Diels *Vors., Parmenides,* A, 44.

spiaggia) per mezzo della triangolazione.[1]) E la scoperta del *gnomone,*[2]) attribuita ad Anassimandro[3]) e più verosimilmente ad Anassimene,[4]) sembrava porgere il mezzo di trovare con una tale operazione la distanza del Sole.

Per spiegare come la cosa si presenti, ricordiamo che l'inclinazione dei raggi solari sopra la Terra varia per chi si muova su di un meridiano, crescendo (nel nostro emisfero) da sud a

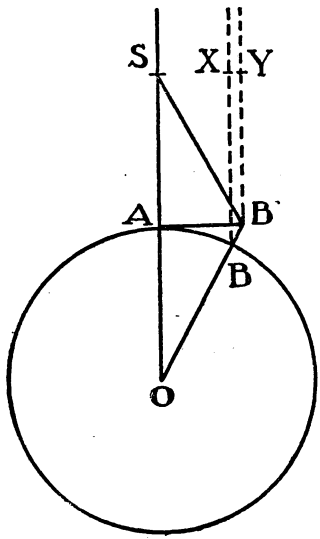


Illustrazione della teoria di Anassimene. L'angolo S B' A è sensibilmente uguale all'inclinazione X B A.

nord. Questa diversa inclinazione dei raggi del Sole, dipende — in realtà — non dalla distanza del Sole stesso che, per essere straordinariamente grande, è come fosse infinita, bensì dalla curvatura della Terra sferica, su cui incidono i raggi (sensibil-

1) Per determinare la distanza d'un punto inaccessibile C, si fissano due punti A e B a distanza conosciuta, e si misurano (oggi col teodolite) gli angoli che i raggi visuali AC e BC fanno con la base AB (o BA): ora del triangolo ABC si conoscono la base AB e gli angoli CAB e CBA, il triangolo resta dunque determinato e si può trovare la lunghezza dei rimanenti lati AC e BC. Questa operazione si dice triangolazione.

2) Lo gnomone è un'asta verticale che con la sua ombra misura l'inclinazione dei raggi solari.

3) Favorino in Diogene L. (*Vors.* A. 1.).

4) Plinio in Diels, *Vors.* A. 14ª.

mente) paralleli uscenti dal Sole stesso. Ma, a priori, per chi ignori la distanza del Sole, e non abbia sospetto della sua enormità, lo stesso effetto si potrebbe spiegare supponendo la Terra piatta ed il Sole ad una distanza da essa eguale al nostro raggio terrestre.[1]) Chi si muove, per un tratto non troppo lungo, sopra un meridiano, non avendo alcuna sensazione dell'incurvamento della Terra e perciò ritenendo essersi mosso sopra un piano, può appigliarsi assai naturalmente a questo secondo partito, che lo conduce ad una *triangolazione del Sole*. È verosimile che questa appunto abbia creduto di fare Anassimene e così sia stato condotto alla stima delle dimensioni del mondo e della distanza del Sole, ch'ei poneva eguale al raggio della Terra piatta allora conosciuta: una misura che non sembra differire molto dal vero raggio della nostra Terra sferica, quale oggi conosciamo.

La distanza e la grandezza del Sole per Anassagora e Democrito. — Si noti: la presunta triangolazione del Sole non *dimostra* a rigore che la Terra sia piatta; soltanto porge la spiegazione più semplice dei fatti, in conformità a questa ipotesi. Non può dunque meravigliare che la scuola ionica, ispirandosi al rispetto delle osservazioni e delle esperienze, ritenga di possedere qui una teoria della Terra piatta, sufficientemente dimostrata, contro le ipotesi o gli argomenti a priori di altri (i Pitagorici), sostenitori della sfericità.

In effetto le indicazioni sulla grandezza del Sole, che troviamo presso Anassagora, si accordano con codesta ipotesi. Anassagora[2]) supponeva il Sole « maggiore del Peloponneso », ovvero anche « più volte il Peloponneso ».

A dir vero le dimensioni del Sole vengono così grossolanamente indicate: ma, mettendo in rapporto la grandezza col diametro apparente della massa solare, si ottiene pure una valutazione approssimativa della distanza. Se, per esempio, assumiamo come diametro della penisola peloponnesiaca 200 km., e poniamo questa lunghezza su una circonferenza di 40 mila km.

[1]) Questa ingegnosa osservazione appartiene a G. Vacca in una comunicazione relativa al sistema cosmico dei Cinesi: cfr. *Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze*, Congresso di Roma, 1911.

[2]) Diog. L. II, 6 (8) in Diels, *Vors.*, A, 1; Ippolito, *ibid.* A, 4, 2 (8).

(che è la lunghezza del meridiano, cioè d'una circonferenza avente come raggio il raggio terrestre), allora l'angolo secondo cui il Sole sarebbe veduto dal centro in cui ci troviamo sarebbe compreso fra 1° e 2°. Abbiamo già avuto occasione di notare che questa stima — pur superiore al vero — corrisponde assai bene alle osservazioni antiche, che Anassagora poteva conoscere; in ogni caso non eccede di molto l'angolo ch'egli stesso poteva misurare.

Si ha qui una conferma che Anassagora — accettando i resultati di Anassimene — stimava il Sole ad una distanza dalla Terra press'a poco eguale al nostro raggio terrestre.

Questa stima verrà modificata dai successori?

Non ne abbiamo certo indizio. Ma sembra che, dopo Anassagora, Archelao suo discepolo e Democrito abbiano fermato l'attenzione sul fatto che il Sole si leva e tramonta a ore diverse secondo la longitudine. Logicamente avrebbero dovuto dedurne che la Terra è convessa: invece, secondo le testimonianze,[1]) essi supponevano la Terra concava nella parte di mezzo: μέσῳ δὲ κοίλην.

Ora non è possibile che quei geometri non si rendessero conto che la concavità della Terra nella parte da noi abitata porterebbe precisamente la conseguenza opposta al fatto osservato, cioè il Sole sorgente più presto in Occidente che in Oriente. Perciò bisogna interpretare le indicazioni precedenti, in conformità colla geografia ionica, nel senso che la concavità di cui si parla corrisponda al fondo del Mediterraneo: invece la Terra dovrebbe avere la forma d'uno sferoide ellittico schiacciato, del quale ci troveremmo precisamente ad abitare un orlo convesso, leggermente incurvato.

In conseguenza di questo incurvamento parrebbe che Archelao e Democrito debbano stimare il Sole più lontano e più grande che Anassagora. Di ciò si può forse vedere una conferma nel riferimento di Cicerone: *Sol Democrito magnus videtur.* (Per Archelao è detto soltanto che faceva il Sole maggiore degli altri corpi celesti).

La sfericità della Terra e l'ipotesi pitagorica sulla luce diurna. — Mentre gli Ionici, da Anassimene a Democrito, con-

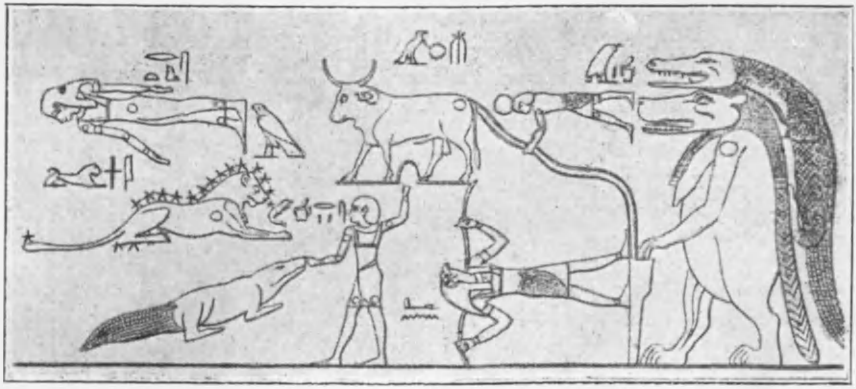
[1]) Ippolito in Diels, *Vors.*, *Archelaos*, A, 4 (4); Aetius, III, 10,5, *ibid.* Dem. A. 94.

servano la teoria della Terra piatta, legata — come si è visto — alla presunta triangolazione del Sole, in Italia si professa la teoria della sfericità; Censorino fa risalire la tesi della Terra sferica direttamente a Pitagora, mentre Teofrasto nomina Parmenide come colui che l'avrebbe primo formulata.[1]) Forse egli l'ha soltanto resa pubblica.

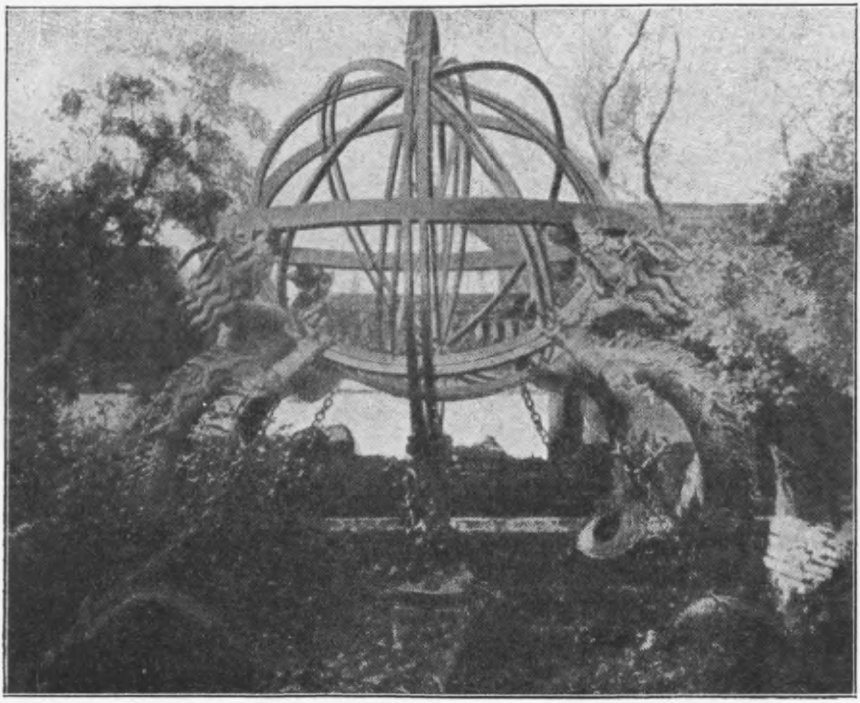
Secondo le nostre vedute è naturale ammettere che Pitagora abbia accolto l'idea della sfericità che trovava almeno come uno stadio nella cosmogonia d'Anassimandro. La tesi doveva dimostrarsi per lui dallo stesso argomento a priori della simmetria, che Aetius[2]) esplicitamente attribuisce a Parmenide, e suffragarsi poi col criterio estetico che « la sfera è la più bella delle figure solide ».[3])

Frattanto però (siccome nota il Tannery) le idee che corrono fra i primi Pitagorici sulle distanze degli astri, sembrano accostarsi a quelle di Anassimene: il Sole non è più relegato ai confini del mondo come per Anassimandro; nel nuovo ordine si succedono invece, con distanze crescenti dalla Terra: la Luna, il Sole, i pianeti, ed infine le stelle fisse.[4]) Quest'ordine, che già si troverebbe presso i Caldei, pare suggerito dall'idea che gli astri, rotando tutti intorno alla Terra da Levante a Ponente, incontrino una resistenza dell'aria, tanto più grande quanto più sono vicini alla Terra; tale ipotesi spiega assai bene il moto relativo dei pianeti (Luna e Sole compresi) da Ponente a Levante. Ora si presenta la domanda: il nuovo ordine degli astri si accompagna ad una stima delle distanze, ed implica in particolare una minor valutazione della distanza e quindi della grandezza del Sole? Sebbene i testi lascino molte incertezze, sembra che si debba rispondere di sì. Le speculazioni dei primi Pitagorici sulle distanze, tendenti a stabilire un confronto coi rapporti dell'eptacordo, darebbero infatti una distanza del Sole che — nella interpretazione più sfavorevole — non supera 9 volte il raggio terrestre.[5]) Ma allora la veduta di un Sole grande come

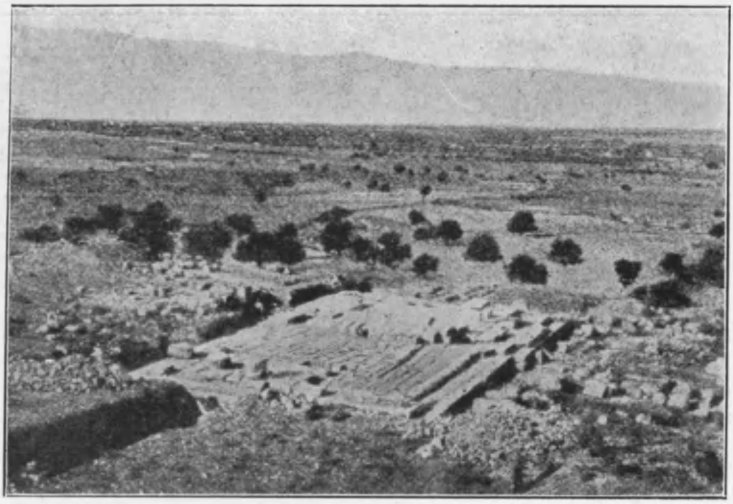
[1]) Diog. VIII, 48, IX, 21. Cfr. Diels *Vors.*, *Parmenides*, A. 44 e A. 1.
[2]) III, 15,7 in Diels *Vors.*, *Parm.* A, 44. [3]) Diog. VIII, 34.
[4]) Secondo un'altra tradizione i pianeti interni, Mercurio e Venere, verrebbero dopo la Luna e prima del Sole.
[5]) La stima della distanza degli astri, sembra fatta dai primi Pitagorici sulla base della mistica dei numeri o col criterio di stabilire un nesso cogl'intervalli della scala musicale. Parrebbe che la distanza del sole fosse stimata 9 volte il raggio terrestre. Cfr. la discussione in Heath, *Aristarchus*, pag. 105-15.



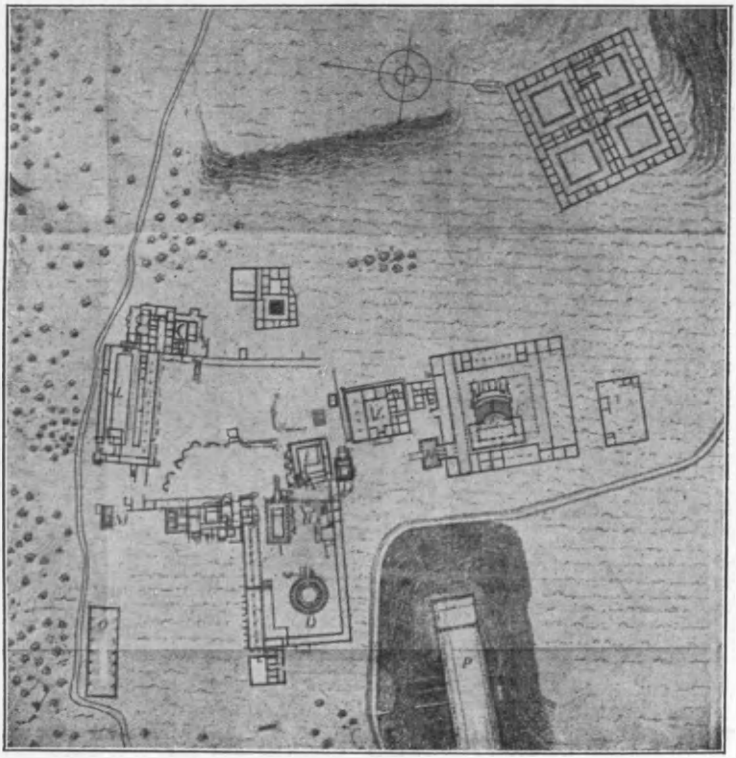
Costellazioni del Nord secondo gli Egiziani.
(Dalla tomba del Faraone Seti I.)



Sfera armillare in bronzo dell'osservatorio di Pechino, risalente al 1279. Ricorda quella che fu l'antichissima astronomia cinese (c. XXIV-VI sec. a. C.), a quel tempo già quasi perdutasi.



Avanzi dell'Asclepieo di Coo.



Asclepieo di Epidauro.

la Terra non si poteva più mantenere, e quindi doveva resultarne la conseguenza che i giorni fossero sistematicamente più brevi delle notti. La diseguaglianza non sarebbe trascurabile, essendo il Sole abbastanza vicino, e comunque lo spirito razionalistico della Scuola doveva richiedere una spiegazione dell'eguaglianza teorica, non approssimativa, ma esatta. A questa difficoltà crediamo potesse dare risposta una singolare teoria della luce diurna, che trovandosi in Parmenide e poi, con qualche varietà di forma, in Empedocle e Filolao, può verosimilmente tenersi come concezione pitagorica.[1])

Si fa dipendere l'avvicendarsi del giorno e della notte da due atmosfere eguali, l'una luminosa e l'altra buia, che girano intorno alla Terra: il Sole vien ridotto ad un semplice riflesso dell'atmosfera luminosa (per Empedocle riflesso sopra la vôlta cristallina del cielo). Una simile idea è sembrata bizzarra a tutti i critici: ma ciò che in essa è di strano cesserà di apparir tale, a chi consideri che scioglie razionalmente la questione dell'eguaglianza dei giorni e delle notti, che in altro modo poteva tutt'al più ammettere una soluzione approssimata.[2])

Forma e grandezza della Terra in Platone ed Aristotele. — Quel che abbiam detto spiega come l'opposizione delle idee degli Ionici e dei Pitagorici, intorno alla forma della Terra, abbia potuto prolungarsi per oltre un secolo; poiché dall'una parte e dall'altra sono argomenti che — secondo la mentalità delle scuole — debbono sembrare prevalenti: misure che si dànno per interpretazione delle osservazioni dagli Ionici, ed invece criterî di ragion sufficiente a priori, per i Pitagorici.

L'opposizione vien meno verso il 400, nell'ambiente di cultura ove le dottrine ioniche e pitagoriche si fondono nel gran centro d'Atene. Quali sono le ragioni che hanno deciso il conflitto a favore della tesi pitagorica?

Anzitutto la spiegazione che Anassagora ha dato delle eclissi, ha permesso di trovare un argomento a favore della sfericità nel fatto che durante le eclissi l'ombra proiettata dalla Terra ha

1) Cfr. P. Tannery, *Pour l'histoire de la science hellène*, pag. 236.

2) Il Sole appare grande nel levarsi, poi rimpicciolisce, e nel tramonto ingrandisce di nuovo. I pitagorici ignoravano le leggi della rifrazione, e non è escluso che questa oscillazione del diametro solare abbia rafforzato in loro l'idea che il Sole è almeno in parte un effetto ottico, punto di concentrazione della luce diurna.

sempre forma circolare. Ma l'argomento decisivo è venuto dalle osservazioni astronomiche, poiché talune stelle visibili da Cipro o dall'Egitto non son viste dalle regioni più al nord. Questi argomenti si trovano in Aristotele.[1])

Frattanto sparisce ogni traccia della bizzarra teoria pitagorica della luce diurna e si riprende, con nuovi metodi, il problema delle dimensioni della Terra e della distanza del Sole.

Nel *Fedone* platonico, Socrate, dopo avere esposto la veduta della sfericità della Terra appoggiata all'argomento di simmetria d'Anassimandro (180, e), aggiunge: « Ritengo inoltre che la Terra sia qualcosa di straordinariamente grande ». Invece Aristotele[2]) avverte che la Terra non deve supporsi troppo grande; « i matematici stimano il suo circolo 400 mila stadi » cioè (prendendo la lunghezza dello stadio in m. 157,50, come conviene fare per Eratostene) 62 820 km.: che eccede per poco più della metà il vero valore.

A chi appartiene codesta valutazione? Con quali metodi poteva ora tentarsi? ed in quale rapporto stanno i nuovi procedimenti con quelli che abbiamo supposto messi in opera nella prima scuola ionica? È possibile ritrovare in questa storia posteriore del problema una conferma delle nostre supposizioni?

A queste domande cerchiamo di rispondere nei seguenti paragrafi.

Misure della Terra d'Eudosso e Dicearco. — Il problema di misurare la sfera terrestre deve avere affaticato i Pitagorici della generazione che succede a Parmenide d'Elea.[3]) La divisione che l'Eleate dà della Terra in zone (cfr. Cap. XXI) stabilisce una corrispondenza fra queste e le costellazioni sovrastanti,[4]) e conduce quindi a notare che per osservatori posti in diversi luoghi A e B sopra un meridiano, la stessa stella culmina, cioè passa al meridiano, ad altezze diverse: o ancora, che i due osservatori in A e B vedranno passare perpendicolarmente sul loro capo, allo Zenit di uno stesso meridiano celeste, due stelle diverse: S e T.[5])

[1]) *De Caelo* II, 14, (13). [2]) *Ibid.* II, 14, (14).

[3]) Aristofane fa dire all'allievo sofista chiuso nel « pensatoio » che il fine della geometria è la misura della Terra tutta quanta (*Nuv.*, 201 sgg.).

[4]) Cfr. Ipparco in Tolomeo, *Geogr.* I, 1, 8.

[5]) Questo secondo metodo è il più antico: cfr. Eratostene, *Fr. geogr.*, pag. 107, 173.

Poiché la Terra è sferica, l'arco ST sul circolo celeste è simile all'arco AB sulla Terra: se il primo misura un certo numero di gradi, altrettanti gradi vale il secondo; ma poiché la distanza AB si può effettivamente misurare, se ne deduce la lunghezza del circolo terrestre. Per fare questo calcolo bisogna tuttavia conoscere quanti gradi importi l'anzidetto arco ST; il quale vien dato subito (per esempio) dall'angolo SAT secondo cui è veduto dall'osservatore A, giacché *per la enorme distanza delle stelle* tale angolo non differisce sensibilmente dall'angolo SOT, col centro nel centro della Terra.

In sostanza questo procedimento è identico a quello che si basi sulla diversa inclinazione dei raggi solari sopra la Terra a mezzogiorno, nei punti d'un meridiano: ma, in luogo del Sole, si prende a considerare le stelle: S e T. L'applicabilità del metodo (come metodo di misura della *sfera* terrestre) dipende ora dall'apprezzamento che si faccia dell'ordine di distanza delle stelle, in confronto al raggio terrestre. Con grande verosimiglianza si può ritenere che quest'apprezzamento debba essere resultato dal sistema astronomico di Filolao, per i Pitagorici che ne accettavano le vedute. Infatti se le stelle si trovassero ad una distanza comparabile al diametro dell'orbita descritta dalla Terra intorno al Fuoco centrale, si dovrebbe mettere in evidenza una sensibile *parallasse:* per esempio la stella polare non potrebbe più conservare la sua posizione invariabile, e tutto il cielo stellato si deformerebbe di conseguenza nelle dodici ore, variando il luogo di ogni stella in corrispondenza all'angolo secondo cui sarebbe visto da essa il diametro dell'orbita terrestre.

Qualunque cosa si pensi di tale spiegazione, il fatto è certo: gli astronomi, verso la metà del IV secolo, sapevano che le stelle sono molte volte più lontane del Sole e il Sole della Luna. Ce lo attesta Aristotele [1]) e d'altra parte Archimede [2]) dice che Eudosso stimava il Sole nove volte più grande della Terra.

Or dunque gli astronomi contemporanei d'Aristotele disponevano del procedimento del passaggio delle stelle allo Zenit (o della stessa stella in diversi punti del meridiano) come di un metodo di misura del circolo della Terra. Ignoriamo chi sia

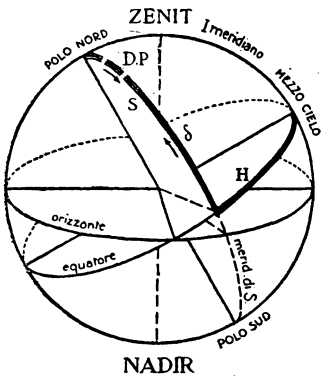
[1]) *Meteor.*, I, 8, 345 b.

[2]) *Arenario*, I, 4-7.

stato il primo a tentare in tal guisa codesta misura. Si può pensare ad Archita di Taranto che è indicato nei versi d'Orazio:[1])

Te maris et terrae numeroque carentis arenae
mensorem,

ovvero ad Eudosso di Cnido che fu suo discepolo: il quale sarebbe forse l'autore della stima di 400 mila stadi riferita nel passo sopra citato del *De Caelo* aristotelico.[2]) A lui infatti conviene assai bene quel riferimento, poiché sappiamo da Strabone che fece osservazioni astronomiche in Egitto presso il



Il cielo delle nostre latitudini.

santuario d'Eliopoli, avendo agio di notare la stella Canopo, invisibile da latitudini più elevate.

Certo è che poco tempo dopo, Dicearco, il geografo peripatetico, adopera lo stesso metodo prendendo come punti terminali: Siene sul tropico del Cancro, dove cioè il Cancro passa allo Zenit,[3]) e Lisimachia sull'Ellesponto, ove passano allo Zenit le stelle della testa del Drago. Valutando la distanza tra i due luoghi (sul meridiano) in 20 mila stadi, e facendo l'arco fra i due astri 1/15 dell'intero circolo, egli trovò per il circolo terrestre 300 mila stadi.[4])

[1]) Cfr. a pag. 77; più sotto: *animoque rotundum percurrisse polum....* Cfr. enche *Fed.* 108a e *Teet.* 174e.

[2]) II, 14 (13).

[3]) E dove quindi il Sole al momento del solstizio d'estate (quando sta nel Cancro) non fa più ombra, e si specchia nei pozzi: notizia che giunse in Grecia, forse attraverso Eudosso, verso quel tempo (cfr. Strab., XVII, C. 817).

[4]) Cleomede *De motu circulari*, I, 8. Cfr. Berger, *op. cit.*

Distanza del Sole. — Così dunque, in confronto colla stima delle dimensioni della Terra che abbiam vista riferita da Aristotele (400 mila stadi), si ha già una stima più bassa (e più vicina al vero) verso il 300 a. C. In pari tempo si vede anche aumentare la stima della grandezza del Sole e quindi (presumibilmente) della sua distanza: l'astronomo Fidia, padre d'Archimede, lo valuta 12 volte più grande della Terra, anziché 9 come Eudosso.[1]) Più tardi Aristarco di Samo porterà il rapporto a 18 o 20 volte.

I problemi della grandezza e della distanza degli astri erano assai studiati all'epoca di cui trattiamo. Filippo di Medma o d'Opunte, ricordato da Stobeo[2]) per la confutazione di coloro che ancora ritenevano le eclissi dovute all'interposizione di corpi oscuri diversi dalla Luna e dalla Terra, ha scritto alcuni lavori di cui i titoli sono stati conservati in un elenco di Suida: *Sulla distanza del Sole; Sulla grandezza del Sole e della Terra; Sull'eclisse di Luna.*

Ora è specialmente importante per noi di cercare se e come le antiche vedute che abbiamo attribuito ad Anassimene (triangolazione del Sole nell'ipotesi della Terra piatta) influiscano in questa fase tanto più evoluta delle ricerche. Se le nostre ipotesi sono giuste, prima di arrivare a riconoscere che la distanza del Sole è sensibilmente infinita rispetto al raggio della Terra (e quindi a trasformare il metodo d'Anassimene in un metodo di misura della sfera terrestre, siccome vedremo fare Eratostene), si dovrebbe esser passati per una concezione intermedia: il variare dell'inclinazione dei raggi solari su un meridiano può dipendere, in parte dalla distanza del Sole, e in parte dalla curvatura della Terra; tanto più incurvata e piccola questa, quanto più lontano quello. Ebbene si ha la fortuna di trovare un testo di Cleomede in cui tale ipotesi intermedia si affaccia come ricerca d'una relazione fra distanza del Sole e grandezza della Terra. Il testo cui accenniamo viene interpretato da Hultsch come segue:

« È plausibile che la circonferenza del Sole sia non inferiore a dieci mila volte quella della Terra, visto che la Terra

[1]) Archimede, *Arenario*, l. c.

[2]) *Eclog. phys.*, I, 26.

sta al Sole nella relazione d'un punto; ma potrebbe anche essere maggiore senza che noi lo possiamo conoscere ». [1])

Hultsch ritiene che i 300 mila stadi della circonferenza terrestre, che rispondono alla stima di Dicearco, e il rapporto di 10 mila posto fra le circonferenze del Sole e della Terra, farebbero parte d'un calcolo in cui si cercherebbe un minimo per la distanza del Sole in funzione della grandezza della Terra. Il significato matematico d'un tale calcolo riesce spiegato per noi dall'ipotesi svolta innanzi, e la posizione di esso costituisce la più bella conferma della nostra ipotesi. [2])

La distanza del Sole valutata da Aristarco. — Fra i metodi che gli astronomi greci tentarono per misurare la distanza del Sole merita speciale menzione quello che ci è dato in un lavoro superstite di Aristarco di Samo [3]) e che si suppone possa risalire ad Eudosso. Più propriamente si tratta d'un metodo per valutare il rapporto delle distanze fra Terra e Luna e fra Terra e Sole; ma la prima distanza è assai più facilmente valutabile perché — essendo comparabile colle dimensioni terrestri — può aversi, in sostanza, con una triangolazione da diversi luoghi della Terra.

Si determina l'angolo visuale secondo cui si vedono Sole e Luna (S e L) in un momento in cui si trovino ambedue sull'orizzonte e la Luna sia precisamente al primo quarto. In questo istante la Luna, che è rischiarata per metà, forma con Terra (T) e Sole (S) un triangolo rettangolo in L. Si può quindi dedurre il rapporto delle distanze ST: LT, misurando l'angolo LTS.

Come sopra si è accennato, Aristarco trova il detto rapporto compreso fra 18 e 20.

In conseguenza egli è condotto a stimare la distanza solare circa 1400 raggi terrestri. Il resultato è ben lungi dalla verità, e le circostanze dell'osservazione spiegano l'errore. Tuttavia il metodo resta qualcosa di più che una semplice prova dell'inge-

[1]) Cleomede II, I, pag. 146, 12-16. Cfr. Hultsch. *Poseidonios über die Grösse und Entfernung der Sonne.* Memorie dell'Accademia di Gottinga. Classe stor. fil. 1897.

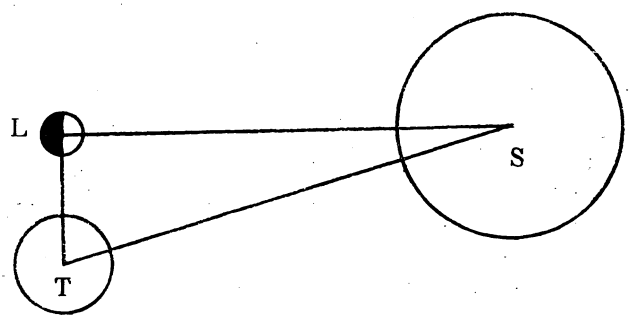
[2]) La coincidenza è tanto più significativa in quanto l'interpretazione di Hultsch era sembrata finora inesplicabile; per esempio, a Heath, *Aristarchus*, pag. 347.

[3]) « Delle distanze del Sole e della Luna »; testo e trad. in Heath, *Aristarchus.*

gnosità degli astronomi greci, tantoché Keplero, nel 1618, suggerive di riprenderlo, e Goffredo Wendelin, nel 1650, riusciva con esso ad una determinazione ancora inferiore al vero per circa un terzo, ma, ad ogni modo, superiore a tutte quelle proposte dagli astronomi della sua epoca fino a Gian Domenico Cassini. [1])

Misura della Terra d'Eratostene. — Veniamo infine alla misura delle dimensioni della Terra istituita da Eratostene di Cirene. [2])

Questo geografo, che abbiamo ricordato come bibliotecario di Alessandria, valutava più precisamente la circonferenza terrestre in 250 mila stadi. [3]) Se — con Hultsch — si prende come unità



Metodo d'Aristarco per misurare la distanza del Sole.

lo stadio di m. 157,5, codesta misura ci dà 39 690 km., valore meravigliosamente prossimo al vero. Se invece, con lo Schiaparelli, si ritiene che gli stadi adoperati siano stadi olimpici, di cui 10 fanno un miglio d'Italia, la misura indicata supererebbe di 1/7 i 40 000 km. della realtà.

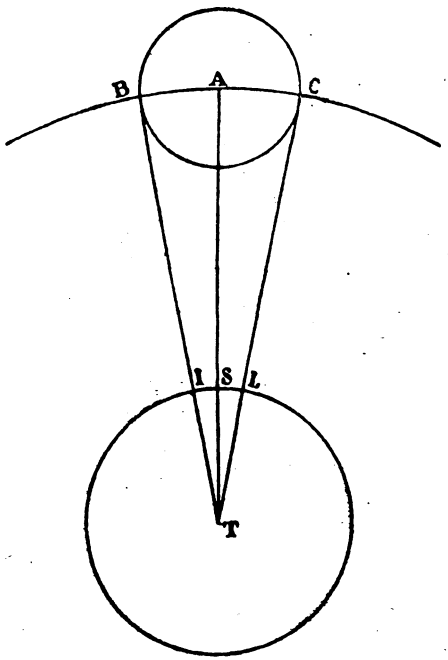
Nella ricerca d'Eratostene, la distanza del Sole presa come infinita (raggi paralleli) costituisce il presupposto della misura della circonferenza terrestre. A Siene, all'epoca del solstizio d'estate, il Sole a mezzogiorno si specchia nei pozzi, come posto

[1]) Secondo questa stima la distanza del Sole salirebbe a 14 656 raggi terrestri, mentre Keplero — nelle tavole rodolfine — aveva dato 3381. Cfr. Schiaparelli, *Scritti*, I, pag. 351.

[2]) Cleomede, *De motu circulari*, 1, 10.

[3]) Ovvero 252 mila stadi, secondo Strabone: numero verosimilmente arrotondato per renderlo divisibile per 60.

esattamente sulla verticale. Invece ad Alessandria (ritenuta sullo stesso meridiano) alla medesima ora i raggi solari fanno coll'orizzonte un angolo uguale ad 1/50 dell'intero cerchio. Prendendo la distanza fra Siene ed Alessandria eguale a 5 mila stadi, e ritenendo — come si è detto — che i raggi solari sieno pa-



Metodo di Posidonio per misurare il diametro del Sole.
Sia T il centro della Terra, S sia la città di Siene, A sia il sole, quando a mezzodì del solstizio estivo si trova allo Zenit della città. Se da B e da C si conducono le tangenti T B, T C al globo solare, per tutti i luoghi della Terra da I sino ad L non sarà possibile ombra alcuna; l'intervallo I L è stato misurato, e trovato estendersi per 300 stadi. Ora se si assume il diametro dell'orbita solare in una miriade di diametri terrestri, il diametro del Sole risulta di 3 milioni di stadi. Distanza e diametro sono la metà del vero.

ralleli, si deduce con un semplice calcolo che la circonferenza terrestre vale 5000.50 = 250 000 stadi, che è il numero riferitoci da Cleomede.

Così il metodo d'Eratostene si basa sull'osservazione elementare della diversa inclinazione dei raggi solari lungo il meridiano, che — secondo la nostra ipotesi — già Anassimene e i suoi successori ionici avrebbero interpretato come segno della

distanza del Sole dalla Terra piana. E, com'è logico, si trova al termine d'uno sviluppo di metodi di cui abbiamo cercato di riconoscere le fasi intermedie.

NOTIZIE COMPLEMENTARI. — Chiuderemo questo capitolo con alcune notizie. La stima della grandezza della Terra fatta da Eratostene si vede accettata generalmente da tutta l'antichità. Così la lunghezza del circolo terrestre di 252 mila stadi figura nella *Geografia* d'Ipparco (circa 150 a. C.). C'è però una stima diversa data da Posidonio (verso la metà del II secolo): almeno Strabone narra ch'ei faceva il detto circolo di 180 mila stadi. Ma, secondo l'analisi dello Heath, che si appoggia ad indicazioni della *Geografia* di Tolomeo, lo stadio di cui qui si discorre salirebbe a m. 210, e perciò la misura anzidetta si ridurrebbe ai 240 mila stadi d'Eratostene, d'accordo coi riferimenti di Cleomede. Lo Schiaparelli pure ritiene che la misura assunta da Posidonio sia quella detta da Cleomede, e nel riferimento di Strabone vede semplicemente un errore: errore di 1/6 che vizierebbe i dati della Geografia di Tolomeo, e poi anche le opinioni dei moderni che vi si basano, fino al secolo XVI.

Comunque i procedimenti dei Greci erano tali da fornire una buona approssimazione per il calcolo delle dimensioni terrestri.

Invece gli sforzi per valutare le distanze dei corpi celesti riuscirono solo, imperfettamente, per la Luna. Per il Sole le varie stime rimangono sempre molto al disotto del vero, e gli astronomi greci non erano in possesso d'un metodo che potesse condurre ad un resultato un po' esatto. Basterà riportare per informazione la tabella che si trova nell'*Aristarchus* di Heath, dove le misure sono espresse in diametri terrestri:

	Distanza Luna	Diametro Luna	Distanza Sole	Diametro Sole
Aristarco	$9\frac{1}{2}$	$\frac{9}{25} = 0{,}36$	180	$6\frac{3}{4}$
Ipparco	$33\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3} = 0{,}33$	1.245	$12\frac{1}{3}$
Posidonio	$26\frac{1}{5}$	$\frac{3}{19} = 0{,}157$	6.545	$39\frac{1}{4}$
Tolomeo	$29\frac{1}{2}$	$\frac{5}{17} = 0{,}29$	605	$5\frac{1}{2}$
In realtà	*30,2*	*0,27*	*11,726*	*108,9*

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Il capitolo sulla forma della Terra espone con qualche emendamento la ricostruzione del problema secondo F. ENRIQUES, *Il problema della forma della terra nell'antica Grecia*. Periodico di Matematiche S^e^, IV Vol., VI, 2 (1926) [riprodotto in: CLAIRAUT, *Teoria della forma della Terra*, traduzione e note di M. LOMBARDINI, Bologna, Zanichelli, 1928].

Il problema è stato assai disputato e si può trovarne uno studio erudito che — per difetto di senso scientifico — fa capo a conclusioni stravaganti in:

TH. H. MARTIN, *Mémoire sur les hypothèses astronomiques des plus anciens philosophes de la Grèce étrangers à la notion de la sphéricité de la Terre.* (Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres, t. XXIX, pag. 29. 1879).

Già il titolo di questo lavoro assume come criterio del valore scientifico delle dottrine l'avvicinamento alla realtà, anziché il giudizio sulle ragioni che potevano suffragarle nella mente degli autori.

Un ottimo studio generale delle questioni sulla forma e misura della Terra, anteriore alle nostre tesi, si trova in:

H. BERGER, *Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen*, Lipsia, 1903. Cfr. anche la buona opera d'insieme di K. MILLER, *Die Erdmessung im Altertum*, Stuttgart, 1919.

Per le distanze degli astri conviene specialmente consultare l'opera dello HEATH, citata innanzi.

XIV.

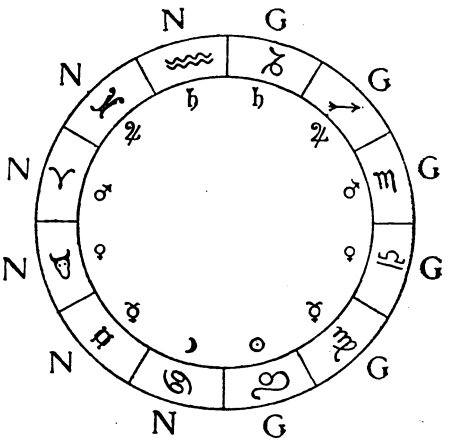
IL MOTO DEI PIANETI E IL SISTEMA DEL MONDO

ASTRONOMIA CALDAICA. — Abbiamo già parlato delle origini mitiche e religiose dell'Astronomia presso i popoli dell'Oriente, accennando a predizioni intorno agli eventi umani che gli astrologi affermano connessi cogli avvenimenti del cielo. Fra le rovine di Ninive furono rinvenuti i frammenti del primo trattato astrologico a noi noto: le *Illuminazioni di Bel,* che si fan risalire al regno di Sargon I (circa 3000 a. C.). Nella biblioteca cuneiforme di Assurbanipal si sono ritrovati inoltre i rapporti degli astrologi reali. Vi sono segnati i giorni fasti e i nefasti, le opposizioni, le congiunzioni, le occultazioni degli astri, accompagnati da pronostici infallibili sul raccolto, sulle invasioni di nemici o di locuste, sulle guerre, inondazioni, vittorie e calamità. « Se Marte è in opposizione con Giove minaccia la rovina del paese »; « se Venere si leva nel mese di Nisannu, il paese sarà invaso; ma se ciò avviene nel mese di Sivannu, lo straniero del nord sarà ricacciato ». Altri documenti tipici dello stesso genere concernono le eclissi, e ne parlammo già a proposito di Talete.[1])

In quest'ordine d'idee un problema più preciso portava i Caldei allo studio del moto dei pianeti e all'astronomia numerica: vogliam dire i *temi di genitura.* Se si accetti l'antichissima veduta della unità del Tutto, di una intima corrispondenza fra l'universo e l'uomo, si dovrà ammettere che l'influenza della

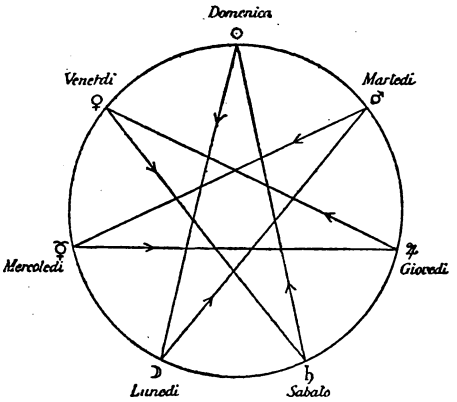
[1]) Le tavolette di osservazione e di calcolo degli astronomi babilonesi furono scoperte ed interpretate in tempi recenti da orientalisti quali Rawlinson, Hincks, Oppert, Sayce, Jensen; la ricostruzione dei loro metodi si deve agli sforzi dei PP. Strassmayer, Epping e Kugler, e per ultimo del nostro Schiaparelli.

posizione degli astri deve farsi sentire, non solo sui grandi fenomeni terrestri e sugli avvenimenti d'interesse collettivo, sì



Lo Zodiaco e i Domicili dei pianeti.

anche sul destino di ogni individuo: che si vorrà leggere prefigurato nell'aspetto del cielo al momento della sua nascita. Tale



Schema dei Reggenti.
I pianeti reggevano non solo i giorni, ma anche le singole ore, nello schema di successione qui indicato. La prima ora di ogni giorno era consacrata al pianeta della giornata, e da questo si partiva per descrivere l'eptagramma.

è il fondamento della scienza che i Greci chiamarono *Genetliologia.* Suo primo compito è di determinare per ciascun uomo di

Lo zodiaco egiziano di Dendera (epoca sincretistica).

cui interessi prevedere il destino, quale fosse nell'istante della nascita il punto dello Zodiaco che sorgeva a Levante.

È questo l'*oroscopo*, inizio del « circolo di genitura », diviso in dodici settori eguali da rette normali all'eclittica.[1]) Il cerchio, fisso rispetto alla Terra, costituisce come un'armatura rigida, una gigantesca *roulette* su cui corrono i pianeti, lanciati dalla mano del Destino, e attraverso alla quale circolano i segni dello

[1]) Ognuno di questi settori si chiamava un *kaspu*, e corrispondeva al percorso delle costellazioni in due ore. Per misurarlo con precisione, i Caldei avevano la clessidra e il *polos* (emisfero concavo munito di un indice). La Luna avendo un ciclo proprio di 30 giorni, in ogni *kaspu* essa veniva a percorrere 1/360 del circolo celeste. Di qui proviene la divisione del cerchio in 360 gradi. Al grado sessagesimale di arco della circonferenza (*kaspu* della Luna) si fece poi corrispondere il grado di tempo, cioè 4 minuti di giorno solare. Osserva lo Schiaparelli che questa corrispondenza produceva nei calcoli astronomici una facilità, che gli astronomi posteriori non han saputo conservare.

Zodiaco, insieme con tutta la macchina del cosmo. Le predizioni si fondano sulla posizione dei pianeti e delle costellazioni rispetto al circolo graduato di genitura. Lo stato del cielo al momento della nascita determina tutti gli eventi di una vita: ma per situarli nel tempo, occorre calcolare le successive combinazioni degli astri.

In questo sforzo di dare un quadro sistematico dei moti celesti, gli astrologi non tardarono ad accorgersi che certi segni dello Zodiaco ascendono più rapidamente di altri, e calano più lentamente. Su tale ineguaglianza si fondavano anzi i pronostici di longevità: il che portava a determinare col calcolo le differenze di velocità apparente fra i vari segni dello Zodiaco, differenze risultanti dalle loro posizioni rispetto all'equatore celeste. In altre parole, si trattava di ridurre i gradi d'ascensione obliqua dello Zodiaco a gradi di ascensione retta, proiettando sull'equatore gli archi del circolo zodiacale. La durata delle ascensioni era allora proporzionale alle dette proiezioni.

Un tale problema i Greci seppero risolverlo, da Ipparco in poi, con la trigonometria. Ma i Caldei ignoravano questo strumento matematico, anzi lo avrebbero respinto, come ebbero occasione di fare più tardi. Essi trovarono una soluzione sufficiente per mezzo delle progressioni aritmetiche, secondo un metodo che permetteva loro di ridurre i movimenti celesti non uniformi ad una combinazione aritmetica di varî moti, animati da velocità uniformi od uniformemente varie. Questo metodo servì loro anche alla determinazione della velocità del Sole, della Luna e dei pianeti, con predizioni di eclissi, come si trovano sopra una tavoletta del 522 a. C. La scienza astrologica, già organizzata al tempo di Hammurabi, nel 2000 a. C., fiorisce soprattutto nel periodo che va dal VI al I sec. a. C., e culmina, poco prima della fine, nell'opera di un grande astronomo, Kidennu, il diretto predecessore di Ipparco. Secondo lo Schiaparelli, si possono così precisarne i principali resultati:

1) Introduzione di cicli luni-solari sempre più approssimati ai veri movimenti;

2) Suddivisione metodica dell'eclittica, ed altra corrispondente del giorno solare. Col ridurre le antiche costellazioni, corrispondenti ai singoli mesi, a forma e a divisione geometrica, si può dire avesse veramente origine lo Zodiaco (circa 600 a. C.);

3) Misura dell'anno, basata sull'osservazione del percorso del Sole fra le costellazioni (anno siderale) piuttosto che su quella degli equinozi e dei solstizi (anno tropico);

4) Scoperta dell'ineguale velocità del Sole sull'eclittica, e della conseguente diversità delle stagioni. Su questa si fonda il metodo adottato da Kidennu nei suoi calcoli luni-solari;

5) Applicazione dei metodi di Kidennu alle sue determinazioni di durata delle rivoluzioni sinodica, siderale, anomalistica e draconica della Luna;

6) Scoperta e applicazione dei cicli planetari, e costruzione di effemeridi perpetue dei maggiori pianeti.

Ma se l'astronomia numerica dei Caldei bastava a costruire effemeridi di una precisione non superata nemmeno da Ipparco e Tolomeo, rimase pur sempre un'astronomia meramente descrittiva e pratica, fondata su formule empiriche combinate alla meglio. Non curandosi mai di risalire alle teorie geometriche, fu una scienza da calendari: e in fondo null'altro occorreva all'astrologia.

Senza dubbio, i calcolatori assidui, gli osservatori infaticabili che abitavano le torri di Babele, di Borsippa, di Erech, di Ninive, di Nippur, hanno ben meritato della scienza ed hanno fornito ai Greci il necessario materiale d'osservazione;[1]) ma altro era l'ideale dei Greci. Questi filosofi che speculano sulle trasformazioni della materia e sulle ragioni del Cosmo, vogliono trovare nella descrizione del moto degli astri un ordine geometrico.

« Il vero astronomo — dice Platone nella *Repubblica* — non sarà colui che coltiva l'astronomia al modo d'Esiodo e dei pastori, intenti solo al levare e al tramontare degli astri, ma quegli che studierà le sette rivoluzioni comprese nell'ottava [cioè il moto delle sfere planetarie avvolte da quella delle stelle fisse] e tutte quante su orbite circolari; le quali speculazioni non possono essere prontamente afferrate da una persona qualunque, ma richiedono menti di penetrazione non comune ».

[1]) Nel commentario al *De Caelo* di Simplicio (II, 15) è detto che l'abbandono del sistema di Eudosso fu dovuto alla conoscenza delle osservazioni babilonesi trasmesse da Callistene. «Osservazioni di 1903 anni» dice il testo secondo il Lepsius e lo Schiaparelli, non «31 000» come interpretano Brandis e Karsten. A ogni modo è certo che i cicli babilonesi sono il frutto di una lunga osservazione. Diversa invece, se forse più remota, è l'origine dei *kalpa* indiani, schiere interminabili di vertiginose immensità, che scaturiscono piuttosto da un'esigenza metafisica, che non dall'induzione propria alla scienza.

Inizii dell'astronomia greca. — Già la previsione dell'eclisse attribuita a Talete attesta dell'interesse che i primi naturalisti ionici portarono all'osservazione dei fenomeni astronomici. E, accanto ai « fisiologi » occupati dei grandi problemi cosmologici, si trovano subito dopo (verso il 500) i primi astronomi specializzati, che fanno professione di osservare gli astri e distinguere le costellazioni. Sono lo ionio Arpalo di Mileto, gli eolii Cleostrato di Tenedo e Matriceta di Metimna:[1]) al secondo dei quali — autore di un poema astronomico — si attribuisce (in confronto ai Greci) la più completa conoscenza dei segni dello Zodiaco cui avrebbe aggiunto l'Ariete e il Sagittario, e il ciclo ottennale delle intercalazioni detto *Octaeteride*, che prepara gli schemi di Eudosso e la riforma del calendario che di solito si fa risalire a Metone d'Atene, ma che in realtà sembra essere stata attuata non prima del 342.

C'è, accanto a Metone, un altro contemporaneo occupato collo stesso problema: trovare un ciclo di anni che contenga un numero esatto di mesi lunari. È questi Enopide di Chio, rinomato come astronomo e geometra, fondatore della scuola di Chio. Il quale assumeva il periodo di 59 anni eguale a 730 lunazioni; laddove Metone faceva il ciclo di 19 anni eguale a 235 lunazioni.

Questi resultati dànno qualche indicazione dei progressi fatti dai Greci negli studî astronomici e dell'estensione che presto hanno avuto presso di loro le conoscenze caldaiche. Come già accennammo, subito dopo Anassimandro, si ammetteva, così da Anassimene come dai primi Pitagorici, che le stelle fisse si trovino all'estremo limite del mondo, restando più vicino alla Terra, la Luna, il Sole e i pianeti. Al riconoscimento di questi accenna già la tradizione che Pitagora stesso avrebbe identificato, per la prima volta, l'astro della mattina e quello della sera, Espero e Lucifero (e s'intende che, in ogni caso, ciò può valere soltanto in confronto ai Greci). Gli astri erranti, fra cui si comprendono anche Sole e Luna, vengono concepiti in generale tanto più vicini alla Terra quanto più lento è il loro moto apparente: come se essi restassero indietro per una specie di aderenza alla Terra (resistenza dell'aria o d'altro mezzo connesso con questa), pur essendo trascinati dalla rivoluzione del mondo.

[1]) Cfr. Diels, *Vors.*, II, 70.

Ancora a Pitagora, o secondo altri ad Enòpide, si attribuisce la scoperta dell'obliquità dell'eclittica, che certo era conosciuta da Anassagora.

I PITAGORICI: SISTEMA DI FILOLAO. — I Pitagorici posero il problema di descrivere il moto proprio dei pianeti da Occidente ad Oriente, in senso inverso a quello delle stelle fisse. E Teone di Smirne — attribuendo questa scoperta a Pitagora — precisa: « La variazione che si scorge nel moto dei pianeti è dovuta al loro spostamento apparente attraverso i segni dello Zodiaco, su certi cerchi a loro proprî, quasi fossero attaccati a sfere indipendenti e mossi dal moto di queste, come Pitagora fu primo ad osservare: così un certo moto vario ed irregolare viene ad aggiungersi come loro carattere proprio sul moto ordinato, semplice ed uniforme, volto tutto nel medesimo senso ».

E mentre poco prima Anassimandro aveva audacemente affermato l'isolamento della Terra nello spazio, e quindi la relatività delle direzioni, ecco verso questo tempo introdursi l'idea della « relatività del moto », che abbiamo visto nascere dall'analisi della scuola d'Elea. Sotto l'influenza di questa critica i Pitagorici della generazione successiva non si peritano di mettere in dubbio l'immobilità della Terra. Così nasce l'ardito sistema cosmico di Filolao (circa 400 a. C.). Nel mezzo dell'Universo non sta più la Terra, ma il fuoco centrale, la « divina Hestia »: Focolare del Mondo, Trono di Zeus, Madre degli Dei, Altare o Misura o Norma della Natura. Qui risiede il principio che regge il mondo, poiché solo al centro può risiedere la forza che ne collega le varie parti in un organismo; il quale — d'altronde — è limitato da un cerchio di fuoco esterno, l'« Olimpo », dove gli elementi si trovano in tutta la loro purità.

Nello spazio fra il fuoco centrale e il fuoco esterno sono le orbite e sfere dei corpi celesti: la più lontana è la sfera delle stelle fisse, poi vengono ordinatamente quelle dei cinque pianeti, del Sole, della Luna, della Terra, e infine d'un astro ipotetico, « l'Antiterra », che non possiamo vedere, perché in opposizione costante alla Terra, della quale abitiamo l'emisfero rivolto verso l'esterno. Questo corpo rispondeva al criterio estetico-mistico di portare a 10 (la *Tetraktys*) il numero delle sfere ce-

lesti, e serviva anche, come già accennammo, a spiegare, con la sua interposizione, i fenomeni d'eclisse lunare.

Il sistema di Filolao costituisce un primo tentativo di render conto dei moti dei pianeti e dell'alternarsi delle stagioni: la Terra ruota nelle 24 ore nel piano dell'equatore celeste, mentre il Sole e la Luna si muovono nel piano inclinato dell'eclittica. Pertanto il moto diurno dei pianeti, del Sole e della Luna, riesce combinato semplicemente col loro moto periodico lungo lo Zodiaco, come accade nell'ipotesi d'una Terra sferica animata da una rivoluzione diurna. Anzi, dopo Filolao, altri Pitagorici, Iceta ed Ecfanto, semplificavano l'ipotesi: congiungendo la Terra con l'Antiterra in un unico corpo sferico, rotante attorno all'asse polare. [1])

Eudosso. — Resta che il sistema filolaico non può spiegare in alcun modo le stazioni e retrogradazioni dei pianeti sulla sfera celeste.

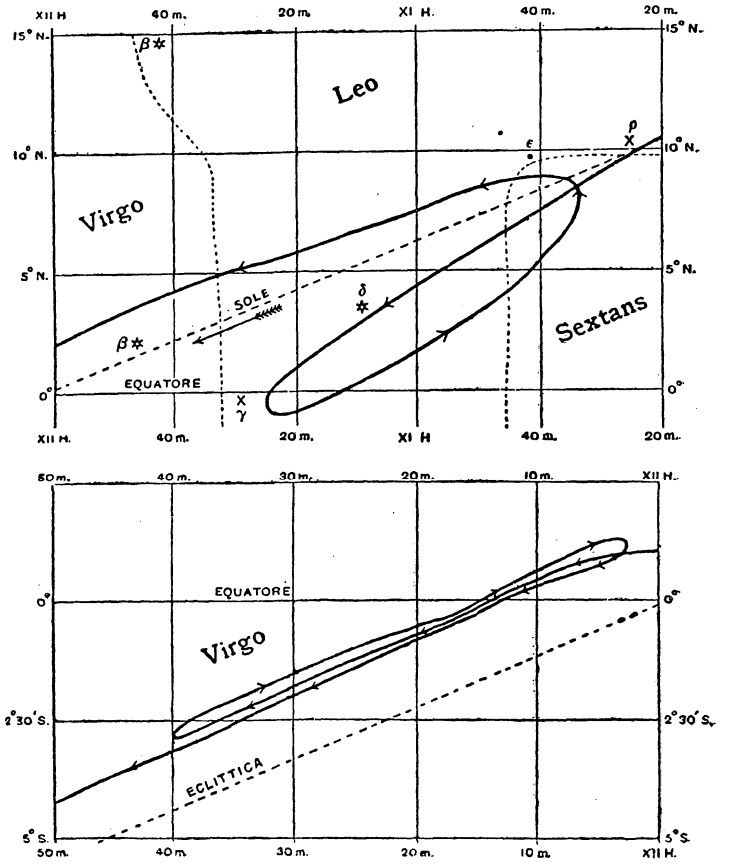
Questa lacuna doveva essere sentita negli stessi circoli pitagorici, ed è rilevata da Platone nel libro X della *Repubblica* e nel *Timeo*. Come egli ponesse il problema resulta dal racconto di Eudemo: [2]) che il Maestro ateniese propose agli astronomi di « trovare con quali supposizioni di moti regolari ed ordinati si possono rappresentare le apparenze osservate nei movimenti dei pianeti ». Secondo lo spirito del razionalismo posteleatico la teoria deve dunque « salvare le apparenze » (σῴζειν τὰ φαινόμενα).

Il problema fu risolto da Eudosso di Cnido (408-355), il « divino » Eudosso, del quale abbiamo parlato come grande geometra.

Allievo già dell'Accademia platonica, Eudosso si era recato in Egitto, munito di commendatizie del re Agesilao di Sparta per il Faraone Nectanebo, e si narra che dai sacerdoti di Eliopoli gli fosse stato comunicato il vasto materiale di osservazione che si era venuto accumulando colà sui periodi delle rivoluzioni

1) Gli argomenti che il Tannery adduce contro la storicità dei due pitagorici, riducendoli a personaggi dei dialoghi di Eraclide, non ci appaiono sufficienti. Osserviamo che la loro teoria deve essere antecedente a Eraclide, e va probabilmente collegata con le nuove scoperte geografiche. I navigatori per quanto si spingessero a Occidente, non avevano visto l'attesa antiterra levarsi sull'orizzonte. I pochi riferimenti su Ecfanto in Diels, *Vors.*; v. anche l'art. di E. Wellmann nell'Enc. Pauly-Wissowa.

2) Simplicio in *De Caelo*, II, 1.



Percorso apparente dei pianeti sulla sfera celeste (Berry):
a) Mercurio nel periodo di tre mesi, *b*) Giove nel periodo di dieci mesi.

planetarie, fors'anche sulle durate, le ampiezze e le diverse fasi delle loro stazioni e retrogradazioni.[1])

Tornato in Grecia si dedicò sopratutto allo studio delle curve, della loro generazione, e delle loro proprietà analitiche, come abbiamo detto prima: e i suoi studî volle applicare alla teoria dei moti planetari. Quel poco che sappiamo di Eudosso ce lo rivela spirito ardente ma lucido e positivo, alieno dalle avventurose sintesi dei suoi compatriotti ionici, uno scienziato nel

[1]) *Primus ab Aegypto hos motus in Graeciam transtulit.* Seneca, *Q. N.* VII, 3.

senso moderno della parola: avrebbe subìto volentieri, diceva, il destino di Fetonte, pur di giungere a sapere che cosa sia il Sole.

Per risolvere il grande problema del moto dei pianeti, Eudosso cominciò con l'accettare esplicitamente alcuni principî che a quell'epoca avevano corso universale fra gli astronomi. Anzitutto, che la composizione del mondo dovesse essere ordinata secondo una legge unica e generale: la quale, a difetto di una concezione dinamica, non poteva essere che geometrica.

Il moto della sfera celeste, del Sole e della Luna ci suggerisce, come tipo generale di movimento, il circolare ed uniforme: e le anomalie osservate sul corso dei pianeti dovevano, secondo l'assioma dei Pitagorici e di Platone, risolversi in combinazioni di moti circolari ed uniformi.

Tale assioma conservò la sua piena validità fino ai tempi di Keplero. I pianeti erano immaginati come fissi su sfere ideali, ruotanti uniformemente.

Un'altra condizione fondamentale, suggerita certo da un criterio di semplicità, era che queste sfere dovessero essere omocentriche, cioè aggirarsi attorno a un centro unico del mondo, che era poi la Terra. Solo più tardi, e costretti dalla necessità, gli astronomi fecero posto a concezioni così poco naturali come quella di astri moventisi attorno a centri fittizi. La condizione di omocentricità, pur soddisfacendo nello stesso tempo al criterio di semplicità e alla nostra intuizione geocentrica, complicava straordinariamente il problema: poiché bisognava pur trovare qualche modo per spiegare il moto apparente di traslazione dei pianeti.

Eudosso immaginò dunque, press'a poco come descrive Platone nel mito di Er, che ogni corpo celeste fosse portato da una sfera girevole su due poli, e dotata di rotazione uniforme: l'astro era posto sull'equatore, in modo da descrivere durante la rotazione un circolo massimo. A render conto delle variazioni di velocità dei pianeti, del loro stare e retrogradare, e del loro deviare a destra e a sinistra nel senso della latitudine, tale ipotesi non bastava; e convenne supporre che la sfera del pianeta giri sopra un asse collegato o imperniato sopra un'altra sfera, concentrica alla prima, girante a sua volta con moto uniforme intorno a due poli diversi dai primi. Ma non bastando nep-

pur questa seconda sfera, bisognò supporla montata su una terza analoga, di asse ancora diverso. Così si potevano spiegare i moti del Sole e della Luna. Per i pianeti occorreva ancora una quarta sfera: si avevano così 26 sfere concentriche, e 27 con quella delle stelle fisse.

Per dare un esempio del meccanismo delle sfere eudossiane, descriveremo il sistema più semplice, che è quello della Luna. La prima delle tre sfere lunari si muoveva con quella delle stelle fisse, e produceva la rivoluzione diurna. La seconda sfera si muoveva con un moto lentissimo, della durata di 223 lunazioni. Essa portava in giro con moto retrogrado la sfera più interna, d'asse obliquo, che dava il moto mensile di 27 giorni; serviva a spiegare la retrogradazione dei nodi dell'orbita lunare sull'eclittica, che era già nota ai Babilonesi.

Nel caso dei pianeti, Eudosso si trova di fronte a difficoltà ben più gravi. Basta infatti dare un'occhiata al grafico del cammino di un pianeta sulla sfera celeste. Quale combinazione di moti circolari uniformi potrà dare delle figure così complicate? Il problema, (che per noi sarebbe assai facilitato dalla trigonometria), fu risolto dal genio di Eudosso col semplice uso della geometria elementare della sfera.

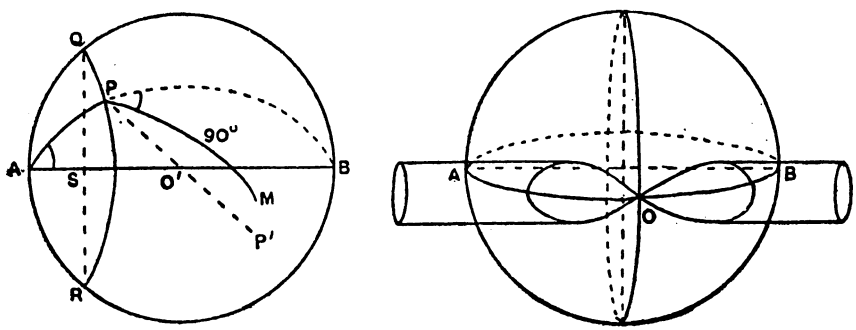
Non possiamo qui certo ritracciare la catena delle sue deduzioni che fu genialmente ricostruita dallo Schiaparelli. Più che questa giustificazione a posteriori, del resto, a noi importa riconoscere quella che ci appare la genesi dell'idea.

Eudosso ha proseguito nelle direzioni principali le ricerche di Archita. Eratostene parla di una sua nuova soluzione del problema delle due medie proporzionali. Quanto poi agli studi sulle curve, che hanno assorbito così gran parte dell'attività di Eudosso, essi sembrano essersi rivolti soprattutto a quelle intersezioni di solidi di rotazione che appaiono nel problema di Archita. A lui fra l'altro, vanno attribuiti i primi studi sulle sezioni piane del toro (« spiriche » di Perseo). Ora non vi è dubbio che fra i casi da lui presi in esame, vi sia stata l'intersezione del cilindro con la sfera. Più tardi, tentando di rintracciare sul modello della sfera celeste il percorso osservato dei pianeti, egli notò che la linea risultante aveva qualche affinità con una di quelle intersezioni.

Tale è il punto di partenza del sistema, che giunge alla co-

struzione seguente: i pianeti si muovono sulla sfera interna secondo una curva che ha l'aspetto d'una lemniscata, e che si può costruire facendo intersecare la sfera con un cilindro tangente alla stessa: o con un cono che abbia sulla sfera il suo vertice. La linea adunque ha il pregio, non piccolo per una mentalità pitagorica, di risultare dalla intersezione dei tre corpi rotondi, cono, cilindro e sfera. Eudosso le aveva dato il nome di *ippopede*, perché ricordava quelle figure ad 8 che si fanno fare ai cavalli nel maneggio, per esercitare loro la bocca.

In questa lemniscata sferica si compongono i movimenti della



L'ippopede di Eudosso e la sua costruzione.

terza e della quarta sfera, che era stato necessario introdurre in omaggio al principio dei moti circolari uniformi.

Vediamo ora come si potevano spiegare i moti planetari. La prima sfera di ogni pianeta è sempre animata del moto della sfera delle stelle fisse. La seconda, i cui poli sono quelli dell'eclittica, si volge in un tempo uguale a quello della rivoluzione zodiacale del pianeta. La terza e quarta sfera danno l'ippopede, sulla quale si muove il pianeta. L'asse AB della terza sfera si muove sul circolo dell'eclittica. Allora il centro O della lemniscata, che è anche il suo punto doppio, e che si trova sul circolo fondamentale AOB, percorre anch'esso l'eclittica, trascinando seco la lemniscata, nel tempo di una rivoluzione zodiacale.

Componendo quindi questo moto del pianeta sulla lemniscata col movimento progressivo della lemniscata stessa sull'eclittica,

avremo il movimento composto del pianeta nella fascia zodiacale. Ora, il corso del pianeta sulla lemniscata si traduce in una oscillazione periodica d'andata e ritorno: e l'intero ciclo di questa oscillazione si fa nel tempo della rivoluzione sinodica. Ad ogni periodo sinodico avverrà dunque che per mezzo periodo il moto del pianeta lungo l'eclittica sarà accelerato sommandosi il moto della lemniscata con quello del pianeta lungo di essa; e per l'altro mezzo periodo il pianeta apparirà ritardato, contrastando l'uno all'altro i due moti. Regolando quindi in modo opportuno le dimensioni della lemniscata e la velocità del pianeta su di essa, si potranno riprodurre tutte le stazioni e retrogradazioni del pianeta, e le sue variazioni di velocità apparente. Questa sarà massima di longitudine alla congiunzione superiore, quando l'astro passa per il centro O della lemniscata con la velocità del medesimo segno: e minima in opposizione, cioè nel caso contrario.

La teoria di Eudosso dava risultati ottimi per Saturno, Giove e Mercurio, ove si tenga conto del materiale d'osservazione allora disponibile: ma nel caso di Venere comincia a discostarsi dalla realtà, per Marte fallisce completamente allo scopo, quali che siano le velocità delle sfere e le dimensioni dell'ippopede: onde, nella stessa scuola di Eudosso, Callippo e il discepolo suo Polemarco, proposero una riforma del sistema, aggiungendo una sfera a Marte, ed una a Venere, e procedendo per tentativi fino a che il risultato teorico collimasse con le osservazioni. Il sistema fu concretato durante una specie di congresso astronomico in Atene ove si erano recati per esporre la questione ad Aristotele: risultato di questo scambio di vedute fu l'adozione delle sfere eudossiane nella cosmologia peripatetica.

Gli astri, pensava Aristotele, sono corpi semplici e incorruttibili; e quindi non possono essere dotati che di moti semplici; gli astri sono eterni: e il solo moto semplice ed eterno è il circolare uniforme. Così veniva giustificato nella sua fisica il principio estetico formulato da Pitagora.

Sistema aristotelico. — La teoria di Eudosso e Callippo non si prestava tal qual'era, a essere incorporata senz'altro nel sistema aristotelico. Gli astronomi si erano limitati a risolvere il problema geometrico, combinando movimenti di sfere ideali. Ma a chi

avesse chiesto loro come queste sfere si muovevano, e quale fosse la loro vera natura e connessione, essi avrebbero risposto senza dubbio che la questione non era di loro competenza, e che riguardava i fisici.

Ora ad Aristotele occorreva un sistema fisico; senza di esso la sua sintesi universale sarebbe rimasta incompleta. Le sfere omocentriche si prestavano mirabilmente all'idea fondamentale della sua dinamica cosmica, secondo cui la forza motrice dell'universo doveva essere collocata alla circonferenza (il *primo mobile*) e propagarsi fino al centro. Ma come connetterle fra di loro? Gli astronomi non gli davano alcun aiuto, poiché per essi le sfere di un pianeta formavano un insieme soddisfacente ad ipotesi proprie, senza legame con il sistema delle sfere di un altro: e la prima sfera di ogni pianeta aveva sempre il moto di quella delle stelle fisse. Per dare al sistema una consistenza meccanica, Aristotele fu condotto a materializzare le sfere e ad incastonarle una nell'altra in un ordine fisso di successione, chiudendo l'universo, come dissero i posteri, in vôlte di cristallo.

Ma qui sorgeva una nuova difficoltà: occorreva trovare un meccanismo speciale, che impedisse al moto degli astri esterni di comunicarsi agli interni. Per questo scopo, Aristotele intercalò, fra l'ultima sfera di ciascun pianeta e la prima del pianeta successivo, un certo numero di sfere nuove, dette *reagenti*, che ripetevano esattamente il moto delle sfere planetarie, ma in senso inverso, in modo da annullarlo. Per conseguenza la prima sfera del pianeta sottostante si ritrova ad esser animata del moto di quello delle stelle fisse, come vuole la teoria.

Per ottenere l'apparenza di un sistema fisico, Aristotele giungeva così ad un macchinoso congegno di 55 sfere, che restò alla base dell'insegnamento peripatetico, e che ritroveremo più tardi fino nel secolo XVI.

Il moto dei pianeti interni attorno al sole: Eraclide. — Ai tempi di Archimede, le sfere eudossiane appartenevano al sistema ufficiale del mondo scientifico. Eppure fin dall'inizio era stata posta la grave obbiezione che ne scuoteva l'edificio, quella cioè che si deduce dalla variabilità di splendore dei pianeti, prin-

cipalmente di Marte e di Venere.[1]) Questa conduceva ad ammettere una variazione nelle loro distanze dalla Terra, assolutamente inconciliabile con l'ipotesi che tutte le sfere siano concentriche alla Terra.

Già a Polemarco la difficoltà non era sconosciuta: ma non sappiamo quale fosse la soluzione da lui proposta. Il passo decisivo fu compiuto da un filosofo, che fu discepolo dell'Accademia, del quale assai poco sappiamo, se non che in un corpo debole e deforme racchiudeva un ingegno vasto ed ardito: Eraclide d'Eraclea, detto Eraclide Pontico.[2])

Studiando i moti di Mercurio e di Venere, osservando le loro digressioni alternate e regolari a destra e a sinistra del Sole, Eraclide intuì che il centro della loro circolazione non poteva essere la Terra, bensì un altro punto collocato nella direzione del Sole: e quale altro punto poteva essere, se non il Sole medesimo?

Con questo si veniva a rinunciare alla armoniosa simmetria delle sfere eudossiane: ma in compenso si otteneva un meccanismo semplice ed evidente per i moti dei pianeti inferiori.

Quali vedute avesse Eraclide intorno al movimento dei pianeti superiori, non ci è dato congetturare: ma certo, il suo sistema conteneva in sé diverse idee fondamentali che davano all'astronomia una orientazione nuova. Il moto delle stelle fisse veniva riportato, secondo l'idea pitagorica di Filolao modificata

[1]) Marte è in certi periodi una stella di prima grandezza, in altri di quarta. Il rapporto della massima alla minima luce nelle opposizioni e nelle congiunzioni medie è di 24:1. Si era osservato peraltro (Simpl. in *De Caelo*, II, 14) che anche il diametro lunare varia di circa $^1/_{12}$.

[2]) Discepolo di Platone, Eraclide scrisse di etica, di retorica, di poetica, di storia delle scienze e dei misteri; e ancora di critica omerica, di tragedia, di grammatica, di fisica. Delle sue opere non ci restano che pochi frammenti, ma sappiamo che i suoi dialoghi furono fra i più letti dell'antichità, *iucunda memoratu et miranda*. Platonico pitagorizzante, temperamento artistico e romantico, con forte tendenza al mistico e al meraviglioso, ha profuso nelle sue opere ipotesi geniali e ravvicinamenti arditi, che furono seme a molte idee delle epoche successive. Fu modello a Panezio, a Posidonio, a Cicerone, a Varrone. Non a torto fu detto il « Paradossologo »; v'è in lui qualcosa di Paracelso, e soprattutto la grande facilità imaginativa e la vanità. Il dialogo, impregnato di spiritismo e di pitagorismo, su « Abari l'Iperboreo » è uno fra i vari da lui scritti sull'oltretomba e sulla sorte delle anime, ed è il primo esempio del « romanzo filosofico » il cui primo germe sta nei miti come quello di E., e di cui tanto si abuserà nei secoli tardi. Nel trattato sulla *Musica*, E. propone l'idea che il ritmo fondamentale della poesia greca sia il triplice *iè paiàn* degl'inni pitici, da cui deriverebbero il trimetro e l'esametro. In fisica Eraclide fu atomista, ma i suoi atomi chiama ὄγκοι ἄναρμοι, e suppone loro la capacità di cambiar proprietà secondo le combinazioni, ravvicinandosi così alle nostre concezioni chimiche.

da Iceta e da Ecfanto, alla rotazione diurna della Terra attorno al centro del mondo: così si trovavano d'un tratto liberati da una enorme complicazione tutti i movimenti celesti, ridotti ormai alle loro vere e proprie rivoluzioni attorno alla Terra. Mercurio e Venere giravano attorno al Sole, con periodo uguale a quello della rivoluzione sinodica, e secondo l'ordine dei segni dello Zodiaco: e il Sole, così nobilitato a centro di pianeti, girava a sua volta attorno alla Terra.

Restava da spiegare il moto di Marte: a chi sia dovuta la nuova teoria non si può dire con precisione; ma probabilmente appartiene a qualche filosofo pitagorico, e non è escluso che vi abbia collaborato lo stesso Eraclide.

Le epoche del massimo splendore di Marte coincidono con quelle delle opposizioni: se ne concluse che il punto dell'orbita più vicino alla Terra è quello che si trova in direzione opposta al Sole. Il centro di tale moto doveva quindi esser collocato fuori della Terra: così nelle speculazioni cosmografiche appare per la prima volta il concetto dell'eccentro. Nelle opposizioni Marte si troverà in Q; la Terra essendo T, il Sole si troverà in qualche punto della direzione opposta TR.

Ma le opposizioni di Marte non han sempre luogo nello stesso punto dello Zodiaco: occorre quindi ammettere che la direzione TQ non sia costante. Il punto Q deve rimanere sempre opposto al Sole. Il punto Q circolerà quindi attorno a T nello spazio di un anno lungo l'eclittica; e l'orbita di Marte avrà un movimento simile a quello dell'eccentrico di una macchina.

Questo moto si compie secondo l'ordine dei segni: ma il pianeta si sposta sull'orbita in senso inverso; e scegliendo opportunamente il rapporto fra l'eccentricità e il raggio dell'orbita, si potranno spiegare in un colle variazioni di splendore, anche tutte le irregolarità di movimento.

Si trattava dunque di determinare un rapporto: quello del raggio dell'eccentro alla sua eccentricità. La lunghezza assoluta di queste linee non si conosceva. E nulla impediva di ammettere che il centro O, giacente sempre in direzione del Sole, fosse collocato nel Sole stesso. Così risultava esteso il sistema di Eraclide Pontico: Marte diveniva anch'esso satellite del Sole, la sua circolazione secondaria essendo rappresentata dal moto dell'eccentrico.

Verso il IV secolo ci appare così interamente formato un sistema, che diciannove secoli più tardi sarà quello di Tycho Brahe.

I Greci del III secolo erano in grado di intendere l'alto valore teoretico della costruzione di Eraclide; se dunque le fecero il viso dell'armi, è perché essa urtava alcune convinzioni profondamente radicate negli spiriti di quel tempo. Da una parte essa non piaceva ai peripatetici, i quali non vedevano come quell'intrico di epicicli e di eccentrici potesse materializzarsi in sfere cave; mentre dall'altra scontentava i puri geometri, in quanto rovinava l'armoniosa simmetria delle sfere concentriche di Eudosso. Con un po' d'immaginazione è facile rappresentarsi quanto fosse esteticamente inferiore: e queste considerazioni avevano gran peso presso gli astronomi greci.

Per sciogliere la difficoltà i geometri erano disposti a ridurre il tutto a un insieme di epicicli, sacrificando magari le tradizioni e facendo circolare gli astri attorno a centri ideali; ma vi fu chi tentò arditamente un'altra via. Di questa e delle sue singolari fortune vogliamo ora discorrere.

Il sistema eliocentrico di Aristarco di Samo. — In un passo celebre del suo commento a Posidonio, Gemino di Rodi espone la differenza tra fisica e astronomia: « Quando si sia rappresentata l'anomalia nel moto dei pianeti per mezzo di eccentri e di epicicli (che è il problema dell'astronomo), non è ancora fatto tutto; rimane il problema del fisico, di scegliere cioè, fra le ipotesi capaci di spiegare i movimenti, quella che si accorda con la dottrina fisica del mondo ».[1]) Questo è anche il criterio che guidò Aristarco di Samo, il « Copernico dell'antichità ».

Aristarco, nato verso il 310 a. C., fu allievo di Stratone di Lampsaco, non a torto detto « il fisico » per avere orientato il suo insegnamento peripatetico nel senso democriteo. Egli fu grande astronomo; ma la sua fama presso gli antichi era dovuta sopratutto ai suoi calcoli delle grandezze e delle distanze del Sole e dei pianeti di cui abbiamo parlato al capitolo precedente. La sua più grande idea non fu giustamente intesa:

[1]) Cfr. Simplicio, *In Phys.*, pag. 291-292, ed. Diels.

lo stesso Archimede, al quale dobbiamo quasi tutte le poche notizie che ci sono pervenute, non mostra di comprenderne il valore. [1])

Aristarco, partendo dal sistema che abbiamo attribuito ad Eraclide, aveva trovato che tutto si ristabiliva in un ordine di simmetria, qualora si mettesse al centro del mondo il Sole e si facesse della Terra un pianeta come gli altri. L'idea poteva sembrare stravagante: ma si accorda perfettamente col concetto della relatività del moto. Nessun criterio geometrico ci può imporre di far muovere i cieli anziché la Terra: e dal punto di vista fisico, l'ipotesi sembra giustificata, poiché al centro di tutte le orbite planetarie non si trova un punto ideale qualunque, ma la massa del Sole di cui già si incomincia a comprendere la grandezza. Rivive così lo spirito dell'antica intuizione pitagorica che assumeva il Fuoco solo degno centro del mondo. [2])

Un geometra qual era Aristarco non dovette aver difficoltà a spiegare con la nuova ipotesi il moto apparente dei pianeti. Nulla ci resta del suo trattato; ma sappiamo che la Terra era da lui posta tra Venere e Marte, e che era animata, oltre che

[1]) Archimede, *Arenario* I, 4-7. Il passo è citato per intero al cap. XX, nota. Le altre notizie sul sistema d'Aristarco ci vengono da Plutarco *De facie in orbe lunae* C. 6, Aetius II 24, 8 e III 17, 9 (*Dox.* p. 355, 383), Sesto *Adv. Math.* X, 174 e Plutarco *Plat. quaest.*, VIII, 1.

[2]) Eraclide Pontico fu senza dubbio un precursore del sistema Ticoniano. Si deve a lui anche la prima idea di un sistema eliocentrico? La tesi, proposta dallo Schiaparelli, è stata accolta con favore. Tuttavia, lo stesso Schiaparelli ha dovuto concedere l'impossibilità di provarla a partire dai testi. Un passo di Gemino sul quale si fondava ha sollevato dubbi e discussioni da parte di Tannery, Heath, ed altri. E in verità, il passo appare così alterato, che solo la scoperta di un nuovo codice ci potrebbe aiutare nell'interpretazione. Ma pur prescindendo da questa presunta testimonianza, non si può negare validità alle ingegnose induzioni dello Schiaparelli, cui in parte almeno si accosta anche il Duhem. Eudemo e Sosigene ci dicono che il problema di trovare uno schema comune per i moti di tutti i pianeti era all'ordine del giorno; onde è lecito pensare che Eraclide abbia tentato di generalizzare la teoria che gli aveva dato così buoni risultati per Mercurio e Venere. Naturalmente, il proporre anche in via di ipotesi la mobilità della Terra era grandissima audacia. Ma quest'idea dovette essere accolta senza difficoltà dai suoi amici pitagorici, « quelli — dice Aristotele — che fanno della Terra uno fra gli astri », (*De Caelo*, II, 12 e 13). Dalla rotazione della Terra alla sua traslazione non vi era poi un gran passo, specie per menti avvezze a quei ragionamenti relativistici e di simmetria che hanno così gran parte nel sistema detto di Filolao. « Eraclide e i pitagorici, dice Stobeo (*Ecl. phys.* I, 24), sostengono che ognuno degli astri è un mondo, che l'aria vi circonda la terra, e che tutto si trova in seno all'etere illimitato. Le stesse credenze sono riportate negli inni orfici, poiché vi si fa di ogni astro un mondo. » E altrove: « Eraclide e Ocello Lucano fanno della Luna una Terra avvolta da nubi » (*ibid.*, 26). È lecito dunque ammettere che la prima idea di un sistema eliocentrico sia nata da Eraclide, o almeno nei circoli, cui egli appartenne, dei nuovi pitagorici: « quelli d'Italia », come li chiama Aristotele.

dal moto di traslazione annuo, anche da quello diurno di rotazione, su un asse inclinato sul piano di rotazione annua.[1]) Era insomma prefigurato in quasi tutti i particolari il sistema che doveva venir proposto da Copernico, diciassette secoli più tardi. Restava una difficoltà: se la Terra si muove lungo un circolo, dovrebbe darsi un'apparenza corrispondente di moto nelle stelle fisse: la cosidetta *parallasse*. Questa esiste effettivamente; ma era impercettibile agli strumenti del tempo. Aristarco dovette quindi ammettere che la sfera delle stelle fisse fosse a una distanza enorme: e ciò egli espresse immaginosamente, dicendo che il raggio dell'orbita terrestre sta alla distanza delle stelle fisse, come il centro di un cerchio alla sua circonferenza; frase un po' pedantescamente criticata da Archimede, poiché voleva soltanto esprimere l'ordine di grandezza del rapporto.

Un solo astronomo sappiamo aver adottato il sistema di Aristarco: e fu un greco d'Oriente, Seleuco di Seleucia sul Tigri; presso le scuole alessandrine le teorie dell'astronomo di Samo pare sieno state trattate come bizzarrie di un grande ingegno, da non prendersi sul serio.

L'opposizione al sistema di Aristarco veniva anzitutto dai geometri. La sua semplicità, essi dicevano, è illusoria. Aristarco aveva ammesso che tutti i pianeti, compresa la Terra, descrivessero orbite circolari, esattamente centrate sul Sole. E già qui i calcoli coincidevano con l'osservazione solo fino a un certo punto. Ora misure recenti davano anche per il Sole una anomalia apprezzabile. L'orbita della Terra avrebbe dunque dovuto essere eccentrica: e così probabilmente anche quella degli altri pianeti. D'altra parte, la Luna continuava a girare attorno alla Terra, descrivendo un epiciclo rispetto al Sole. Dove andava a finire, dicevano i geometri, la vantata simmetria e semplicità del sistema? Valeva la pena di togliere la Terra alla sua antica onorata posizione di centro del mondo, per costruire poi un edificio in cui fossero sgraziatamente mischiati i soliti ingredienti, eccentri ed epicicli? A che pro sconvolgere le tradizioni, urtare il senso comune e le intuizioni più elementari, portare le stelle a una distanza quasi infinita e incomprensibile, per poi dover rinunciare all'ipotesi fisica fondamentale, e ras-

[1]) Plutarco, *De facie in orbe lunae*, l. c.

segnarsi a far circolare gli astri, Terra ivi compresa, attorno a centri ideali? Tanto valeva tornare all'antico, e valendosi di un teorema recente che stabiliva l'equivalenza geometrica di eccentri mobili ed epicicli, stabilire un sistema geocentrico, in cui tutti gli astri circolino intorno a centri ideali, descrivendo epicicli rispetto alla Terra.

Plaudivano gli aristotelici conservatori, i quali vedevano il modo di dar significato materiale a una tale teoria, incastonando sferette secondarie che portavano l'astro, nello spessore delle sfere principali concentriche: si rasserenavano i filosofi della Stoa, i quali avevano visto minacciati i fondamenti della loro fisica: tanto che Cleante d'Asso, col suo zelo da pugilatore convertito, avrebbe voluto iniziare contro Aristarco un processo per empietà. E sotto a tutto questo vi era ancora una corrente men chiara, che veniva dall'Oriente. Incominciava a farsi sentire l'influsso dell'astrologia matematica importata da Beroso caldeo e coltivata dagli Stoici e, più tardi, dai Neopitagorici. I sette corpi celesti descriventi orbite simmetriche, ben si addiceva circolassero attorno alla Terra alla quale erano destinati i loro influssi. Col tempo questa posizione diventa dominante; e caratteristiche sono le parole di Dercillide, un platonico pitagorizzante del secolo d'Augusto, il quale tanto si era allontanato dallo spirito degli antichi pitagorici, da dichiarare degno di maledizione, come perturbatore dei principî dell'astrologia, chi osasse mettere in quiete il cielo e muovere la Terra.

NOTA BIBLIOGRAFICA

I problemi relativi al moto dei pianeti e al sistema del mondo sono stati largamente investigati da dotti come A. Boeckh, L. Ideler, F. Bergk, P. Tannery, F. Hultsch, G. Schiaparelli, Th. Heath, ecc. La nostra esposizione è basata essenzialmente sulla ricostruzione, ormai classica, dello Schiaparelli. Fra le storie dell'astronomia citiamo:

P. Tannery, *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*, Parigi, 1893.

E. Dreyer, *History of the Planetary Systems from Thales to Plato*, Cambridge, 1906.

Bezold, *Sternglaube und Sterndeutung*, rif. Gundel, Lipsia, 1926.

Weidner, *Handbuch der babylonischen Astronomie*, Lipsia, 1915.

Fr. Boll, *Finsternisse* e *Fixsterne*, art. della Enciclop. Pauly-Wissowa (1909).

P. Duhem, *Le système du monde, histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic. I. La Cosmologie hellénique*, Parigi, 1913.

G. Schiaparelli, *Scritti sulla storia dell'Astronomia antica*, 3 vol., Bologna, Zanichelli 1925-27 (raccolta degli studi pubblicati durante la sua vita e di altri scritti inediti).

Th. Heath, *Aristarchus of Samos, the ancient Copernicus*, Oxford, 1913 (dà una ricostruzione completa della storia dell'astronomia fino ad Aristarco).

Una buona piccola storia dell'Astronomia, scritta con intento di divulgazione è:

G. Bigourdan, *L'Astronomie*, Parigi, 1911 (coll. Flammarion).

Cfr. ancora F. Hultsch, *Das astronomische System des Herakleides von Pontos*, in *N. Jahrb. f. Philol.*, 1896, Ih. 306.

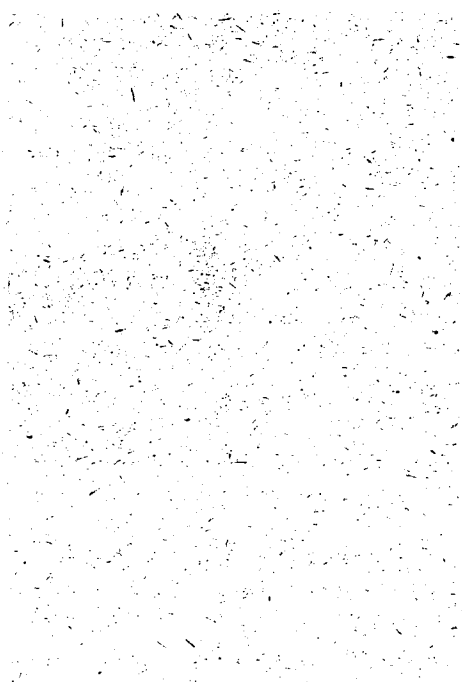
V. anche l'art. *Astronomia* di F. Porro nell'Enciclopedia Italiana.

Sul calendario oltre al libro ormai vecchio dell'Ideler, cfr.

F. K. Ginzel, *Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie*, 1911.

I frammenti di Eudosso sono stati citati nella bibliografia del Cap. XII. Quelli di Eraclide Pontico sono raccolti da:

O. Voss, *De Heraclidis Pontici vita et scriptis*, Rostock, 1916. (Segue in sostanza il Tannery.)



XV.

LA MEDICINA

Due problemi hanno fatto meditare gli uomini in ogni tempo: il problema del mondo fuori di noi, e il problema della vita in noi. La scoperta di un ordine geometrico nelle forme e nei moti del cielo stellato, ha dato impulso alla matematica, i cui principi interessano d'altronde tanti campi diversi dell'attività pratica; mentre dal terrore della malattia e della morte sorge l'indagine del mistero della vita.

Matematiche e medicina sono le due scienze più antiche, e la loro storia largamente intesa, abbraccia si può dire la maggior parte della storia del nostro sapere. Esse sono i due poli verso cui convergono i due atteggiamenti fondamentali dello spirito di ricerca: nelle matematiche lo spirito speculativo onde sorge il razionalismo; nella medicina lo spirito d'osservazione, per cui si affina l'empirismo, volgendo a grado a grado verso una filosofia sperimentale.

La medicina di ogni tempo. — Un certo spirito d'osservazione si rivela già nel trattamento delle malattie presso i popoli primitivi; in ispecie nelle operazioni come la trapanazione del cranio e il taglio cesareo, di cui rimangono antichissimi ricordi, come anche di altre pratiche di elementare opportunità. Ma sono pratiche condotte alla cieca, e di rado con qualche accorgimento fisiologico: fu detto da qualcuno che appartengono all'arte del falegname, più che a quella del medico.

In verità, il primitivo scorge l'essenza della vita in ogni

luogo, fuorché nell'organismo stesso: nell'ombra sua, nell'aria che respira, nella sua immagine riflessa, in quell'albero della foresta, in quel certo animale che è il suo *Totem*. Il suo io, ancora confuso con la natura circostante, si sente assistito o avversato da tutte le forze che fremono intorno a lui: l'origine della

Achille fascia la ferita di Patroclo. Coppa del Museo di Berlino, c. 490 a. C. È fra le migliori cose del celebre Eufronio. Achille non vi appare un chirurgo esperto. Vorrebbe prolungare la fasciatura oltre il gomito. Ma come farà a fissarla?

malattia e della morte non è in lui: è nel contatto impuro, nello sguardo del vicino, nello spezzarsi di un ramo, nello stormir delle foglie. Di qui, come abbiamo detto, il vasto insieme di pratiche magiche, a prima vista incomprensibili, e pur fondate sopra una loro logica profonda. Tale è la base della medicina in tutte le antiche civiltà.[1])

[1]) Si noti che *pharmakos* era originariamente il capro espiatorio.

La scienza della vita è fra tutte la più difficile e complessa. La stessa veemenza dei desideri e delle apprensioni degli uomini per tutto quanto riguardi la salute è d'impaccio anziché d'aiuto alla ricerca; le superstizioni, la cieca fiducia, l'altrettanto cieca prevenzione delle masse, non offrono certo un terreno favorevole alla fondazione di un edificio scientifico. E in verità, non pare che possa ravvisarsi ancora una scienza in quello strano miscuglio di scongiuri, incantesimi, senso comune e grottesche ricette popolari, di cui si compongono la medicina egiziana, la babilonese e l'indiana.

È notevole che il realismo greco si manifesti già all'epoca di Omero, poiché di tali mezzi non ricorre traccia nell'Iliade, ove sono invece frequenti descrizioni di ferite che rivelano fine osservazione e una sorprendente conoscenza tecnica. « Un medico è un uomo che ne vale molti ove occorra » dice il poeta: e Podalirio e Macaone sono « eroi divini ». Del resto, essi non erano soli a conoscere i « balsami eccellenti »: Patroclo ha avute da Achille ricette preziose dell'arte. Dopo estratta la freccia dalla gamba di Euripilo, lava il sangue con acqua tiepida, e fa colare sulla piaga il succo di una radice amara che calma il dolore. Il vino mero era usato come disinfettante; e Ulisse sa che si purifica un ambiente bruciandovi dello zolfo.

Gli Asclepiadi. — Accanto alla chirurgia progredita, che sta in stretto rapporto coi bisogni della vita militare, la superstizione si mantenne a lungo nella cura delle malattie, la quale era affidata ai sacerdoti nei templi d'Esculapio o d'altri dei.[1]) Di ciò che sia stata questa medicina sacerdotale poco invero sappiamo. I suoi templi, Crotone, Coo, Epidauro, Cirene[2]) sembrano

[1]) Il culto di Asclepio sembra abbia preso origine in Tessaglia; il più antico santuario è quello di Trikka e ne parla anche Omero (*Il.* IV, 202). Si noti poi, per quanto i dotti non si accordino sulla interpretazione da dare alla cosa, che certi vasi del tempo di Gudea di Lagash (2500) portano l'effigie di un dio col bastone e il serpente attorto: probabilmente Ningishzida, l'Asclepio babilonese.

[2]) La scuola medica di Cirene prosperava in grazia delle virtù miracolose che si attribuivano al silfio, una pianta allora abbondantissima in Cirenaica, ed ora completamente estinta, tanto che non è stato possibile identificarla in alcun luogo: singolare esempio del ciclo delle specie viventi. Al posto del silfio, che era la principale ricchezza della Libia, si trova ora soltanto un'ombrellifera, la *Tapsia garganica*, amara e velenosa. Il silfio era una specie insofferente di coltura e deve essere stata di breve durata. Apparve poco prima della fondazione di Cirene (VI secolo a. C.), e al tempo di Nerone era già una rarità. Cfr. Teofrasto, *Hist. Plant.* VI, 2 e 3; trad. it. con commento in Mieli, *Manuale*, p. 93.

essere stati centri di attività intensa e multiforme, anche se non sempre raccomandabile. Attorno al santuario e ai suoi responsi fioriva tutta un'industria: la clinica diveniva sanatorio e stazione climatica, marina o montana, come ci appare dai *Mimi* di Eronda; e vi doveva regnare un'atmosfera non dissimile da quella di Davos, Karlsbad o Salsomaggiore. Dalle tavolette scoperte a Epidauro possiamo farci un'idea dei metodi sacerdotali:

« Un uomo aveva un ascesso addominale. Ebbe una visione, e gli parve che il dio comandasse agli schiavi di alzarlo e sorreggerlo, in modo che gli si potesse aprire il ventre. Tentò di fuggire, ma gli schiavi lo afferrarono e lo tennero fermo. Così Asclepio lo operò, liberandolo dall'ascesso: indi gli ricucì la ferita e lo liberò dai suoi vincoli. Tosto se ne partì, guarito, e il pavimento dell'*abaton* era cosparso di sangue. » [1])

È chiaro che l'operazione fu effettivamente compiuta da un sacerdote, mascherato da Asclepio. Questo modo di far credere che tutto è avvenuto in sogno si ritrova varie volte nelle steli di Epidauro e ci indica quale importanza si desse al fattore suggestione. Del resto era considerata preliminare essenziale la incubazione, ossia una notte passata nel tempio: procedimento che si trova pur oggi in certe chiese greche, ed anche altrove. A ogni modo, si può ritenere che la pratica dei santuari abbia condotto ad osservare i sintomi delle malattie (*semeiotica*), a prender nota delle cure e dei farmachi prescritti e dei loro effetti, e a confrontare i risultati ottenuti nel passato per utilizzarli nelle evenienze future.

Di tutto questo corpo di osservazioni, unito all'esperienza della chirurgia da campo e dell'atletica professionale, [2]) dovevano giovarsi quelle sette che verso il 500 a. C. tendevano a riorganizzare la vita greca sul fondamento d'una più libera speculazione scientifica e d'un più alto sentimento religioso; così massimamente i Pitagorici.

I MEDICI FILOSOFI. — In confronto alla mentalità magica primitiva si manifesta qui come grande progresso, la tendenza ra-

[1]) *Corp. inscr. graec. Peloponnesi*, I, pag. 221 sgg. (Cfr. Singer, *op. cit.*).

[2]) I pedotribi e iatrolipti o allenatori e chirurgi atletici erano un corpo altamente specializzato con tradizione e dottrine proprie sulle diete, l'igiene, i massaggi, ecc. Il περὶ γυμναστικῆς di Filostrato (IV secolo) ci racconta le loro rivalità con la casta dei medici.

zionalistica a stabilire un'analogia fra l'Universo e l'uomo, fra il Macrocosmo e il Microcosmo.

Codesta analogia doveva naturalmente realizzarsi in un concetto concreto della salute e della malattia, in rapporto con le speculazioni sulla natura della materia dei primi fisici greci. In fondo alla dottrina pitagorica si trova l'idea che la salute è dovuta a una giusta misura dei costituenti il corpo umano: *crasi, isonomia, simmetria* e *armonia* dei suoi elementi. Una tale idea è per la prima volta chiaramente enunciata dal primo grande medico scienziato, il contemporaneo di Pitagora, uno dei capi della scuola italica: Alcmeone.

« Alcmeone di Crotone, figlio di Piritoo, così disse a Brotino e Leone e Batillo: quanto alle cose invisibili, quanto alle cose mortali, gli dei posseggono la certezza; ma fin dove agli uomini è dato congetturare.... »

Il passo, uno dei pochi che ci restino, anche mutilato in tal modo ci mostra che Alcmeone apparteneva alla cerchia pitagorica, e che in medicina non prendeva arie sacerdotali, ma si atteggiava a vero scienziato. Sappiamo che formulava la sua teoria così:

« Ciò che mantiene la salute è l'uguale ripartizione delle qualità (o forze) dell'umido, del caldo, del secco, del freddo, dell'amaro del dolce, e delle altre; il dominio di una sola di queste produce la malattia ed è deleteria ».[1])

Ma Alcmeone non si limitava a speculare sulla natura della salute e della malattia, al lume delle idee filosofiche della scuola pitagorica. Egli ha compiuto delicate ricerche di anatomia e di fisiologia, in particolare sopra gli organi dei sensi; ha scoperto i più importanti nervi sensori da lui chiamati « condotti » o « canali » e la loro terminazione al cervello, che diviene per lui il centro del senso, e quindi anche dell'intelletto.[2]) Sembra che si sia giovato nei suoi studî delle dissezioni di animali. Ha poi ricercato positivamente i turbamenti della sensibilità prodotti da commozioni cerebrali. Giustamente disse Erodoto, che i Croto-

[1]) In Diels, *Vors*, B, 1 e 4. Su Alcmeone cfr. in particolare Wachtler, *De Alcmaeone crotoniata*, Lipsia, 1896.

[2]) I pregiudizi popolari collocavano l'anima ovunque, fuorché nel cervello, per lo più nel petto, opinione adottata anche da Parmenide: cfr. Aetius, IV, 5,5. Nei *Salmi*, XVI, 7, la troviamo localizzata nei lombi. Cfr. nota a pag. 320.

niati furono i primi medici della Grecia. Certo l'influenza di questi medici si è esercitata in prima linea sulle scuole rivali di Cnido e di Coo, che fioriscono un po' più tardi, durante il V secolo a. C.

Ma sopra queste scuole influiscono pure altri medici filosofi, che basterà accennare. Ricordiamo anzitutto Eraclito d'Efeso che già nella costruzione generale del suo sistema rivela un certo vitalismo in evidente rapporto con le sue conoscenze mediche. Menzioniamo in secondo luogo Empedocle d'Agrigento, su cui si esercitarono insieme le influenze dei Pitagorici e d'Eraclito. Grande fu ai suoi tempi la reputazione di Empedocle come medico. Ma se riesce difficile per noi giudicare della sua attività

Una clinica greca dell'epoca di Maratona. Da un vaso dipinto. Al centro un medico seduto cava sangue a un malato, pungendogli con una lancetta la vena mediana del braccio all'altezza del gomito. A destra un altro col braccio fasciato attende il suo turno. Dietro il medico stanno un uomo ferito a una gamba, uno ferito al petto, e un nano deforme in cui è accuratamente caratterizzata l'affezione detta *acondroplasia*. Questi porta sulle spalle una lepre grande quasi quanto lui; forse come Renzo portava i capponi.

medica, si può ben dire che la teoria dei quattro elementi — forse già connessa nella sua mente al bisogno di una spiegazione biologica — costituisce il più notevole precedente storico del concetto della malattia accolto da Ippocrate di Coo.

Per Empedocle, il sangue è sede del *calore innato*, ἔμφυτον θερμόν, che egli identifica con l'anima: ma componente essenziale di questa è il *pneuma*,[1]) lo spirito che viene a contatto con lo spirito del mondo esterno attraverso gli organi respiratori (fra cui Empedocle annovera anche la pelle), e si leva come vapore dal sangue delle vittime sacrificali. « Come l'anima nostra essendo aria, ci regge, così aria e pneuma pervadono l'intero universo »

1) Sull'evoluzione del significato di *pneuma*, cfr. cap. XXIV e XXXII.

aveva detto Anassimene:[1]) attraverso Empedocle questo concetto diventa la base della cosidetta scuola Pneumatica.

Cnido e Coo. — Le due scuole rivali che prendono nome dalle isolette prospicienti sul mare Egeo, si contrassegnano in generale per una maggiore tendenza razionalistica della prima, e un più severo culto dell'osservazione sulla seconda: ambedue questi aspetti dovevano poi saggiamente contemperarsi nell'opera magistrale di Ippocrate. Tra le idee[2]) che prima di lui appariscono nella scuola di Cnido, una almeno merita di essere ricordata.

L'autore dell'opera *Sulla dieta*, inserita nel « Corpo ippocratico », e che fu forse Erodico di Selimbria, ha avvertito che gli esercizî (del corpo) tendono a consumare ciò che esiste, mentre gli alimenti hanno per effetto di colmare i vuoti. Egli enuncia in maniera mirabile la formula della salute:

« Trovata per ogni natura individuale, una misura degli alimenti e una proporzione degli esercizi, senza eccesso né in più né in meno, sarebbe trovato il modo esatto di conservare la salute ».

Per verità questa è una spiegazione unilaterale della malattia, e tuttavia un moderno vi vedrebbe volentieri adombrato il concetto energetico della vita.[3])

Abbiamo dato un esempio delle felici intuizioni che, nel-

1) In Diels, *Vors*, B. 2.

2) Sulle nuove tendenze che si fanno strada verso questo tempo, ci informa un curioso passo della *Repubblica* (III, 405). Dice Socrate: « Ricorrere all'arte del medico, non per ferite o per una di quelle malattie che portano le stagioni, ma per ovviare ai danni di una vita di mollezza e d'intemperanza, riempirsi d'umori e vapori malsani, come si fosse paludi, costringere i degni figli d'Asclepio a trovare per tali malattie i nomi nuovi di flussione e di catarro, non ti sembra cosa vergognosa e straordinaria?..... Tu vedi che Podalirio e Macaone non si curarono nemmeno di biasimare la donna che ad Euripilo ferito aveva propinato un dannosissimo beverone di vino di Pramno, farina e formaggio grattato.... perché devi pensare che prima di Erodico, i discepoli di Asclepio non usavano il metodo attuale per condurre per così dire le malattie per mano. Erodico era stato medico di atleti. Colpito da infermità cronica, escogitò per tirar avanti la vita una combinazione di medicina e ginnastica, che servì a tormentar lui e molti altri dopo di lui.... Diciamo dunque che Asclepio non ha lasciato ai suoi successori che rimedi adatti per le costituzioni sane; e quanto agli uomini di costituzione debole e malsana, non ha voluto prolungarne la vita con iniezioni e purgazioni metodiche, le quali permettessero loro di campare oltre il termine naturale, e di mettere al mondo una prole stentata, con danno loro e dello Stato.... » I principali rappresentanti dell'indirizzo cnidico sono Erodico, Eurifonte, probabile autore delle *Sentenze cnidiche*, e Ctesia, il grande viaggiatore, che scrisse un libro sull'India.

3) Aveva già detto Alcmeone: « gli uomini muoiono perché non possono congiungere il principio con la fine. » In parole nostre, perché il metabolismo è un processo irreversibile. Alcmeone, da vero pitagorico, avrebbe voluto riportare anche la fisiologia ai moti circolari e uniformi.

l'opera dei medici di Cnido, si mescolano a ipotesi filosofiche ardite, ispirate ai principî pitagorici ed eraclitei, ed anche addirittura a stravaganze. Contro queste ipotesi vuote insorge la polemica dei medici di Coo. Polibo, genero d'Ippocrate, combatte particolarmente la opinione dei filosofi naturalisti, che il corpo umano sia costituito di una sola sostanza: « questa gente, egli dice, mi sembra buttarsi l'un l'altro a terra coi loro discorsi; e riesce a rimettere in piedi la tesi di Melisso e della scuola eleatica ».[1])

Si rimprovera in generale alla nuova medicina (di Cnido) di essere troppo teorica e sicura di sé: « di ricorrere al freddo contro il caldo, al caldo contro il freddo, all'umido contro al secco, al secco contro all'umido » mentre non si è « scoperto nulla che sia caldo, secco, freddo, umido, in sé e senza miscuglio d'altre qualità »:

« Essi non hanno a loro disposizione che i cibi e le bevande di cui noi tutti ci serviamo: è dunque impossibile che ordinino all'ammalato 'un caldo', perché il malato domanderebbe: 'quale caldo', ed essi sarebbero ridotti necessariamente o a un vuoto sproloquio o all'uso delle cose conosciute ».[2])

Si vede qui che i critici prendono coscienza delle molteplici qualità e dei diversi effetti che dipendono dall'uso e costituiscono la concretezza della vita; essi trovano che i medici di Cnido si attardano troppo a dettagliare le sensazioni del paziente, e per ogni sintomo nuovo definiscono una nuova malattia.

Contro tutto questo teorizzare insorge l'esperienza clinica degli Asclepiadi di Coo. In effetto la scuola di Coo ha studiato i sintomi delle malattie con un'osservazione penetrante che rimane a modello ed esempio delle epoche posteriori. Una caratteristica saliente di questa scuola è l'equilibrio con cui la esatta osservazione dei sintomi viene contemperata con la sintesi del decorso organico del male.

« Mi pare cosa assai eccellente per il medico — così comincia uno fra i più celebri trattati ippocratici — di coltivare la *pronoia*.[3]) Col prevedere e predire in presenza del malato il passato, il presente e il

[1]) *De nat. hominis*, 1. [2]) *De prisca medicina*.

[3]) *Pronoia* è un termine che include il nostro moderno « prognosi », ma è più ampio come si vede dal contesto.

futuro dei suoi sintomi, e col rilevare quelli che il malato omette, egli ispirerà fiducia nella sua retta comprensione, e indurrà il malato ad affidarsi a lui.... E prevedendo a tempo, potrà meglio curare ».

La scuola di Coo metteva insomma la prognosi più alta della diagnosi, al contrario dei Cnidii: e questo spiega il suo atteggiamento di aspettativa prudente di fronte alle malattie. Forse anche vi si può vedere un riflesso di quei metodi di suggestione diretta, già in uso presso i sacerdoti; ma, pur concedendo qualcosa all'antica autorità di certe correnti di pensiero, è certo che quei medici non si lasciarono mai deflettere dallo spirito e dai metodi della scienza: e questo spirito e questi metodi si assommano per noi nell'alta figura di un uomo: Ippocrate di Coo.

Ippocrate. — Poco sappiamo della vita di Ippocrate, e la stessa opera sua è difficile a rintracciare nella mole imponente degli scritti della sua scuola. Sembra che fiorisse verso il 400 a. C. Nato da una stirpe di medici sacerdoti nell'isola di Coo, allievo, secondo una tradizione non inverosimile, di Democrito, di Gorgia e di Erodico di Selimbria, la sua attività infaticabile lo portò per tutto il mondo greco. Visitò fra l'altro la Tracia, Abdera, Delo, Atene, la Propontide, Taso e la Tessaglia, e morì a Larissa verso il 377. Ci sono noti i nomi di alcuni suoi allievi: i figli Tessalo e Dracone, il genero Polibo e tre medici di Coo: Apollonio, Dexippo e Prassagora. Questo è tutto. Ma la figura appena intravista è soffusa di un alone di leggenda, e il tipo d'uomo che si disegna nella tradizione e nelle opere ha guidato le sorti della medicina attraverso i secoli.

Guadagnando forse d'imponenza quel che perde di chiarezza, la figura d'Ippocrate rimarrà sempre quella del medico ideale, « dotato di tutte le qualità del filosofo ».[1]) Dotto, sagace ed umano, penetrato di riverenza per i diritti del malato, e insieme del desiderio che la sua esperienza possa giovare ai successori e all'umanità sofferente; calmo e ordinato, intento all'arte più che alla propria gloria, grave, pensoso e riservato, puro d'animo e signore delle sue passioni, tale apparve ai contemporanei il padre della Medicina, e la sua figura è ancor viva e sovrana nella coscienza dei medici.

[1]) Cfr. *De habitu decenti.*

Nel *Giuramento della scuola* si sente l'antico spirito sacerdotale:

« Io giuro per Apollo il medico, per Igea e Panacea, per tutti gli Dei e tutte le Dee che chiamo a testimoni, che io con ogni mia forza e con intera coscienza compirò pienamente il mio giuramento, che rispetterò il mio Maestro in quest'Arte, come i miei genitori, che dividerò con lui il sostentamento e che gli darò tutto quello di cui avrà bisogno; che considererò i suoi discendenti come miei fratelli corporali e che a mia volta insegnerò loro senza compenso e senza condizioni quest'Arte; che lascerò partecipare alle dottrine e all'istruzione di tutta la disciplina, in primo luogo i miei figli, poi i figli del mio Maestro, e poi coloro che con scritture e con giuramenti si dichiareranno miei scolari e nessuno altro fuori che questi. Per quello che riguarda la guarigione dei malati ordinerò la dieta meglio che potrò, e secondo il mio miglior giudizio, e terrò lontano da loro ogni danno ed ogni inconveniente. Non mi lascerò indurre dalla preghiera di nessuno — chiunque egli sia — a propinare un veleno, o a dare il mio consiglio in una simile contingenza. Non assisterò nessuna donna ad impedire la concezione o lo sviluppo del bambino. Considererò sacra la mia vita e l'Arte mia: non farò l'operazione della castrazione[1]) e quando entrerò in una casa vi entrerò soltanto per il bene dei malati a mi asterrò da ogni azione ingiusta e non mi macchierò per libidine di contatti disonesti. Tutto ciò che io avrò veduto od udito durante la cura o al di fuori di essa nella vita comune, io lo tacerò e conserverò sempre come segreto, se non mi sarà permesso di dirlo. Se io manterrò intatta e perfetta la fede a questo giuramento, mi possa essere concessa una vita felice e la futura felicità nell'esercizio dell'Arte, così che la mia fama sia lodata per tutti i tempi; ma se io dovessi mancare al giuramento o giurare il falso, possa avvenire il contrario ».

Ascoltiamo ora Ippocrate definire i doveri del buon medico:[2])

« Nell'accostarsi [al letto del malato], non si dimentichi il modo di sedere, la tenuta dignitosa, il vestire corretto, la serietà, il parlar breve, il sangue freddo, l'attenta e premurosa assistenza, la risposta pronta alle obiezioni, e la calma di fronte alle complicazioni.... L'esibizione di apparecchi pomposi e superflui è da evitare.... Si visiti spesso il malato, si esamini con cura, e si cerchi di non illudersi mai sui mutamenti.... Bisogna badare anche agli errori del malato, poiché è frequente che questi mentisca e non obbedisca alle prescrizioni. Occorre anche stare attenti al giaciglio, e al suo collocamento, per quanto riguarda la stagione. Conviene evitare i rumori, l'aria cattiva e i cattivi odori, sopra-

[1]) οὐ τεμῶ, dice il testo. Alcuni interpretano « non farò l'operazione della pietra » per cui esisteva già una categoria di specialisti.

[2]) *De arte* e *De prisca medicina*, passim.

tutto quello del vino.... Tutto questo va fatto con pazienza e abilità, di nascosto per quanto è possibile dal paziente, mentre lo si assiste. Quel che deve farsi, va ordinato con fare calmo e amichevole; occorre metter da parte i propri pensieri, e ora ammonire duramente il malato, con piglio severo, ora confortarlo con attento riguardo, senza mai rivelargli quello che lo minaccia.... Non vi è niente di male, se un medico, trovandosi in difficoltà di fronte a un caso a lui non chiaro, chiami altri medici a consulto.... i medici che si riuniscono a consulto non devono mai litigare, o mettersi in ridicolo a vicenda.... La guarigione si ha col tempo, ma a volte anche cogliendo il momento opportuno. Per cui il medico non deve regolarsi su un calcolo a priori, ma piuttosto sul suo senso clinico, unito alla previsione.... perché dove è l'amore dell'uomo, ivi è anche l'amore dell'arte ».

La quale arte, disgraziatamente, non è onnipotente come vorrebbero credere ancora taluni, imbevuti di nozioni irragionevoli e superstiziose:

« Vi sono alcuni che criticano la medicina per via di quei medici, i quali non si arrischiano a trattare i malati già sopraffatti dal male; dicendosi che quel che prendono a curare, guarirebbe anche senza il loro aiuto, mentre dove necessiterebbe davvero assistenza, si fanno indietro:[1]) laddove l'Arte, se fosse davvero tale, dovrebbe guarire tutti egualmente. Ora se alcuno chiede all'Arte, o alla Natura, quello che non possono, erra in modo che viene più dalla pazzia, che dall'ignoranza ».

In Ippocrate appare invece la vera mentalità scientifica; se pure egli non si atteggi mai a rivoluzionario, ma anzi a conservatore delle buone tradizioni. Nel *De prisca medicina*, reagisce contro l'incerto e ambizioso teorizzare dei medici di Cnido, i quali ora seguono il parlare oscuro di Eraclito e ora invece si affidano a Empedocle ed Anassagora, e credono di rimediare con formule brillanti alle scarse conoscenze:

« Non si ha il diritto di fondare l'arte medica sopra una ipotesi. Senza dubbio è la via più comoda. Si semplifica tutto ammettendo una sola causa fondamentale per la malattia o per la morte, la medesima per tutti, e rappresentandola con uno o due fattori, siano essi il caldo e il freddo, o l'umido e il secco, o qualunque altra cosa. Ma per l'Arte è trovato ormai il principio, come anche il metodo, in virtù del quale sono state fatte in breve tempo molte belle scoperte, ed anche il resto si scoprirà, se il ricercatore esperto e che conosce il già fatto ne farà inizio di nuove ricerche. Per ciò è nostro compito approfondire le nostre conoscenze in modo che

[1]) In questo ritrarsi del medico di fronte ai casi incurabili, che a noi può sembrare inumano, non entravano soltanto considerazioni di prestigio, sì anche tradizioni religiose. Si diceva che Asclepio fosse stato folgorato per aver voluto curare un uomo ricco colpito da malattia mortale. Cfr. Pindaro, *Pyth.* III, 96 e Platone, *Rep.* III, 4.

gli errori ci portino solo di poco più in qua o più in là della retta via: e il medico che commette solo errori non gravi, lo loderemo già altamente. Ma la certezza assoluta è difficile possederla ».

Quale sarà dunque il metodo? Ci si deve anzitutto guardare dalla deduzione a priori:

« Vi sono alcuni, sia medici che sofisti [cioè, in questo caso, filosofi], i quali dicono non esser possibile conoscer l'arte medica se prima non si sappia che cosa sia l'uomo.... Questo discorso allude alla filosofia quale l'hanno praticata Empedocle e gli altri che hanno scritto e dissertato sulla natura, sull'essenza dell'uomo, sulla sua origine e sul modo in cui le sue diverse parti si sono congiunte le une con le altre. Io per me credo che tutte le cose di questo genere che un sofista o un medico ha detto o scritto sulla natura non riguardano tanto la medicina, come la pittura. Penso, invece, che non vi è modo di giungere a una conoscenza certa della natura [dell'uomo], se non attraverso l'arte medica. Ora questa può acquistarsi qualora si studi con i mezzi idonei, e abbracciandone tutto il campo. Ma a me pare che vi sia ancora molta strada da percorrere prima di giungere a una scienza la quale possa dirci, fin nei minimi particolari, che cosa sia l'uomo, e perché sia venuto al mondo ».

Questo sembra contraddire al passo sopra citato sul « medico filosofo »; ma basta intendersi sul valore dei termini. La filosofia che Ippocrate viene deprecando è la vacua speculazione sulle cause prime. Infatti il passo prosegue:

« Poiché anche a me sembra necessario che ogni medico abbia conoscenza della natura, e che a questo scopo intenda con ogni suo sforzo, se vuol essere all'altezza del suo compito. [Deve sapere] quel che è l'uomo in riguardo degli alimenti e delle bevande, che cosa è in riguardo di ciò che fa; quale effetto ogni cosa produce sull'uomo. E [non basta] pensare che il formaggio è un cattivo alimento perché produce disturbi in chi ne mangia troppo, ma [occorre sapere] quali disturbi provoca, perché, e a quale parte del corpo esso è nemico. Poiché vi sono molti altri cibi e bevande che, per natura, sono nocivi, e pur non affliggono l'uomo allo stesso modo. Come esempio ricorderò il vino, che preso schietto e in grande quantità, provoca certe alterazioni. E l'evidenza ci mostra che queste sono effetto del vino. Sappiamo anche attraverso quali parti del corpo produce il suo effetto. Una luce di questo genere vorrei diffusa su gli altri casi consimili ».

Se non ci fermiamo a ironizzare sull'ingenuità del discorso, possiamo qui cogliere sul vivo lo sforzo per definire la natura dell'attività scientifica. I punti di riferimento sono ancora incerti, e l'autore non si rende conto che il poco che chiede è ancora

al disopra delle sue forze. È difficile definire nettamente quel rapporto assai delicato fra deduzione e induzione, che costituisce l'essenza del metodo scientifico: ma la visione è giusta, e si basa sulla distinzione fra ipotesi inverificabili e ipotesi verificabili, se pur con ciò stesso modeste e transeunti. Solo così « le conoscenze acquisite potranno essere punto di partenza per nuove ricerche ».

Il metodo della scuola ippocratica è nettamente induttivo, come si conviene a una scienza d'osservazione.

In mezzo a una selva selvaggia di superstizioni, di ricette popolari, di tradizioni orientali, esca alla credulità umana così tenace in questo campo, gl'ippocratici seppero conservare la fredda lucidità del giudizio e l'acutezza dell'osservazione scientifica, guardandosi dalla tentazione sovrana di andar sulle generali:

« La vita è corta, lunga è l'arte, fuggitiva l'occasione, ingannatrice l'esperienza, difficile il giudizio. Bisogna non solamente compiere da se stessi quello che si deve, ma fare in modo che il malato, coloro che lo assistono e le cose esterne concorrano a questo fine ».[1])

Così viene segnato il distacco della medicina dalla filosofia; e si delinea quella mentalità caratteristica del medico di fronte al malato, che fa della medicina a un tempo una scienza e un'arte.

Ippocrate, da vero greco, non può qualche volta trattenersi dal generalizzare: ma lo fa con spirito. Ne daremo un esempio dal *De aëre, aquis et locis:*

« Le città che, essendo riparate dai venti caldi, sono esposte ai venti freddi che soffiano fra punti nei quali d'estate il sole tramonta e si leva, presentano le seguenti particolarità: le acque sono generalmente dure e fredde; gli uomini sono robusti e secchi; nella maggioranza le cavità inferiori sono ferme e difficili a muovere, quelle superiori invece più facili. I temperamenti sono più biliosi che flemmatici; il cervello è sano e secco; frequenti le rotture interne. Le malattie comuni presso di essi sono le pleuriti e tutte le affezioni così dette acute. Ed invero, quando il ventre è secco, inevitabilmente tutte le cause occasionali produrranno, nei più, suppurazione ai polmoni. Cosa che viene dalla rigidità del corpo e dalla durezza del ventre; perché la secchezza della costituzione e la freddezza delle acque dispone i vasi alla rottura. Uomini così costituiti mangiano molto e bevono poco. Non si può, invero, essere insieme gran mangiatori e gran bevitori. Ad intervalli compariscono oftalmie. Esse sono secche e violente e produ-

[1]) *Aforismi*, I, 1.

cono rapidamente la fondita dell'occhio. Sopra trenta anni essi sono soggetti, d'estate, a forti epistassi. Le malattie sacre (epilessia) sono rare, ma, le poche, violente. È naturale che si viva più a lungo che altrove. Le piaghe non suppurano, né prendono un carattere maligno e ribelle. Il carattere morale è piuttosto feroce che dolce. Negli uomini si sono osservate le malattie su citate, oltre quelle comuni agli altri e che dipendono dal variare delle stagioni; nelle donne la durezza, crudezza e freddezza delle acque rendono il corpo rigido; i mestrui non sono regolari né convenienti; sono quindi poco abbondanti e di cattiva natura. I parti sono quindi laboriosi; ma rari sono gli aborti. Le donne non sono in stato di nutrire i bambini che partoriscono, perché la durezza e crudezza delle acque diminuiscono la secrezione lattea. Spesso, presso di esse, il parto con i suoi sforzi che producono rotture, determina delle tisi ».[1])

Ma accanto alla teoria, stanno regole dettate dall'esperienza quotidiana:

« A mali estremi, estremi rimedi.

« I vecchi sopportano il digiuno più facilmente, poi vengono gli adulti, e poi i giovani; meno di tutti lo sopportano i bambini, e tanto meno, quanto più sono vivaci.

« Nelle malattie il sonno laborioso [è sintomo] mortale; ma se porta riposo, non è mortale.

« I sudori freddi in caso di febbre acuta [sono sintomo] mortale: con febbre più leggera [indicano] che il male durerà.

« Il sogno che termina un delirio [è sintomo] favorevole.

« Se un convalescente mangia bene, ma non ingrassa, [è sintomo] infausto ».

Molti di questi precetti sono divenuti proverbi, grazie alla enorme diffusione che ebbe il libro degli Aforismi durante il Medio Evo. Le biblioteche dei monaci, Montecassino, Einsiedeln, Chartres, erano i principali centri di diffusione. Poi vennero le traduzioni arabe, e il poema latino della scuola di Salerno, che fu tradotto in quasi tutte le lingue: cosicché si può dire che entrarono nel parlar comune.

Altri aforismi hanno carattere più tecnico:

« Lo spasimo susseguente alla ferita [è segno] mortale.

« Una convulsione, o un singhiozzo susseguente a una forte perdita di sangue, [è sintomo] infausto ».

« Se a ferite gravi e profonde non segue alcuna tumefazione, [la prognosi] è infausta. »

« La diarrea che sopravviene alla tisi è mortale. »

« Nell'itterizia è cosa grave se il fegato si indurisce. »

1) *De aëre, aquis et locis*, IV, trad. Mieli.

Il primo aforisma riguarda i casi di tetano. Il terzo concerne una complicazione assai frequente negli ultimi stadi della tisi, ed è dovuto all'estendersi all'intestino dell'infezione tubercolare. Il quarto segna chiaramente i casi in cui l'itterizia, che ordinariamente è un incidente senza importanza, prende un carattere grave: cioè quando si connette a cancro o cirrosi epatica.

Un altro aforisma ci mostrerà il medico nell'atto di osservare:

« Dobbiamo badare all'aspetto degli occhi durante il sonno, visti di sotto in su: ché se una parte della cornea si mostri fra le ciglia semichiuse, e se questo non sia in rapporto con diarrea, o con una forte purga, [è sintomo] grave e mortale ».

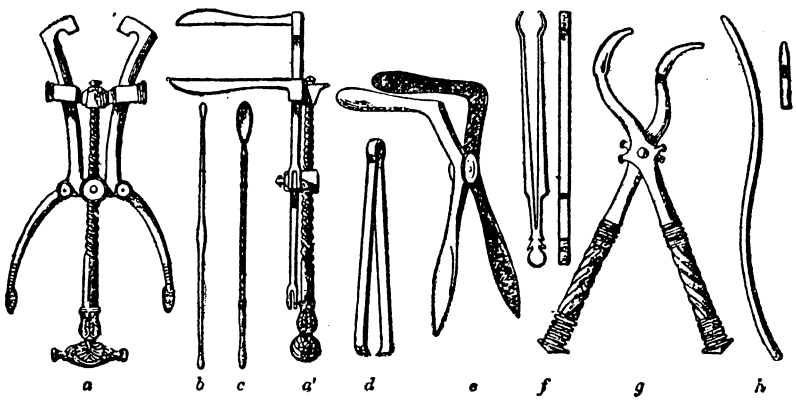
La collezione ippocratica consta di 59 scritti, alcuni in parecchi libri, altri brevissimi. La differenza di stile e di concezione, e le non poche contraddizioni interne, basterebbero a rivelarceli opera di tutta una scuola; probabilmente si estendono sopra un intervallo di tempo di oltre due secoli.

Ve ne sono di indole generale, come il *Giuramento*, il *De prisca medicina* e gli *Aforismi*: di anatomia e fisiologia, di dietetica, di patologia generale e speciale, di terapia, chirurgia, oculistica e ginecologia. I primi, quelli del V secolo, portano chiara l'impronta della scuola di Cnido. Quali poi siano da attribuirsi specificamente ad Ippocrate è questione ardua e dibattuta.

Secondo uno degli storici più autorevoli, Meyer-Steineg, spetterebbero al padre della medicina le due operette *De prisca medicina* ove si lodano i predecessori, e si espongono le basi della biologia umorale, e *De aëre, aquis et locis* ove si discorre dell'influenza delle stagioni, del clima e delle località sulla salute. Inoltre il *Prognosticum*, due libri delle *Epidemie*, un libro di terapia *De victu in acutis* e due magistrali libri di chirurgia: *De fracturis* e *De articulis* [*reponendis*]; e finalmente i celebri *Aforismi*.

Prima di parlare della medicina ippocratica, sarà bene chiarire su quali conoscenze di fatto essa si fondava. Il corpo umano, questo terribile enigma, era allora poco più che una forma plastica. Ogni aspetto della superficie era stato studiato, e la corrispondenza fra le fratture e le deformazioni apparenti chiaramente descritto. Ma non pare che si sapesse alcunché delle strutture interne, eccettuato lo scheletro e i legamenti; e l'arte del

periodo ellenico non mostra di aver ricevuto gran lume dall'anatomia. È vero che l'ignoto autore del *De locis in homine* dichiara che « la struttura fisica è la base della medicina », ma i trattati di anatomia della scuola ippocratica, pur tentando in varî luoghi dei paragoni fra gli animali e l'uomo, ci dan la misura dell'ignoranza dei tempi. Quasi altrettanto si dica della fisiologia e della patologia; e la maggior parte dell'ardita speculazione di cui abbiamo visto qualche esempio nelle pagine precedenti, si fondava per così dire sul nulla. Solo alle qualità di equilibrio e di metodo, proprie del pensiero greco, si deve la



Strumenti chirurgici trovati a Pompei (dis. Overbeck): *a* (*a'*), " speculum matricis „; *b*, sonda; *c*, cucchiaio; *e*, " speculum ani „; *g*, pinza ricurva per rimuovere frammenti ossei; *h*, catetere.

solidità e l'intima giustezza del sistema, che sopra così misere basi edificarono i medici di Coo.

Sistema fisiologico. — Abbiamo già visto quali fossero le concezioni fondamentali della scuola di Alcmeone e quella di Empedocle. Gl'ippocratici contemperarono l'antico col nuovo in un sistema eclettico, in cui hanno una parte fondamentale i quattro elementi. Il corpo umano è una mescolanza di questi, e delle loro proprietà cardinali (caldo, freddo, umido, asciutto). Ad essi corrispondono i quattro umori: sangue, flemma, bile gialla e bile nera:[1]) dalla distribuzione e dall'equilibrio dei quali di-

[1]) Dalla teoria umorale vengono le distinzioni che ancor oggi adoperiamo parlando di temperamenti flemmatici, sanguigni, biliosi e atrabiliari o melanconici. Essa è già chiaramente indicata nel libro *Dei Settenarii*. Pare che l'origine della teoria stia nell'aspetto del sangue coagulato: il coagulo rosso ha un fondo nero, che si credeva essere l'atrabile. Il siero si identificava con la bile gialla e il flemma era la fibrina.

pende la salute. Condizione essenziale della vita è il *calore innato,* che diminuisce lentamente con l'età, per abbandonarci al momento della morte. Altro elemento essenziale è il *pneuma* che circola nelle vene. Abbiamo visto come il concetto di questo spirito vitale sia stato introdotto in medicina da Empedocle: per gl'ippocratici, il forte getto schiumante del sangue arterioso appariva un misto di sangue e di pneuma.

Nel *De alimento* (circa 400 a. C.) troviamo per la prima volta delineato quel sistema fisiologico che doveva durare fino a Cesalpino e Harvey. Le arterie nascono dal cuore, e le vene dal fegato. Un po' più tardi s'incontra nel *De musculis* una teoria di aspetto eracliteo. Il cuore manderebbe agli organi, attraverso il ritmo delle pulsazioni, una miscela di aria, sangue e pneuma: e l'azione dell'aria sul sangue è paragonata alla sua azione sul fuoco.[1])

Il cuore era la camera di combustione, in cui si immaginava, in modo più o meno chiaro, che avvenisse il riscaldamento del sangue. Il ventricolo sinistro si credeva contenesse una miscela di sangue e aria proveniente dal polmone.[2]) Con questi preconcetti era impossibile scoprire la piccola circolazione: ma si sapeva che le vene « non hanno né principio né fine ». I nervi (νεῦρα) sono ancora confusi coi tendini, o immaginati come canali vuoti, che convogliano le sostanze volatili al cervello; questo è bensì per gl'Ippocratici la sede del senso, ma è anche considerato una grossa glandola, utile a raccogliere il soverchio del flemma: di qui la teoria che il raffreddore di testa rappresenti una salutare evacuazione.[3]) L'occhio è sommariamente descritto, e vi è

[1]) Questa teoria è di ispirazione eraclitea. Dice Sesto Empirico, citando Enesidemo (Cfr. Diels, *Dox.* p. 211): « Come i carboni accostati al fuoco diventano incandescenti, e allontanati si spengono di nuovo, così la parte della mente universale [il pneuma] che soggiorna nel nostro corpo diviene irrazionale e si spegne quando le si tolga il contatto con l'esterno ».

[2]) Si suol dire che secondo gl'Ippocratici e i loro predecessori, il ventricolo sinistro e le arterie contenessero *soltanto* aria. Ora questo non si trova né in Diocle, né in Prassagora, né tampoco nel papiro Ebers. Secondo gli egiziani, anzi, le arterie contenevano latte e varie altre cose. È probabile che l'idea dell'aria sia venuta ad Erasistrato dall'osservazione degli animali sgozzati. Ed anche le sue dissezioni di cadaveri umani non valsero a correggere l'errore, poiché il sistema venoso, che si distende poco dopo la morte, viene a raccogliere tutto il sangue dell'organismo, rimanendo vuote le arterie.

[3]) La funzione del cervello è chiaramente indicata nel *De morbo sacro.* E non sembra che su questo punto i medici posteriori si siano scostati dalla dottrina ippocratica. Ma nelle scuole filosofiche regnava la più grande confusione di idee, frutto forse delle prime teorie dei medici della Ionia, i quali avevano collocato l'anima nel sangue o nei

fors'anche un accenno al cristallino. Oltre alla dissezione abbiamo nel trattato *De musculis* anche i primi accenni di chimica fisiologica, poiché si paragonano fra di loro le resistenze dei tessuti a certe azioni fisiche, come la bollitura.

Grande interesse presenta poi un primo abbozzo di teoria delle funzioni riproduttive, condotto con molto ardire filosofico, che abbiamo nella trilogia del *De generatione* (circa 380 a. C.). Ne riparleremo al prossimo capitolo.

Terapia. — Una fisiologia qual'è quella che abbiamo delineato sembra fatta piuttosto per sviare che per aiutare il medico; ma ricordiamo che la teoria degli umori tramontò solo nel secolo XIX, e che alcuni suoi concetti fondamentali stanno tornando di moda ai giorni nostri. L'essenziale è di sorreggere queste formule incerte con una giusta intuizione del funzionamento dell'organismo, quale i medici greci possedevano in sommo grado. Le loro migliori opere non si soffermano sulla teoria, ma vanno diritte al compito essenziale: osservare i sintomi, caratterizzare la malattia, generalizzare i dati dell'esperienza.

Quanto ai metodi di cura la loro base teorica era semplice e sicura: non affidarsi a vedute astratte, ma assecondare quanto fosse possibile la *vis medicatrix naturae*. Di qui la formula che sorprende per la sua modestia: « giovare, o [per lo meno] non nuocere ». Curare, secondo gli Ippocratici, equivale a ristabilire la turbata armonia degli umori. Questi tendono naturalmente a uno stato di equilibrio: il lavoro delle forze dell'organismo (*pepsis*, in latino *coctio*) deve esser protetto dalle influenze avverse. A un certo momento la lotta si decide: è la *crisi*.

Tali giorni critici sappiamo che esistono in realtà, specie nelle malattie di carattere zimotico. I medici greci erano portati a fondarvi su un aritmetismo di colore pitagorico in cui ritroviamo il pari e il dispari, il sette, ecc.:

« Il quarto giorno è indicatore del settimo; l'ottavo è il principio di una seconda settimana; bisogna considerare l'undecimo, perché è il quarto

precordi (in particolare nel diaframma, φρένες, da cui « frenite », « frenesia », ecc.). Dice Aetius (IV, 5): « Platone e Democrito in tutta la testa. Erasistrato nella membrana del cervello detta epicranide. Erofilo nel ventricolo del cervello.... Parmenide ed Epicuro nel petto. Gli Stoici tutti quanti nel cuore, e nello spirito attorno al cuore. Diogene nel ventricolo sinistro del cuore, Empedocle nel sangue..... » (Cfr. anche Cicerone, *Tusc.*, I, 9). Sulla posizione di Aristotele, e sulla distinzione delle varie specie di anima, ritorneremo al cap. XVI.

1) *Aforismi*, II, 24.

della seconda settimana. Ed ancora bisogna considerare il diciassettesimo, perché da una parte è il quarto dopo il quattordicesimo, dall'altra il settimo dopo l'undecimo ».[1])

La crisi segna il momento opportuno per l'intervento del medico: mettendo in opera tutti i mezzi di cui dispone, anche i più energici, egli deve assicurare lo svolgimento favorevole della malattia nel periodo critico: dopo di che il malato si può considerare salvato. Ove la crisi venga a mancare o i rimedî vengano somministrati fuori tempo, la malattia può diventare incurabile. Del resto, oltre a un simile squilibrio degli umori, obbediente a leggi proprie, i medici di Coo riconoscevano altre cause meno immediate di malattie, quali un tenore di vita dannoso, influenze climatiche avverse e simili, che occorreva studiare, e possibilmente correggere; altrimenti combatterle con i mezzi terapeutici disponibili.

Sembra a noi cosa ovvia ammettere che l'organismo reagisce normalmente alle condizioni dell'ambiente nel senso dell'*optimum* fisiologico, e tende di per se stesso a tornare allo stato di salute quando ne sia stato allontanato: eppure questa verità, affermata dagl'Ippocratici ventitré secoli fa, non tardò ad eclissarsi: e per sedici secoli il nostro mondo si ostinò a vedere nella salute, secondo l'ironico motto di Farabeuf: « un état transitoire et suspect, qui ne présage rien de bon », a conservare il quale sembravano indispensabili purghe, clisteri e salassi periodici. Solo da un secolo o poco più si sta tornando gradualmente alla posizione ippocratica.

Clinica. — S'intende come gli Ippocratici dessero ogni cura a osservare la malattia con gli occhi aperti, onde poter esercitare con sufficiente sicurezza la *pronoia* o prognostico; nei modelli di osservazione clinica che essi ci hanno lasciato sta forse il loro maggior titolo di gloria.[1]) Ecco un brano classico, in cui è descritta quella che ancor oggi si chiama la *facies Hippocratica* del moribondo:

« Il medico dovrebbe osservare a questo modo nelle malattie acute: anzitutto, l'aspetto del malato, se si approssimi all'aspetto di quelli che sono

[1]) Molte delle malattie individuate dagli Ippocratici portano ancor oggi nomi greci: pleurite, coriza, idropisia, tisi, dissenteria, apoplessia, ecc. ecc.: e si noti come tutta quanta la terminologia medica sia ancora impregnata di greco.

in salute, e sopratutto al suo normale: ché questo sarebbe il migliore. Ma quanto più se ne discosta, tanto peggio. Così per esempio: naso affilato, occhi infossati, tempie incavate; orecchie fredde, contratte, col lobo volto in fuori; pelle verso la fronte ruvida, secca, rilassata; colore della faccia verdastro od oscuro. Se questo è l'aspetto all'inizio del male, e se non si può spiegare con gli altri sintomi, si chieda se ha passato una notte insonne, se vi è disordine intestinale, o se soffre la fame; se alcuno di questi casi si verifica, il pericolo può esser considerato minore, e si potrà giudicare, nel corso di un giorno e di una notte, se l'aspetto dipenda veramente da tali cause. Ché se invece codeste circostanze non sussistano e i sintomi non vengano a cessare nel tempo detto, si abbia per certo che la morte è imminente ».

Si vede su quale accurato lavoro di osservazione fosse fondato il prognostico. Si può dire che non vi è fattore eziologico, che gl'Ippocratici non abbiano già osservato. Ma l'esame non si limitava solo ai segni esteriori: si era già sviluppata tutta una tecnica dell'ascoltazione, e i medici ricorrono anche oggi, nella diagnosi della pleurite, alla così detta *succussio Hippocratica*. René Laënnec, il grande francese, riconosce il suo debito verso la scuola di Coo. « Hippocrate — egli dice — avait tenté l'auscultation immédiate » ed egli stesso, cercando di sviluppare i suoi metodi, era stato condotto all'invenzione dello stetoscopio, che accresce la nostra facoltà uditiva (1819).

Particolare importanza ha la collezione di storie cliniche conservataci nel trattato *Delle Epidemie*. Ne abbiamo circa 42, che da secoli sono modello ai medici. I nomi e le malattie di molte delle persone citate sono rimasti classici. Ne daremo un paio.

« La donna con angina, che alloggiava da Aristione. Il suo male cominciò nella lingua; impossibilità di articolare i suoni; lingua rossa e riarsa. *Primo giorno,* brividi, poi senso di calore. *Terzo giorno,* tremiti, febbre acuta; enfiagione rossastra e dura da ambe le parti del petto e del collo; estremità fredde e livide; respirazione elevata. A ogni tentativo di bere, rendeva il liquido per il naso; non poteva deglutire; evacuazioni alvine ed urinarie soppresse. *Quarto giorno,* tutti i sintomi acutizzati. *Quinto giorno,* morì ».

Qui vediamo come il genio greco, nella sua sobrietà, sappia cogliere l'essenziale. Nel corso della sua classica traduzione delle opere ippocratiche il Littré, egli stesso medico, fu colpito dall'esattezza della descrizione: eppure non riusciva a identificare la malattia. Ma più tardi (1860) poteva annunziare di esservi

riuscito, grazie agli studi fatti nel frattempo da medici inglesi e francesi. Si tratta di un caso poco frequente di difterite, benigna dapprima, poi complicatasi di paralisi laringea e da estensione del processo settico secondario nel collo e nel petto: tutti sintomi caratteristici.

« Filino abitava presso le mura. Egli si mise a letto il primo giorno di febbre forte. Sudori ed una notte inquieta. *Il secondo giorno* acutizzazione del male. La sera un clistere gli procurò delle evacuazioni favorevoli e la notte fu tranquilla. *Il terzo giorno* la mattina e fino alla metà della giornata sembrò che la febbre fosse cessata. Ma la sera si ebbe febbre forte con sudori abbondanti e sete; la lingua cominciò a seccarsi, l'orina si fece nera. Il malato passò una notte penosa: insonnia ed allucinazioni d'ogni genere. *Il quarto giorno* si determinò un aggravamento generale. Orina nera. La notte fu più sopportabile e anche l'orina apparve migliore. *Il quinto giorno*, verso la metà della giornata gli uscì dal naso un po' di sangue, molto nero. L'orina presentò vari colori, e vi si vedevano come fiocchi arrontondati, dispersi, simili a sperma, e che non si deponevano sul fondo. La notte fu cattiva, il malato ebbe brevi momenti di sopore; parlò molto, divagando. Tutte le estremità erano fredde e non si riusciva a riscaldarle. L'orina era nera. Poté dormire un poco verso giorno. Poi perse la parola, ebbe sudori freddi, le estremità livide, e morì verso la metà del sesto giorno. La respirazione fu, fino alla fine, grande, rara, come se il malato si ricordasse a tratti di respirare. Il fegato si gonfiò e formò un tumore arrotondato. Ebbe sudori freddi fino all'ultimo momento. Gli accessi ebbero luogo ai giorni pari ». [1])

Si tratta di un caso di tifo. Si noti fra l'altro la perfetta caratterizzazione di uno stato respiratorio frequente nei morenti; e che è ricomparso nella nostra letteratura medica come « respiro Cheyne-Stokes ».

Il libro *Delle Epidemie* è del resto interessante per il modo in cui tratta un soggetto assai oscuro. I greci non si sono mai fatti un'idea del processo infettivo. [2]) Per essi la malattia era un turbamento provocato da fattori esterni, miasmi o influenze atmosferiche. Questo era già un atteggiamento scientifico, di fronte al preconcetto diffuso ovunque che riporta tutto alla trasmissione di qualità: cosicché si consideravano senz'altro infettive la purità o l'impurità, la buona o la mala fortuna, ecc. Allo scien-

[1]) *Delle Epidemie*, I, 13, trad. Mieli.

[2]) Primo a introdurre il concetto d'infezione nel senso moderno fu Girolamo Fracastoro (1493-1553). Cfr. C. and D. Singer, *The scientific position of Girolamo Fracastoro* negli *Annals of Medical History*, vol. I, New York, 1917.

ziato non rimaneva che rifugiarsi nell'osservazione sistematica. Si notò così che le epidemie hanno certe caratteristiche di decorso e diffusione, legate alla stagione, al paese, all'annata, e ad altri fattori. Ne venne la teoria della *costituzione epidemica* di certi periodi, teoria che fu di grande aiuto ai clinici dei secoli XVII e XVIII, e che è forse più vicina alle concezioni odierne, che non le idee dei batteriologi del secolo scorso, i quali credevano aver trovato nel sublimato e nell'acido fenico il toccasana di tutte le malattie.

In generale si può dire che quasi tutti i problemi sollevati dalla medicina greca del V secolo hanno un valore altamente attuale; in particolare modo quella rivalità di tendenze, che si riassume nei nomi di Cnido e di Coo. Anche oggi al medico di temperamento ippocratico (il « clinico ») si oppone il « sistematico »: quel tipo d'uomo che ha trovato in Galeno la sua incarnazione. Secondo il clinico, ogni malattia andrebbe considerata come *sindrome:* una combinazione caratteristica, cioè, di vari fattori: i cui valori relativi però non possono senz'altro essere stimati partendo da particolari fenomeni accessori. Il medico di mentalità sistematica o cnidica vorrà invece scorgere in ogni caso una particolare manifestazione o modificazione di un qualche morbo specifico, che abbia nome e novero sul catalogo.

Da vari indizi appare ora predominare la tendenza ippocratica. Le ricerche recenti hanno messo in luce l'importanza dei fattori di costituzione nel sorgere di affezioni quali il diabete, le variazioni di pressione arteriosa, e certe anormalità gastriche. Il che si accorda assai bene con la teoria ippocratica del temperamento o « diatesi ». Questa apparente reazione, col ritorno alla *vis medicatrix naturae* che è il suo corollario, trae argomento dalle attuali incertezze della batteriologia, una scienza in cui è rivissuta la mentalità cnidica.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Immensa è la letteratura riguardante la storia della medicina. In misura maggiore che non i cultori delle altre discipline, i medici hanno sentito in ogni tempo il significato dell'evoluzione storica delle loro teorie. La loro antica preoccupazione in questo senso si scorge fin dal *De prisca medicina* di Ippocrate, nella introduzione all'opera di Celso, nelle numerose storie pubblicate durante il Rinascimento.

Le prime ricerche sistematiche nel senso moderno, dopo le grandi raccolte di materiali di HALLER, sono quelle di J. SPRENGEL (1765-1833), *Versuch einer pragmatischen Geschichte der Arzneykunde*.

Nel secolo XIX stanno in prima linea i lavori di due illustri medici italiani FRANCESCO PUCCINOTTI di Urbino, professore a Pisa, che pubblicò una *Storia della medicina* (2ª ed., in 2 vol., Napoli, 1860-63) e che è anche autore d'importanti ricerche sulla medicina italiana, e SALVATORE DE RENZI, napoletano, autore di classiche ricerche sulla scuola di Salerno, e che qui ricordiamo per la sua traduzione di CELSO. Altri storici italiani di quel periodo, che ritroveremo più tardi, sono ALFONSO CORRADI, GIUSEPPE ALBERTOTTI, PIERO GIACOSA, VINCENZO GUERINI.

Per la pubblicazione dei testi della medicina antica sono benemeriti CH. V. DAREMBERG, che scrisse anche una buona *Histoire des sciences médicales* (1870) e P. E. LITTRÉ, editore del grande *Corpo Ippocratico* in 10 volumi (1839-1861). Importanti sono anche le edizioni e i lavori critici di M. WELLMANN. I testi non compresi nel Corpo Ippocratico si troveranno nel I vol. della sua *Fragmentsammlung der griechischen Aerzte*, Berlino, 1901. Fra le traduzioni italiane ricordiamo quella degli *Aforismi* a cura di M. CARDINI.

Non ci fermeremo sulla copiosa letteratura filologica che è sorta intorno al Corpo Ippocratico, e alla provenienza delle varie opere; soggetto per cui rimandiamo alle storie già citate. Ricordiamo invece alcune antologie in cui sono raccolti i passi più interessanti della collezione: CH. V. DAREMBERG, *Hippocrate, œuvres choisies*, Parigi, 1885; TH. BECK, *Hippokrates Erkenntnisse: Ausgewählt, übersetzt und auf die moderne Heilkunde vielfach bezogen*, Jena, 1907; — TH. MEYER-STEINEG u. W. SCHONACH, *Hippokrates über Aufgaben und Pflichten des Arztes*, Bonn, 1913.

Fra le storie recenti della medicina a cui abbiamo attinto citeremo soltanto i lavori principali: anzitutto quello classico di

M. NEUBURGER. *Geschichte der Medizin*, Stuttgart, 1911-21.

Il più ampio di tutti, redatto da varî autori è il

PUSCHMANN-FUCHS. *Handbuch der Geschichte der Medizin*, Jena, 1902-1905.

Ottima è la più breve *Geschichte der Medizin im Ueberblick* di K. SUDHOFF e TH. MEYER-STEINEG, due illustri studiosi tedeschi che hanno riorganizzato la storia della medicina e continuano ad arricchirla con la pubblicazione dell'*Archiv f. Geschichte der Medizin* di SUDHOFF e dei *Beiträge* di MEYER-STEINEG. Del Sudhoff ricorderemo ancora, come facile a trovarsi e piacevole a leggersi, l'ottimo compendio e rifacimento della storia del PAGEL: *Kurzer Handbuch der Geschichte der Medizin*, Berlino, 1922.

In Inghilterra gli studî storici hanno avuto nuovo impulso dalle geniali ricerche di CH. SINGER, *Studies in the history and method of science*, Oxford, 1917-1921; *Greek biology and Greek medicine*, Oxford, 1922.

Fra le storie recenti italiane va menzionata l'opera illustrata di

A. CASTIGLIONI, *Storia della medicina*, Milano, 1927.

Molte altre storie si occupano più particolarmente della medicina moderna, e ne riparleremo a suo luogo.

Sull'influenza della medicina ippocratica nelle epoche posteriori, si veda: l'art. di M. SCHLOESSINGER nella *Jewish Encyclopaedia*, t. 6, 403, 1904 (traduz. ebraica), e l'art. *Bugrat* di CARRA DE VAUX nella *Enziklopaedie des Islam*. Inoltre K. SUDHOFF, *Eine mittelalterliche Hippokrates vita*, in *Arch. f. Gesch. d. Medizin*, t. 8, 1915.

Fra i molti articoli riguardanti soggetti speciali, indichiamo i seguenti: R. BURCKHARDT, *Das koische Tiersystem*, in *Verhdl. der Naturf. Gesch.*, Bd. XV, Basilea, 1904. — H. SCHRICKER, *Die hippokratischen Geräte zur Einrichtung von Frakturen und Luxationen* (Diss.), Jena, 1911; — C. M. GILLESPIE, *The use of eidos and ἰδέα in Hippocrates*, nel *Classical Quarterly*, t. 6, 1912; W. JOHANNSEN, *Die Vererbungslehre bei Aristoteles und Hippokrates in Lichte heutiger Forschung*, in *Die Naturwissenschaften*, Jahrg. 5, 1917; W. RECH, *Zahnärztliches aus hippokratischen Schriften-Korpus* (Diss.), Lipsia, 1920; J. HIRSCHBERG, *Aerztliche Bemerkungen über die Schrift περὶ τέχνης, in Arch. f. Gesch. d. Naturw.*, VI, 1913; WRIGHT, *The Psychiatry of the Greek tragic Poets in its relation to that of Hippocrates*, in *J. of Mental and Nerv. Diseases*, vol. 54, 1921; J. SOURY, *Nature et localisation des fonctions psychiques chez l'auteur du traité de la maladie sacrée*, in *Ann. de l'Ec. pratique des hautes études*, 1907.

XVI.

LA STORIA NATURALE

La storia naturale del mondo antico e non soltanto quella del periodo ellenico, si assomma quasi per intero nel gran nome di Aristotele, e nella scuola da lui fondata. I libri di Aristotele sugli animali sono la prima opera zoologica nel senso scientifico, ed altresì la più perfetta che ci abbia lasciato l'antichità: si è detto da naturalisti autorevoli che non è stata superata per giustezza e per abbondanza d'osservazioni, né per l'intelligente sistematica, fino ai tempi moderni; tanto che, per trovare un vero progresso, occorre giungere ad Aldrovandi, a Gessner e a Linneo.

È difficile dire quanta parte di questa scienza sia frutto della ricerca personale di Aristotele: ché in questo campo egli non solo ha usufruito dei precedenti indagatori, bensì anche ha raccolto largamente le conoscenze popolari. Ma si deve fare un merito allo Stagirita di avere combattuto un pregiudizio che — malgrado l'esempio di uomini come Empedocle e Democrito — pare fosse allora comune fra i filosofi contemporanei. In un brano rimasto celebre, egli segnala l'importanza e dignità della ricerca naturalistica, quasi giustificando il suo ardire di farne oggetto di considerazione filosofica. Il suo stile abitualmente piano e dimesso assurge ad un'ampiezza che rivela l'intimo fervore:

«Delle cose che sono in natura, alcune sono ingenerate ed immortali per tutti i secoli, altre partecipi del nascere e del perire. Ma codesta

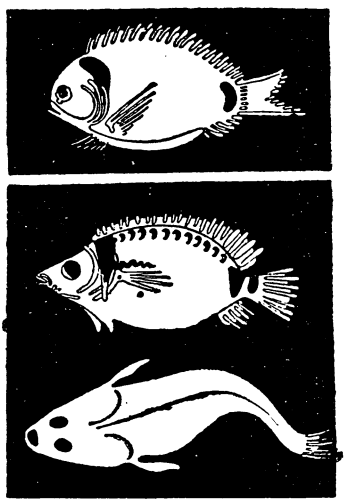
parte nobile e divina meno ci è dato contemplare, in quanto assai poco di essa è accessibile ai nostri sensi.... mentre le cose mortali, come le stirpi e gli esseri animati, che ci sono vicine e familiari, possiamo conoscerle più pienamente, in quanto chiunque abbia voglia di indagare a fondo può studiare molti esemplari di ciascun genere. Sia l'uno che l'altro studio ci attira: ma poiché [delle cose celesti] abbiamo già trattato, e abbiamo dato la nostra teoria, ci rimane da discorrere della natura animata, nulla tralasciando, secondo le nostre forze, né di ciò che è più vile, né di ciò che è più nobile; poiché anche nelle parti men grate al nostro senso, l'artefice natura largisce delle gioie non meschine (ἀμήχανον) a chi sappia intender le cause ed abbia mente filosofica. Sarebbe infatti assurdo e irragionevole, se dovessimo provare maggior piacere a contemplare le imagini di tali cose, quando siano prodotte dall'arte pittorica o dalla plastica, che non a contemplare le cose stesse, costruitesi naturalmente: poiché allora ci è dato anche scorgere l'operazione delle cause. Non bisogna dunque disprezzare, come farebbero dei bambini, lo studio degli animali inferiori; in tutte le cose della natura vi è del meraviglioso: e come si narra dicesse una volta Eraclito a certi che eran venuti a visitarlo, ed esitavano vedendolo intento ad asciugarsi vicino al fuoco, e lui li invitò ad entrare di buon animo, poiché anche lì, disse, erano gli dei: allo stesso modo dovremo noi accingerci senza ripugnanza allo studio di ciascuno degli animali. In ciascuno di essi appare la bellezza naturale, poiché son costruiti per opera della natura in modo che nulla sia fatto a caso, ma ogni cosa invece in vista di qualche scopo: e il fine in virtù del quale è o si compie qualche cosa ha funzione di bellezza ».

Si pensi al campo limitato della scienza greca, alla sua gerarchia dei valori, così diversa dalla nostra. Le scienze pratiche od « utili », che nel nostro mondo occupano un così grande posto — la chimica, la meccanica, l'ingegneria nelle sue varie forme — erano cenerentole. Regina del pensiero è la matematica, e tale convien sia; né perde mai un istante, da Pitagora fino a Proclo, la sua eccelsa preminenza. Quindi viene la figlia prediletta, l'astronomia. Queste due scienze occuparono i più grandi intelletti dell'antichità. Quando si aggiunga la medicina, che si era venuta formando anch'essa un ambiente scientifico, l'elenco è chiuso. Tutto l'imponente patrimonio di conoscenze empiriche, procedimenti tecnici, materiale d'osservazione, che era così gran parte della civiltà antica, e di cui possiamo ancora oggi scorgere l'importanza nel fervido artigianato delle città d'Oriente, era per lo più trascurato dai filosofi, i quali seguivano le vie sublimi della speculazione pura, sdegnosi di que-

ste futili contingenze. In confronto a questo ambiente appare tutto il significato dell'atteggiamento d'Aristotele.

I PRECURSORI. — Intorno a ciò che di scienza naturale si conosceva prima di Aristotele, ci restano purtroppo scarse testimonianze, generalmente in relazione con la biologia dell'uomo.

Abbiamo visto come Alcmeone cercasse di rendersi conto, con la dissezione, della struttura degli animali; e la farmacopea contenuta nelle parti più antiche della collezione ippocratica ci rivela una notevole conoscenza di piante, sia locali che stra-



Riproduzione di pesci da piatti dipinti (Morin):
A) *Sargus vulgaris*, B) *Crenilabrus Mediterraneus*; C) *Uranoscopus scaber?*

niere. Così anche troviamo qua e là, in Erodoto e in altri scrittori del suo tempo, molte notizie sugli animali e sulle piante: ma sempre di sfuggita, e per lo più di seconda mano. [1])

Fonte d'informazione più sicura è per noi l'arte greca dei primi secoli. Nei vasi del VII e del VI secolo a. C. abbiamo

1) Erodoto si compiace sopratutto della descrizione di animali e genti favolose che abitano le regioni meno note: gli Argippei che nascono calvi, gli Arimaspi con un occhio, guardiani dell'oro dell'Asia centrale insieme coi Grifoni: e poi i popoli corridori a una gamba, i Pigmei montati sulle gru, i Piedi-ombrelli, i Cinocefali e gli Acefali, « e tanti altri che non sono inventati ». È lo stesso tesoro di leggende locali che viene raccolto da tutti gli esploratori, da Ctesia e Megastene a Sindbad, Marco Polo e Sir John Maundeville.

animali raffigurati con tale potenza e precisione di particolari, da far stupire chi dubitasse delle capacità d'osservazione dei Greci.

Vediamo antilopi pascolanti, o deste all'erta, uccelli in volo o in cerca di vermi, daini che si forzano la strada nella boscaglia, o branchi selvaggi che si serrano in cerchio a difesa; tutti sono resi con una cura di dettaglio che va fino a dare la giusta direzione al pelame sulle varie parti del corpo.[1]) Sopratutto si descrivono i pesci: c'è tutto un genere artistico che si è specializzato nella riproduzione delle forme di vita marina, la quale sembra aver interessato i Greci massimamente; questo ramo artistico ebbe sviluppo principale nell'Italia meridionale, verso il IV secolo.

Di così abbondante materia familiare al comune del popolo, non risulta che la scienza traesse molto profitto. La prima trattazione sistematica l'abbiamo in un libro di medicina pratica, il *De Diaeta,* che fa parte della collezione ippocratica (vedi Cap. XV). Dopo l'introduzione teorica, si viene a trattare della natura dei cibi: e a questo proposito si dà una lista ordinata di animali commestibili, disposti per gruppi. I rettili e gli insetti mancano del tutto. Si è chiamata questa la *classificazione coica*; è un nome un po' ambizioso per un semplice elenco. I mammiferi sono divisi in domestici e selvaggi: e questi ultimi si trovano enumerati per ordine di grandezza. Poi vengono gli uccelli (terrestri ed acquatici) e finalmente i pesci. Questi sono rappresentati da non meno di venti specie, su un totale di 50; si dividono in: *a*) pesci di spiaggia; *b*) pesci d'alto mare; *c*) pesci cartilaginosi (ora diremmo selaci); *d*) pesci abitatori del limo; *e*) pesci d'acqua dolce. Caratteristica in questo sistema è la distinzione dei pesci dagli altri vertebrati, e di questi dagli invertebrati.

Un tale schema è ben poca cosa, non solo rispetto a quello che si trova in Aristotele, ma anche in confronto alle ricerche sull'anatomia e fisiologia dell'uomo, quali sono esposte nelle opere contemporanee. Pure, spigolando nel Corpo ippocratico, si incontrano molte osservazioni e riflessioni acute di biologia generale. Così abbiamo saggi di anatomia comparata, esperimenti

[1]) Il nome stesso dato ai pittori, *zoographoi,* ci indica il valore che si attribuiva alle forme viventi.

su animali viventi, sull'incubazione dell'uovo, sull'embriologia comparata delle piante e degli animali. Vi sono anche accenni a idee evoluzionistiche, che si ricollegano forse ad Anassimandro e ad Empedocle.

Nel *De Generatione,* abbiamo un primo tentativo biologico di grande interesse. L'ignoto autore cerca di spiegare i fenomeni della eredità per mezzo di una teoria che fa pensare alla pangenesi di Darwin: ogni parte del corpo manderebbe particelle rappresentative agli organi di riproduzione: e l'insieme di queste costituirebbe il seme. Con ciò si viene ad ammettere la trasmissione dei caratteri acquisiti.

Nella seconda parte, *De Natura Pueri,* è interessante il raffronto dell'embrione umano con quello del pollo (§ 13):

« L'embrione è sito in una membrana, al centro della quale è l'ombelico; attraverso questo va e viene il respiro, e le membrane procedono dal cordone ombilicale.... La struttura del bambino la troverete dal principio alla fine simile a quanto ho già descritto.... Se volete, tentate questo esperimento: prendete venti o più uova, e fatele covare da due o più chioccie. Indi ogni giorno a partire dal secondo.... prendete un uovo, rompetelo ed esaminatelo. Troverete tutto come vi ho detto, ché la natura dell'uccello può assomigliarsi a quella dell'uomo ».

L'interesse dell'autore si estende anche alla generazione delle piante; e non esita a fare il parallelo fra l'embrione del mammifero e quello del vegetale: « troverete una perfetta somiglianza fra i prodotti del suolo e i prodotti dell'utero ».

Daremo qui un passo che ci mostra il modo di ragionare dell'autore, e insieme la sua curiosità disinteressata, in un campo che non ha più che fare con la medicina propriamente detta:

« Un seme posto nella terra si riempie dei succhi in essa contenuti, perché il suolo contiene in sé succhi di ogni natura per il nutrimento delle piante. Così imbevuto di succhi, il seme si distende e si gonfia, e quindi la potenza (δύναμις) diffusa nel seme è compressa dal pneuma e dai succhi, e scoppiando dal seme diventa i primi germogli. Ma viene poi il tempo che questi germogli non trovano più sufficiente alimento nei succhi del seme. Allora e seme e foglie erompono verso il basso, perché sospinto dalle foglie il seme dirige in giù quella parte di potenza che ha ancora sede in esso, e così nascono le radici come un complemento delle foglie. E quando finalmente la pianta ha preso salde radici e trae alimento dalla terra, allora anche il seme si decompone e scompare.... Con l'andar del tempo i germogli si ramificano. La pianta così prodotta dall'umidità a partire dal seme

è tuttora umida e molle. E continuando a crescere rapidamente sia in alto che in basso, non può ancora far frutto, perché non ha ancora quel vigore e quel soverchio di potenza (δύναμις ἰσχυρὴ καὶ πιαρά) dal quale possa concretarsi un seme. Ma col tempo, rafforzando la struttura e le radici si aprono canali nel legno per il passaggio così verso l'alto come verso il basso, e trae dal suolo non soltanto l'acqua ma anche sostanze più dense e più grasse in abbondanza. Scaldate dal sole, queste agiscono come fermenti sulle estremità e danno origine ai frutti. Così avviene che il frutto sviluppi molto dal poco, poiché ogni pianta trae dalla terra un potere più abbondante di quello con cui ha preso inizio, e la fermentazione si fa in molti luoghi invece d'uno ». [1])

Accanto agl'Ippocratici, quali altri predecessori hanno preparato l'opera di Aristotele? Abbiamo già detto (pag. 223) del libro curioso e documentato di Speusippo *Sulle rassomiglianze*, ove tratta degli animali. In difetto di più precise notizie dobbiamo almeno ricordare l'opera di Democrito, [2]) della quale tuttavia ci rimangono soltanto pochi frammenti. Così troviamo già in Democrito un accenno alla teoria dell'eredità, di cui si è detto prima. « Sebbene Democrito differisca da Aristotele, l'uno e l'altro si rassomigliano per aver abbracciato l'insieme delle scienze. E non so — dice Mullach — se lo Stagirita non sia debitore di una parte dell'erudizione che lo pone al disopra degli altri filosofi, alla lettura dell'opera di Democrito ». [3]) Sembra infatti che Aristotele usi citare soltanto quando dissente. Bacone, interpretando nel peggior senso questa abitudine dell'enciclopedista, lo accusava di aver fatto come i sultani turchi che per arrivare al trono, sgozzavano tutti i loro fratelli.

La scienza del popolo. — Ma per le notizie raccolte da Aristotele, quali sono stati i suoi informatori e di quali mezzi disponeva la sua inchiesta?

1) *De nat. pueri*, 22.

2) Democrito fu osservatore spesso più acuto di Aristotele. Così egli dice che tutti gli *anaima* hanno intestini, quand'anche non si possano scorgere, mentre Aristotele dice espressamente: « nessuno degli *anaima* è dotato di intestini ». Così anche per Democrito il filo del ragno nasce dall'interno del corpo, mentre Aristotele ne fa un essudato superficiale. Passi in cui si ravvisano dei precedenti democritei sarebbero: *Hist. Anim.*, IX, 39, (7), *De part. anim.*, III, 4, 665ª; *De gener. anim.*, II, 4, 740; II, 6, 742; H, 8, 747; IV, 1, 764; V, 8, 788.

3) Mullach, *Fragm. philos. graec.*, Parigi, 1869, pag. 338. Si osservi del resto che i titoli degli scritti peripatetici, sui problemi naturali, corrispondono abbastanza esattamente alle questioni sollevate dagli ionici, secondo quanto ci tramandano i dossografi.

Molte cose hanno favoleggiato i retori di un'epoca tarda sull'aiuto che Alessandro, divenuto re, avrebbe porto al suo maestro. Plinio il Giovane assicura che il conquistatore, « acceso dal desiderio di conoscere la natura degli animali », avrebbe messo a disposizione di Aristotele un vero esercito di osservatori incaricati di raccogliere materiale. Secondo Ateneo, gli avrebbe addirittura regalato 800 talenti, comparabili ad una ventina di milioni di lire nostre. Ma di tanta regale munificenza non si trova gran traccia nell'opera del filosofo, il quale non ci dà osservazioni attendibili che per le specie abitanti il bacino dell'Egeo, cioè quelle che poté egli stesso raccogliere e studiare. E, se attinse all'opera di medici e fisiologi che lo avevano preceduto, trovò certo i suoi collaboratori principali tra il popolo: allevatori, cacciatori, pescatori, farmacopoli, rizotomi e simili; forse dal suo lungo soggiorno sereno nell'isola di Mitilene datano i suoi mirabili studî sugli animali marini.

Il pescatore del Mediterraneo ha una vasta conoscenza delle forme viventi fra cui si svolge la sua esistenza. La ricca varietà di tipi che si incontra nei mari temperati trova in lui un attento osservatore, e un acuto nomenclatore. A Napoli, a Genova, a Marsiglia, nel Levante, i marinai dànno un nome a varie centinaia di specie: sulla loro vita, e le loro abitudini, sanno raccontare molte cose ignote agli stessi scienziati. Così, certamente, era anche in quei tempi: ché gl'innumerevoli nomi dati da Aristotele agli animali marini gli vengono dalla viva voce del popolo: solo dobbiamo dolerci che non ci sia facile adesso identificarne una buona parte, poiché Aristotele non prevedeva il giorno in cui si sarebbe perduto il parlar comune del suo tempo.

Vorremmo dare un esempio interessante e poco noto di questa collaborazione fra popolo e scienziato.

Uno dei problemi che più hanno appassionato i naturalisti di ogni tempo è quello della generazione delle anguille. Si sa che questi animali durante il periodo della riproduzione non cercano i fiumi, come fa il salmone, anzi li abbandonano, e vanno a perdersi in alto Oceano. Il ciclo completo, che si estende fino al Golfo del Messico, è stato lumeggiato in tutti i suoi particolari solo pochi anni fa, dal danese Schmidt. Ma un contributo fra i più importanti fu dato da Grassi e Calandruccio, i quali, nel 1896, stabilirono che la larva dell'anguilla è

effettivamente quel pesciolino trasparente, il *Leptocephalus*, che i pescatori siciliani chiamano *casentula*: e Grassi constatò che questi già ben ne conoscevano la vera natura.

Ora Aristotele, in un passo assai controverso, dice che le anguille nascono dai γῆς ἔντηρα: letteralmente dalle viscere della terra. Qui si scorge comunemente un accenno alla generazione spontanea,[1]) poiché le « viscere della Terra » sarebbero soltanto un nome comune a quei tempi per certe specie di vermi. Ma un naturalista inglese, D'Arcy W. Thompson, ha fatto osservare che, nel dorico dei pescatori siciliani, γῆς ἔντηρα sarà stato certamente γᾶς ἔντηρα; e da questa a *casentula* non vi è che un passo. Aristotele doveva dunque sapere la vera generazione delle anguille.

L'OPERA ARISTOTELICA. — Il valore scientifico della biologia aristotelica viene dalla infinita pazienza e meticolosità con cui lo scienziato ha raccolto e vagliato i dati fornitigli dal popolo per la sua vasta *Storia degli Animali*, nulla trascurando e nulla stimando troppo umile o insignificante. Egli sapeva che vi è più di una specie di pesci che si costruiscono il nido, mentre Cuvier ne conosce ancora una sola: sapeva che il tuorlo dell'uovo si liquefa durante l'incubazione; sapeva perfino — e certo pochi si curerebbero di saperlo — per che verso la gallina deponga l'uovo. *Prudens quaestio dimidium scientiae.*

È impossibile d'altra parte, quando si segua il popolo, non cadere in errori gravi. Allo Stagirita accade spesso di accogliere senza critica talune opinioni tradizionali, talvolta leggendarie. Citiamo, per esempio, le capre che respirano per le orecchie,

[1]) La generazione spontanea è ammessa da Aristotele come una delle varie forme di generazione possibili per certi tipi inferiori. Così gli *ostracoderma* in parte si produrrebbero spontaneamente, in parte nascerebbero per uova, o anche per talli, come le piante. Ma il modo non è mai quello pensato dai materialisti d'oggi. « Sembra che nascano per corruzione alla quale si mescola acqua di pioggia. Perché separandosi la parte dolce per la formazione del principio, ciò che rimane prende questa forma. Ma invero nulla si produce per corruzione e tutto per cottura.... Gli animali e le piante nascono spontaneamente nella terra e nell'umido, perché nella terra vi è dell'acqua, e nell'acqua dell'aria, e in tutta l'aria del calore vitale, di modo che si può dire che ogni cosa è piena di anima. In tal modo si formano rapidamente ogni volta che [l'anima] viene circoscritta e rinchiusa: ciò avviene quando i corpi liquidi sono riscaldati e si forma una specie di cellula schiumosa.... Ora nell'acqua di mare vi è una quantità di materia terrosa; perciò da una tale mescolanza deriva la natura degli ostracodermi, in quanto che la parte terrosa si solidifica tutto all'intorno.... e nell'interno viene rinchiuso il corpo dell'animale vivente ». (*De gen. anim.*, III, 10). Cfr. la tavola a pag. 342.

l'avvoltoio fecondato dal vento, il cervo catturato con la musica, la salamandra che resiste al fuoco; e poi animali e piante favolose, come l'unicorno, il cordilo, la mandragora. Alcuni di questi sono espressioni allegoriche degli arcani religiosi d'Egitto, e si ritrovano più tardi in Horapollo, il sacerdote egiziano dell'epoca alessandrina.

Errori più strani sono quelli che contraddicono direttamente alle più ovvie osservazioni.[1]) Così per esempio: che l'uomo soltanto proverebbe dei battiti di cuore, che gli uomini avrebbero più denti delle donne; che il cranio della donna, contrariamente a quello dell'uomo, avrebbe una sutura circolare; ecc.

Sui pesci e sui molluschi[2]) in ispecie Aristotele ha un mondo di cose da dirci: e le sue dissezioni rivelano particolari che furono poi ritrovati solo da Cuvier: per esempio, l'embrione di seppia che si sviluppa in contrasto apparente con quanto avviene nel pulcino, « con la testa attaccata al tuorlo »; o la *placenta vitellina* che si trova in certi squali.[3]) Ma vi è un altro dettaglio che lo stesso Cuvier non ha saputo afferrare. In certi cefalopodi, al momento della fecondazione uno dei bracci si allunga, e diventa un cordone attorto, che viene introdotto nella cavità del mantello della femmina. Cuvier lo aveva preso per un verme parassita, ma Aristotele lo descrive correttamente.

È stato detto con giustezza, che una tale opera d'insieme non può essere che una « somma » d'osservazioni anteriori. Ma questo non vuol dire che Aristotele stesso non vi abbia contribuito personalmente: e il modo in cui sa raccogliere i dati rivela in lui un maestro.

Scala naturae. — Il problema fondamentale della biologia aristotelica è la classificazione dei viventi. Questo ordinamento ha per il sistema un senso filosofico esposto nel *De Anima*; poiché tutti gli organismi compongono una gerarchia di forme, che ha per sommo vertice l'uomo. Si è già detto che il sistema va

[1]) Questi ed altri errori sono raccolti in uno scritto laudativo di R. Eucken: *Die Methode der aristotelischen Forschung in ihrem Zusammenhang mit den philosophischen Grundprincipien des Aristoteles*, 1869.

[2]) Aristotele dà il nome di « molluschi » ai cefalopodi, che sono per noi una classe del tipo generale dei molluschi.

[3]) Per le ricerche analoghe di Anassimandro in questo campo, v. nota a pag. 59.

inteso in senso statico, escludendo ogni evoluzione dalle forme inferiori alle superiori.

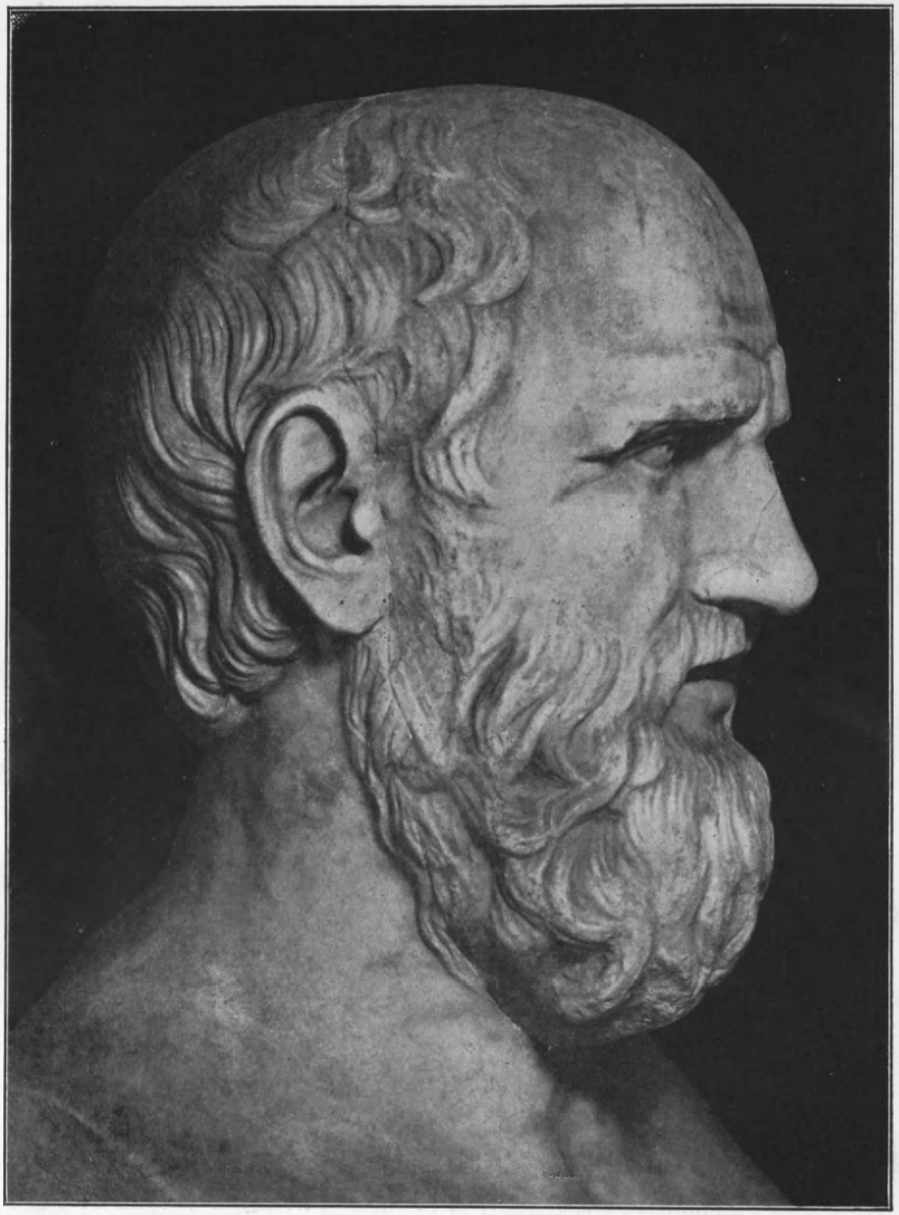
Ma l'ordine ideologico deve ritrovarsi nello studio particolareggiato e comparativo degli organismi salendo induttivamente alla teoria dalle osservazioni di fatto. Qui Aristotele ha affacciato diversi criteri di classificazione: ed ascriviamo a suo merito di avere posto così alcune esigenze fondamentali, anche se queste si presentino fra loro in parte discordi, l'ideale logico venendo sopraffatto dalla molteplicità dei dati.

Così egli tratta una volta degli animali nella loro individualità [1]) ordinandoli secondo la perfezione delle forme, e descrivendone le abitudini; un'altra volta dei diversi organi e delle loro correlazioni, procedendo nell'ordine di queste, e studiando in via subordinata gli animali che le possiedono; qui ritroviamo la nostra « morfologia comparata ». Le *Parti degli animali* sono dunque un seguito, diremo quasi la sistemazione scientifica, della *Storia degli animali*. Ma vi è ancora un'altra via: ché si può discorrere delle grandi funzioni (o azioni, o potenzialità) dell'organismo e ricollegarle quindi alle parti che in ogni creatura sono a ciò destinate. Abbiamo così la serie dei trattati di Fisiologia: i *Parva Naturalia*, sulla *Respirazione*, sull'*Incesso*, sul *Sonno e la Veglia*, e finalmente il più erudito, il più forte di tutti, il grande trattato sulla *Generazione degli animali*.

Così è tracciato il grande quadro della scienza biologica: che per il filosofo mette capo alla ricerca dell'essenza della vita, nel *De Anima*.

Teorie biologiche. — « La Mente ha ordinato tutte le cose com'erano, sono e saranno » [2]) aveva detto un tempo Anassagora. E Socrate aveva cercato qui un nuovo modo d'argomentare che si distacca dall'antico meccanismo. Il principio teleologico, in un senso assai più largo, è applicato da Aristotele sistematicamente. [3]) Nel *De Partibus Animalium*, egli s'innalza alla bella veduta di una legge di compensazione organica, quella stessa riproposta ai tempi nostri da Geoffroy St. Hilaire, e che egli sviluppò con ampiezza di esempi: gli *anaima* (senza sangue) hanno

[1]) Le specie descritte da Aristotele sono 495. Oggi ne conosciamo oltre un milione.
[2]) Cfr. Diels, *Vors.*, Anaxagoras, fr. 12.
[3]) Cfr. quanto si è già detto a pag. 234 e segg.



Villa Albani.

IPPOCRATE DI COO (?).

(Foto Bruckmann
Griech. u. röm. Portraits.)

MONUMENTO FUNERARIO DI UN MEDICO (II SEC. D. C.).

L'iscrizione dice: « Giasone, detto anche Dekmos, di Acarnania, medico ». Segue la genealogia. Il medico sta palpando un malato che lo guarda ansiosamente. Parrebbe trattarsi di un'affezione epatica.

umori al posto del sangue; i peli dei quadrupedi corrispondono alle penne degli uccelli, alle scaglie dei pesci. Le branchie dei pesci sono analoghe ai polmoni. E se una parte del corpo ha sviluppo preponderante, questo dovrà aver luogo a spese di un'altra parte:

« Dappertutto la natura rimette da una parte ciò che toglie dall'altra.... Essa non può spendersi ugualmente da due parti ». Per esempio lo sviluppo delle chele in certi granchi si fa a scapito delle zampe. [1])

Nel *De Partibus Animalium* si trovano ancora le leggi seguenti:

a) Divisione del lavoro fisiologico;

b) La complessità della vita varia con la complessità della organizzazione;

c) Nessun animale ha più di un mezzo di difesa veramente efficace;

d) Nessun insetto dittero è munito di pungiglione;

e) L'attività di crescita e l'attività generativa stanno fra loro in proporzione inversa;

f) Lo sviluppo dell'embrione va dall'omogeneo all'eterogeneo;

g) Lo sviluppo è un passaggio dalla forma generale a quella speciale.

S'intuisce quale somma di osservazioni intelligenti si asconda nella formulazione di leggi simili. E ovunque ad Aristotele fu dato osservare e dissecare personalmente, ci appare la stessa capacità d'interpretazione. Lo sdegno con cui respinge la nozione comune fra gli Ippocratici, che soltanto i solidi vadano nello stomaco mentre i liquidi andrebbero nei polmoni, fa pensare ad uno sperimentalista dei giorni nostri. Tanto più grave e singolare ci appare quindi il suo celebre errore sulla funzione del cervello. Fin dai tempi di Alcmeone, il cervello era considerato dai medici come sede della sensazione. Per affrontare quella che era divenuta ormai nozione comune, come ci appare dalla letteratura del tempo, [2]) Aristotele, oltre a varie ragioni un po' so-

[1]) *De part. anim.*, IV, 8. Cfr. anche *ibid.* III, 2; *De gener. anim.*, IV, 8.

[2]) Cfr. Platone nel *Timeo*, Aristofane nelle *Nubi*. Nel discorso sull'Alonneso, attribuito un tempo a Demostene, è detto agli ateniesi che non vogliono capire: « Se portate il cervello nella testa, e non giù nei piedi.... ».

fistiche, ne aveva una che gli appariva irresistibile.[1]) L'osservazione gli aveva rivelato che le lesioni del cervello non sono accompagnate da sensazioni locali. Come dunque può il cervello essere organo della sensazione, e quindi del pensiero, che deriva dalla sensazione? Inoltre, i suoi studî embriologici lo avevano condotto al principio generale, ripreso più tardi da von Baer, che i primi a svilupparsi nell'embrione sono gli organi fondamentali: e primo tra i primi si rivela il cuore, già al terzo giorno. L'esperimento sembrava dunque confermare la sua teoria della preminenza delle cause formali, e designare il cuore come sede dell'anima e del pensiero. Non è escluso del resto che Aristotele abbia constatato come le lesioni al cuore siano più sicuramente letali di quelle al cervello. *His fretus*, non esitò ad adottare una nuova teoria a modo suo:[2]) il cervello essendo « di natura fredda e umida », sarà il regolatore termico e il deflemmatore dell'organismo. I vapori prodotti dal calore innato, il flemma e gli umori in eccesso, salgono al cervello a raffreddarsi e scaricarsi. E con questo sarebbe già ampiamente giustificata l'esistenza di questa « glandola ».

I medici rifiutarono di seguire il filosofo su questa strada: più tardi Erasistrato e Galeno, con l'approfondire l'anatomia del sistema nervoso e col mostrare che i nervi convergono al cervello, fecero definitivamente giustizia della bizzarra teoria.

Un altro esempio tipico del rapporto fra osservazione e teoria in Aristotele si ha nella teoria dell'origine dei sessi. In questo campo dell'embriologia, fra tutti difficile ed oscuro, la fantasia dei dotti si era data libero corso. V'era chi sosteneva determinarsi il sesso a seconda della regione destra o sinistra, più o meno calda, dell'utero in cui si sviluppa l'uovo;[3]) v'era chi lo ricollegava al genere ed all'abbondanza del vitto della madre durante la gestazione. Teorie simili si vennero architettando senza posa sino ai giorni nostri; e forse non sono finite neppure oggi, malgrado il chiarimento venuto dal mendelismo. Eppure Aristotele aveva già dato una risposta rigorosamente sperimentale, provando che il sesso è determinato nell'embrione del pulcino sin dal terzo giorno di sviluppo. Ma anche qui, la

[1]) Cfr. fra l'altro *Hist. anim.* III, 15 (1); *De part. anim.* II, 7, 1. 16 ed. Didot.
[2]) *De sensu*, 5.
[3]) Cfr. Parmenide, B. 17. Diels, e anche Lattanzio, *De opif.* 12,12.

scoperta di Aristotele, in mancanza di un ambiente scientifico già preparato, rimase sterile. Il gamete maschile è per lui il portatore della forma; quello femminile della materia. Quindi il sesso sarà dato da un preponderare del fattore forma sul fattore materia, o viceversa. Aristotele pone così giustamente il sesso fra i caratteri della eredità generale. Generazione perfetta sarebbe quella in cui il moto impresso dal seme maschile riuscisse a riprodurre un maschio simile al padre. Se il padre non ha sufficiente virtù formativa, si possono dare tre gradi successivi di imperfezione: una femmina simile al padre, un maschio simile alla madre, e per ultimo una femmina simile alla madre. Se poi la virtù procreativa è insufficiente da ambo le parti, riappaiono i caratteri dei nonni, ecc. Ultimo stadio è quello in cui il figlio non ha più alcuna caratteristica propria della stirpe. E più giù comincia la degenerazione, fino alla mostruosità.

Sarebbe ingiusto rimproverare ad Aristotele di non aver saputo trarre dalle osservazioni tutto il partito che ne trarrebbe uno scienziato moderno. Come già abbiamo notato, gli mancava l'ausilio del microscopio: gli mancava tutto quell'insieme di dati ed induzioni attendibili, raccolti da una schiera di osservatori educati alla ricerca, e che sono come il substrato di ogni costruzione scientifica. Il suo sforzo isolato si perdé nel quadro della sua metafisica. Gli resta il merito di aver aperto ai posteri nuovi campi di ricerca, e di averli guidati con saggi consigli. In un passo celebre del *De Generatione Animalium,* dopo aver parlato a lungo delle api, e dopo aver rilevato fra l'altro che i fuchi possono generarsi per via partenogenetica, il filosofo conchiude:

« Tale appare esser la verità sulla generazione delle api, a giudicar dalla teoria e da quelle osservazioni che si possono ritenere attendibili. Ma di queste cose non abbiamo ancora una conoscenza sufficiente; e quando sarà stata raggiunta, sarà bene fidarsi più dell'osservazione che della teoria; e della teoria solo in quanto si accorda coi dati osservati ». [1])

Teofrasto e la botanica. — Gli studî naturalistici di Aristotele furono proseguiti dal suo successore nello scolarcato, Teofrasto di Ereso (372-287 a. C.). Abbiamo già nominato

[1]) *De Gener. Anim.*, III, 10, 761. (Parafrasato). Cfr. però anche un passo che sembrerebbe implicare il contrario, in *De Part. Anim.*, III, 4.

questo dotto multiforme, erudito infaticabile, moralista arguto. I suoi trattati vogliono essere in certo modo il complemento dell'enciclopedia aristotelica: alla storia degli animali va ad aggiungersi la *Storia delle piante;* alla generazione degli animali il *De causis plantarum*. La geologia è abbozzata in un trattato *Delle pietre*.[1]) La sua opera è preziosa in quanto ci dà un'idea esatta dello stato della scienza biologica dopo Aristotele, e ci mostra in qual senso fosse stato compreso l'insegnamento del Maestro, e in qual misura i contemporanei avessero accolto la sua grande iniziativa. Teofrasto si trovava alle prese con gravi difficoltà, nel campo ancora vergine della Botanica. Di contro all'imprecisione e all'arbitrio delle nozioni comuni, v'era da creare insieme una nomenclatura, una tecnica descrittiva e una classificazione.

Gli antichi non si erano fatta alcuna idea chiara circa la riproduzione dei vegetali. Credevano alla esistenza dei sessi diversi nelle piante,[2]) ma non riuscivano a identificarli, eccettuate forse le specie (palma e fico) su cui si praticava la caprificazione.[3]) Però Teofrasto nel descrivere i fiori, e nel distinguerli chiaramente in ipogini, perigini, ed epigini, mostra di avere afferrata la relazione fondamentale tra fiore e frutto. Nell'insieme le sue conoscenze sono assai più progredite di quelle dell'ignoto ippocratico autore del *De Generatione*. La feconda idea aristotelica di studiare gli organismi nel loro sviluppo, lo conduce ad approfondire i processi germinativi. « Una pianta, dice, ha potere germinativo in tutte le sue parti, poiché ha vita in ciascuna, per cui giova considerarle non per quello che sono, ma per quello che divengono ».[4])

Di qui lo studio sistematico:

« I modi di generazione delle piante sono i seguenti: spontanea, oppure da un seme, o da una radice, o da un frammento avulso o da un ramo o ramoscello, o dal tronco stesso, o dal legno stesso tagliato in pezzetti ».[5])

1) Tratta delle roccie, dei minerali, e soprattutto delle gemme. Naturalmente si procede con criterî molto vaghi, non distinguendo bene fra specie minerali definite e miscugli varî, prendendo a guida caratteri secondari come il colore che può essere dovuto ad una impurità, ecc.

2) Cfr. per es., Plinio, *Nat. Hist.*, XIII, 4.

3) *Hist. plant.*, II, 8, 1 e 4. Cfr. anche Erodoto I, 193.

4) *Ibid.*, I, 1, 4.

5) *Ibid.*, II, 1,1.

La descrizione della germinazione delle piante dal seme ci darà un esempio:

« Alcune germinano, radice e foglie insieme, dallo stesso punto, altre da capi opposti del seme. Così il frumento, l'orzo, lo spelta, e altrettali cereali [germinano] ai due capi, in modo corrispondente alla posizione del seme nella spiga, la radice dalla parte più bassa più grossa, e il gambo dalla superiore; ma i due, radice e stelo, formano un tutto continuo. Non così si comportano il fagiolo e le altre leguminose, che anzi in esse radice e stelo hanno origine in uno stesso punto, che è poi l'« occhio ». In certi casi si ha un'escrescenza, come nei fagioli, nei ceci, e sopratutto nei lupini, dalla quale si distaccano le radici verso il basso, e lo stelo verso l'alto....

In certi alberi il germoglio germina dentro il seme, e crescendo in volume lo fende: e questi semi si compongono per così dire di due metà. Tale è anche il caso dei semi di leguminose, che sono evidentemente doppi, e dai quali la radice esce subito. Mentre nei cereali, il cui seme è tutto di un pezzo, non è così, e la radice spunta poco prima [dello stelo]. L'orzo e il frumento vengono monofilli, ma i piselli, i fagioli, i ceci polifilli. Le leguminose hanno tutte una radice unica legnosa, dalla quale nascono sottili radicelle laterali.... ma il frumento, l'orzo e gli altri cereali hanno radici numerose e sottili che s'intrecciano e li legano.... Vi è questa differenza fra i due generi: che le leguminose hanno una sola radice, e molte foglie sull'(unico) stelo.... mentre i cereali hanno molte radici e mandano su molti steli, ma ognuno di questi è nudo ».

Sono chiaramente distinti monocotiledoni e dicotiledoni, per quanto si considerino sopratutto in funzione delle posizioni relative della radice e dello stelo. Solo dopo l'invenzione del microscopio Highmore e Malpighi poterono spingere più oltre lo studio dei processi germinativi.

Con Teofrasto muore anche la biologia puramente scientifica. Erofilo, Erasistrato, Galeno, continueranno gli studî sulla vita in senso medico; Crateva, Celso, Dioscoride in senso botanico e farmacologico, con l'ausilio anche di molti eccellenti disegni che supplivano in una certa misura alle lacune della nomenclatura. Ma per questi medici biologia e botanica sono le ancelle della medicina, e verranno man mano perdendo ogni contenuto scientifico, finché si tornerà all'*erbario* [1]) empirico, al *bestiario* fantasioso e al *lapidario* simbolico, per non dire delle insulsaggini moraleggianti di retori come Eliano.

1) Dei lapidari e dei bestiari avremo occasione di riparlare nella sezione del Medio Evo. Per gli erbari, cfr. Singer, *The Herbal in Antiquity and its transmission to later ages*, in *Journal of Hell. Studies*, vol. XVII (1927).

CON SANGUE (*enaima*)

VIVIPARI . . . . . 1) Uomo.
2) Quadrupedi o mammiferi terrestri.
3) Cetacei o mammiferi marini.

OVIPARI
- con uova perfette . . 4. Uccelli (*ornithes*).
5. Rettili e anfibi (tetrapodi o apodi).
6) Pesci (*ichthues*).

SENZA SANGUE (*anaima*)

- con uova imperfette . 7) Cefalopodi (*malakia*, molluschi).
8) Crostacei (*malakostraka*, ricoperti con scaglie pieghevoli).

VERMIPARI. . . . . — 9) Insetti (*entoma*).

NATI DAL LIMO, PER SCISSIONE O GENERAZIONE SPONTANEA — 10) Echinodermi e molluschi non cefalopodi ecc. (*ostrakoderma*, con conchiglia dura).

NATI PER GENERAZIONE SPONTANEA. . . . . — 11. Zoofiti.

LA CLASSIFICA ARISTOTELICA

(secondo Ross)

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Per i testi appartenenti al Corpo Ippocratico, cfr. la bibliografia del cap. XV. Le opere di ARISTOTELE sono citate di regola nella ediz. Didot: ma si possono consultare anche le ed.:

Historia animalium, testo, trad. tedesca e commento di H. AUBERT e F. WIMMER, 2 vol., Lipsia, 1868

De Partibus Animalium, trad. inglese e commento di W. OGLE, Londra, 1882.

De Generatione Animalium, testo, trad. tedesca e commento di H. AUBERT e F. WIMMER, Lipsia, 1860.

De Anima, testo, trad. francese e commento di G. RODIER, 2 vol., Parigi, 1900.

De Sensu e *De Memoria*, testo, trad. inglese e commento di G. R. T. Ross, Cambridge, 1906.

De Iuventute et Senectute, De Vita et Morte, De Respiratione, trad. inglese e note di W. OGLE, Londra, 1897.

Per le opere di TEOFRASTO:

Theophrasti Eresii quae supersunt omnia, ed. Didot, Parigi, 1866. Contiene: *Hist. Plantarum, De Causis plantarum* e i vari frammenti.

Una buona traduzione inglese di G. HORT nella Loeb Classical Library: *T. Inquiry into plants and minor works*, Londra, 1916.

Fra le storie moderne citiamo: H. O. LENZ, *Zoologie, Botanik, Mineralogie der Griechen und Römer*, 3 vol., 1856-1861, antiquata, come lo è anche la *Geschichte der Zoologie* di V. CARUS, Monaco, 1872. Più recenti sono la *Geschichte der Biologie* di E. NORDENSKJÖLD, Jena, 1926 e il I vol. della *Geschichte der biologischen Theorien* di E. RADL, Lipsia, 1905 (a tendenze finalistiche). Cfr. anche l'opera dell'eminente naturalista H. F. OSBORN, *Dai Greci a Darwin*, Torino, 1901. Sempre buona la *Geschichte der Botanik* di E. F. H. MEYER.

Un ottimo compendio nel manualetto Göschen R. BURCKHARDT, *Geschichte der Zoologie*, Lipsia, 1907. Bella anche l'opera di O. KELLER, *Die antike Thierwelt*, 2 vol., Lipsia, 1909-13.

Esaurienti discussioni critiche di varî punti nelle memorie di CH. SINGER: *Greek biology and medicine*, Oxford, 1924. Cfr. anche la recente *Short History of Biology*, Oxford, 1931.

Per l'opera aristotelica, oltre al già vecchio *Aristoteles' Thierkunde* del MEYER, cfr. i capitoli corrispondenti dell'*Aristotele* di Ross, e la pregevole opera di: T. E. LONES, *Aristotle's researches in natural science*, Londra, 1912. Inoltre l'articolo di P. GOHLKE, *Die Enstehungsgeschichte der naturwissenschaftlichen Schriften des Aristoteles*, in *Hermes*, LIX (1924) 274-306 e il breve capitolo di D'A. W. THOMSON su Aristotele naturalista nella *Legacy of Greece*, Oxford.

Sulle leggi biologiche di Aristotele v. un interessante lavoro del BALSS in *Archivio di Storia della Scienza*, 1924.

Per la botanica citeremo: H. BRETZL, *Botanische Forschungen des Alexanderzuges*, Lipsia, 1903, con ampia discussione critica e carte; e la I parte di E. LEE GREENE, *Landmarks of botanical history*, Washington, 1916., Sulle migrazioni e sui trapianti delle specie animali e vegetali cfr. V. HEHN, *Kulturpflanzen und Hausthiere in ihrem Uebergang aus Asien nach Griechenland und Italien*, 8. ed. di O. SCHRADER, Berlino, 1911.

LIBRO QUARTO

LA SCIENZA ELLENISTICA

ΨΥΧΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΙ

Scritta sul frontone della
Biblioteca in Alessandria

XVII.

IL MONDO ELLENISTICO

Un intellettuale del tempo di Pericle, che avesse dato uno sguardo alle condizioni del mondo mediterraneo, poteva pensare che l'avvenire dell'umanità era ormai assicurato. Il libero fiorire dell'arte e della letteratura, la libera speculazione che affrontava vittoriosamente i più alti problemi, la libera esplicazione dell'attività politica del cittadino nel quadro dello Stato democratico, sembravano ormai patrimonio comune, inalienabile, del mondo ellenico: palladio di civiltà sempre riconosciuto, malgrado ogni alterna vicenda di passioni e di eventi, dalle cento industri città della Grecia.[1])

E anche dopo gli errori e le sciagure della guerra peloponnesiaca, Platone e Aristotele avevano serbato qualcosa della fede dei loro padri: sebbene, delusi e maturati dalla dolorosa esperienza, disegnasse il primo un governo di filosofi, e cercasse il secondo di ricavare dallo studio comparato delle costituzioni greche quella formula d'equilibrio fra libertà e autorità che si potesse in qualche modo imporre alla incurabile follìa dei concittadini.

Ma contro i fati che urgevano, vane erano state le nostalgie

[1]) In che senso ciò vada inteso cfr. p. es., l'*Eutifrone* 3 c. d, e la *Politica*.

dei dotti come le irruenti invettive di Demostene. Un « semibarbaro », Filippo di Macedonia, aveva saputo imporre con la spada la sua soluzione egemonica. Sul campo di Cheronea (338) si era infranto l'ultimo sforzo delle libertà cittadine. Le insanabili atroci discordie delle città greche avevano avuto un termine nella comune servitù: lo Stato urbano cedeva allo Stato territoriale.

Con la fulminea conquista dell'impero persiano, Alessandro era poi venuto a spalancare alla Grecia le porte dell'Asia: alle ambizioni, alle cupidigie, all'inquietudine dei compatrioti offriva gli immensi tesori, le terre mal note, il fascino e il mistero dell'Oriente. Nel breve periodo del suo impero (336-23) il giovane conquistatore si era sforzato con ogni mezzo di fondere l'elemento greco-macedone col persiano in maniera durevole. Anzitutto con misure di governo: riorganizzazione dell'amministrazione e dell'esercito, e fondazione di colonie agricole-militari, sul tipo delle « cleruchie » ateniesi: dalla primogenita d'Egitto all'« Ultima », ἐσχάτη, nel deserto di Bactriana. Alcune di queste divennero, e sono rimaste, grandi centri commerciali: Alessandria, Herat, Kandahar. D'altra parte, Alessandro volle promuovere la fusione delle razze con iniziative spettacolose: si fece proclamare figlio di Giove Ammone, si circondò di un fasto orientale, sposò la figlia di un rajah, e nello stesso giorno fece celebrare seimila matrimoni misti. Molti Greci del suo seguito rimanevano turbati e sconvolti di tanta novità, come ci mostra la congiura del filosofo Callistene (327). Ma ai tempi nuovi non si convenivano i dettami della *Politica* d'Aristotele, che bipartiva l'umanità intera in Greci ed in Barbari. Scrittori umanisti d'un'epoca posteriore si sono piaciuti di raffigurare il contrasto in un consiglio storico. « Quello che Zenone di Cizio predicava — dice Plutarco[1]) — Alessandro attuò. Infatti, non come Aristotele gli aveva consigliato, trattando i Greci da egemoni e i Barbari da despota, e degli uni prendendo cura quali familiari ed amici e gli altri forzando come bruti o come piante, riempì il suo impero di molte guerre e di esili e di nascoste fazioni discordi, ma, persuaso di esser venuto per volere divino come ordinatore e conciliatore del mondo.... insieme conferendo i

[1]) « *De fortuna aut virtute Alexandri* », *Mor.* 329 B.

più disparati elementi come in un cratere d'amicizia, e mischiando le vite i costumi le nozze e le diete, a tutti impose di considerare patria la Terra ».

La morte immatura di Alessandro (323) lasciò l'opera incompiuta; e dopo un periodo di sanguinosa confusione (323-277), l'impero si trovò ripartito in modo più o meno stabile in pochi grandi aggruppamenti, sotto le dinastie fondate dai generali macedoni che avevano seguìto il Conquistatore: gli Antigonidi in Macedonia, i Seleucidi in Asia, e in Egitto i Tolomei.

Il mondo greco era ormai profondamente trasformato.

Il nuovo periodo di espansione e di colonizzazione era stato assai diverso da quello del VII secolo. Non più nuclei cittadini sciamanti in terra straniera a crearvi nuovi centri agricoli, ma una turba di soldati di ventura, speculatori, spostati, mercenari, in cui i Greci erano la minoranza di fronte a macedoni, egiziani, siriaci, traci, illiri, epiroti.

Gli avventurieri in grande stile come Lisimaco, Cassandro, Antigono, Demetrio Poliorcete, che per anni desolarono il mondo greco, avevano diffuso gli usi e l'ambiente della regalità orientale: il fasto, gli intrighi, la politica di palazzo, tutto un nuovo ordine di concezioni sociali. E mentre le vecchie e robuste colonie d'Italia, con a capo Siracusa, restano tenacemente attaccate alle tradizioni, sorgono in Oriente centri di prosperità opulenta, ma di grecità assai dubbia: Pergamo, Laodicea, Apamea, Antiochia, Seleucia, la nuova Efeso; e in Egitto il grande emporio del commercio mediterraneo, l'Alessandria dei Tolomei.

I nuovi regni dell'Oriente ellenistico erano grandi potenze nel senso moderno, disponevano di mezzi che possono paragonarsi ai nostri. Il più piccolo di essi, la Macedonia, era quattro volte più esteso della massima confederazione del IV secolo, la Lega peloponnesiaca. L'Egitto poteva avere 10 milioni di abitanti, l'impero dei Seleucidi una trentina. Le riserve di ricchezze dell'Oriente si riversano nelle nuove capitali, le quali crescono con ritmo quasi americano. Alla fine del III secolo, Alessandria tocca il mezzo milione d'abitanti. Le imposte in Egitto e in Siria rendevano cifre comparabili al nostro miliardo.

I principi dei nuovi regni avevano così agio di sviluppare una politica conforme alle loro ambizioni. Desiderosi di consolidare il potere, intraprendevano grandi lavori pubblici, radunavano in-

torno a sé il fiore dell'arte e della tecnica greca. Le Corti di Alessandria, di Pergamo, di Antiochia divenivano centri di coltura e di splendore. Fioriva e si affermava in esse quell'arte sofisticata e movimentata, che è come il barocco del mondo antico.

Fra tutte primeggiava Alessandria. Tolomeo I Soter, grande politico ed accorto statista, si era impadronito dell'Egitto sin dal 323, ed aveva saputo tenerlo stretto in tutto il periodo delle guerre di successione. L'Egitto era il paese più ricco e popoloso del bacino mediterraneo. La sua struttura amministrativa e finanziaria era solida: Alessandria si trovava alla confluenza naturale delle ricchezze della valle del Nilo, e del commercio del Levante. I lavori di costruzione erano stati iniziati nel 332, per ordine di Alessandro, dal celebre architetto Dinocrate di Rodi, allievo del geometra filosofo, Ippodamo di Mileto. Malgrado le grandi spese delle guerre di Siria, di Grecia, d'Anatolia, Tolomeo edificava senza posa. A Dinocrate succedette Sostrato di Cnido, l'artefice del Faro.

Tolomeo sapeva la forza delle antiche tradizioni egiziane, incarnate nella casta sacerdotale, e mirava a conciliarsi questa con una accorta politica religiosa. Da una parte assicurava ai templi larghe rendite e privilegi, dall'altra tentava di inserire nella religione egizia le nuove correnti venute dal di fuori; e vi riusciva col nuovo culto sincretistico di Osiride-Apis, o Serapis, in cui ogni stirpe ravvisava il proprio Dio. Ma egli mirava sopratutto a rafforzare l'elemento greco che lo circondava. Attirava alla sua Corte grandi tecnici ed amministratori; artisti quali Apelle, Nicia, Antifilo; medici quali Erofilo ed Erasistrato; letterati quali Fileta e Zenodoto.

Il re aveva anche stretto relazioni con vari filosofi delle scuole socratiche, e si dice che invitasse presso di sé i megarici Stilpone e Diodoro Crono, ed anche Teodoro, l'ateo di Cirene. Però il vacuo sottilizzare dei dialettici ben presto lo stancò; così lasciò la cura dell'organizzazione culturale al suo ministro Demetrio del Falero, ateniese scaltro, dilettante erudito, già allievo ed ammiratore di Teofrasto.

Demetrio comprese che ai fini del re Tolomeo bisognava incoraggiare e sviluppare sopratutto le tendenze storiche, scientifiche ed enciclopediche che vedeva rappresentate al Liceo. Fu chiamato Stratone di Lampsaco, e gli fu affidata l'educazione

dell'erede al trono, Tolomeo Filadelfo. Rinasceva il vecchio sogno dei filosofi, di educare i re avviando l'umanità verso il regno della saggezza. Tolomeo era curioso di ascoltare nuovi e sapienti consiglieri, e Demetrio lo incoraggiava su questa via. Stratone gli suggeriva la lettura delle opere sul retto governo: « I consigli, diceva, che gli amici non osano dare ai re, si trovano scritti in quei libri ».

Ma la collaborazione non poteva durare a lungo. Il filosofo presumeva di imporre le sue opinioni, il re prendeva ombra. Così, dopo vari tentativi presso le corti ellenistiche, i pensatori scoraggiati si ritirarono nelle scuole, a insegnare che l'attività è un male, e che il vero filosofo deve mirare solo all'indipendenza dell'anima propria. Tuttavia la scuola di Alessandria continuò a godere della protezione regia, grazie ai suoi interessi scientifici ed eruditi. Sul modello del Liceo, Demetrio del Falero concepì il disegno di una grande fondazione colturale: il Museo e la Biblioteca.

« Musei » chiamavano i Pitagorici i loro cenacoli filosofico-religiosi. Invece l'idea di Demetrio era di concentrare in Alessandria tutto quanto il materiale scientifico e bibliografico che era divenuto ormai necessario allo sviluppo delle discipline particolari. E Tolomeo lo secondò con munificenza regale.[1]) Strabone, che viveva qualche secolo dopo, racconta: « I palazzi comprendono anche un Museo, che si compone di una passeggiata, di un'esedra e di una grande sala per il pasto, che i filologi addetti prendono in comune. Vi è una dotazione per il suo mantenimento, e un sacerdote era preposto al Museo dai re, adesso da Cesare ».[2])

Primo nucleo della biblioteca fu la collezione di Aristotele. Ma Tolomeo Soter e i suoi discendenti, il Filadelfo e l'Evergete, si adoperarono con ardore ad aumentarla, sia con i mezzi leciti che con gl'illeciti. Nel 48 a. C., essa comprendeva 700 mila volumi.

Ordinatore della Biblioteca fu Zenodoto grammatico, il quale collazionò il testo di Omero. Nacquero così la grammatica e la critica erudita, e all'ombra del Museo lavorarono uomini quali

[1]) Il patrimonio privato dei Tolomei è stato stimato comparabile a una quindicina di miliardi nostri.

[2]) Strab. XVII, Cfr. Vitruvio, *De Arch.*, VI. 3.

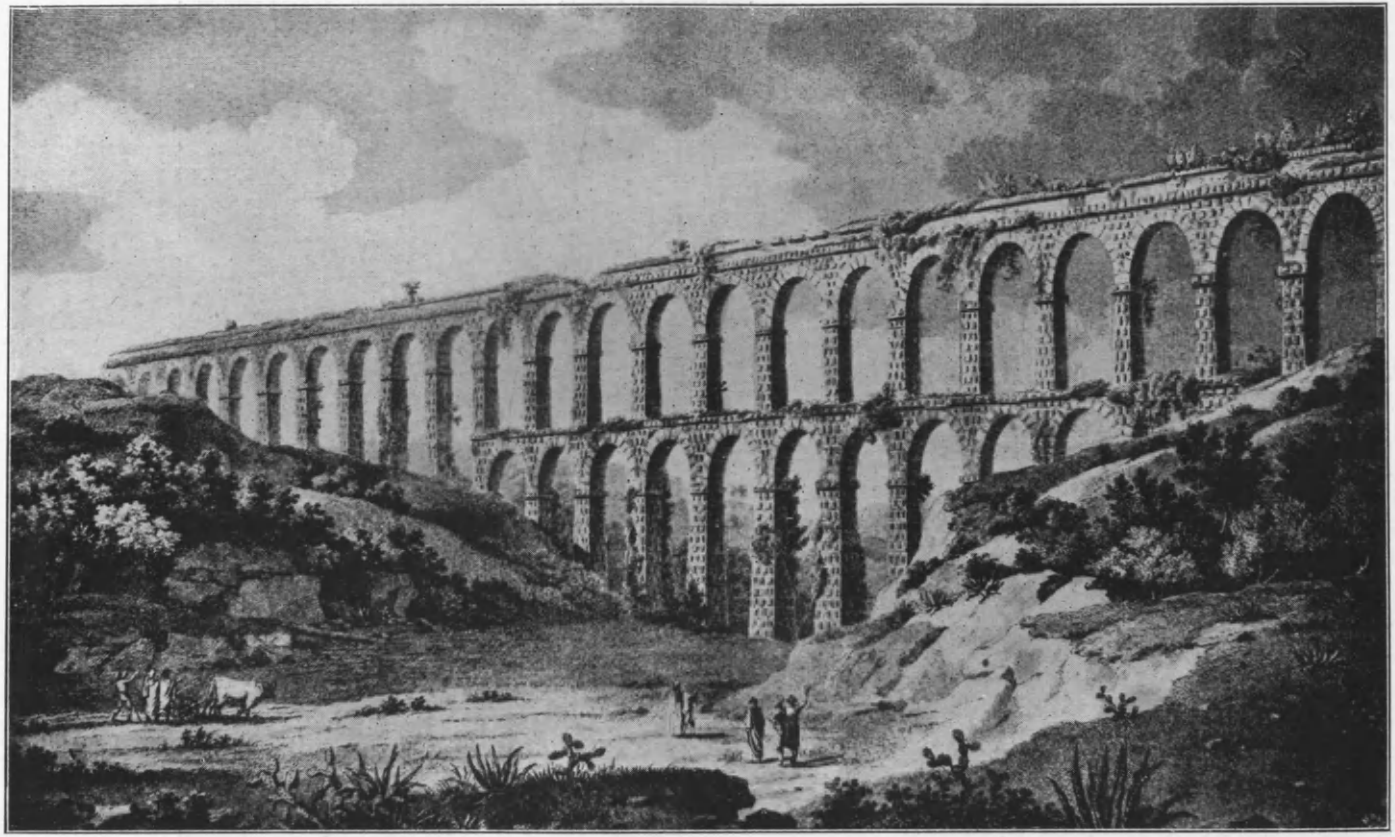
Aristofane di Bisanzio, Aristarco di Samotracia e Callimaco di Cirene, poeta di corte e autore del grande catalogo bibliografico, Eratostene di Cirene (276-194), matematico, geografo, erudito insigne, il quale fu soprannominato il *Pentatlo* per le varie discipline in cui eccelleva, e anche il *Beta*, perché in ciascuna di esse trovava chi lo sopravanzasse. E fin dagl'inizii incontriamo qui gli storici curiosi dei costumi forestieri, come quell'Ecateo d'Abdera che compose la *Storia d'Egitto* e la *Storia dei Giudei*; i commentatori come Arato di Soli; gli astronomi Aristillo e Timocari, il matematico Euclide.

Tutto questo mondo industre viveva sotto l'occhio vigile del re, il quale, dice Teocrito, sapeva chi lo amava, e meglio ancora chi non lo amava: onde ai letterati appariva consigliabile una certa prudenza nella scelta dei soggetti. Dice Timone il Sillografo: « Là nel popoloso Egitto si allevano gran numero di graffiacarte (βιβλιακοί χαρακῖται) che schiamazzano senza fine nella ornata gabbia delle Muse ». Un'eco di questo schiamazzare ci è giunto nell'aspra interminabile polemica letteraria fra Callimaco di Cirene e Apollonio Rodio.

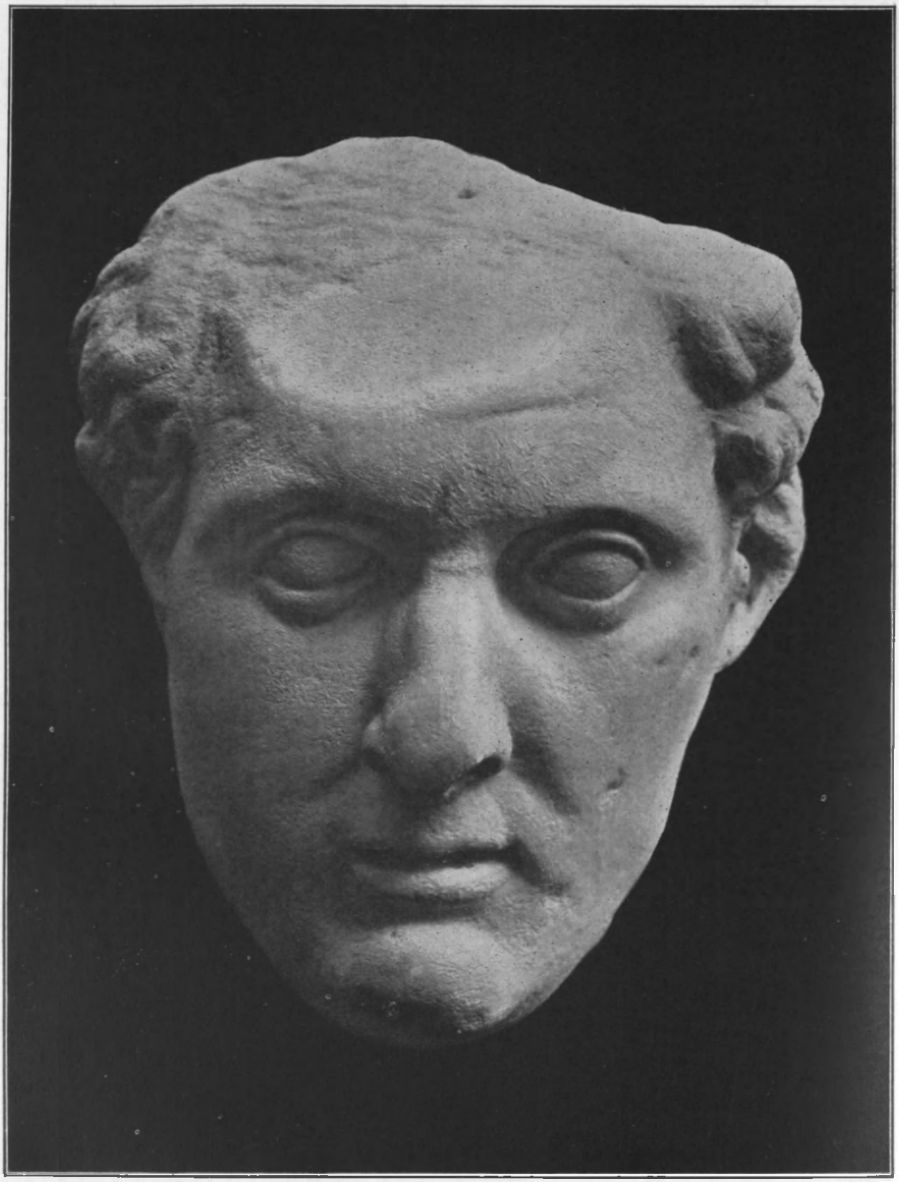
In quest'ambiente, e secondariamente in altri grandi centri della vita ellenistica sotto la protezione delle Corti, il genio greco fiorisce nelle sue più compiute creazioni scientifiche: in particolare i grandi trattati di geometria e d'astronomia restano modelli di perfezione nei secoli.

Chi voglia comprendere i motivi di questa superba fioritura è tratto a guardare, oltre l'ambiente esterno, le condizioni intime del lavoro degli studiosi: dimesse le pretese universalistiche, il pensiero si circoscrive ora entro campi di ricerca precisi e — sulla base di semplici postulati — riesce a rispondere a problemi determinati. Così il distacco dalla filosofia sembra una liberazione della scienza che, proprio per aver rinunziato a conoscere la natura delle cose, acquista consapevolezza del suo reale oggetto e forza di attingere i più importanti risultati positivi.

In pari tempo i larghi mezzi di studio, i più frequenti contatti degli studiosi riuniti nel Museo, e la pratica dell'insegnamento che disciplina insieme maestri e scolari, concorrono al formarsi d'una scuola nel senso moderno: non più scuola fi-



Acquedotto di Tarragona.



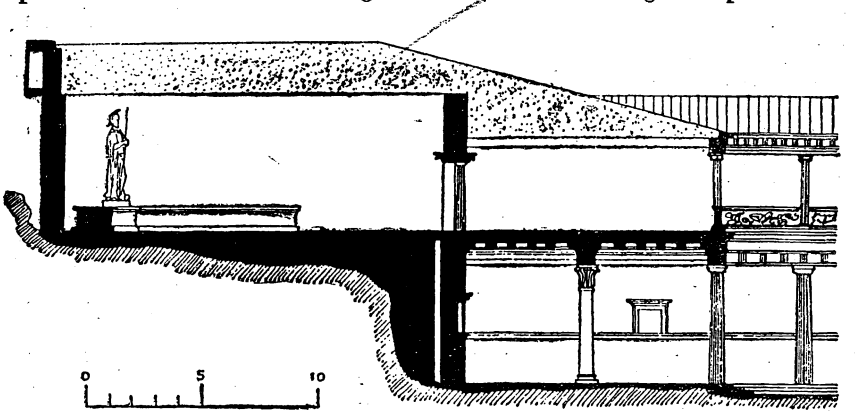
TOLOMEO I SOTER.

Copenhagen, Ny Karlsberg.

(Foto Bruckmann
Griech. u. röm. Portraits.)

losofica che riceve impulso dall'idea metafisica d'un Capo, ma scuola scientifica in cui intelligenze diverse accomunano i loro sforzi, creando e conservando la tradizione del metodo.

Nondimeno è facile immaginare che questi motivi mal possano bastare per lungo tempo a mantenere il progresso della scienza, se l'interesse dei problemi non si riaccenda per una sempre viva visione filosofica, e il lavoro della classe ristretta degli studiosi non tragga alimento da una soggiacente cultura del popolo. In tali condizioni non può sorprendere che i fiori rapidamente sbocciati del genio scientifico vengano presto ad



La Biblioteca e il Museo di Pergamo ricostruiti dagli scarsi avanzi che ce ne rimangono: possono dare un'idea di quel che doveva essere l'edificio di Alessandria. I rotoli di pergamena, disposti in scaffali, occupavano quattro stanze. Nella sala principale era una statua di Pallade.

appassire: isterilendosi l'immaginazione, in cui germina la curiosità della ricerca creatrice, venendo meno l'ardire dell'intuito divinatore (che è, in certo modo, l'eroismo del pensiero), l'intelletto rischia di chiudersi e disseccarsi nella esigenza di quel rigore, che pure forma, in principio, la garanzia di solidità delle sue costruzioni. Nell'atteggiamento della scuola matematica di Alessandria verso i geniali metodi inventivi di Archimede, e nello spirito critico un po' arido d'Ipparco, si possono scoprire i primi segni della decadenza che già nel secondo secolo a. C. sta per succedere alla grandezza della scienza ellenistica.

Infatti lo splendore d'Alessandria non deve trarci in inganno. Le fonti della vita greca sono ormai inaridite. Sono venuti meno i motivi intellettuali profondi, coevi alla stirpe; la visione tra-

gica, l'ispirazione poetica, la costruzione filosofica. Per ogni opera umana, e tanto più nel dominio della intelligenza, fermarsi significa immancabilmente decadere.

Certo, al declinare del genio ellenico concorrono molti fattori esterni: le stragi delle guerre d'egemonia, la malaria, l'esaurimento della terra. Ma sopra a tutto ciò vi è la profonda trasformazione sociale di quel mondo. La cultura greca era di origine essenzialmente regionale ed agraria. Il cittadino era piccolo proprietario e agricoltore; la sua vita, il suo culto erano inseparabili dalla terra natìa, dalle tombe dei padri, dal santuario dell'eroe locale. Il tipo dell'uomo, per gli scrittori del periodo classico, non è il sofo di Ionia o il mercante levantino, ma il combattente delle Termopili e di Maratona. A questo forte fondo rurale attingevano sempre fresche energie le colonie sciamate in terra d'oltremare, e fiorenti di nuova civiltà.

L'emigrazione che segue le conquiste d'Alessandro è, come abbiamo detto, tutt'altra. La campagna greca è ormai spopolata; l'urbanesimo e la schiavitù hanno compiuto la loro opera deleteria. Dalla vita della piccola *polis*, così individuale e fortemente differenziata, si è passati a una turba cosmopolita, senza fedi né leggi, a una società che è ovunque la stessa, da Siene a Trebisonda, dalla Mesopotamia a Marsiglia. I successori di Alessandro popolano l'Asia di istituzioni municipali, ginnasi, accademie e scuole di rettorica; ma queste forme esterne e artificiali non possono rifare la gente: servono solo ad uccidere quel che rimaneva delle culture precedenti, e a popolare le menti di ibridi connubi d'idee e di nozioni mal digerite. La stessa ricchezza e potenza dei grandi centri ellenistici — e più tardi della Roma imperiale — sono causa della rapida rovina del mondo antico, che si palesa anzitutto nello stesso ordine economico.

Questo non è senz'altro chiaro per chi, come noi, viva in un'epoca di capitalismo produttivo, e sia uso a veder la ricchezza generare ricchezza anziché distruggerla. Ma cercheremo di mostrare più avanti (cap. XXIII) come una condizione malsana fosse strettamente legata al grado di evoluzione tecnica del mondo ellenistico, e come lo squilibrio fra l'espandersi dell'economia urbana e il mancato progresso delle scienze applicate dovesse appunto distruggere alle radici il sistema economico degli an-

tichi. Un grande monarca, Ierone di Siracusa, aveva intuito il pericolo. « Mostratemi un uomo, diceva, che sappia far crescere due spighe di grano dove ora ne cresce una, e lo terrò in onore più dello stesso Archimede ». Ci basti qui constatare l'inizio del nuovo stato di cose, denunciato da Polibio verso il 150: « Non siamo stati afflitti né da epidemie né da lunghi periodi di guerra; eppure le città di Grecia sono deserte, e le terre incolte. Manchiamo d'uomini perché manchiamo di figliuoli. Troppo si ama il lusso e il benessere, troppo poco il lavoro. Pochi sposano: chi sposa fa pochi figliuoli.... » Ed è naturale. L'Oriente offre ormai i suoi tesori. Il Greco da prodigo e versatile è divenuto parassita. I padri avevano signoreggiato i barbari e abbattuto l'impero persiano: i figli, il centurione Vulfenio li stimerà sghignazzando « a un soldo falso il mazzo ».

In complesso l'età ellenistica è un'epoca di grandi imprenditori, di grandi specialisti, di letterati cortigiani e di amatori eruditi: in cui il pensiero, stanco ormai degli alti voli, si ripiega su se stesso nelle minuzie dell'erudizione e del rigore, o vagola qua e là cercando le parole della « Saggezza eterna » che gli diano appoggio e consolazione; in cui la scienza, dopo i primi trionfi, si chiude nelle scuole, e l'arte diventa fine a se stessa. Sono finite le grandi gesta. Alla bassa ambizione dell'argentario si oppone la sdegnosa rinuncia del filosofo, che rifiuta di comprendere un mondo così diverso dal sogno dei padri. Ma nella società tutto ormai si sa comprendere e scusare, e si hanno in orrore le cose serie. Negli agi di un mondo civilizzato dedito alle arti della pace, appaiono i tipi del collezionista e del nevrastenico. Lo spirito erra « come farfalla » fra le aspirazioni vaghe e le perfette creazioni di un istante, quasi compiacendosi della loro iridescente fragilità: tutto è soffuso di un senso di lieve distacco e di accorata malinconia. La meravigliosa unità ed armonia, che aveva animato il genio greco in ogni sua manifestazione, si sta dissolvendo nel caos, e gli spiriti sono in preda allo smarrimento.

Verso la metà del II secolo, sotto la tirannia di Tolomeo Fiscone, la scuola d'Alessandria perde il suo primato. La cultura scientifica trova per qualche tempo un nuovo centro a Rodi. La visione di più larghi orizzonti, nel mondo che i Romani hanno impreso ad unificare, sembra suscitare un risveglio

del pensiero: ma è rinascenza effimera, e piuttosto movimento di divulgazione che approfondimento del sapere.

Nel quadro dell'impero romano, durante i primi tre secoli dell'era volgare, si conserva apparentemente intera la tradizione e l'intelligenza delle opere scientifiche; e gli stessi Romani si sforzano di comprenderne e adoperarne i resultati. Ma la virtù creativa era spenta, e non poteva riaccendersi in un ambiente estraneo al genio di contemplazione artistica che era stato l'anima dell'ellenismo. A grado a grado si rivela che le menti divenute incapaci di creare non sanno più nemmeno comprendere. Ancora pochi secoli e la tradizione sarà spezzata.

Il nostro compito è di esaminare anzitutto le grandi opere prodotte nel periodo ellenistico, facendo così il bilancio dei resultati conseguiti dalla scienza antica, e poi di descrivere la continuazione del movimento fino all'estinguersi d'ogni spirito costruttivo e quindi della stessa intelligenza scientifica, nei commentatori e nei dossografi.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Storie generali del periodo ellenistico:

I. G. Droysen, *Geschichte des Hellenismus*, 2 vol., Amburgo, 1836-43.

A. Bouché-Leclercq, *Histoire des Lagides*, Parigi 1913.

Sulla coltura:

P. Wendland, *Hellenistisch-römische Kultur;* si può anche vedere l'ottima raccolta illustrata F. Baumgarten-F. Poland-R. Wagner, *Die hellenistisch-römische Kultur*, Lipsia, 1913.

Sulla letteratura, compresa quella scientifica, la grande opera critica:

F. Susemihl, *Geschichte der griechischen Litteratur in der alexandrinischen Zeit*, 2 vol., Lipsia, 1891-92.

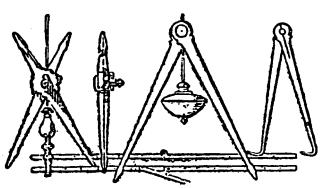
Per le opere speciali, rimandiamo alle bibliografie dei capitoli che seguono.

XVIII.

I GRANDI GEOMETRI
EUCLIDE, ARCHIMEDE, APOLLONIO

Tra i vari rami della scienza, le matematiche hanno raggiunto nel periodo alessandrino la più grande altezza, per opera di tre uomini che sono rimasti come autori classici per le età posteriori: Euclide, Archimede e Apollonio.

EUCLIDE. — Di Euclide si sa soltanto che fiorì ad Alessandria intorno al 300 a. C. Infatti dice Proclo: « Euclide do-



Strumenti matematici, dagli scavi di Pompei (secondo Overbeck).

vette vivere al tempo del primo Tolomeo (323-283 a. C.) poiché Archimede, che viene subito dopo di questi, parla d'Euclide; ed inoltre si racconta che una volta Tolomeo gli avrebbe chiesto se vi fosse per lo studio della geometria una via più breve degli *Elementi*, ed egli rispose che in geometria non vi sono vie regie.[1]) Così dunque egli è più giovane degli scolari di Platone e più vecchio di Eratostene e d'Archimede ».

[1]) Una simile risposta viene attribuita a Menecmo, in confronto di Filippo re di Macedonia, e poi ad Archimede in confronto del re Gelone.

Ad Euclide si attribuiscono diverse opere, che solo in parte ci sono pervenute: un'*Ottica* e una *Catottrica* (che pare sia di data posteriore, appartenendo a Teone d'Alessandria), libri di *Musica*, sulle *Divisioni*, sui *Dati*, i *Porismi*, le *Coniche;* ma egli deve la sua straordinaria popolarità al trattato che è rimasto nei secoli come base di ogni insegnamento matematico: gli *Elementi* (Στοιχεῖα).

Qui l'ideale scientifico e didattico dei Greci — l'ordine ed il rigore logico — ha trovato la più alta espressione; ogni motivo utilitario ne è escluso. A questo proposito si narra che, avendo un discepolo chiesto ad Euclide a che cosa sia utile la geometria, il maestro avrebbe risposto, chiamando un servo: « Dà a costui una moneta e mandalo via, poiché vuol trarre profitto dalla scienza ».

L'opera d'Euclide, non superata nell'antichità ed appena emulata dai più recenti trattati, ha avuto già fra i Greci diversi critici e commentatori, quali Apollonio, Erone, Gemino e Proclo. Più tardi (intorno al 900 dell'e. v.) gli Elementi furono commentati fra gli arabi da Anarizio, e questo commento fu tradotto in latino da Gherardo di Cremona (1114-87). Nel Rinascimento l'opera viene studiata, edita e commentata da Campano (circa il 1280) e poi da Zamberti (1516), Tartaglia (1543), Péletier (1557), Candalla (1566), Commandino (1572), Clavio (1574) e via via da una serie di geometri, italiani, inglesi, tedeschi e francesi, fino ai nostri giorni. [2])

Archimede. — Archimede di Siracusa, figlio d'un Fidia astronomo, è nato intorno al 287 a. C. Studiò probabilmente ad Alessandria, ed ivi strinse amicizia con Conone di Samo (300-240), con Dositeo di Pelusio (270-200) e con Eratostene di Cirene (276-194), ai quali indirizza in seguito alcuni dei suoi lavori, scritti a quanto pare a Siracusa, nella seconda metà della sua vita.

Archimede è il più grande fra i matematici greci; anzi deve ritenersi uno dei più alti intelletti matematici di tutti i tempi. Le matematiche erano da lui concepite ed adoperate nel senso più largo, non solo come studio della geometria e dell'aritme-

[1]) Rimandiamo, anche per le notizie bibliografiche, a *Gli Elementi d'Euclide e la critica antica e moderna* editi da F. Enriques col concorso di diversi collaboratori. Vol. I, 1925, II, 1930, III, 1932 (Zanichelli, Bologna).

tica, sì anche dell'astronomia e della meccanica od arte dell'ingegnere. Appunto come ingegnere egli ebbe occasione di inventare numerosi congegni per servire ai fini del re Ierone II e di suo figlio Gelone, cui era legato da vincoli di parentela e d'amicizia. Si ricorda per esempio l'impiego della vite e del paranco differenziale, forse inventato da lui,[1]) per il varo di una nave gigante del re. A tale occasione si riferisce il motto significativo « Datemi un punto d'appoggio e solleverò il mondo ».[2]) Si ricorda anche come Archimede si servisse della differenza dei pesi specifici per scoprire quanto d'oro fosse stato sostituito con argento nella corona del re. Si narra che l'idea di questa scoperta gli sia venuta nel bagno, osservando che un corpo immerso nell'acqua diminuisce di peso in ragione del suo volume (e così l'oro di 1/19 e l'argento di 1/10): sorpreso della sua propria scoperta sarebbe balzato fuori nudo, gridando « *Eureka! Eureka!* » (« Ho trovato! »).

Ma il genio meccanico d'A. rifulse specialmente nella difesa della città, assediata dai Romani durante la seconda guerra punica, e nei sempre nuovi espedienti con cui egli assaliva e disperdeva le navi nemiche, afferrandole con rampini, bombardandole di massi e proiettili di ogni sorta. Le parole che il console Marcello rivolgeva ai propri ingegneri sono per il difensore il più alto elogio:

« Non la finiremo dunque mai con questo geometra Briareo, che si serve delle nostre navi per scodellare via il mare, caccia le nostre sambici ignominiosamente a suon di manganello, e per la moltitudine dei proiettili che ci scaraventa addosso supera tutti i giganti dalle cento braccia della mitologia? »[3])

La leggenda posteriore vuole anche che in quell'occasione Archimede adoperasse lenti o specchi ustori per concentrare i raggi solari ed incendiare le navi romane: c'è qui un riferimento

[1]) Non si può attribuire ad Archimede l'invenzione della vite. La sola autorità in questo senso è un testo di Moschione, citato da Ateneo. Trattandosi di letterati alessandrini, si sa quel che può valere. E non si hanno ragioni sufficienti per considerare spurio il frammento di Eraclito relativo alla vite (Diels B 59). L'idea nuova di Archimede è probabilmente quella di un'elica senza fine, azionante una ruota dentata (cfr. cap. XXIII).

[2]) Nel tronco dialetto dorico del Siracusano, la frase acquista forza anche maggiore: *πά βῶ, καὶ κινῶ τὰν γᾶν.*

[3]) Cfr. Plutarco, *Marcello* XVIII - XXI. Cfr. anche Polibio, VIII. Le sambici (σάμβυκες) erano macchine d'assalto, montate su parecchie galere affiancate.

ai suoi studi di catottrica e alle proprietà dei fuochi delle lenti e degli specchi da lui studiate; ma vi si sente anche un riflesso di quel terror panico che la scienza d'Archimede aveva ispirato ai legionari. Tanto che, dice Plutarco, bastava che vedessero comparire sulle mura un trave o una fune, perché si dessero a una pazza fuga, gridando: « Eccolo, eccolo! ».

Nonostante gli sforzi dei Siracusani, è noto che i Romani riuscirono a prendere la città di sorpresa (212 a. C.). Marcello aveva ordinato di risparmiare Archimede. Ma, a quanto si dice, un soldato lo uccise avendolo trovato intento a tracciar figure nella sabbia, e tanto assorto nelle sue meditazioni da non rispondergli quando gli rivolse la parola.

Qualunque sia la popolarità che è venuta ad Archimede dalle sue spettacolose invenzioni pratiche, lo spirito dell'uomo, davvero greco, era sempre rivolto alla contemplazione della pura verità scientifica: sicché a quegli « svaghi geometrici » non consacrò alcuna opera scritta, « considerando, come dice Plutarco, che l'arti meccaniche, come ogni tecnica rivolta a fine utilitario, abbiano qualcosa di ignobile e di sordido », in confronto alle speculazioni « la bellezza e la sottigliezza delle quali non è contaminata dai bisogni della vita comune ».

« In tutta la geometria — prosegue lo storico entusiasta — non si troverebbero questioni più difficili e astruse, esposte in termini più semplici, e in base a principî più chiari, di quanto abbia fatto Archimede. V'è chi attribuisce tal chiarezza alla innata facilità, e chi al sommo studio, che dà parvenza facile a ciò che è costato maggior fatica. Difficilmente ci sarebbe dato trovar da soli la soluzione a certi problemi; ma una volta letta nei suoi scritti, ci appare una difficoltà da nulla, tanto la via che porta alla dimostrazione è stata resa da lui facile e piana. Non bisogna dunque negar fede a ciò che si narra di lui: che senza posa attratto dalla Geometria, come da sirena domestica, dimenticava di bere e mangiare, e trascurava la cura della persona; portato talvolta di peso dai familiari al bagno o alla stufa, disegnava figure geometriche nella cenere, oppure sul proprio corpo unto d'olio tracciava linee col dito: a tal punto lo possedeva il furor delle Muse ».

Plutarco esagera forse, parlando dell'apparente naturalezza delle soluzioni archimedee. Qualche volta si ha piuttosto l'impressione di uno che cerchi di sorprendere anziché di convincere. È questo il vero spirito classico. Come uno stratega che prepari con cura il colpo che gli darà la vittoria, vediamo il geometra

sbarazzare il terreno con metodo di ogni minimo ostacolo, e disporre le sue forze senza farsi scoprire: poi a un tratto viene il teorema decisivo. Il cammino delle sue proposizioni è nascosto ma sicuro: e lascia in fine meravigliato anche il lettore esperto. Sembra, dice Wallis, che Archimede abbia volutamente coperto le traccie delle sue ricerche, come per occultare il suo metodo ai posteri, pur costringendoli all'assenso. Tanto che, aggiunge l'amico di Newton (il quale tuttavia non ha potuto conoscere il *Metodo*), i moderni trovarono più semplice inventare una nuova analisi, che ritrovare l'antica. Non deve quindi meravigliarci se Archimede ricorre alla memoria del pubblico più che altro per l'*Eureka,* e per la vite che porta il suo nome.

I problemi che in effetto attraevano il genio d'Archimede si riferiscono in parte alla geometria (quadratura delle figure curvilinee piane, quadratura e cubatura delle superfici curve) e in parte a quella geometria generalizzata che è la statica o teoria degli equilibri delle forze (statica dei corpi solidi e idrostatica). E sotto l'aspetto teorico implicano ricerche in cui appare come caratteristica l'idea dell'infinito.

Abbiamo già ravvisato le origini dell'analisi infinitesimale nelle speculazioni di Zenone d'Elea, a cui seguono le prime scoperte dei geometri intorno al 400 a. C. (somma della progressione geometrica, determinazione di aree e volumi). Poi, attraverso il travaglio della critica, i ragionamenti infinitesimali avevano trovato uno schema rigoroso nella teoria dei rapporti e nel metodo d'esaustione. Archimede riprende questi principî e ne rivela la straordinaria fecondità nelle più varie ricerche. Problemi difficili, a cui si erano arrestati i predecessori, ricevono da lui una risposta esauriente; così egli scopre il volume e la superficie della sfera e svolge metodi precisi per il calcolo approssimato della circonferenza al diametro. Al primo resultato dava — giustamente — tanta importanza, che volle perpetuarne il ricordo colla figura d'una sfera iscritta in un cilindro fatta scolpire sulla sua tomba. Il monumento fu ritrovato e restaurato da Cicerone quando era questore in Sicilia.

Ma i procedimenti d'Archimede si estendono dalle figure elementari ad altre figure più elevate, affrontando la determinazione di aree e volumi, centri di gravità, momenti statici ecc.: l'autore fa fruttificare, nei più varii modi, la grande idea di

considerare la superficie piana come composta in qualche modo dalla somma di infinite striscie lineari, infinitamente sottili, e così il solido come costituito di strati piani ecc.: per esempio, se s'immagina una piramide come formata da fogli di carta sovrapposti (i quali dovrebbero essere infinitamente sottili perché la figura sia proprio una piramide!) riesce intuitivo che il volume non cambia ove si deformi il corpo facendo scorrere orizzontalmente i detti fogli, e perciò che « piramidi d'egual base ed altezza sono equivalenti ». Si riconosce qui l'idea fondamentale del calcolo integrale, nella forma datale da Bonaventura Cavalieri nel secolo XVII. E conviene aggiungere che al calcolo integrale Archimede porta, non soltanto il principio, ma anche i principali metodi d'integrazione sviluppati dai moderni.

Apollonio. — Apollonio di Perga, dopo Archimede il più originale e profondo fra i matematici greci, fu designato già dai contemporanei come « il grande geometra ». Nacque, a quanto pare, intorno al 262 a Perga nella Panfilia. Visse e studiò lungamente ad Alessandria, nella scuola dei successori di Euclide; fiorì sotto il regno di Tolomeo IV Philopator (222-205). Dedicò il IV libro delle *Coniche* ad Attalo I re di Pergamo (241-197).

Apollonio ha coltivato insieme alle matematiche anche l'astronomia, ma il suo genio immaginativo e la sua potenza d'indagine si dispiegano soprattutto nello studio delle figure più elevate della geometria. Anche tra i moderni è difficile trovare un'altra intelligenza geometrica che possa compararsi alla sua; un paragone è stato fatto soltanto con lo Steiner.

Per molti problemi complicati e difficili l'analisi d'Apollonio tocca una sommità non superata di poi. Anzi la complicazione di certe soluzioni — che portano a distinguere innumerevoli casi — segna quasi un punto d'arresto per l'indagine: un progresso ulteriore sembra impossibile se non si rinnovi tutto l'organismo delle matematiche antiche con qualche grande idea semplificatrice, come è avvenuto appunto nella scienza moderna.

Apollonio ha lasciato diversi scritti, che solo in parte ci sono pervenuti: sui problemi di *Sezione* (sezione di ragione e di spazio, sezione determinata), sui *Contatti*, sui *Luoghi piani*, sulle *Inserzioni*, sopra gli *Specchi ustori;* ha approfondito anche la critica dei principii della geometria tentando la dimostrazione

degli assiomi, ma specialmente deve la sua fama al grande trattato sulle *Coniche* (ellisse, parabola e iperbole) in otto libri, di cui sette ci sono pervenuti, quattro in greco e tre nelle traduzioni arabe.

L'importanza delle coniche nel sistema del mondo — rivelata dalla scoperta di Keplero che le orbite dei pianeti sono ellissi di cui il sole occupa uno dei fuochi — ha contribuito naturalmente ad accrescere l'interesse dei moderni per questa bella teoria. Il trattato d'Apollonio ha trovato così un largo numero di studiosi, ed ha costituito il punto di partenza per lo sviluppo della nuova geometria superiore.

Dopo avere così disegnato in termini generali l'importanza dell'opera dei grandi geometri classici, Euclide, Archimede ed Apollonio, daremo qualche maggiore dilucidazione per gli studiosi delle matematiche.

Gli elementi d'Euclide. — Gli Elementi d'Euclide costituiscono un trattato organico, logicamente ordinato, che comprende le parti fondamentali della Geometria e dell'Aritmetica, cioè quelle nozioni matematiche che stanno a base di ogni superiore sviluppo. Essi sono divisi in 13 libri: i primi quattro libri ed il VI concernono la Geometria del piano, mentre il V, che riceve applicazione nel VI, contiene la teoria generale delle grandezze e dei loro rapporti; i tre libri, VII, VIII, IX, sono dedicati all'Aritmetica, il X alla classificazione degli incommensurabili ed i seguenti XI, XII e XIII alla Geometria solida. A questo trattato sono stati aggiunti altri due libri, il primo dei quali apparterrebbe ad Ipsicle.

Volendo dare qualche notizia sulla costruzione dell'opera euclidea, diremo anzitutto che il sistema rigorosamente deduttivo dipende da alcuni principii che sono formulati: nelle spiegazioni dei termini o definizioni, nei postulati (ciò che si *chiede* al lettore di voler ammettere) e nelle nozioni comuni o assiomi.

Abbiamo già visto quale significato assumevano pei Greci queste tre specie di principii, attraverso l'esame degli *Analytica posteriora* di Aristotele. La stessa funzione essi hanno negli Elementi d'Euclide. Ma vale la pena di analizzare più da vicino il loro contenuto, limitandoci per brevità ai principii che s'incontrano nel libro I.

I « Termini », almeno per quanto si riferisce ai concetti primi (punto. linea, retta ecc.), non si possono ritenere come vere definizioni, nel senso strettamente logico della parola; ma sono in parte descrizioni che richiamano la genesi psicologica delle idee, in parte formule dichiarative della posizione assunta dal geometra di fronte ad un conflitto storico: p. es. la def. I, 1 « il punto è ciò che non ha parti » e la I, 2 « le linee sono lunghezze senza larghezza » dichiarano in maniera negativa il senso ideale degli enti geometrici, quale resulta affermato dai matematici in seguito alla polemica eleatico-pitagorica. Della prima definizione dice appunto Proclo, nel suo Commento, che essa è conforme al criterio di Parmenide, per cui le definizioni negative convengono ai principii.

Le prime proprietà o relazioni degli enti geometrici, insufficientemente espresse nei « Termini », sono enunciate da Euclide nei « Postulati » e nelle « Nozioni comuni », o assiomi.

Fra gli assiomi e i postulati, dice Gemino in Proclo, si fa la stessa distinzione che fra i teoremi e i problemi, o fra le identità e le equazioni, in quanto i primi porgono delle relazioni per cui certe proprietà resultano come conseguenza di altre date, laddove i secondi assegnano costruzioni elementari, ciò che — nel concetto dei Greci — significa affermare l'*esistenza* di enti particolari cui s'impongano, certe condizioni.

Euclide, in cambio della voce pitagorica « assiomi » adopera la parola « nozioni comuni » (κοιναὶ ἔννοιαι) e c'è motivo di supporre che questo termine derivi da Democrito, che ricordammo già come autore d'un trattato in cui sembra ravvisarsi un ordine analogo a quello degli Elementi: poiché invero l'uso scientifico del termine ἔννοια non appartiene al linguaggio platonico-aristotelico ma solo a quello più tardo degli Stoici, mentre la parola ricorre già in un frammento sulla logica di Democrito, cui appunto gli Stoici sembrano ricollegarsi.[1])

Le nozioni comuni esprimono gli assiomi dell'eguaglianza e della diseguaglianza: cose eguali ad una terza sono eguali fra loro, somme e differenze di cose eguali sono eguali, e così i doppi o le metà di cose eguali, ed anche cose (figure) sovrapposte; infine il tutto è maggiore della parte.

[1]) Cfr. Enriques, *Storia della Logica*, Cap. I.

La parola « eguale », che viene in qualche modo definita da questi assiomi e dall'uso che se ne fa, si riferisce sempre per Euclide alla grandezza delle figure, sieno segmenti, angoli o poligoni ecc. Non vi è un termine speciale per designare la congruenza (eguaglianza di grandezza e di forma); l'A. la dichiara p. es. nelle prop. I, 4, 8 e 26 dicendo che i triangoli considerati son eguali ed « hanno eguali lati ed angoli ». Ma, avuto riguardo alla def. VI, 1, delle figure rettilinee simili (che hanno angoli eguali e lati proporzionali), si può dire che nel concetto euclideo la congruenza resta definita per le figure rettilinee, siccome eguaglianza ordinata di segmenti e di angoli. È estranea invece all'A. l'idea d'una definizione generale della congruenza come sovrapponibilità col movimento. Anzi l'uso stesso del movimento (di cui verosimilmente ha avvertito il significato pratico o fisico) è evitato da Euclide quanto è possibile: egli vi ricorre soltanto nella prop. I, 4, come ad un mezzo per concludere all'eguaglianza di figure coincidenti e perciò identiche.

Quanto all'ultimo assioma « il tutto maggiore della parte », esso è adoperato da Euclide in due aspetti diversi: nella teoria delle superficie per invertire i teoremi d'equivalenza, e, in rapporto ai segmenti o agli angoli, ad esprimere quelle proprietà di ordinamento dei punti della retta o dei raggi del fascio, che solo i moderni hanno esplicitamente e precisamente formulate.

Diciamo infine dei postulati. Essi sono in numero di 5, ed enunciano in genere la possibilità o l'unicità di certe costruzioni fondamentali, e perciò, come si è detto, l'esistenza di enti soddisfacenti a condizioni elementari: i primi due l'esistenza della retta per due punti, il terzo del cerchio di dato centro e raggio. Il postulato quarto (tutti gli angoli retti sono eguali fra loro), — secondo l'interpretazione dello Zeuthen in rapporto alla prop. I, 14 — porterebbe per Euclide l'unicità del prolungamento della retta, mentre l'unicità del segmento congiungente due punti appare tacitamente ammessa nella prop. I, 4: redazioni o edizioni successive del testo aggiungono esplicitamente l'assioma che « due rette non possono racchiudere uno spazio ».

Il 5° postulato — che sotto il nome di « postulato d'Euclide » è divenuto celebre per i tentativi di dimostrazione proseguiti fino agli inizii del secolo decimonono — dice che « due rette

del piano le quali incontrate da una trasversale formano angoli da una stessa parte la cui somma vale meno di due retti, sufficientemente prolungate s'incontrano ». Questa ammissione porta l'unicità della parallela per un punto ad una retta data e permette d'invertire i teoremi sull'eguaglianza degli angoli alterni, interni od esterni, formati da due parallele con una trasversale. Ne deriva quindi il teorema sulla somma degli angoli del triangolo ecc.

Nel concetto d'Euclide il postulato assegna le condizioni d'esistenza o di costruibilità del punto come intersezione di due rette. Ma è notevole che di esso non si faccia uso nelle prime 28 proposizioni del libro I, dove si tende a mettere in evidenza le prime teorie geometriche che sono indipendenti dalla sua verità. Questa circostanza, e ciò che Aristotele c'insegna intorno ai precedenti della questione, portano a ritenere che i Greci già prima d'Euclide abbiano conosciuto, in qualche modo, le difficoltà di principio inerenti al trattamento delle parallele:[1]) Euclide avvertì la necessità d'introdurre un esplicito postulato, che poi Gemino ed altri cercarono invano di dimostrare.

Al lume delle brevi spiegazioni precedenti si può già misurare la profondità e la raffinatezza della critica che si esprime nei principî dell'Euclide, e che riconosceremo del pari in tutto lo sviluppo della trattazione. Se pure, ai nostri occhi, codesti principî presentino talune manchevolezze, introducendo pseudodefinizioni o lasciando inespresse alcune proposizioni fondamentali, il difetto è così riposto che per scoprirlo bisogna giungere alla critica dell'ultimo mezzo secolo, mentre per lo innanzi il rigore euclideo, lungi dall'essere superato, non era stato nemmeno sufficientemente compreso.

Sulla base dei principî anzidetti, e di quelli che occorrerà aggiungervi nei libri successivi, procede lo sviluppo delle deduzioni.

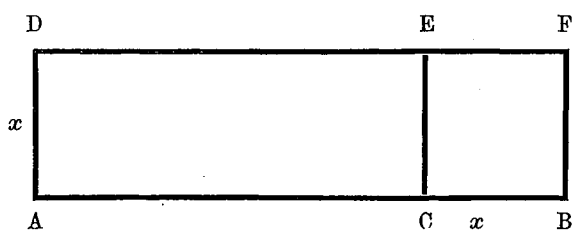
Il primo libro contiene i criterî d'eguaglianza dei triangoli, alcune diseguaglianze caratteristiche fra i loro elementi, proprietà delle perpendicolari e delle parallele, la somma degli angoli d'un triangolo, l'eguaglianza di superficie pei parallelogrammi e pei

[1]) Cfr. E. Rufini, *La preistoria delle parallele e il postulato di Euclide* in *Periodico di Matematiche*, s^{e} 4^{a}, III, 1 (1923).

triangoli con eguali basi ed altezze, ed infine il teorema di Pitagora col suo inverso. Siccome ogni proposizione dipende strettamente dalle precedenti, incastrandosi in una rigida catena di deduzioni, così tutto il libro appare ordinato in vista dei due teoremi significativi: « somma degli angoli del triangolo » e teorema di Pitagora; anzi quest'ultimo costituisce lo scopo finale. La dimostrazione che ne dà Euclide gli appartiene in proprio. Proclo, a cui dobbiamo tale notizia, non dice a quale altra prova tradizionale essa venisse a sostituirsi, ma è lecito supporre che si tratti della prova più semplice fondata sulle proporzioni, poiché questa teoria — divenuta difficile per rispondere con rigore al caso incommensurabile — è stata rimandata da Euclide al libro V.

Il libro II espone quelle proposizioni geometriche (eguaglianza di rettangoli, ecc.) che noi oggi esprimiamo col calcolo algebrico. Zeuthen dà a questa teoria il nome di « Algebra geometrica », che il Bortolotti ha ritrovato pure in un'opera manoscritta di Paolo Bonasoni, lettore dello Studio di Bologna dal 1586 al 1593. Si tratta di sviluppi che risalgono verosimilmente all'aritmetica dei numeri figurati dei Pitagorici, i quali — secondo Eudemo in Proclo — giungevano così a risolvere i problemi d'*applicazione delle aree:* equivalente geometrico delle equazioni di secondo grado.

L'equazione $b\,x - x^2 = c^2$ si presenta ai Greci come *applicazione in difetto* (*ellittica*) dell'area c^2 sul segmento b, cioè: costruire su b — o meglio sopra una parte di b — un rettangolo



$AB = b$

$BC = BF = x$

$ADEC = c^2$

$x\,(b-x)$ equivalente a c^2, per modo che l'area mancante sia un quadrato x^2.

Analogamente l'equazione $bx + x^2 = c^2$ risponde al problema dell'applicazione *in eccesso* (*iperbolica*); mentre l'applicazione semplice (designata in greco come παραβολή = *parabola*) è il pro-

blema di trasformare un quadrato dato, c^2, in un rettangolo di data base b, dando la soluzione dell'equazione di primo grado $bx = c$.

Ora è interessante riconoscere che l'artifizio algebrico da noi usato per risolvere l'equazione di 2° grado, cioè la trasformazione del binomio $bx + x^2$ in un quadrato mediante l'aggiunta o la sottrazione di b^2, è contenuto precisamente nelle prop. II, 5 e 6 d'Euclide. Il quale risolve poi un caso particolare dell'equazione di 2° grado ($b\ (b\text{-}x) = x^2$) nella prop. II, 11, e il caso più generale (corrispondente all'ipotesi che x^2 sia pure affetto da un coefficiente numerico) nella VI, 29.

Il libro III degli Elementi è dedicato al cerchio: proprietà dei diametri di bisecare le corde ortogonali, eguaglianza degli angoli iscritti in uno stesso arco, tangenti per un punto, intersezioni di due cerchi ecc.

Il libro IV porge la costruzione dei poligoni regolari iscritti e circoscritti al cerchio: quadrato, esagono, pentagono e pentadecagono. Euclide non accenna, ma certo sottintende, la costruzione del decagono regolare, che si ottiene bisecando l'arco corrispondente al lato del pentagono. E nemmeno rileva esplicitamente che il lato del decagono è la sezione aurea del raggio; però questa proprietà si può ritenere contenuta nella XIII, 9.

Tutta questa materia è un ritrovato dei Pitagorici. Anche la costruzione del pentadecagono doveva esser nota ai geometri anteriori ad Euclide, poiché il problema veniva posto dall'osservazione astronomica che l'inclinazione dell'eclittica corrisponde appunto all'arco che sottende il lato del pentadecagono.

Il libro V, dedicato alle grandezze e alle proporzioni, esce, come abbiam detto, dall'ambito della geometria piana, contenendo una dottrina più generale che, nel concetto dei Greci, doveva tener luogo della nostra Analisi. Sebbene altri prima d'Euclide — forse Eudosso — abbiano già conseguito il resultato fondamentale che qui si persegue, rendendo rigoroso il calcolo dei rapporti, sembra giusto di concedere anche al trattatista una parte del merito, per l'ordinamento di questa teoria, che ha suscitato in ogni tempo l'ammirazione dei geometri. Comunque vogliamo dire qualcosa di più preciso sul contenuto del libro.

Il rapporto di due grandezze (omogenee) non viene definito in sé, ma soltanto nel confronto di altri rapporti: si definisce

cioè l'eguaglianza e la diseguaglianza dei rapporti. Il rapporto di a a b si dice eguale a quello di c a d

$$a : b = c : d,$$

se per qualsiasi coppia di numeri interi m ed n si ha

$$\begin{array}{lll} m\,c > n\,d & \text{quando} & m\,a > n\,b, \\ m\,c = n\,d & \text{„} & m\,a = n\,b, \\ m\,c < n\,d & \text{„} & m\,a < n\,b. \end{array}$$

Invece $a : b > c : d$ se esiste una coppia d'interi m, n per cui $n\,a > m\,b$, $n\,c < m\,d$, cioè

$$a > m\,\frac{b}{n}, \quad c < m\,\frac{d}{n}.$$

Così — prescindendo dal caso commensurabile $a : b = \frac{m}{n}$ — i rapporti $a : b$ e $c : d$ si dicono eguali quando *non* sono *diseguali*, cioè non esiste una frazione $\frac{m}{n}$ per cui

$$a : b > \frac{m}{n} > c : d \text{ ovvero } a : b < \frac{m}{n} < c : d.$$

Il matematico moderno scorge subito il legame di questa definizione con quella aritmetica dei numeri irrazionali, secondo Dedekind: una coppia di grandezze omogenee a e b, ove non ammetta un rapporto razionale, porta a separare tutte le frazioni $\frac{m}{n}$ in due classi, quelle per cui $\frac{m}{n} < a : b$ e quelle per cui $\frac{m}{n} > a : b$; la *sezione* così ottenuta nel corpo dei numeri razionali definisce per Dedekind l'irrazionale.[1])

La definizione euclidea — in cui si spiega il concetto di « rapporto » dicendo che cosa siano i « rapporti eguali » — fa epoca nella storia della logica, come il primo esempio di *definizione per astrazione*. Moderni filosofi della scienza — quali Grassmann, Helmholtz, Mach, Maxwell, Vailati, — hanno rilevato tutta l'importanza di questa considerazione, che ha un uso essenziale nella Fisica e nell'Economia, quando, per esempio, si tratti di definire la « massa », la « temperatura », il « valore » ecc.

Ma l'anzidetto processo definitorio va soggetto a talune condizioni fondamentali; perché una relazione, comunque data, possa

[1]) Cfr. R. Dedekind, *Essenza e significato dei numeri. Continuità e numeri irrazionali.* Traduzione e note storico-critiche di O. Zariski. 1921 (presso Zanichelli, Bologna).

ritenersi un'« eguaglianza », (rispetto a cui riuscirà definito il concetto astratto) bisogna che soddisfi alle tre proprietà che i logici designano come *riflessiva* ($a=a$), *simmetrica* (se $a=b$ anche $b=a$) e *transitiva* (da $a=b$ e $b=c$ si deduce $a=c$). Ora per la proporzione euclidea le due prime proprietà sono evidenti, la terza invece forma oggetto di apposita dimostrazione (V, 11); così il geometra alessandrino ha riconosciuto le esigenze logiche analizzate dalla critica moderna!

Per mostrare a quale raffinatezza si spinga il rigore euclideo nella teoria delle proporzioni, faremo esplicitamente un altro rilievo. Al lettore moderno può riescire incomprensibile che, per introdurre il rapporto di due grandezze $a:b$, Euclide abbia paragonato i multipli $m\,a$ e $n\,b$, anziché paragonare a colle frazioni di b, $\frac{n}{m}\ b$, mettendo in evidenza il processo di divisione. Ma il nostro trattatista non si sente autorizzato a parlare della parte emmesima d'una grandezza in generale, mentre, almeno nel caso degli angoli, non sa costruirla. Infatti i geometri Greci conoscevano già la necessità logica di accompagnare la definizione con la prova dell'*esistenza* del definito (Cfr. Aristotele, *An. Post.*, I, 10 [9]), e solevano dare siffatta prova mediante la costruzione. Il pensiero moderno ha superato in questo punto l'antico, ponendo a base dei giudizi d'esistenza un criterio più largo, quale è fornito dalla veduta di *continuità:* se una grandezza variabile x diventa da minore maggiore della parte aliquota $a:n$, cioè da

$$< \frac{a}{n} \quad \text{a} \quad > \frac{a}{n},$$

deve anche passare per il valore $\frac{a}{n}$ di cui in tal guisa si riconosce l'esistenza. In modo analogo si giustifica l'esistenza d'una grandezza x quarta proporzionale dopo tre grandezze date a, b, c, per cui $a:b=c:x$ ecc.

Del resto la mancanza di un principio di continuità costituisce anche la sola differenza essenziale fra la teoria euclidea dei rapporti e la teoria moderna dei numeri irrazionali. Infatti le prop. V, 22 e 24, conducono alle definizioni della somma e del prodotto dei rapporti e consentono quindi di stabilire un « calcolo dei rapporti » in cui si vedono soddisfatte le proprietà formali delle operazioni aritmetiche; dopo ciò il considerare codesti rapporti come « numeri » nel senso esteso conferito alla

parola da Newton, diventa soltanto un progresso di nomenclatura e di notazione.

Sulla base della teoria astratta delle proporzioni fra grandezze riesce ora facile di studiare la similitudine delle figure piane, che forma argomento del libro VI. Il teorema fondamentale che regge le deduzioni più importanti di questo libro è la proporzionalità dei parallelogrammi o dei triangoli di eguale altezza alle rispettive basi. Infine si arriva alla soluzione dei problemi geometrici che equivalgono alla più generale equazione di secondo grado (VI, 29).

I successivi libri VII, VIII, IX costituiscono in qualche modo un ritorno indietro, dalla teoria delle proporzioni fra grandezze, o dei numeri reali qualsiansi, alla teoria dei rapporti razionali, ossia all'ordinaria aritmetica dei numeri interi e delle frazioni. Questa materia appare dunque più antica, e per la sostanza risale ai Pitagorici. Tuttavia i teoremi più delicati di questi libri aritmetici — in ispecie la decomponibilità univoca dei numeri interi in fattori primi — sono pur frutto di una critica, appartenente forse a Teeteto, che serve direttamente allo scopo di riconoscere le irrazionalità provenienti dall'estrazione di radici quadrate, e così prepara alla classificazione degli irrazionali del libro X.

Questo libro X — il più lungo e il più difficile degli Elementi — ha perduto in gran parte il suo significato di fronte ai progressi moderni della teoria. Ma convien ricordare che i matematici del Rinascimento mossero appunto di qui ai problemi superiori dell'algebra. Anzi Bortolotti e Vacca hanno recentemente dimostrato che il tentativo di esprimere sotto forma euclidea le radici di un'equazione cubica portò gli algebristi italiani del Cinquecento alla scoperta della formula di risoluzione di codeste equazioni.

D'altra parte l'algoritmo per la ricerca del massimo comun divisore con cui si apre il libro X (e di cui non sapremmo precisare l'origine) resta pur sempre la base degli sviluppi moderni. Ed infine anche la forma canonica degli irrazionali costruiti con radicali sovrapposti, che ha ufficio essenziale negli studi sulla risolubilità algebrica delle equazioni di un Ruffini o di un Abel, si può considerare come naturale estensione della classificazione degli irrazionali resultanti da successive estrazioni di radici quadrate, che ci vien porta da Euclide.

In confronto coi libri precedenti, e in particolare con i libri planimetrici, lo sviluppo dato dall'autore degli Elementi alla geometria solida, nei libri XI, XII e XIII, appare assai meno perfetto. Nondimeno vi s'incontrano cose ammirevoli; per esempio, le applicazioni del cosidetto « metodo d'esaustione » alla misura delle superfice e dei volumi: proporzionalità dei cerchi ai quadrati dei raggi, eguaglianza delle piramidi d'egual base ed altezza, volumi dei coni e cilindri, volume della sfera proporzionale al cubo del raggio.

Il metodo di cui si tratta — che è una particolar forma di riduzione all'assurdo — sembra appartenere ad Eudosso, cui risalirebbero almeno le prime fra le sue applicazioni. Si dimostra, per esempio, che due piramidi d'egual base ed altezza non possono essere diseguali, facendo vedere che la differenza loro riuscirebbe minore di qualsiasi solido assegnabile. Ricompare qui lo stesso criterio fondamentale adoperato nella teoria dei rapporti. E il pensiero direttivo è sempre di dare forma negativa rigorosa a ragionamenti dove entrerebbe l'infinito; raggiungendo così lo stesso scopo che noi moderni raggiungiamo con la teoria dei limiti. Nell'esempio sopra accennato, dato un tetraedro T, se ne estraggono anzitutto dei prismi che, nel loro insieme, equivalgono alla base b di T moltiplicata per $\frac{1}{4}$ dell'altezza h; restano delle piramidi a cui si può applicare un procedimento analogo e così di seguito; onde si sarebbe condotti ad esprimere T colla serie geometrica

$$T = bh\ (\frac{1}{4} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^3} + \ldots.),$$

cioè

$$T = \frac{1}{3}\, bh.$$

Ora, invece di sviluppare la serie anzidetta, la dimostrazione euclidea utilizza la decomposizione indicata per riconoscere, che dati due tetraedri T e T' d'ugual base ed altezza, non vi può essere una differenza: in tal guisa si riconosce, in sostanza, la convergenza della serie geometrica $\frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \ldots.$ e, senza calcolarne il limite, si arriva poi al volume del tetraedro, decomponendo il prisma in tre tetraedri equivalenti. Del resto, l'analisi infinitesimale d'Euclide non è spinta tanto innanzi da esaurire

i problemi elementari che si riferiscono al volume e alla superficie della sfera: qui il progresso decisivo era riservato ad Archimede.

Rileveremo infine che il libro XIII porge la costruzione dei poliedri regolari, che i Pitagorici avevano considerato come « figure cosmiche ». Uno scolio a questo libro attribuisce a Teeteto la costruzione dell'ottaedro e dell'icosaedro.

L'OPERA MATEMATICA D'ARCHIMEDE. — Tra gli scritti del geometra siracusano, ricordiamo quelli che ci sono pervenuti, almeno in parte: *L'equilibrio dei piani*, la *Sfera e il cilindro*, la *Quadratura della parabola*, le *Spirali*, *Conoidi e Sferoidi*, la *Misura del Cerchio*, il *Metodo* e l'*Arenario*.

Il trattato sulla Sfera e il Cilindro contiene la determinazione del volume e della superficie della sfera: il volume eguaglia i due terzi del cilindro circoscritto e la superficie è quattro volte quella del cerchio massimo. Nel *Metodo* Archimede stesso dice che la scoperta della superficie gli è stata suggerita da quella del volume, assimilando *per analogia* la sfera ad un cono avente per base la superficie e per altezza il raggio. Ma l'autore è riuscito poi a determinare direttamente la superficie sferica paragonandola a quella delle superfici di rotazione che sono generate da una poligonale iscritta nel cerchio massimo: questo procedimento si conserva ancora nella maggior parte delle esposizioni elementari della teoria, e dà — insieme colla superficie — anche il volume della sfera.

Ora è interessante ritrovare, più o meno svolti, nelle altre opere d'Archimede, anche i diversi procedimenti coi quali oggi si suole arrivare al detto volume: sia mercé gli scaloidi costituiti dalla sovrapposizione di tanti piccoli cilindri iscritti nella semisfera, il cui volume dipende dalla somma dei quadrati dei numeri naturali; sia mediante il confronto delle sezioni piane parallele della semisfera, del cilindro circoscritto e d'un cono con base comune e col vertice nel centro della sfera, che porta a considerare la cosidetta *scodella* di Galileo (dimostrazione di Luca Valerio, 1661).[1])

Geloso custode del rigore, Archimede suole rivestire le sue

[1]) Cfr. E. G. Togliatti, *Sul volume della sfera* in *Periodico di Matematiche* Bologna, Zanichelli, Luglio 1922.

dimostrazioni colla forma esatta del metodo d'esaustione d'Eudosso e d'Euclide; pure, in una lettera ad Eratostene che costituisce il citato libretto « Sul Metodo », espone il procedimento caratteristico che l'ha condotto alle più brillanti scoperte. Qui appunto si trova l'idea — che già accennammo essere ripresa più tardi cogli « indivisibili » di Cavalieri — di riguardare una superficie come composta di linee, e un solido come composto di superficie. Per Archimede questa idea si presenta come un « metodo meccanico », che cercheremo di spiegare riferendoci ad uno dei suoi esempi. Riportiamo perciò, dalla traduzione di Enrico Rufini,[1]) il passo che concerne la

Area d'un segmento parabolico. — Sia ABC un segmento compreso dalla retta AC e dalla parabola ABC; si divida AC per metà in D e si conduca la retta DBE parallela al diametro e si tirino le rette AB, BC.

Dico che il segmento ABC è i quattro terzi del triangolo ABC.

Si conducano dai punti A, C la retta AF parallela a DBE, e la CF tangente alla parabola; si prolunghi CB fino in K, e si faccia KH uguale a CK. Si consideri CH come il giogo di una bilancia, di cui K sia il punto di mezzo; sia MO una retta qualunque parallela a ED.

Poiché dunque CBA è una parabola, e CF è ad essa tangente e CD è un'ordinata, si ha EB=BD, come è dimostrato negli « Elementi ».[2]) Per questa stessa ragione, e perché FA, MO sono parallele, è anche

$$MN=NO, \text{ e } FK=KA.$$

E poiché

$$CA : AO = MO : OP \text{ [3])} \quad \text{e} \quad CA : AO = CK : KN$$

si avrà, essendo anche $CK = KH$,

$$KH : KN = MO : OP.$$

Ora, poiché il punto N è il centro di gravità della retta MO, essendo $MN = NO$ [lem. 4], se prendiamo la retta TG uguale a OP e poniamo TG col centro di gravità in H, in modo che sia $TH = HG$, la retta THG farà equilibrio alla MO, situata al suo posto, per essere HN divisa (dal punto K) in parti inversamente proporzionali ai pesi TG, MO, e cioè perché

$$HK : KN = MO : GT;$$

quindi K è il centro di gravità della somma di ambedue i pesi [lem. 3].

Similmente, se si conducono nel triangolo FAC quante si vogliano parallele a ED, esse, rimanendo al loro posto, faranno equilibrio ai segmenti intercettati sopra di esse dalla parabola e trasportati nel punto

[1]) Il *Metodo d'Archimede e le origini dell'analisi infinitesimale nell'antichità*. Bologna, 1926.

[2]) S'intende elementi sulle sezioni coniche. V. dopo, a proposito di Apollonio.

[3]) Questa relazione è dimostrata in *Quadratura della parabola*, 4 e 5, e viene ottenuta dalla proprietà fondamentale della parabola: $BD : BQ = AD^2 : PQ^2$; ha rispetto ad essa lo stesso ufficio che una trasformazione di coordinate nella nostra geometria.

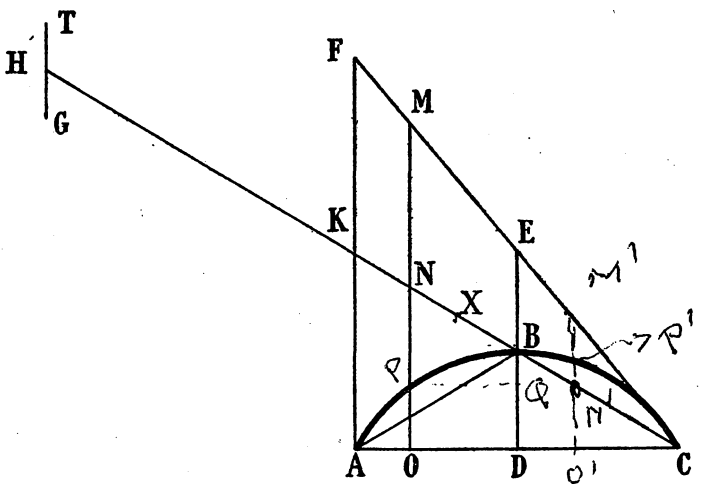
H, in modo che il centro di gravità della somma degli uni e delle altre sia K.

Ora, dalle rette condotte nel triangolo CFA è composto il triangolo stesso CFA, e dai segmenti rettilinei ottenuti nella parabola allo stesso modo che PO è composto il segmento parabolico ABC;

perciò il triangolo FAC, rimanendo al suo posto, farà equilibrio, rispetto al punto K, al segmento parabolico trasportato con il suo centro di gravità in H, in modo che il centro di gravità della loro somma sia il punto K.

Si tagli ora CK nel punto X, in modo che sia CK = 3KX; il punto X sarà il centro di gravità del triangolo AFC, come è dimostrato nei libri sopra l'*Equilibrio*.

Poiché dunque il triangolo FAC, rimanendo al suo posto, fa equilibrio,



rispetto al punto K, al segmento BAC, posto con il suo centro di gravità in H, e X è il centro di gravità del triangolo FAC, sarà per conseguenza

tr. AFC: segm. ABC posto in H = HK : XK.

Ma è

$$HK = 3KX,$$

perciò anche

$$\text{tr. } FAC = 3 \text{ (segm. } ABC).$$

Inoltre,

$$\text{tr. } FAC = 4 \text{ (tr. } ABC),$$

perché è

$$FK = KA \text{ e } AD = DC;$$

quindi

$$\text{segm. } ABC = {}^4/_3 \text{ (tr. } ABC).$$

Veramente le cose dette non dimostrano il risultato; dànno però alla

conclusione una certa apparenza di verità. Perciò, vedendo che la conclusione non è dimostrata, ma sospettando con ragione che sia vera, ne ricercheremo la dimostrazione geometrica; la quale io stesso ho trovato e ho già pubblicato. [1])

Per ciò che concerne gli studi d'Archimede nel campo della Statica, conviene ricordare che queste ricerche non erano affatto nuove pei Greci, giacché dalle *Questioni meccaniche* attribuite ad Aristotele (che — secondo critici autorevoli — apparterrebbero a Stratone), si rileva che le analogie che presentano le macchine semplici erano state già osservate e ricondotte in sostanza al principio della leva. Ma Archimede offre una dimostrazione matematica di questo principio, basata sul concetto del centro di gravità. In qual modo egli stabilisca l'esistenza e l'unicità di un siffatto centro per corpi qualsiansi, resulta da una ricostruzione di G. Vailati, [2]) attraverso a un'opera recentemente ritrovata di Erone, di cui avremo a riparlare nel seguito. Archimede definiva il centro di gravità d'un corpo come punto tale che il corpo ad esso sospeso rimanga in equilibrio, in qualunque posizione. E per trovare questo centro partiva dalla considerazione che, sospendendo il corpo ad un suo punto qualunque vi è in ogni caso una posizione del corpo per cui questo rimane in equilibrio; allora il corpo rimane egualmente in equilibrio ove sia sospeso ad un altro punto della verticale condotta per il punto precedente. Questa verticale gode della proprietà che un piano qualsiasi per essa divide il corpo in due parti equiponderanti, e si può designare — con Vailati — come un *asse centrale*. Archimede dimostra che tutti gli assi centrali condotti per i punti del corpo sono a due a due incidenti e passano per un medesimo punto, che è il centro di gravità. (Che tale centro possa cadere fuori del corpo, viene esplicitamente notato in Erone).

Dei centri di gravità Archimede offre applicazioni, non soltanto nella teoria delle macchine semplici, ma altresì nello studio sui galleggianti. In particolare nel libro II di quest'opera ove determina la posizione d'equilibrio assunta da un segmento retto

[1]) Più ampie spiegazioni e sviluppi sulle *integrazioni* conseguite, per via geometrica o meccanica, da Archimede, si troveranno nel libro citato del Rufini.

[2]) *Del concetto di centro di gravità nella Statica di Archimede* in *Att. R. Acc.* Torino, 1897. Cfr. Vailati, *Scritti*, p. 79. Cfr. anche la recensione delle opere di Erone in *Boll. di Bibliogr. e Storia d. sc. matem.*, 1901 (*Scritti*, p. 374).

di paraboloide ellittico di rotazione immerso in un liquido. « Ce livre — dice Lagrange — est un des plus beaux monuments du génie d'Archimède, et renferme une théorie de l'équilibre des corps flottants, à laquelle les modernes ont peu ajouté ».

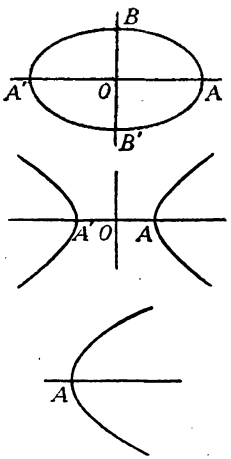
Vogliamo aggiungere qualche parola su un'operetta che occupa nella produzione del Siracusano, e anche in tutta la letteratura greca, un posto particolare: l'*Arenario*. È un trattatello popolare dedicato a re Gelone, in cui s'insegna a scrivere i numeri molto alti, cui non giunge l'ordinario sistema di numerazione dei Greci. In sostanza si assume come unità di specie superiore il numero più alto che vien dato in questa numerazione, che è 10 000 (la *miriade*), e così di seguito, approfittando del rapido accrescimento delle successive potenze del 10. Fino a una miriade di miriadi saranno numeri del primo ordine. Ora il numero più alto di questi (100 000 000) si prende com'una unità del secondo ordine, e potremo arrivare a una miriade di miriadi di esso; e così via. Quando saremo arrivati a una miriade di miriadi del 100 000 000 ordine, chiameremo questo un periodo, e lo prenderemo come unità di una nuova successione. Il 10^8 ordine del 10^8 periodo sarà un numero di 80 000 milioni di milioni di cifre. Archimede si propone, a guisa di sfida, di scrivere il numero dei granelli di sabbia che riempirebbero l'intero mondo. Suppone che questo abbia dimensioni finite, e discute l'ordine di grandezza che compete al cosmo secondo le varie ipotesi degli astronomi. Questa discussione conduce l'autore a parlare in ispecie dell'ipotesi eliocentrica di Aristarco di Samo. Un diametro dell'universo stimato minore di 10^{10} stadi porterebbe a un numero minore di 10^{51}. Una sfera invece paragonabile a quella che propone Aristarco per le stelle fisse darebbe un numero minore di 10^{63}.

Non solo da quest'ultimo libretto, ma anche in tutta l'opera di Archimede si rivela la sua padronanza dell'aritmetica: padronanza del calcolo numerico e conoscenza di molte proprietà delle serie di numeri (per esempio, somma dei quadrati dei numeri naturali, ecc.) che egli adopera per le sue integrazioni.

La teoria delle coniche in Apollonio. — Il trattato organico di Apollonio sulle coniche, riassume in gran parte anche

le conoscenze acquisite dai suoi predecessori, ma mette a fondamento della teoria una definizione più generale di queste linee.

Abbiamo detto che le coniche erano state incontrate da Menecmo a proposito del problema delle due medie proporzionali. Probabilmente in questa occasione egli aveva riconosciuto che la curva (parabola) corrispondente all'equazione cartesiana $y^2 = 2px$ si può ottenere come sezione del cono circolare rettangolo con un piano perpendicolare ad una generatrice. Secondo la supposizione di Zeuthen, ricostruttore di questa teoria, ciò avrebbe condotto a riconoscere analogamente le curve $y^2 = 2px + x^2$ come sezioni del cono circolare acutangolo ed ottusangolo, sempre con

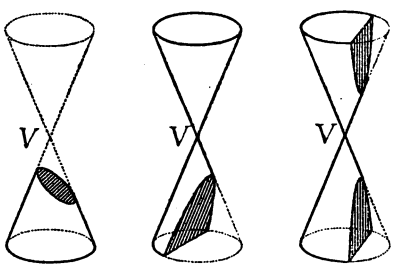


piani perpendicolari ad una generatrice. Insomma i Greci sarebbero partiti dalla definizione piana delle curve, realizzandole poi come sezioni particolari dei coni circolari. Ben inteso che in luogo dell'equazione cartesiana figurava per loro la definizione equivalente come luoghi geometrici che rispondono ai problemi di applicazione delle aree (di cui si è parlato a proposito del II libro d'Euclide).

L'opera di Apollonio ha come precedenti, non solo quella relativamente antica, di Menecmo, ma anche i *Luoghi solidi* di Aristeo, e poi i lavori d'Euclide e di Archimede. Si deve ritenere che già prima del geometra pergeo fossero conosciute la maggior parte delle proprietà elementari di codeste curve. Comunque Apollonio ne generalizza la definizione. Partendo da

un cono obliquo proiettante un cerchio da un punto qualunque, e segandolo con un piano qualunque, egli ottiene tutte e tre le specie di coniche, e riesce a definirle nel piano dandone in sostanza la proprietà caratteristica rispetto ad un diametro e alle corde coniugate (da esso bisecate): che si esprime com'è noto colle medesime equazioni canoniche, riferite però ad assi generalmente obliqui. Apollonio dimostra poi che vi sono infiniti diametri rispetto a cui le nostre curve godono della medesima proprietà e che fra questi si trovano anche diametri perpendicolari alle corde coniugate, cioè gli assi; in tal guisa resulta che le sezioni del cono obliquo si possono anche ottenere come sezioni del cono retto, e se si vuole anche come sezioni con piani perpendicolari ad una generatrice, nei tre coni coll'angolo al vertice acuto, retto od ottuso.

In conseguenza anche i nomi dati alle coniche prima d'Apol-



lonio — sezioni del cono acutangolo, rettangolo ed ottusangolo — vengono ora mutati in *ellisse, parabola* e *iperbole,* che richiamano i tre casi d'applicazione delle aree a cui si riconduce la loro definizione piana: applicazione in difetto o ellittica, esatta (parabola), e in eccesso o iperbolica.

In tutto lo sviluppo della teoria, i due rami dell'iperbole, sotto il nome di « sezioni opposte », sono trattati da Apollonio come una curva unica, e così viene raggiunta una perfetta simmetria nello studio dell'ellisse e dell'iperbole.

Quanto al contenuto dell'opera, senza entrare in un esame minuto, ci limiteremo ad accennare che essa contiene tutte le proprietà oggi note sui diametri, gli assi, il centro, gli asintoti. I fuochi sono introdotti soltanto per le coniche a centro (eppure si stenta a credere che non fosse noto il fuoco della parabola!); si riconoscono le loro proprietà angolari e segmentarie, cioè la

costanza della somma o della differenza dei raggi focali per l'ellisse o per l'iperbole.

Manca invece la considerazione delle direttrici.

Un'altra mancanza può meravigliare lo studioso. È noto che per la sezione piana del cono circolare retto i fuochi si ottengono come punti di contatto del piano colle sfere iscritte nel cono; ebbene la scoperta di questa semplice costruzione non appare prima del secolo decimonono, essendo dovuta a Dandelin!

In cambio Apollonio ci offre molte conoscenze che si potrebbero credere moderne: i principî della teoria delle polari, la proprietà delle tangenti parallele di essere segate da una tangente variabile secondo punteggiate simili e — sotto forma metrica — anche la generazione della conica mediante fasci proiettivi di raggi (teorema di Steiner). Aggiungiamo: accurate e profonde investigazioni sulle tangenti e le normali, problemi di massimo e minimo, intersezioni di due coniche, ecc. Come già si è detto, i resultati stabiliti da Apollonio e i metodi da lui usati, fanno dell'opera sua un'introduzione alla moderna geometria superiore.

NOTA BIBLIOGRAFICA

L'edizione critica dell'EUCLIDE è:

Euclidis Elementa, ed. J. L. HEIBERG, Lipsia, 1883-88.

Della vasta letteratura (edizioni, traduzioni, commenti) che si riferisce agli *Elementi* basterà citare due opere moderne:

TH. L. HEATH, *The thirteen books of Euclid's Elements translated from text of Heiberg with Introduction and Commentary*, 3 voll., Cambridge, 1908, 2ª ed. 1925-26.

Gli Elementi d'Euclide e la critica antica e moderna, editi da F. ENRIQUES col concorso di diversi collaboratori. Bologna, Zanichelli, 1925-30-32.

In queste opere, oltreché nelle storie delle Matematiche greche (cfr. bibliografie ai cap. II e XII) si troveranno indicazioni bibliografiche, anche sugli altri lavori d'Euclide.

Le opere superstiti d'ARCHIMEDE sono pubblicate nel testo greco, edizione critica di:

J. L. HEIBERG, *Archimedis opera omnia cum commentariis Eutocii*, Lipsia, 1890.

Cfr. TH. L. HEATH, *The Works of Archimedes edited in modern notation*, Cambridge, 1897. « Supplement », 1912. (Trad. tedesca, Berlino, 1914). Trad. francese, *Les oeuvres complètes d'Archimède* par P. VER EECKE, Parigi-Bruxelles, 1921.

Notizie su Archimede e indicazioni bibliografiche si trovano in:

A. FAVARO, *Archimede*, Roma, Formiggini, 1912.

G. VACCA, *Archimede*, art. dell'« Enciclopedia Italiana ».

Citeremo infine:

ENRICO RUFINI, *Il « Metodo » d'Archimede e le origini dell'analisi infinitesimale nell'antichità*, 1926. (Zanichelli, Bologna).

L'edizione critica delle opere superstiti di APOLLONIO è:

Apollonii Pergaei quae graece extant omnia, cum commentariis antiquis, ed. J. L. HEIBERG, Lipsia, 1891-93. Trad. inglese: *Treatise of Conicsections, edited in modern notations*, by TH. L. HEATH, Cambridge, 1896. Trad. francese, P. VER EECKE: *Les Coniques d'Apollonius de Perge*, Bruges, 1924.

Da consultare il lavoro fondamentale di H. G. ZEUTHEN: *Die Lehre von den Kegelschnitten im Altertum*, Kopenhagen, 1886.

Vedi pure:

E. ARTOM, *La teoria delle coniche nell'antichità*. « Periodico di Mat. », 1930.

E. BORTOLOTTI, *Quando, come e da chi ci vennero recuperati i sette libri delle coniche*. « Periodico di Mat. », 1924.

G. VACCA, *Apollonio Pergeo*, art. della « Enciclopedia Italiana ».

XIX.

LE MATEMATICHE DOPO L'EPOCA DEI CLASSICI.

L'EVOLUZIONE DEL PENSIERO MATEMATICO. — Accanto ai tre grandi geometri, Euclide, Archimede ed Apollonio, e dopo di loro per qualche secolo, fioriscono altri matematici minori, dei quali in genere si hanno poche e mal sicure notizie, che lasciano largamente incerti — talvolta per due o trecent'anni — i termini della loro vita. Ma piuttosto che discutere minutamente i dati che vi si riferiscono o cercare di ricostruire i particolari della loro opera, giova a noi spiegare brevemente il carattere e il significato di quest'attività.

Le matematiche greche hanno raggiunto una maturità che segna il più alto punto del loro sviluppo. Come già accennammo, ulteriori progressi diventano sempre più difficili, almeno finché non intervenga un radicale rinnovamento delle idee. La stessa perfezione dei modelli, il carattere astratto della trattazione rigorosa che nasconde il cammino del pensiero, diventano causa d'arresto e poi di decadenza.

Tuttavia ci sono problemi e teorie toccate dai grandi geometri che richiedono un naturale proseguimento. Si presentano anche problemi nuovi che costituiranno il principio di alcuni ordini di ricerche fecondati nell'età moderna. Ma la maggiore attività dei matematici del periodo ellenistico più avanzato, si rivolge alle applicazioni. Influisce su questo orientamento lo sviluppo dell'astronomia e della tecnica, che pongono al matematico particolari domande. E forse anche, nelle nuove condizioni della civiltà, il puro spirito contemplativo ed estetico della tradizione ellenica cede

ad una più larga veduta degl'interessi pratici. Queste esigenze avvalorano in particolare l'aritmetica calcolante di fronte alla quale risorge, d'altra parte, il misticismo dei numeri, nelle scuole dei Neopitagorici e dei Neoplatonici.

Infine, quasi al termine d'un'era poco produttiva, l'opera aritmetica di Diofanto d'Alessandria viene ad illuminare un nuovo aspetto delle matematiche greche, sollevando un problema storico che tenteremo di chiarire.

Spunti di nuove ricerche geometriche: la raccolta di Pappo. — Fra i lavori che si presentano come naturale proseguimento delle questioni classiche menzioniamo anzitutto gli studi sui poliedri regolari, che vengono a completare il libro XIII dell'Euclide.[1]) Pare che già Apollonio si occupasse di tale argomento e dopo di lui (fra il 150 e 120 a. C.) Ipsicle alessandrino ne avrebbe fatto oggetto di quelle ricerche che ci sono state tramandate come libro XIV degli stessi Elementi. Ad esempio delle proprietà messe in luce in questo libro, citiamo il teorema che « i cerchi circoscritti alle facce d'un icosaedro e d'un dodecaedro regolari iscritti in una stessa sfera, sono eguali ». Il cosidetto libro XV degli Elementi sembra opera più tarda e forse di diversi autori: l'ultima parte spetterebbe ad un geometra del V o del VI secolo dell'e. v.

Ai problemi classici della trisezione dell'angolo e delle medie proporzionali, ed alle inserzioni, si ricollega l'invenzione di due curve notevoli: la *concoide* di Nicomede e la *cissoide* di Diocle[2]) (i due geometri sono vissuti a quanto pare fra il 250 e 100 a. C.). Accanto a codeste linee che si legano a considerazioni meccaniche, citiamo pure le *spiriche* (sezioni del toro) di Perseo.

Un ordine di problemi affatto nuovo viene affacciato da Zenodoro (I secolo a. C.) di cui Teone Alessandrino ci ha conservato un libro *sugli isoperimetri*. Si tratta di trovare le figure piane di area massima fra quelle che hanno un dato perimetro. Precisamente l'autore dimostra che « il poligono regolare ha area mas-

[1]) A questo proposito conviene nominare i poliedri *semi-regolari* d'Archimede: in un'opera perduta, su cui ci viene riferito da Pappo, Archimede aveva trovato che vi sono tredici poliedri limitati da poligoni regolari di diversa specie.

[2]) Cfr. l'art. di A. Conti nel Vol. III delle *Questioni riguardanti le Matematiche elementari*, raccolte e coordinate da F. Enriques (Bologna, Zanichelli, 1926).

sima fra tutti i poligoni dello stesso numero di lati con eguale perimetro » che « lo $(n+1)$ - gono regolare ha area maggiore dello n - gono di egual perimetro », e infine che « il cerchio ha area massima fra tutte le superfici piane col medesimo perimetro ».[1])

La dimostrazione della proprietà analoga per la sfera è riuscita agli antichi in maniera assai imperfetta. — Ma non si può abbastanza insistere sull'importanza di quest'ordine di considerazioni, che, riprese nell'epoca moderna, hanno dato origine agli sviluppi del cosidetto calcolo delle variazioni.

Un quadro d'insieme dei progressi conseguiti nella geometria dopo l'epoca dei grandi geometri, ci è offerto dalla *Collezione* di Pappo d'Alessandria, una raccolta arricchita di commenti e di contributi originali dell'autore, che — secondo l'indicazione contenuta in un codice della biblioteca di Leida — apparterrebbe al regno di Diocleziano (284-309). Di quest'opera è perduto interamente il libro I, mentre del secondo rimane solo un frammento, importante per la storia dell'Aritmetica (metodo d'Apollonio per il calcolo sui grandi numeri come potenze della miriade).

Senza riferire minutamente sul contenuto dell'opera, rileveremo soltanto alcuni sviluppi:

a) Nel libro III: sull'inserzione delle medie proporzionali e — implicitamente — sull'approssimazione razionale delle radici cubiche; inoltre la costruzione dei poliedri regolari desunta verosimilmente da Aristeo (i poliedri archimedei si trovano in un intermezzo del libro V);

b) Nel libro IV una generalizzazione del teorema di Pitagora che Chasles ha osservato tradursi nel noto teorema di Varignon, problemi sui circoli soggetti a tre condizioni, problemi sulla divisione dell'angolo e le curve settrici, quadratrice di Ippia e di Dinostrato, *spirale sferica* che generalizza la spirale d'Archimede;

c) Nel libro V: la teoria degli isoperimetri, cui prelude un'interessante prefazione sulla sagacità delle api, che nella costruzione delle loro celle a base esagonale realizzano la massima economia di materiale impiegato. Pappo riferisce e cerca di completare i resultati di Zenodoro, senza tuttavia stabilire il teorema sulla sfera in un modo completo; ma il tentativo lo conduce a porre alcuni lemmi non privi d'interesse: accenniamo per esempio al rilievo esplicito della proprietà che il lato del decagono iscritto nel cerchio è il segmento aureo del raggio (proprietà solo implicitamente contenuta in Euclide XIII, 9);

d) Il libro VI sulla « Sferica » di Teodosio, di cui parleremo più

[1]) Cfr. l'art. di O. Chisini nel Vol. IV delle citate *Questioni*.

avanti, e in genere sui lavori della cosidetta « Piccola collezione astronomica » (v. cap. seguente), offre meno interesse;

e) Il libro VII ha invece la più grande importanza, riassumendo ciò che si è fatto sull'« Analisi » dei problemi, dai precedenti matematici (Euclide, Apollonio, Aristeo, Eratostene). Fra le cose degne di ricordo che vi si trovano, citiamo anzitutto un teorema sul volume dei solidi di rotazione che anticipa di tredici secoli il cosidetto teorema di Guldino.[1] Notiamo poi, in modo speciale, diverse proposizioni che sono date come lemmi ai *Porismi* d'Euclide, le quali si traducono in teoremi della moderna geometria proiettiva: costanza del birapporto dei quattro punti segati da una trasversale sui quattro raggi d'un fascio (lemmi 3, 10, 11, 14, 16, 19), divisione armonica d'una diagonale del quadrangolo completo per mezzo delle altre due (lemmi 5, 6), teorema di Pascal sull'esagono iscritto in una conica per il caso della conica degenere (lemmi 12, 13, 15, 17), prime proprietà dei poli e polari rispetto al cerchio (lemmi 28, 35);

f) Il libro VIII ha particolare interesse per la storia della meccanica, di cui parliamo più avanti. Pappo vede in questa scienza quasi esclusivamente l'aspetto geometrico.

CRITICA DEI PRINCIPII: GEMINO. — La critica degli Elementi d'Euclide, e in particolare dei principii, non cessa di essere coltivata, dopo Apollonio, dai geometri dei secoli seguenti. Se ne trova il ricordo nel Commento di Proclo. Citiamo almeno due nomi: Gemino da Rodi (I secolo a. C.) ed Erone d'Alessandria, il meccanico (I sec. e. v.).

Gemino ci appare come un filosofo delle matematiche. Scrisse un'operetta sulla classificazione delle scienze, e restano tracce dello studio analitico ch'ei deve aver fatto sulle definizioni e sui postulati. Spiega la distinzione fra postulati ed assiomi nel senso che abbiamo già chiarito. Fa diverse osservazioni sulle linee (chiuse, aperte, limitate ed illimitate) e sulla loro genesi coi moti composti. Classifica anche le linee formate da parti simili ed eguali, che riconosce esser rette, cerchi o eliche cilindriche; forse ei voleva scoprire le proprietà caratteristiche che valgono a definire le linee rette. In questo quadro di ricerche entra anche il tentativo di dimostrare il postulato V d'Euclide sulle parallele, facendo intervenire la nozione dell'equidistanza: idea che appare anche in Posidonio e che è ripresa e proseguita più tardi dall'arabo Anarizio.

[1] P. Guldini (1577-1643) *Centrobaryca*, Lib. II cap. VIII Prop. 3 (Vienna, 1641).

Erone: Meccanica. — Erone d'Alessandria — la cui personalità storica è oggetto di una dibattuta « questione eroniana »[1] — sembra avere scritto un commento all'Euclide, contenente per alcuni teoremi nuove dimostrazioni, non prive d'interesse. Egli ha pur dedicato uno speciale lavoro alle *Definizioni,* comparando e criticando le definizioni degli enti geometrici proposte da varii autori. Senza entrare in un esame minuto, è forse lecito rilevare che questa critica si distacca alquanto dallo spirito logico-estetico dei classici, ispirandosi a criterii sperimentali. La linea — lunghezza senza larghezza — viene anche definita come « confine fra luce ed ombra ». La retta, in conformità con un postulato d'Archimede, è detta la « linea più breve tra due punti » sicché pare di vederla come filo teso. Il piano è, per Erone, la superficie che contiene per intero la retta che ne congiunge due punti arbitrarii: e questa definizione, accettata senza discussione fino a Gauss e Crelle, sembra richiamare l'esperienza con cui si verifica la planarità d'un tavolo adagiandovi per ogni verso la riga. Infine la sfera è definita come superficie che racchiude il volume massimo fra quelle di area data; anche qui par di vedere un qualche riferimento a note esperienze (forma d'una vescica ripiena d'aria).

Lo spirito eroniano, che abbiam creduto di ravvisare già nella critica dei principii, si palesa più nettamente in altre parti della sua opera. Nel *Traguardo,* che tratta di uno strumento, la « dioptra », analogo al nostro teodolite (cfr. cap. XXIII) e nella *Metrica,* egli riprende il senso tradizionale della geometria come misura del terreno, ponendo e risolvendo problemi di geodesia e di geometria pratica. Ricerca in particolare le aree e i volumi, non solo di figure matematicamente definite, sì anche di superficie e di corpi dati nell'esperienza. E a tal uopo ricorre a calcoli numerici approssimati. Con esempi — corrispondenti a casi in cui intervengono numeri interi o razionali, ovvero irrazionali valutati per approssimazione — illustra anche, in generale, i teoremi di equivalenza. Fra le sco-

[1] V'è chi pensa che Erone sia vissuto nel I sec. a. C. (Cantor, Hultsch), chi lo pone invece nel I o II sec. e. v. (Diels), chi addirittura nel III (Tannery, Heiberg, Heath). Cfr. l'ottimo articolo di W. Tittel, *Heron,* nell'Enc. Pauly-Wissowa.

perte più belle di codesta Metrica ricordiamo la nota formula che dà l'area del triangolo in funzione dei lati a, b, c:

$$\text{area} = \sqrt{p\,(p-a)\,(p-b)\,(p-c)}; \quad p = \frac{1}{2}(a+b+c)$$

Del resto Erone, prima che geometra è meccanico e costruttore di meccanismi ingegnosi, di cui parleremo più avanti. Nel suo libro l'*Elevatore* rimesso in luce da Carra de Vaux[1]) svolge la teoria delle 5 macchine semplici risolvendo numerosi problemi ad esse attinenti.

L'opera di Erone attinge non solo a quella d'Archimede, ma anche a dottrine più antiche che abbiam visto rappresentate dalle *Questioni meccaniche* della scuola aristotelica e che d'altra parte ci appaiono anche in uno scritto di provenienza greca che conosciamo solo attraverso una compilazione latina di Giordano Nemorario del XIII secolo: il *De Ponderibus*. Dalle due fonti derivano due modi di trattare i problemi; fondando la statica sulla nozione dei centri di gravità (secondo il concetto del Siracusano) ovvero sull'esame dei moti compatibili coi vincoli del sistema.[2])

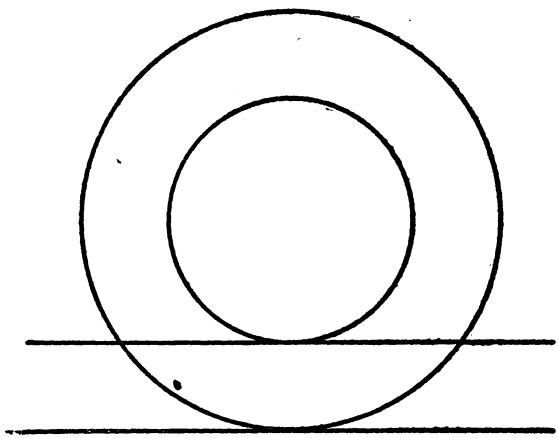
Comunque resti dubbio il grado di originalità del trattato, la meccanica eroniana costituisce un documento di alto interesse per apprezzare il grado raggiunto da questa scienza presso i Greci. Vi si trova un'altezza di vedute che supera i primi tentativi del Rinascimento quali si esprimono nelle opere del Maurolico (1494-1575), del Commandino (1503-1575) e di Guidubaldo Dal Monte (1545-1607). Fra le cose interessanti notiamo la teoria delle macchine semplici fatta dipendere dallo studio del moto sul piano inclinato: la composizione dei moti col parallelogrammo delle forze, e la spiegazione del paradosso peripatetico delle due ruote con asse concentrico che si facciano ruzzolare sui piani paralleli. Se, per esempio, si fa rotolare semplicemente la ruota più grande, la più piccola copre in un giro un tratto maggiore della circonferenza; Erone spiega che ciò avviene perché i punti di essa sono animati da due moti aggiungendosi al

[1]) *Journal Asiatique* 1893 (I, 420): *Les mécaniques ou l'Elévateur de Héron d'Alexandrie*. V. Bibliografia e cap. XXIII.

[2]) Cfr. G. Vailati *Il principio dei lavori virtuali, da Aristotele a Erone d'Alessandria*. (1897) in *Scritti*, p. 91; cfr. pure *ibid.*, p. 79.

rotolamento anche un trascinamento, in forza del legame del sistema.

Trigonometria e sferica. — Fra le applicazioni scientifiche che influiscono sullo sviluppo della matematiche nel periodo storico di cui stiamo trattando conviene ora menzionare l'astronomia. Già con Ipparco (nel secondo secolo a. C.) s'inizia il calcolo delle corde degli archi circolari, che importa valutazioni approssimative dei lati dei poligoni regolari iscritti nel cerchio: calcoli di tal genere troviamo proseguiti da Erone. Ma possiamo dire di più: codesto calcolo conduce, in sostanza, alla



Trigonometria. La sostituzione del *seno* alla *corda* dell'arco (sen $x = \frac{1}{2}$ corda $2x$) si farà più tardi dagli Arabi. Frattanto però, col linguaggio delle corde, incontriamo il teorema d'addizione delle funzioni circolari

$$\text{sen}\ (a+b) = \text{sen}\ a\ \cos\ b + \cos\ a\ \text{sen}\ b$$

che si enuncia dicendo: « la somma dei rettangoli dei lati opposti d'un quadrilatero iscritto in un cerchio è eguale al rettangolo delle diagonali ». Il teorema figura come lemma nel trattato di Tolomeo [1]) ed è comunemente noto con questo nome.

Dall'interesse astronomico nasce anche la *Sferica* di Teodosio (I secolo a. C.) che è lo studio sistematico della geometria della

[1]) Cfr. M. T. Zapelloni, *Il teorema di Tolomeo e le formule d'addizione delle funzioni circolari. Period. di Mat.* s.e IV vol. III, 1 (1928).

sfera; probabilmente un tale ordine di considerazioni non era ignoto ad Euclide, ma era lasciato fuori della geometria pura, come parte dell'astronomia teorica. Comunque la sferica progredisce con l'astronomia e — per il mondo antico — tocca il suo vertice coll'opera di Menelao, personaggio poco noto che sembra essere fiorito verso la fine del I secolo dell'e. v. Menelao non solo scrisse un libro *Sul calcolo delle corde del cerchio* che segna lo stadio intermedio fra Ipparco e Tolomeo, ma pose anche i principii della trigonometria sferica. Inoltre i suoi teoremi sulle trasversali dei triangoli sono da considerare come un avviamento alla moderna geometria proiettiva.

Aritmetica. — Problemi d'ordine pratico, come quelli della geodesia e dell'astronomia, importano naturalmente il possesso del calcolo aritmetico. Delle conoscenze dei Greci in questo campo abbiamo poche notizie per quel che si riferisce ai classici prima d'Archimede. Dicemmo invece della padronanza di metodi che questo geometra dimostra nell'*Arenario*. L'arte del calcolo numerico viene poi coltivata e probabilmente sviluppata dai matematici posteriori: per esempio incontriamo in Erone i procedimenti d'estrazione delle radici quadratiche e cubiche.

Di fronte all'interesse pratico vediamo ora risorgere per l'Aritmetica anche un interesse teorico, quale si palesa nell'opera dei neopitagorici e dei neoplatonici. I quali richiamano in vita le più antiche speculazioni della scuola pitagorica, che nel periodo classico erano state sopraffatte dallo sviluppo della geometria, ed anche il senso mistico che le accompagna. Così sorge, verso la fine del I sec. dell'e. v. o al principio del II, la *Introduzione aritmetica* di Nicomaco di Gerasa in Arabia che, grazie alla traduzione latina di Boezio, è rimasta come base dell'insegnamento nel Medio Evo. Comunque si voglia giudicare il contributo originale recato da quest'opera, resta almeno che essa ci tramanda interessanti sviluppi sui numeri figurati, sulle progressioni, sulle somme dei cubi dei numeri naturali ecc. da cui apprendiamo qualcosa di nuovo in confronto all'esposizione meno completa dell'Euclide. Ma per il rigore delle dimostrazioni siamo certo ad un livello molto più basso. La mistica dei numeri riesce anche talvolta ad una confusione delle idee scientifiche:

per esempio — dice Alessandro d'Afrodisia nel Commento di Simplicio — alcuni credevano che la quadratura del circolo potesse ricondursi alla ricerca di numeri quadrati che fossero in pari tempo *circolari*. Per una certa ricorrenza, si dava questo nome ai quadrati dei numeri che terminano con una delle cifre 1, 5 o 6, ed è evidente che soltanto l'analogia del nome poteva suggerire un legame col problema della superficie del cerchio.

Dopo Nicomaco incontriamo nel II secolo dell'e. v. un secondo scrittore d'Aritmetica: Teone di Smirne, mediocre compilatore d'una *Esposizione delle cose utili per la lettura di Platone*, da cui pure si ha notizia di talune serie di numeri non prive d'interesse.

Un terzo scrittore è il neoplatonico Giamblico di Calcide, vissuto alla fine del III secolo e autore d'una *Collezione delle dottrine pitagoriche*. Delle 10 parti che componevano quest'opera ce ne sono state tramandate 5: cioè I Vita di Pitagora, II Introduzione filosofica, III Introduzione matematica, IV Commento a Nicomaco, e VII Teorie Teologico-aritmetiche. Sono perdute la V Fisica, la VI Etica, la VIII Musica, la IX Geometria e la X Sferica.

Diofanto. — In confronto alla scarsa originalità di un'epoca di decadenza e di commento qual è il terzo secolo dell'era volgare per la scienza e in particolare per le Matematiche greche, sembra costituire una luminosa eccezione l'opera aritmetica di Diofanto d'Alessandria che si ritiene fiorito dopo la metà del detto secolo, avendo a lui dedicato un trattatello Anatolio vescovo di Laodicea verso il 280 (e. v.). Su codesta opera avrebbe scritto un commento Ipatia, la figlia di Teone Alessandrino.

Un epigramma della cosidetta *Antologia greca*, di poco posteriore, ci darà alcune notizie sulla vita di Diofanto:

« Questa è la tomba che racchiude Diofanto, meraviglia da contemplare! Per mezzo dell'arte aritmetica insegna la misura della sua vita. Dio gli concesse la fanciullezza per un sesto della sua vita; dopo un altro dodicesimo la barba coprì le sue guance; dopo un settimo accese la fiaccola nuziale, e dopo cinque anni ebbe un figlio. Ahimè! il misero fanciullo pur tanto amato, avendo appena raggiunto la metà degli anni di vita del padre, morì. Quattro anni ancora, mitigando il proprio dolore

colla scienza dei numeri, visse Diofanto a raggiungere il termine della sua vita ».

Per conseguenza egli avrebbe vissuto

$$x = \frac{1}{6}\,x + \frac{1}{12}\,x + \frac{1}{7}\,x + 5 + \frac{1}{2}\,x + 4,$$

cioè

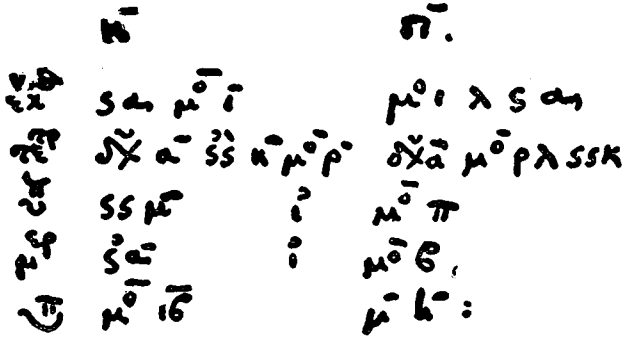
$$x = 84 \text{ anni.}$$

L'*Aritmetica* di Diofanto — in origine 13 libri, di cui restano 6 e un frammento del 7° — contiene una trattazione delle equazioni e dei sistemi d'equazioni, determinati e indeterminati, ove si persegue sistematicamente la ricerca di *soluzioni in numeri razionali* (assoluti). Per ciò che concerne i problemi di secondo grado, la teoria si riduce sostanzialmente a quella dell'Euclide, ma par nuovo nella letteratura greca questo interesse per la questione numerica che si allontana dal tradizionale spirito geometrico, ed anche l'abilità con cui l'autore sa adoperare, nei varii casi, artifici ammirabili per scoprire le risposte. Storicamente l'opera ha esercitato la più vasta influenza: anzitutto sullo sviluppo dell'*Algebra* presso gli Arabi, che la tradussero nel X secolo, e poi sulla moderna *Teoria dei numeri*. Tradotta in latino da Holtzmann nel 1571 fu poi edita nel testo greco da Bachet de Méziriac nel secolo XVII e questi ne trasse impulso alla cosidetta *analisi indeterminata*, che ha per oggetto la soluzione delle equazioni in numeri interi; dopo di lui Fermat (a sua volta editore e commentatore di Diofanto) spinse avanti questo ramo astruso delle matematiche, che ha sedotto di poi i più potenti ingegni.

La novità delle considerazioni di Diofanto, la ricchezza dei problemi e l'alto sviluppo dei metodi, hanno sollevato d'altra parte il problema dei suoi antecedenti storici, poiché sembra impossibile che la sua opera sia *proles sine matre creata*. Ma si è osservato che, già nei tempi classici, la trattazione numerica delle equazioni (retaggio d'uno stadio anteriore della scienza presso i Pitagorici) doveva trovar posto, come chiarimento ed esercitazione, accanto all'astratta teoria geometrica, sicché Diofanto scoprirebbe soltanto un aspetto meno noto delle matematiche greche, su cui sono venuti a mancare altri documenti. Tuttavia la superiore abilità di calcolo che egli possiede, si può

spiegare come conseguenza d'uno sviluppo posteriore, influenzato fors'anche dai contatti con la cultura indiana. E non si deve dimenticare che le scoperte recenti ci rivelano un'algebra progredita presso i Babilonesi. In ogni modo Diofanto personalmente doveva avere un particolar genio aritmetico; e sembra che la natura di questo genio possa svolgersi in una maniera relativamente autonoma anche in un ambiente di cultura meno elevato.

COMMENTATORI: FONTI PER LA STORIA DELLE MATEMATICHE. — Col venir meno, a poco a poco, dello spirito creativo della scienza, si perde anche gradualmente la facoltà di compren-



Un problema algebrico di Diofanto: Da un manoscritto del sec. XIV. Si tratta di trovare due numeri tali che la loro somma sia = 20, e la differenza dei loro quadrati = 80. I passaggi sono i seguenti:

Siano	$x + 10$	$10 - x$
Quadrati	$x^2 + 20x + 100$	$x^2 - 20x + 100$
Diff. dei quadrati	$40x$	$= 80$
Divisione	x	$= 2$
da cui	$x + 10 = 12$	$10 - x = 8$

dere le cose note e di completarle, ove occorra, secondo il senso dei metodi e dei teoremi generali. Cresce quindi la necessità di chiarire l'esposizione delle teorie con minuti commenti; e perciò il periodo della decadenza si può anche designare come periodo dei commentatori. Commentatori dei classici sono già, in parte, molti dei matematici che abbiamo menzionato innanzi, specie Pappo. La più larga copia di commenti importanti per la storia della scienza e particolarmente delle Matematiche, ci viene dalla scuola dei filosofi neoplatonici, che brilla a Roma per l'insegnamento di Plotino (nel 244), di cui discorreremo al termine del libro seguente. A questa scuola appartengono Porfirio

e Giamblico, Teone Alessandrino e la sua figlia Ipatia, Proclo di Bisanzio. Teone (che viveva alla fine del IV secolo e non deve essere confuso collo Smirneo) fece un'edizione degli *Elementi* d'Euclide, alla quale si riconducono tutti i codici manoscritti esistenti nelle nostre biblioteche, colla sola eccezione del codice vaticano. Egli espose anche le nozioni che dovevano condurre gli studiosi dai principii della geometria fino a Tolomeo (il cosidetto « corso inferiore dei libri medi » degli Arabi), pubblicò l'*Ottica* d'Euclide e commentò l'*Almagesto* di Tolomeo. Ipatia, la sventurata vergine immolata (nel 415) dal fanatismo cristiano, pubblicò commenti all'*Aritmetica* di Diofanto e alle *Coniche* d'Apollonio, di cui restano soltanto alcune tracce.

Invece si è salvato interamente per noi, ed ha acquistato perciò la più grande importanza, il *Commento al primo libro degl'Elementi d'Euclide*, di Proclo. Proclo, nato a Bisanzio nel 410 e morto ad Atene nel 485, era figlio di genitori lici, ed a Zante, nella Licia, fu portato egli stesso bambino. Studiò ad Alessandria, frequentando anche le scuole dei Romani. Dedicatosi alla filosofia, tornò a Bisanzio e di là fu consigliato ad andare ad Atene per restaurarvi le dottrine di Platone. Ivi infatti si recò e fu discepolo di Siriano e poi suo successore nell'insegnamento. Lo ritroveremo fra i maestri del neoplatonismo. Per quanto abbia goduto in vita larghi onori, Proclo è un'intelligenza poco chiara; animatore della scuola, non forte pensatore. Ma l'avere raccolto notizie di scrittori che sono andati perduti, ha fatto del suo commento all'Euclide la fonte principale delle nostre informazioni sui più antichi matematici: alla quale abbiamo pure attinto frequentemente nel corso di questa storia. Stampato la prima volta nell'edizione degli *Elementi* di Simone Grineo (Basilea, 1533), codesto Commento fu tradotto in latino da F. Barozzi (Pavia, 1560) e successivamente in altre lingue.

Aggiungiamo che l'opera di commento dei grandi matematici non si arresta con Proclo. Dopo di lui il suo scolaro Marino scrisse una piccola introduzione ai *Dati* d'Euclide. Anche due scolari del neoplatonico alessandrino Ammonio, cioè Simplicio ed Eutocio, debbono essere qui ricordati. Il primo è il noto commentatore d'Aristotele, uno dei sette docenti che emigrarono in Persia nel 529, quando Giustiniano chiuse l'Accademia: pare

avesse commentato Euclide, e fra le cose che ci restano di lui abbiamo già avuto occasione di citare il rapporto sulle lunule d'Ippocrate. Eutocio d'Ascalona pubblicò e annotò le *Coniche* d'Apollonio, che ci sono rimaste in greco proprio per questa edizione, ripubblicata da Isidoro di Mileto, uno degli architetti della chiesa di Santa Sofia a Costantinopoli. Le difficoltà incontrate alla ricostruzione di codesta chiesa (532) richiamarono Isidoro e Antemio di Tralle allo studio della scienza matematica e meccanica, a quell'epoca un po' dimenticata. Isidoro commentò Erone, e Antemio scrisse sulle macchine. Ad uno scolaro di Isidoro sembra doversi il libro XV aggiunto agli *Elementi* euclidei, cui si è già innanzi accennato.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Citiamo qui le edizioni critiche e alcune traduzioni delle opere dei principali matematici nominati:

Pappi Alexandrini *mathematici Collectiones*, trad. latina di F. Commandino, Venezia, 1589. Ed. critica del testo: Hultsch, Berlino, 1876-78.

Gemini, *Elementa astronomiae*, ed. C. Manitius, Lipsia, 1898.

Heronis Alexandrini, *Opera omnia quae supersunt*, con trad. latina, ed. W. Schmidt ed altri, Lipsia, 1899-914. Cfr. per maggiori particolari la bibliografia del cap. XXIII.

Theodosii Tripolitae *sphaericorum libri tres*, con trad. latina di E. Nizze, Berlino, 1852. Vi è anche una traduzione francese di P. Ver Eecke, Bruges, 1927, e una tedesca di A. Czwalina nei *Klassiker der exakten Wissenschaften* di Ostwald, Lipsia, 1931. Nello stesso volume anche i trattati di Autolico.

Iamblichi *Theologumena arithmeticae. Accedit Nicomachi Geraseni Institutio arithmetica*, ed. Ast, Lipsia, 1817.

Diophanti Alexandrini *Opera omnia* (con trad. latina), ed. Tannery, Lipsia, 1893-95; Trad. francese di P. Ver Eecke.

Theonis Smyrnaei, *Expositio rerum mathematicarum ad legendum Platonem utilium*, con trad. francese di J. Dupuis, Parigi, 1892.

Procli *In primum Euclidis elementorum librum commentarii*, ed. Friedlein, Lipsia, 1873. Trad. latina Barozzi, 1560, trad. inglese Th. Taylor, Londra, 2ª ed., 1792.

Per maggiori sviluppi sulla storia delle Matematiche greche si vedano le esposizioni analitiche nelle citate opere, di cui ci siamo valsi:

G. Loria, *Le scienze esatte nell'antica Grecia*, 2ª ed., Milano, 1914.

Th. Heath, *A History of Greek Mathematics*, Oxford, 1921.

Inoltre:

L. E. Dickson, *History of the theory of numbers*, Vol. II, Washington, 1920.

Su Diofanto l'opera fondamentale è: Th. L. Heath, *Diophantus of Alexandria. A Study in the History of Greek Algebra*, 2ª ed. con importanti aggiunte, Cambridge, 1910.

In queste, e nella grande opera di Sarton, si trovano anche ampie notizie bibliografiche.

XX.

IL SISTEMA DEL MONDO
IPPARCO E TOLOMEO

Ritorno al sistema geocentrico. — Abbandonando lo schema eliocentrico proposto da Aristarco di Samo, l'astronomia ha fatto una scelta le cui conseguenze si faranno sentire per oltre quindici secoli. Per chi ha in mente la dinamica moderna questo è un regresso difficile a spiegare.

Abbiamo visto (cap. XIV) quale tempesta di disapprovazioni avesse suscitato lo schema di Aristarco fra i teologi e i filosofi benpensanti. Ma si tratta soltanto di questo? Oppure hanno avuto il sopravvento quei motivi della fisica che si esprimono nell'opera d'Aristotele? O, infine, si debbono invocare ragioni più veramente scientifiche, valutando il pro e il contro dell'ardita ipotesi d'Aristarco al lume d'una giusta considerazione storica delle diverse teorie?

Mancano documenti per dare una risposta precisa a queste domande. Le repugnanze dello spirito popolare e religioso non possono ritenersi affatto trascurabili, e non hanno forse minor peso di quelle dei dottori medioevali.[1]) L'influenza di codesto spirito può essersi esercitata, in modo più o meno consapevole, anche negli ambienti scientifici. Mentre la fisica propriamente detta, la fisica dinamica che faceva parte della speculazione filosofica, sembra venir tagliata fuori dal quadro della scienza alessandrina (che, negli sviluppi teorici, rimane eminentemente geo-

1) Tannery, *Rech. s. l'Hist. de l'Astron. ancienne*, IV, 19.

metrica: statica, ottica geometrica, ecc.), non si può escludere che gli scienziati serbino qualcosa delle intuizioni del senso comune, accogliendo come presupposto istintivo la quiete assoluta della Terra. Ipparco stesso sembra rendere omaggio al senso comune, allorché formula la *teoria dell'impeto*, per cui un corpo lanciato acquisterebbe una certa provvista d'energia di moto, tendente ad esaurirsi coll'arresto del mobile.

Per coloro che considerino il problema da un punto di vista esclusivamente matematico, l'oggetto della controversia (moto del Sole attorno alla Terra o della Terra attorno al Sole) perderebbe ogni senso di fronte all'affermazione della relatività del moto. Gli argomenti della nostra Dinamica non erano ancor nati, ma, dove la ragion geometrica si palesa indifferente, entrano in giuoco altri motivi o ragioni d'ordine morale, estetico e religioso.

Fra queste ragioni ha il primo posto per le menti scientifiche il principio della semplicità della natura, che — per l'astronomia pitagorica — si concretava nella domanda di spiegare i moti celesti come combinazioni di moti circolari e uniformi. Sotto questo aspetto l'ipotesi di Aristarco offriva uno schema qualitativamente soddisfacente dei moti apparenti dei pianeti, ma sotto l'aspetto quantitativo non ne rendeva gli spostamenti: peggio ancora, non spiegava quelle irregolarità del moto del Sole, che forse erano già note a Talete, e che Metone, Euctemone, Eudosso, avevano calcolate.

Di fronte a queste obiezioni concrete, che cosa offriva il sistema di Aristarco, se non una semplicità di disegno che poteva ben apparire illusoria, e l'argomento mistico-estetico dei Pitagorici sul fuoco centrale?

Archimede, pur apprezzando codesto sistema, diffidava dall'improvvisazione elegante ma troppo semplice del collega geniale e non poteva certo appagarsi dei particolari della teoria.[1]) Così

[1]) « Aristarco di Samo suppone.... che il circolo secondo il quale gira la terra stia alla distanza delle stelle fisse, come il centro della sfera sta alla superficie. Ora si vede chiaramente che ciò non può essere. Poiché il centro della sfera non possiede grandezza, e quindi non può esservi alcun rapporto proporzionale con la superficie. Si deve supporre piuttosto che Aristarco abbia voluto dire quanto segue: Se noi supponiamo che la Terra sia, come è di fatto, il centro del Cosmo, allora il rapporto della Terra a quello che noi diciamo Cosmo è uguale al rapporto della sfera che contiene il cerchio secondo il quale egli suppone che ruoti la Terra, alla sfera delle stelle fisse. Egli infatti adatta le sue dimostrazioni dei fenomeni ad un'ipotesi di questa natura, e in particolare sembra che supponga che la grandezza della sfera sulla quale immagina muoversi la Terra,

l'ambiente scientifico doveva essere già poco favorevole, quando sopraggiunse Ipparco a pronunciare il giudizio definitivo.

I NUOVI TENTATIVI. — La teoria geocentrica non giunse subito alla forma che ebbe da Ipparco e Tolomeo. Sulle origini delle sue ipotesi fondamentali, non ci soccorre alcuna testimonianza precisa. Fra Eudosso e Ipparco vi è per noi un limbo, appena illuminato da fugaci chiarori. Ma le brillanti ricostruzioni di Tannery e Schiaparelli hanno permesso di ritracciare con un alto grado di probabilità, l'evoluzione della teoria astronomica. Esporremo brevemente questa ricostruzione storica.

Eraclide aveva proposto, ferme restando le basi del sistema eudossiano, di far girare attorno al Sole i pianeti interni, Mercurio e Venere. Aristarco, sviluppando il concetto, era giunto ad un sistema interamente eliocentrico, in cui tutti gli astri, eccette le stelle fisse, girano attorno al Sole immobile al centro del mondo. Inoltre la Terra girerà su se stessa per salvare le apparenze del moto diurno, e la Luna accompagnerà la Terra nella sua traslazione, girando contemporaneamente attorno ad essa. Le stelle fisse sono immobili e lontanissime. La diversità dei moti apparenti dei pianeti, alcuni di essi oscillando attorno al Sole, altri errando a qualunque distanza da esso, è spiegata con l'ammettere che i primi, Venere e Mercurio, girano su orbite interne a quelle della Terra, gli altri su orbite esterne.

Ora, appunto per i dubbi suscitati dagli astronomi su tale sistema, si era creata nel campo teoretico una situazione che ha molte analogie con quella che si crea nell'epoca moderna dopo la morte di Copernico. E a quanto sembra, vi fu in Grecia un Tycho Brahe il quale volle escogitare una soluzione che salvasse capra e cavoli.[1]) L'esistenza di un simile sistema, in difetto di prove irrefutabili, è inferita da un passo di Teone Smirneo, il quale probabilmente non fa che riprendere in forma allegorica le parole del suo maestro Adrasto di Afrodisia, insistendo sulla veduta che al Sole si conviene girare attorno alla Terra, pur es-

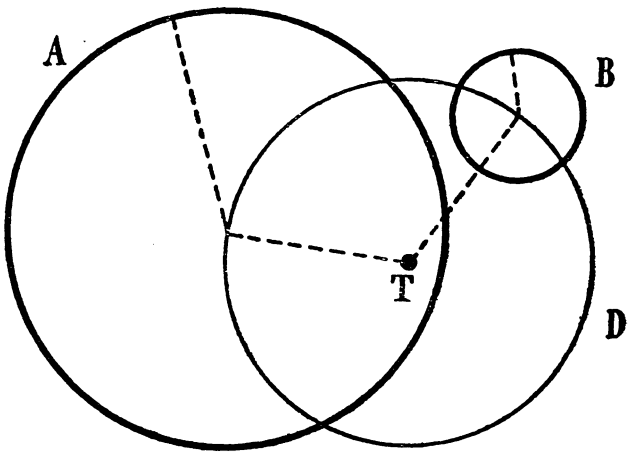
sia uguale a quello che comunemente si dice il Cosmo. » (*Arenario*, 1). Un tale travisamento appare molto sofistico, quando si pensi che l'analogia era già stata accettata da Aristotele (che l'aveva probabilmente da Callippo) e che la ritroveremo più tardi tal quale in geometri come Euclide, Adrasto, Teone e Tolomeo.

[1]) Abbiamo discusso al cap. XIV l'ipotesi che la soluzione risalga ad Eraclide.

sendo il cuore del mondo: « allo stesso modo che il cuore negli animali non si trova al centro geometrico, ed è sempre in moto ».[1])

Il sistema cui si allude sarebbe dunque il seguente:

La Terra è immota al centro del mondo; la sfera delle stelle fisse, immobile per Aristarco, ruota qui su se stessa in ventiquattr'ore; il Sole percorre sull'eclittica un cerchio simile a quello della Luna, e i pianeti descrivono attorno ad esso dei *circoli secondari* o *epicicli*. Il raggio di questi è minore del raggio dell'orbita del Sole nel caso di Mercurio e Venere: è maggiore per gli altri pianeti. Ma i cerchi descritti in questo caso non



Eccentri ed epicicli: A) eccentro mobile; B) epiciclo; D) deferente; T) centro della Terra e del Mondo.

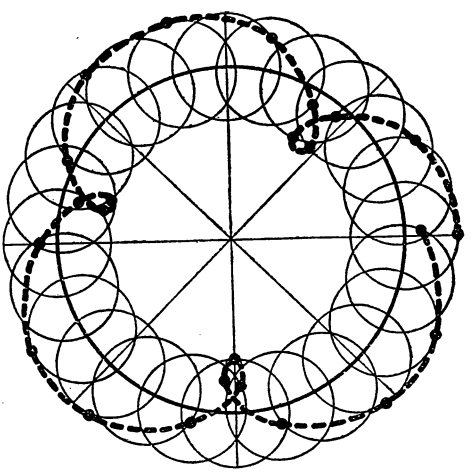
saranno propriamente epicicli: saranno *eccentri mobili*, in quanto il centro attorno al quale si compie il loro moto di traslazione cade sempre nel loro interno.

Eccentri ed epicicli. — La teoria che abbiamo esposto, ove si postula la rotazione del Sole attorno alla Terra, rappresentava con simmetria sufficiente i moti planetari. Essa soddisfaceva a tutti i canoni posti dagli astronomi. Ma c'era ancora una grave difficoltà. Le anomalie nel moto del Sole restavano inspiegate come prima. Non si poteva ammettere che il Sole descrivesse

[1]) Theonis Smyrnaei *Liber de Astronomia*, XXXIII. Cfr. Heath, *Aristarchus*, p. 262.

un'orbita diversa dalla circolare e nemmeno che la sua velocità potesse variare lungo l'orbita. Non restava dunque che una soluzione: supporre che il moto del Sole, circolare ed uniforme, si compia su un'orbita il cui centro non corrisponda al centro della Terra, anzi sia addirittura situato nello spazio, al difuori di essa. I vari punti dell'orbita solare essendo così a distanza diversa dalla Terra, restava spiegato che il Sole si spostasse con velocità angolare variabile, e anche che il suo diametro ci apparisse ora più grande, ora più piccolo.

Gli astronomi dovettero lungamente esitare prima di deci-



Moto epicicloidale di un pianeta. La tratteggiata indica la risultante in cui si compone il moto del pianeta sull'epiciclo e il moto di questo sul deferente. Visto dalla Terra che sta al centro, l'astro appare ora accelerare, ora rallentare e ora retrogradare.

dersi a un simile passo: poiché era addirittura un'eresia ammettere che un astro si muova attorno ad un centro puramente immaginario. Ma convenne rassegnarsi. Il primo strappo era fatto.

Chi fu il primo a proporre l'audace ipotesi? Verosimilmente un pitagorico. « Lo asseriscono, dice Simplicio, vari autori, fra cui Nicomaco »; e Nicomaco dovette riprender l'idea da un pitagorico più antico.

Si temette che la nuova teoria potesse turbare il sistema di Eraclide: ma si trovò un accomodamento, sacrificando anche per i pianeti i centri materiali di rotazione. Venere poteva continuare a muoversi su un epiciclo il cui deferente fosse centrato

sulla Terra, e non era affatto necessario che il centro dell'epiciclo fosse il Sole: bastava che il centro dell'epiciclo si trovasse in ogni istante sulla retta congiungente il Sole con la Terra, di qua o di là dal Sole, secondo le stagioni.

I moti apparenti degli altri pianeti si possono « salvare » in modo analogo. Però, non oscillando essi attorno al Sole, ma errando liberamente sulla fascia zodiacale, il centro del loro epiciclo non sarà astretto a trovarsi sulla congiungente Sole-Terra. Inoltre, mentre Venere e Mercurio hanno una rivoluzione zodiacale di durata uguale a quella del Sole, gli altri pianeti hanno periodi diversi.

La teoria generalizzata avrà avuto dunque le basi seguenti: Ad ogni pianeta corrisponde un cerchio deferente D, sul piano dell'eclittica, che ha per centro il centro della Terra. Sul deferente si muove con moto uniforme, da Occidente a Oriente, il centro *c* dell'epiciclo, in un tempo uguale a quello della rivoluzione zodiacale dell'astro. Il pianeta P percorre con velocità uniforme l'epiciclo, nello stesso senso, con periodo uguale a quello della rivoluzione sinodica.

Il primo passo è quello che conta. Sciolti i pianeti dal Sole, centro materiale di rotazione, il sistema ticoniano si è sfasciato. Gli astri errano ormai liberamente per i cieli, girando ciascuno intorno al suo epicentro immaginario. Al centro di gravità se non di simmetria di tutto quanto il sistema sta la Terra. Così l'ultimo incerto tentativo di teoria eliocentrica si risolve, in mano agli stessi Pitagorici, nel geocentrismo.

Dice Proclo: « La storia c'insegna che l'ipotesi degli eccentri e degli epicicli piacque a Pitagorici illustri, perché è più semplice di ogni altra ».[1]) Semplice, ma non troppo. I pianeti descrivevano epicicli o eccentri mobili: il Sole descriveva un eccentro fisso.

A questa difficoltà si affiggevano i geometri. Per fortuna intervenne Apollonio[2]) il quale, con alcuni bei teoremi, stabilì la perfetta equivalenza geometrica fra i tre tipi di moto: epiciclo, eccentro fisso ed eccentro mobile. A tal punto che tutto il

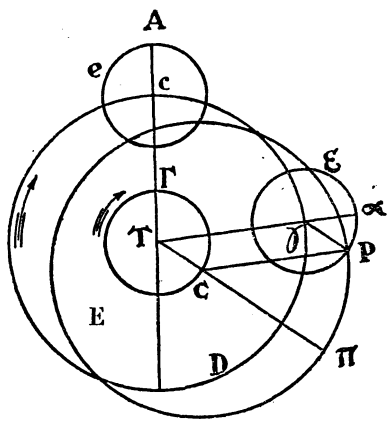
[1]) Procli Diadochi *Hypotyp. astron. posit.*, ed. C. Manitius, pp. 18-19.

[2]) Cfr. Tolomeo, *Opere*, ed. Heiberg. Vol. II, p. 450: Οἵ τε ἄλλοι μαθηματικοὶ καὶ Ἀπολλώνιος ὁ Περγαῖος. Non è chiaro se gli « altri matematici » siano predecessori o scolari di Apollonio.

sistema poteva esprimersi in termini di epicicli, o di eccentri fissi, o di eccentri mobili, purché si scegliessero convenientemente raggi, velocità ed eccentricità. La simmetria era così completamente ristabilita.

In Tolomeo si ritrovano i teoremi più complicati, che sono stati scoperti necessariamente per ultimi. La critica moderna ha potuto ricostruire quelli che venivano per primi.[1])

TEOREMA I. — *Sia il moto del Sole una circolazione uniforme da Occidente a Oriente, avente luogo su un cerchio E di raggio R, il cui centro C è diverso dal centro della Terra e del mondo. Torna allo stesso ammettere che il Sole sia portato da un epiciclo ε di raggio uguale a TC; che il centro γ di questo cerchio percorra uniformemente, da Occi-*



dente a Oriente, nel tempo d'un anno il cerchio deferente D, di centro T e raggio R; infine che il Sole percorra uniformemente in un anno la circonferenza dell'epiciclo in senso contrario a quello in cui il centro dell'epiciclo ruota sul deferente.

Il teorema ha un reciproco, che non è però che il corollario del teorema seguente:

TEOREMA II. — *Il centro γ dell'epiciclo ε di un pianeta descrive uniformemente da Occidente ad Oriente, un cerchio deferente D di centro T e raggio R, come sopra. Il periodo è quello della rivoluzione zodiacale ζ. Il pianeta descrive contemporaneamente con moto uniforme l'epiciclo ε di raggio ρ; questa seconda rotazione si compie nello stesso senso, e con periodo eguale a quello di rivoluzione sinodica σ.*

Torna allo stesso far descrivere al pianeta uniformemente da Oriente

[1]) Cfr. Duhem, *Le Système du Monde*, pp. 435 sg. Riproduciamo l'esposizione di questi, conservandone le notazioni e tralasciando le dimostrazioni.

ad Occidente e nel tempo σ, un epiciclo E di raggio R mentre il centro C di questo nuovo epiciclo descrive un nuovo deferente δ con centro in T e raggio ρ. Il moto di C sul cerchio δ è uniforme, va da Occidente ad Oriente e si compie in un tempo τ dato dall'eguaglianza:

$$(1) \qquad \frac{1}{\tau} = \frac{1}{\zeta} + \frac{1}{\sigma}$$

Quest'ultimo teorema permette di spiegare i fenomeni con due movimenti epicicloidali che sono per così dire il reciproco l'uno dell'altro, perché si scambiano fra di loro i raggi dell'epiciclo e del deferente. Nel primo caso abbiamo un deferente di raggio R e un epiciclo di raggio ρ; nel secondo, un deferente di raggio ρ e un epiciclo di raggio R.

Ma abbiamo visto come i geometri greci avessero due nomi diversi per i due casi: quando il raggio ρ dell'epiciclo è più piccolo di R, la Terra T si trova sempre al difuori del moto epicicloidale: se invece è maggiore, l'epiciclo conterrà nel suo interno il centro T, e si chiamerà un *eccentro mobile.*

Si è dunque stabilita l'*esatta equivalenza fra l'ipotesi dell'epiciclo e quella dell'eccentro mobile.*

È facile ora collegare all'eccentro mobile l'eccentro fisso.

Abbiamo considerato un pianeta che descriva un epiciclo ε, di raggio ρ, in un tempo σ, mentre il centro γ del cerchio descriveva, in un tempo ζ un deferente D di raggio R, concentrico alla Terra e al Mondo; e abbiamo stabilito che il pianeta rotasse sull'epiciclo nello stesso senso che γ sul deferente.

Cambiamo adesso quest'ultima ipotesi, e invertiamo il senso di rotazione del pianeta sull'epiciclo, lasciando che γ continui a percorrere il deferente da Occidente ad Oriente. Riprendendo esattamente la dimostrazione di prima, troveremo che:

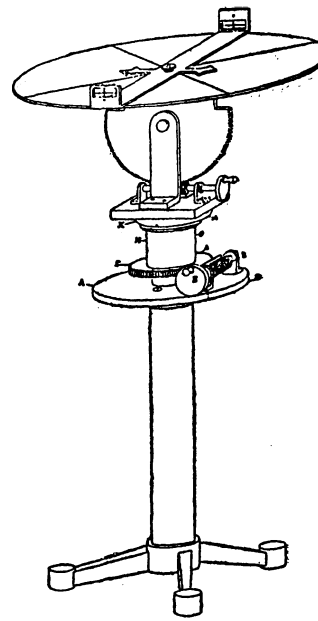
Torna allo stesso far descrivere al pianeta da Occidente ad Oriente nel tempo σ, un eccentro mobile E di raggio R, mentre il centro C dell'eccentro percorre, da Oriente ad Occidente, un deferente δ di raggio ρ, concentrico al Mondo, quest'ultimo percorso compiendosi nel tempo τ dato da

$$(2) \qquad \frac{1}{\tau} = \frac{1}{\sigma} - \frac{1}{\zeta}$$

Qui si ammette che il periodo di rivoluzione zodiacale ζ sia maggiore di σ (rivoluzione sinodica). Nel senso contrario cambierebbe il segno della (2) e C andrebbe da Occidente ad Oriente.

Ammettiamo ora che σ sia uguale a ζ. Allora $\frac{1}{\tau}$ diventa infinito; il centro dell'eccentro mobile si sposta sul cerchio con velocità nulla: si ha l'*eccentro fisso.*

Apollonio di Perga e « gli altri matematici » sapevano dunque che si possono salvare in due modi equivalenti le anomalie del Sole e dei cinque pianeti: sia facendoli muovere su epicicli i cui deferenti sono concentrici col mondo: sia facendoli muovere su eccentri, mobili quelli dei pianeti, e fisso quello del Sole. I possibili meccanismi geometrici erano ormai chiari. Restavano da stabilire le *leggi d'osservazione* del moto dei pianeti, con una precisione tale da permettere di scegliere la combinazione di movimenti adatti. Tale fu il compito del più grande osservatore dell'antichità, Ipparco di Nicea.



La Diottra di Ipparco nella descrizione di Erone (ricostr. H. Schoene).

Ipparco. — Quello che si sa della persona di Ipparco si può riassumere in poche parole: nacque a Nicea in Bitinia, visse qualche tempo ad Alessandria, ma il suo lavoro astronomico si svolse sopratutto a Rodi, dove aveva impiantata una specola. Osservò certamente fra il 161 e il 126, e coltivò il rigore con una certa pedanteria. Quel poco che di lui ci è pervenuto, oltre agli elementi del *Catalogo delle stelle,* appartiene a una memoria della sua gioventù, una stroncatura del poemetto didascalico *Sui fenomeni* di Arato di Soli, che aveva gran voga, e del quale Ipparco si compiace di mostrare la superficialità. Nello stesso spirito di meticolosa precisione il Bitiniese criticò anche i suoi illustri predecessori, Eudosso ed Eratostene.

Volto principalmente alla astronomia d'osservazione, Ipparco si occupò di perfezionare i mezzi tecnici. Costruì la *diottra,*[1]) che

[1]) Una diottra di un tipo molto semplice (canne spostabili su un cerchio graduato) era nota da tempo. Dicearco se ne servì per le sue misure di altezza delle montagne: *regum cura permensus montes,* dice Plinio (N. H. II, 162). Certamente se ne servì anche Eudosso: il quale nel suo osservatorio aveva costruito anche uno strumento detto *aracne,* che doveva essere, in grande, qualcosa come la nostra sfera armillare.

Sulle misure di Ipparco cfr. Hultsch, *Winkelmessungen durch die Hipparchische Dioptra in Abh. z. Gesch. d. Mathem.,* 9, p. 191-209, Lipsia, 1899.

è il teodolite dell'antichità, ed anche lo strumento parallattico, lo strumento meridiano, e lo strumento universale (ἀστρόλαβον ὄργανον). L'uso intelligente di questi strumenti, che presuppongono una grande raffinatezza tecnica, gli permise di fare un catalogo delle stelle, dando di ciascuna la longitudine e la latitudine celeste, e ripartendole in sei grandezze, come poi si è continuato a fare sino ai giorni nostri.[1])

Confrontando le sue osservazioni con quelle, pur fatte con mezzi assai più primitivi, da Aristillo a Timocari 150 anni prima, Ipparco notò che la latitudine delle stelle non era cambiata, ma che la longitudine di esse si era spostata uniformemente di circa $1^{o}\ \frac{1}{2}$. Da questa differenza costante egli inferì che doveva essersi spostato tutto quanto il piano dell'eclittica, rotando sull'asse del mondo in senso contrario al moto diurno, in modo che l'equinozio di primavera avesse un anticipo di circa 36″ all'anno (le misure odierne danno 50″). Era così scoperta la *precessione degli equinozî.*[2])

Insieme con gli strumenti materiali, Ipparco cercò di perfezionare lo strumento matematico, e creò quel ramo della sferica che oggi è divenuto la *Trigonometria*. Lo studio della sfera aveva sempre avuto un posto preminente nella matematica greca. Il primo trattato matematico che ci sia pervenuto è quello *Sulla sfera rotante* di Autolico di Pitane (c. 330). Poi venne la *Sferica* di Euclide, e quella di Teodosio (II secolo?) che ci è stata anche conservata. Ma la trigonometria propriamente detta, sia sferica che piana, s'inizia con le considerazioni di Ipparco sui triangoli sferici, e con le tavole di corde da lui stabilite, procedendo di mezzo in mezzo grado (cfr. cap. prec.).

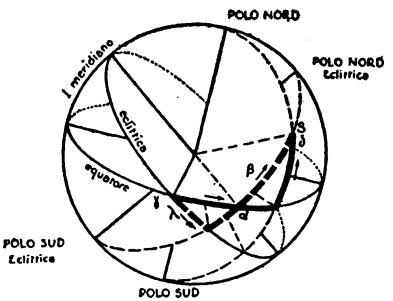
In astronomia, Ipparco fu sempre matematico piuttosto che fisico: si preoccupò solo di trovare quella combinazione di moti circolari che potesse « salvare le apparenze », al posto delle sfere di Eudosso che si erano dovute abbandonare; sempre attento

[1]) Cfr. G. Thiele, *Antike Himmelsbilder, mit Forschungen zu Hipparchos, Aratos und seinen Fortsetzern und Beiträgen zur Kunstgeschichte des Sternhimmels*, Berlin 1898.

[2]) La scoperta di Ipparco ha avuto qualche precedente nell'antichità più remota? L'ipotesi che la precessione fosse nota ai Caldei è ormai scartata dagli assiriologi, e rimandiamo per la discussione all'opera citata dal Kugler. Recentemente L. Filippof (*Rev. Scient.*, Gennaio 1931) ritiene che la conoscessero gli Egiziani verso il 2000 a. C., e che ciò possa indursi dal passaggio che avvenne allora dal culto del Toro a quello dell'Ariete.

a mantenere l'equilibrio fra le due ipotesi, possibili ed equivalenti, degli epicicli e degli eccentri.

Ma queste, cammin facendo, si erano complicate, e ingranate fra di loro in modo che una scelta significava ormai ben poco. Infatti i geometri non ignoravano che l'*arco di retrogradazione* dei pianeti sull'eclittica non era sempre lo stesso per qualunque regione dello Zodiaco. Per spiegare la nuova anomalia zodiacale si era dovuto introdurre un'altra eccentricità ausiliaria, decentrando il deferente, che divenne un eccentro fisso. L'ano-



Coordinate equatoriali e coordinate eclittiche.

malia solare continuava a esser data o da epicicli o da eccentri mobili. A questo punto, dice Tolomeo, intervenne Ipparco:

« Egli non credeva.... che bastasse affermare che tutte queste apparenze risultano dalla composizione di moti su cerchi eccentrici, o concentrici allo Zodiaco ma portatori di epicicli, o magari, Dio mio, che risulterebbero dalla combinazione di tali ipotesi.... Ipparco pensava che quando, con la sola matematica, si sia giunti a tal punto, non basta, ma occorra partire da fenomeni evidenti e universalmente riconosciuti e dedurne la grandezza e il periodo di ciascuna delle anomalie.... e scoprire la legge dei moti su tali cerchi; infine si deve mostrare che le altre apparenze concordano coi moti supposti. A Ipparco stesso tale cosa sembrò già difficilissima ». [1])

Difficilissima, dice Tolomeo, soprattutto a causa dei molti dati che ancora mancavano. Ma come dovette apparirgli ingenuo e semplice l'ormai defunto sistema di Aristarco di Samo....

[1]) *Sintassi matematica*, IX, 2 (vol. II, pp. 210-11, ed. Heiberg).

Con i dati suoi e quelli dei predecessori, Ipparco riuscì a dare in modo soddisfacente la teoria del Sole. In particolare ne determinò l'eccentricità in $\frac{1}{24}$ del raggio di rotazione, e ne fissò l'apogeo e il perigeo, poiché l'eccentro solare essendo fisso, la sua *linea degli absidi* (la congiungente la Terra col centro del cerchio solare) incontra l'eclittica in quei due punti ben determinati che si spostano solo in virtù della precessione degli equinozi. Attualmente l'apogeo (per noi, che abbiamo invertito le posizioni, l'afelio) si ha verso il 5 luglio.

La teoria della Luna riuscì meno bene ad Ipparco, per via di errori d'osservazione che aveva raccolto dai predecessori.[1]) Quanto ai pianeti, in cui la cosa si complicava con la rotazione della linea degli absidi e con la nuova anomalia introdotta, Ipparco dovette contentarsi di elaborare le tavole dei loro movimenti, lasciando ai suoi successori la cura di inquadrarle in una teoria completa.

E a questo veramente si accinsero gli astronomi che vennero subito dopo di lui. Da un riferimento confuso di Plinio[2]) si comprende che essi cercarono di stabilire la linea degli absidi dei deferenti fissi che si hanno adottando la ipotesi degli epicicli.

Tolomeo. — Trecento anni dopo Ipparco, il lavoro degli osservatori veniva a compimento nelle sintesi del grande organizzatore dell'astronomia antica, Claudio Tolomeo.

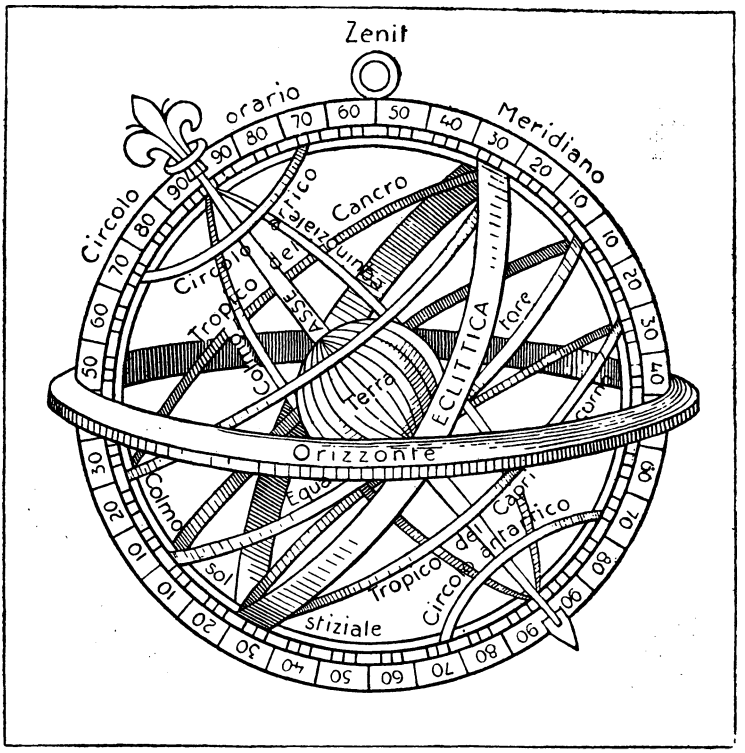
Della vita di costui sappiamo ancor meno, poiché v'è chi lo dice nativo di Alessandria, chi di Tolemaide, chi di Pelusio. Certo visse ad Alessandria, e osservò fra l'undecimo anno del regno di Adriano (127) e il quattordicesimo del regno di Antonino (151). Contemporaneo di Galeno, Tolomeo è un tardo prosecutore del grande movimento ellenistico; e intorno a lui si viene già perdendo la corrente della tradizione scientifica. Nella sua opera si ravvisano del resto segni non dubbi di decadenza. Egli possiede pienamente l'intricata materia, ma non porta più idee originali;[3]) si contenta di complicare i meccanismi man

1) Cfr. F., X. Kugler, *Die babylonische Mondrechnung*, Freiburg i. Br., 1900.

2) N. H. II, 15.

3) L'originalità delle sue osservazioni, per quanto riguarda il *Catalogo delle Stelle*, è stata assai discussa, specialmente perché vi si ritrova lo stesso valore difettoso della precessione degli equinozi (36") che appartiene ad Ipparco. Gli editori del Catalogo Tole-

mano che crescono le esigenze dell'osservazione, sacrificando i canoni di semplicità e di estetica dei predecessori. La sua *Ottica* è un modello di investigazione accurata. Ma le teorie fisiche, derivate in parte dall'aristotelismo in parte dal senso popolare, sono così pedestri da rasentare il ridicolo. La sua



Sfera armillare.
(Dà le coordinate degli astri riferite al moto apparente del cielo).

sintesi astronomica non è più pura geometria: da una parte egli finisce col materializzare i moti celesti nelle sfere di cristallo,

maico, — Peters e Knabel — nel 1915, concludevano che Tolomeo avrebbe soltanto riprodotto i dati di Ipparco, aggiustandoli al suo tempo, col tener conto della precessione. Ma il catalogo delle stelle di Ipparco, ricostruito da F. R. Boll (1901) e da Vogt (*Astron. Nachr.*, 1925), conterrebbe 800-840 stelle, mentre quello tolemaico ne contiene 1022. Perciò Dreyer ritiene non si possa negare a Tolomeo di avere aggiunto nuove osservazioni, ed anzi si debba ammettere che egli abbia verificato, se non « la maggior parte » come egli dice, almeno una parte dei dati di Ipparco, accordandosi sensibilmente col suo predecessore.

dall'altra, seguendo la voga sincretistica e le generalizzazioni dei filosofi contemporanei sulle simpatie universali, si dà a sistemare l'astrologia nel *Tetrabiblion*, l'*Opus quadripartitum* che farà testo nel Medio Evo. Ma dell'influenza sui filosofi delle dottrine orientali diremo altrove.

Per Tolomeo, che da un senso oscuro della solidarietà cosmica traeva l'ambizione d'una scienza universale, lo studio degli astri si prolungava naturalmente oltre la descrizione dei moti, nella ricerca del loro significato fisico e delle loro azioni sul mondo sublunare. Le sue premesse sono semplicemente aristoteliche:

« Una proposizione affatto evidente che non ha bisogno di dimostrazione, è che una forza emanante dalla natura eterea e sempiterna si trasmette a tutte le cose che circondano la Terra e che senza requie sono sommesse alla legge dei cambiamenti. I primi elementi che si trovano sotto la sfera della Luna, il fuoco e l'aria, sono circondati e messi in moto dai movimenti dell'etere; a loro volta essi circondano e travolgono nella loro agitazione tutti i corpi che stanno al di sotto, cioè la terra e l'acqua e gli animali e i vegetali che vi nascono ».[1])

L'astronomia di Tolomeo è contenuta nella grande *Composizione matematica* (μαθηματικὴ σύνταξις) in tredici libri, che per distinguerla dalla collezione degli autori anteriori[2]) e dei successori, fu detta semplicemente la *Massima*, Ἡ Μεγίστη; da cui venne il nome degli arabi: *Almagesto*.

Il piano generale dell'opera si può dare con le parole stesse dell'autore:

« La composizione da noi fatta comprende dapprima una parte generale, nella quale si esamina il rapporto della Terra al cielo, entrambi considerati nel loro complesso (I, 3-11).

La parte speciale che segue tratta prima (I, 12 a tutto il II libro) della posizione dell'eclittica, dei luoghi terrestri da noi abitati, e infine delle differenze che si producono in rapporto di continuità fra loro da orizzonte a orizzonte in seguito all'inclinazione [della sfera]. La spiegazione teorica di questi rapporti facilita straordinariamente la via nell'esame dei restanti problemi.

In secondo luogo (libri III-IV) si tratta dei movimenti del Sole

[1]) *Opus quadripartitum*, I.

[2]) La collezione comprende: Autolico, *Della sfera rotante* e *Delle levate e dei tramonti eliaci delle stelle;* Euclide, i *Fenomeni* e l'*Ottica;* Aristarco *Delle grandezze e delle distanze del Sole e della Luna;* Ipsicle, *Delle ascensioni;* e Teodosio, *Sferica. Sui giorni e le notti,* e *Sui climi.* Serviva d'introduzione allo studio di Tolomeo.

e della Luna, e dei fenomeni che sono in rapporto con essi. Senza invero la conoscenza di questi fatti, sarebbe impossibile trattare con il necessario rigore la teoria delle stelle.

In ultimo (libri VII-XIII) ciò che forma come il termine finale [dei nostri studi], si considera lo studio degli astri. Anche qui, ben a ragione, si deve trattare prima la sfera delle cosidette stelle fisse (libri VII e VIII) e poi passare alla teoria (libri IX-XIII) dei cosidetti cinque pianeti.

Noi cercheremo di fare bene comprendere ciascuna di queste diverse parti, partendo come base per stabilire la teoria, dai fenomeni celesti visibili direttamente, ed usando solamente quelle osservazioni, che in modo indubbio sono state riconosciute giuste, sia nei tempi più antichi che nei nostri.

Per quello che riguarda la parte generale, della quale parliamo anzitutto, essa tratterà dei seguenti cinque punti:

1) La volta celeste ha una forma sferica e ruota come una sfera.

2) Analogamente anche la Terra, considerata come un tutto, possiede essa pure una forma sferica, che è riconoscibile per mezzo dei sensi.

3) Per la sua posizione la Terra occupa il mezzo dell'intero universo, e vi sta come nel centro.

4) Per la sua grandezza e distanza la Terra sta alla sfera delle stelle fisse nel rapporto di un punto.

5) La Terra non possiede nessun movimento che produca uno spostamento nel luogo da essa occupato ».

La *Composizione* fu scritta verso il 140. Di pochi anni posteriori sono le *Ipotesi sui pianeti* in due libri, ove si introducono varianti alla teoria dell'Almagesto, e si cerca il meccanismo fisico che possa corrispondere alla combinazione delle sfere. Ma di Tolomeo fisico e geografo avremo occasione di riparlare più avanti. Qui daremo le grandi linee del suo sistema astronomico.

L'IDEALE ASTRONOMICO DI TOLOMEO. — L'Almagesto s'inizia con una elevata professione di fede platonizzante:

« Di preferenza ad ogni altro studio, siamo stati indotti ad applicarci particolarmente, per quanto è in noi, alla Teoria che si è concepita al riguardo dei corpi divini e celesti. È la sola che prenda per oggetto delle sue considerazioni le cose che sempre sono e sempre si comportano allo stesso modo; per la qual ragione, trattandosi delle conoscenze libere da ogni oscurità e confusione che sono suo soggetto proprio, le è dato di essere e comportarsi sempre allo stesso modo; e questo è il contrassegno della Scienza.

Nessuna via è migliore dell'Astronomia per giungere alla conoscenza

divina; sola, infatti, può giungere fino all'Energia immobile e astratta, partendo dallo studio approssimativo (ἀπὸ τῆς ἐγγύτητος) delle energie soggette ai sensi, e perciò stesso moventi e mosse ad un tempo.... I due altri generi di speculazione sono oggetti di congettura anziché di conoscenza scientifica: ciò che è teologico, perché sfugge alla vista e ai sensi; ciò che è fisico, per via del carattere incostante ed occulto della materia; tanto che convien perdere ogni speranza che i filosofi riescano a mettersi d'accordo in quei campi. Sola la Matematica, ove ne sia trattato lo studio con rigore scrupoloso, può fornire a chiunque una conoscenza sicura e incrollabile, generata per dimostrazione secondo metodi al di sopra di ogni controversia, cioè l'Aritmetica e la Geometria.... » [1])

Ma all'applicazione di queste scienze Tolomeo, conformemente al canone platonico, è disposto a concedere il carattere di ragionamento bastardo o misto (λογισμός νόθος) come a mediatrici fra il sensibile e l'intelligibile: e questa loro insufficienza gli apparirà sempre più chiara man mano che si svolgerà la sua grande opera.

Il sistema tolemaico. — Vi sono, dice Tolomeo, due specie principali di moti circolari e uniformi. Anzitutto vi è il moto diurno che porta con sé tutta la sfera celeste da Oriente a Occidente; con questa si compongono i vari moti particolari degli astri, da Occidente a Oriente, su piani sensibilmente paralleli all'eclittica.

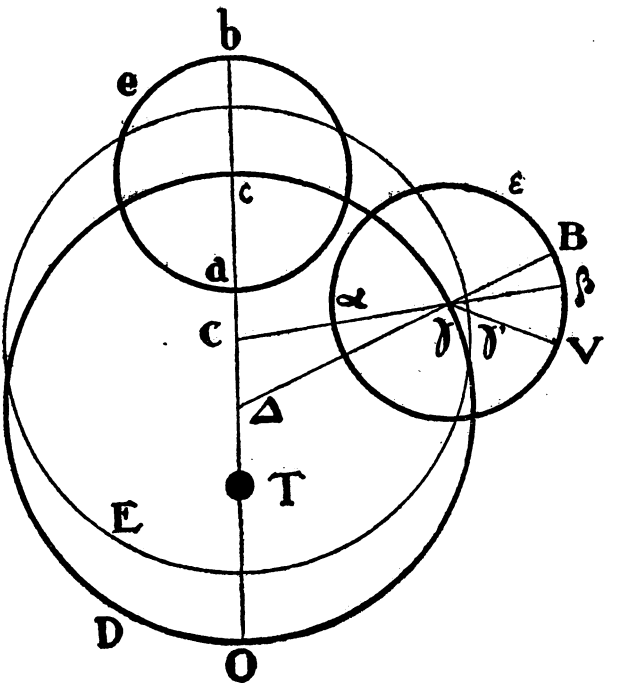
La teoria del Sole è stata già data da Ipparco. Tutt'al più si propenderà più decisamente per l'ipotesi dell'eccentro fisso, anziché dell'epiciclo, in quanto è più semplice.

Quanto alla teoria dei pianeti per cui ormai, dopo tre secoli, si posseggono elementi sufficienti, Tolomeo è costretto a innovazioni gravi e radicali, che scalzano dalle fondamenta l'edificio del cosmo platonico. Venere, come abbiamo visto a pag. 405, ha una doppia anomalia. Tolomeo comincia con l'adottare lo schema dei predecessori: L'astro V descrive, nel tempo della rivoluzione sinodica, l'epiciclo ε, mentre in un anno, il centro γ dell'epiciclo descrive da Occidente a Oriente un deferente D eccentrico rispetto alla Terra. V ruota su ε nello stesso senso. Ma l'epicentro γ, secondo ogni buona regola pitagorica e platonica dovrebbe descrivere il deferente D con moto circolare ed uniforme,

[1]) *Sintassi Matematica*, I; in Duhem, *op. c.*

e la velocità angolare rispetto a Δ sarà ugualmente costante. Però, dopo aver posto il principio, Tolomeo aggiunge: « Non è sicuro che il moto dell'epiciclo attorno a Δ sia regolare ». [1])

Ed ecco la nuova ipotesi che si vede costretto a introdurre: Sul deferente eccentrico D, che ha centro in Δ, distinto dal centro T della Terra e del Mondo, consideriamo il punto *c* che è il più distante dalla Terra (quello che i medioevali diranno l'*auge*)



Teoria dell'equante.

e il punto *o*, il più vicino ad essa, che gli è opposto. Prendiamo l'epiciclo *e* nell'instante in cui il suo centro si trova proprio in *c*. Segnamo *a c b* sulla congiungente Δ T (linea degli absidi). Il diametro *a c b* lo supporremo legato invariabilmente all'epiciclo; potremo così seguire il moto del pianeta, che supponiamo inizialmente in *b*.

Immaginiamo ora l'epiciclo in una posizione qualunque ε : il

[1]) *Op. cit.*, ed. Heiberg, p. 302.

centro sarà allora in γ, e la *a c b* sarà divenuta $\alpha\ \gamma\ \beta$. Tolomeo suppone che $\alpha\ \gamma\ \beta$ passi sempre per un punto fisso C sulla linea degli absidi; suppone inoltre che il moto dell'epiciclo sia tale che, mentre γ percorre il deferente, la linea C γ giri con velocità angolare uniforme intorno a C.

Così, γ non percorre più con velocità costante il deferente D; con velocità costante si muoverà solo il punto figurativo γ' sul cerchio che ha centro in C. Questo cerchio sarà detto nel Medio Evo *circolo equante* del moto dell'epiciclo. C è il *centro dell'equante.*

Le osservazioni fatte sul corso di Venere permettono a Tolomeo di determinare il punto occupato da C: trova che TC è il doppio di T Δ, cioè che il centro dell'equante è simmetrico rispetto a Δ del centro della Terra. Con questo meccanismo Tolomeo è in grado di spiegare anche il corso di Marte, Giove e Saturno. La teoria di Mercurio e quella della Luna richiedono invece combinazioni più complicate.

Così Mercurio (M) si muove di moto uniforme su di un epiciclo che percorre nel tempo della rivoluzione sinodica; ma il deferente D non è più un eccentro fisso: è un eccentro mobile il cui centro Δ percorre in un anno, in verso opposto ai due moti precedenti, un cerchio A di centro Z. Il raggio di A è uguale a metà della distanza fra Z e il centro della Terra T. Il punto in cui il cerchio incontra TZ, essendo la metà di detto segmento, è anche centro dell'equante C.

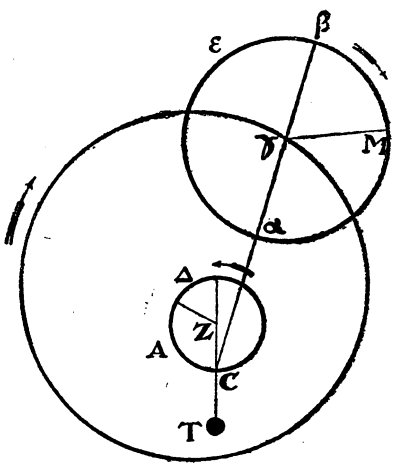
Su linee analoghe si svolge la teoria della Luna. Il centro Δ del deferente ruota sul cerchio di centro T. La linea TΔC è la linea dei nodi, cioè la linea d'intersezione del piano dell'eccentro lunare col piano dell'eclittica. Tolomeo riconobbe e calcolò nel movimento lunare, oltre allo spostamento già noto della linea degli absidi, due nuove ineguaglianze: la *evezione* (il cui valore fissò in $1^\circ\ 19'30''$) e la *nutazione.* Le sue tavole della luna raramente portano un errore superiore a 1°.[1])

Resta ancora un'apparenza da « salvare ». Gli epicicli dei pianeti non stanno esattamente sul piano del deferente. La loro inclinazione su detto piano varia secondo il punto dell'orbita.

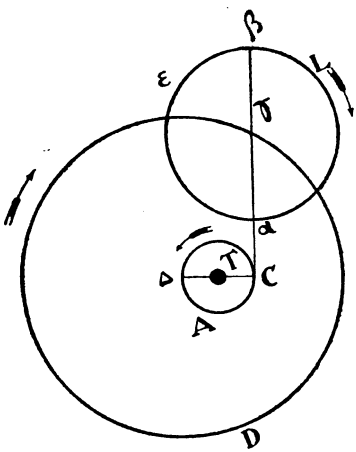
[1]) Tolomeo studiò anche la parallasse della luna rispetto a una base terrestre. Delle sue misure della distanza degli astri si è parlato al cap. XIII.

Tolomeo propone un primo meccanismo atto a spiegare la cosa nel libro XIII della *Sintassi*; ma non è certo molto elegante. Tornandovi su, nelle *Ipotesi dei pianeti*, poté proporre un meccanismo più semplice.[1])

Ogni pianeta sarebbe fisso, anziché su un cerchio, sopra una *sfera epicicla*. Il cerchio secondo cui il piano del deferente sega la sfera è detto da Tolomeo la *rotella*. Questa *rotella* si comporterà come prima si comportava l'epiciclo, ruotante uniformemente attorno al suo centro da Oriente a Occidente, mentre questa va



Moto di Mercurio.



Moto della Luna.

sul deferente in senso contrario; e trascinerà con sé la sfera epicicla, e il *cerchio epiciclo*, che è un altro suo cerchio massimo. Le due rotazioni uguali e contrarie si combineranno in modo da lasciare immutato il piano di tale epiciclo.

Siamo ormai lontani da quella semplicità e da quel rigore proclamati altamente al principio della *Sintassi* come « contrassegno della scienza ». Di rinuncia in rinuncia, dalle sfere omocentriche al supposto sistema ticoniano; da questo alle rotazioni intorno a punti ideali; di qui all'abbandono definitivo del canone pitagorico-platonico dei moti circolari, si è giunti ormai all'abdicazione dell'astronomia *a priori*. L'edificio della scienza si

[1]) Tolomeo, *Opera minora*, ed. Heiberg, 1907, pp. 88-105.

riconosce come soggetto a modifiche e ad approssimazioni successive:

« Non si obbietti a queste ipotesi che son troppo complicate o difficili ad afferrarsi. Fin che si può, bisogna adattare ai moti celesti le ipotesi più semplici; ma se ciò non riesce, occorre scegliere quelle ipotesi che meglio si adeguino ai fatti ». [1])

Tolomeo certo non si illudeva che il suo sistema fosse definitivo. Se con l'introdurre il *punto equante* aveva spiegato quelle anomalie che adesso sappiamo provenire dalla ellitticità delle orbite, non poteva sfuggirgli il ripiego della sua soluzione. Quanto alla teoria della luna, la cura della precisione lo aveva costretto ad abbandonare ogni verosimiglianza fisica. Poiché la sua teoria dei moti lunari esigeva una variazione periodica del diametro apparente del nostro satellite, che non gli si rivelava alla osservazione. Così l'astronomia greca toccava il limite delle sue possibilità. In attesa di una nuova idea semplice, si esauriva nella complicazione crescente delle teorie, superate dalla migliore conoscenza dei fatti.

Gli astronomi dell'êra moderna hanno giudicato duramente il sistema di Tolomeo: ingratitudine comprensibile in chi ha dovuto lottare a lungo per liberarsi dai vincoli dell'autorità. Ma senza l'opera dell'astronomo d'Alessandria, molti progressi della osservazione nei secoli successivi sarebbero andati perduti per mancanza di uno schema in cui inquadrarsi; non avrebbero costruito le loro tavole Peurbach e Regiomontano; sarebbe mancata la base di fatto alle grandi intuizioni di Copernico e di Keplero. Il sistema ultimo dell'astronomia greca è, sì, disperatamente complicato. Ma non si è giunti senza una ragione a « quella grande molteplicità di sfere — come dice lo Schiaparelli — che a torto fu rimproverata da chi non ne intendeva l'ufficio: e che parve cosa degna di riso e di compassione alla nostra epoca, la quale, senza saperlo, nelle teorie planetarie fa uso di epicicli a decine e a centinaia, nascondendoli sotto il nome di: termini periodici di serie infinite ». Invero desta ancora ammirazione il grado di precisione raggiunto, con Tolomeo, dalle osservazioni

[1]) *Sintassi matematica*, ed. Heiberg, II, p. 532.

antiche. Se prendiamo i valori attualmente conosciuti dei semiassi maggiori delle orbite planetarie (ponendo quello della Terra uguale a 1) e li confrontiamo col rapporto dato da Tolomeo fra i raggi dell'epiciclo e del deferente, abbiamo la tabella seguente:

	Semiasse maggiore (a)	$\frac{1}{a}$	Rapporto di Tolomeo
Mercurio	0.387	—	0.371
Venere	0.723	—	0.719
Marte	1.524	0.656	0.658
Giove	5.203	0.192	0.192
Saturno	9.539	0.105	0.108

A tal punto le complicate costruzioni degli epicicli e dei deferenti, dei matematici alessandrini, si erano adattate ai fatti che volevano rappresentare!

Il valore fisico delle ipotesi astronomiche. — A quale realtà fisica corrispondono tutte le combinazioni di cerchi e di sfere che vengono elaborando i geometri? Il problema che non si poneva ancora per i grandi astronomi del periodo ellenico, fors'anche per Apollonio, è sentito fortemente nell'epoca ellenistica più avanzata, tanto da indurre Tolomeo ad aggiungere alla sua *Sintassi* le *Ipotesi sui pianeti*, per vedere in qual modo si possano « materializzare » le sfere celesti.

Per Eudosso, Callippo, Eraclide, si trattava essenzialmente di « salvare le apparenze » e appagare l'intelletto che cercava le leggi dei fenomeni.[1]) Quei puri matematici derivavano la loro esigenza dalla scuola pitagorica. La *realtà* che essi cercavano, dietro i fenomeni, era la *legge semplice*, ombra della verità nella « caverna » di questo mondo: i moti circolari e uniformi che, secondo il canone pitagorico adottato da Platone, costituiscono ciò che veramente *esiste* nel mondo delle Idee, di là delle complicate apparenze resultanti dalle loro combinazioni.

Ma quando Aristotele volle tentare la sua sintesi fisica, fu

[1]) È possibile che i pitagorici avessero già parlato di « sfere » concentriche, ma non ne abbiamo notizia, checché ne dica il Dreyer, il quale si lascia guidare in questo dalle induzioni di Boeckh. Anassimandro parlava di « ruote », Parmenide di « corone » ed è verosimile che i pitagorici usassero la parola ἄντυγες che significa « bordi » o « cerchi ».

necessario scegliere fra le varie possibilità. Che cos'è che si muove? Perché soltanto rotazioni uniformi? Perché superfici sferiche concentriche al mondo, senza alcuno spazio fra loro interposto? Deve o no il centro di tutti i moti essere un corpo concreto, immobile e grave? Problemi che saranno magari indifferenti per la geometria, ma che ad una fisica tocca pur dirimere. Eraclide stava dalla parte dei matematici, e proponeva la sua ipotesi soltanto « comoda »; Aristarco forse si metteva sullo stesso terreno,[1]) mentre il suo allievo Seleuco insisteva per dare un significato fisico alla teoria eliocentrica.

Quanto a Ipparco, abbiamo visto come egli avesse sempre messo in rilievo l'esatta equivalenza delle due ipotesi degli epicicli e degli eccentri.[2]) Ma di là da questa cura formale, doveva avere le sue idee sul significato delle ipotesi. A questo proposito dice Teone Smirneo:

« È evidentemente conforme alla ragione che si accordino fra loro le due ipotesi dei matematici sui moti degli astri.... l'una e l'altra si accordano per accidente (κατὰ συμβεβηκός) con quella che è conforme alla natura (κατὰ φύσιν), il che suscitava l'ammirazione d'Ipparco ».[3])

Ma si potrà riconoscere quella « conforme a natura »?

« È chiaro per quanto si è detto, che delle due ipotesi quella dell'epiciclo appare la più comunemente accettata e la più conforme a natura. Infatti è il cerchio massimo di una sfera solida, il cerchio che il pianeta [può veramente] descrivere nel suo moto sulla sfera, mentre l'eccentro differisce del tutto dal cerchio conforme a natura, ed è piuttosto descritto per accidente.

Ipparco, persuaso che il fenomeno avvenga a questo modo, vanta essergli propria la ipotesi dell'epiciclo e dice apparirgli probabile che tutti i corpi celesti siano uniformemente disposti riguardo al centro del Mondo, e che siano collegati ad esso in modo analogo. Ma egli stesso, non conoscendo abbastanza la Fisica, non ha ben compreso quale sia il vero moto degli astri, distinguendo il moto secondo natura da quello che a noi appare per accidente.... »[4])

Teone, pur terminando in una affermazione di indifferenza geometrica, sembra accogliere un influsso aristotelico. D'altra

[1]) « Aristarco la dava come ipotesi: Seleuco la presentò in modo affermativo ». Plutarco, *Platonicae quaestiones*, VIII.

[2]) Cfr. il passo di Tolomeo citato a pag. 405, inoltre Teone Smirneo, *Lib. de astron.*, XXVI, p. 245, ed. Martin.

[3]) *Ibid.*, XXXII, p. 293, ed. Martin.

[4]) *Ibid.*, pag. 301, ed. Martin. Osserveremo però che nel *Timeo* (38) si enuncia l'idea di una qualche forza attrattiva che legherebbe Mercurio e Venere al Sole.

parte è interessante vedere che cosa pensassero sulla questione i matematici che provenivano dalla scuola stoica. Gemino nel suo commentario alla *Meteorologia* di Posidonio riassume le vedute del maestro in un passo, che è parso a molti dotti esporre meglio di ogni altro il pensiero dei Greci sull'argomento:

« È proprio della teoria fisica esaminare quel che concerne l'essenza del cielo e degli astri, la loro potenza, la loro qualità, la loro generazione e distruzione; e per Giove, essa può anche dare le dimostrazioni sulla grandezza, la figura e l'ordine dei corpi. L'Astronomia invece non ha alcuna attitudine a parlare di queste cose prime; le sue dimostrazioni mirano all'ordine dei corpi celesti, dopo che sia stato dichiarato che il cielo è in verità ordinato.... E poiché dipende dalla teoria che considera le figure dal punto di vista della qualità, della grandezza e della quantità, è giusto che richieda l'aiuto dell'Aritmetica e della Geometria; è anzi necessario che ricorra ad esse, per questi soggetti sui quali soltanto è autorizzata a discorrere. Spesso, peraltro, l'astronomo e il fisico prendono lo stesso capitolo della scienza come oggetto delle loro dimostrazioni: così potranno proporsi di mostrare che il Sole è grande, o che la Terra è sferica; ma in questo caso non procederanno per la stessa via. Il fisico dovrà dimostrare le sue proposizioni ricavandole dall'essenza dei corpi, dalla loro potenza, da quel che meglio si addice alla loro perfezione e generazione e trasformazione; l'astronomo invece le dedurrà dalle circostanze che accompagnano le grandezze e le figure, dalle particolarità qualitative del moto, dal tempo che ad esso corrisponde. Spesso il fisico avrà riguardo alla causa, e terrà conto della potenza che produce l'effetto studiato, mentre l'astronomo cercherà le sue prove nelle circostanze esterne che accompagnano tale effetto; non è il fatto suo contemplare le cause, dire per esempio quale sia la causa che produce la forma sferica della Terra e degli astri. In certi casi — a proposito per esempio delle eclissi — [l'astronomo] non si propone in alcun modo di individuare una causa; in altri casi, crede dover supporre certi modi di essere, a titolo d'ipotesi, e in tal modo che una volta ammessi questi, le apparenze siano salvate. — Così si chiederà perché il Sole, la Luna e gli altri astri erranti sembrino muoversi irregolarmente. Sia che si suppongano eccentrici al mondo i cerchi descritti dagli astri, o che si supponga ciascuno degli astri portato da un epiciclo, le irregolarità apparenti del loro cammino saranno ugualmente salvate; bisogna dunque dire che le apparenze possono esser prodotte così dall'uno come dall'altro modo di essere, e lo studio pratico dei moti degli astri erranti sarà conforme alla spiegazione adottata. Perciò Eraclide Pontico diceva esser possibile salvare la irregolarità apparente del moto del Sole, ammettendo che questo rimanga immoto, e che la terra si muova in un certo modo.[1]) Non spetta dunque all'astronomo conoscere quale corpo

[1]) Questo è il passo sul quale lo Schiaparelli ha fondato le sue ipotesi.

stia in riposo per natura, e quali siano le qualità dei corpi mobili; egli porrà a titolo di ipotesi, che certi corpi siano immobili, certi altri in movimento, ed esaminerà quali siano le supposizioni che meglio si accordino con le apparenze celesti. I suoi principî egli li riceve dal fisico: cioè che i moti sono regolari, uniformi e costanti; per mezzo di tali principî spiega le rivoluzioni di tutti gli astri, tanto di quelli che descrivono cerchi paralleli all'equatore, come di quelli che si muovono su cerchi ad esso obliqui. » [1])

Così anche Posidonio e Gemino sentono la stessa esigenza fisica che aveva avvertito Aristotele. Ma gli Stoici non materializzano le sfere celesti. Secondo Cleante, gli astri descrivono le curve complicate assegnate loro da Eudosso per « virtù propria » movendosi liberamente nell'etere: dottrina che fu poi discussa da Cicerone. [2])

Effettivamente, si aprì nel primo secolo a. C. la discussione fra astronomi e peripatetici, per sapere se e in qual modo i nuovi sistemi astronomici, basati sugli epicicli o sugli eccentri, si potessero adattare ai canoni aristotelici. Fra gli avversari dell'aristotelismo, la cui autorità non era molto grande, vi era Senarco, ed anche Sosigene (pare l'astronomo che lavorò per il calendario di G. Cesare). Con argomenti di buon senso, essi mostravano l'incompatibilità delle nuove ipotesi, col principio aristotelico, secondo cui la *quinta essenza* eterea non si può muovere che con moto « veramente » circolare, cioè con centro sul centro del mondo. Ad essi cercavano ancora di rispondere, alcuni secoli più tardi, con ingegnosi e vani ripieghi, Alessandro d'Afrodisia e poi Simplicio: la lotta fra astronomi e aristotelici così impostata, doveva durare con grande spreco di cavilli e sottigliezze per tutto il Medio Evo.

Su una posizione intellettualistica più ragionevole si sono sempre mantenuti i platonici: Dercillide, Adrasto d'Afrodisia e Teone Smirneo. Per essi l'essenziale era che si potesse trovare una rappresentazione geometrica suscettibile in qualche modo di una interpretazione meccanica. La quale non aveva altra funzione che di presentare un modello, una materializzazione schematica della teoria. Questo li portava ad ammettere come più « conforme

[1]) In Simplicio, *De Caelo*, II, 2; ed. Diels, pag. 291.
[2]) *De Natura Deorum*, II, 46. A questo proposito cfr. Cap. XXVI.

a natura » l'ipotesi degli epicicli. « Platone dice che si compierebbe opera inutile a voler esporre quei fenomeni senza immagini che parlino agli occhi »[1]) ma in fondo, la realtà stava per essi più nello schema ideale che nella sua traduzione meccanica; e questo permetteva loro di ignorare con semplicità i dubbi degli aristotelici sulla composizione fisica dei cieli.

L'ASTRONOMIA FISICA DI TOLOMEO. — Gli astronomi del Medio Evo trovarono nell'*Almagesto* un valido appoggio contro le pretese fisiche degli aristotelici. Infatti la teoria dei pianeti della sua grande opera, Tolomeo la svolge da puro astronomo. Dopo aver rivelato la difficoltà di combinare fra di loro i movimenti semplici immaginati, egli aggiunge: « Ma trattandosi di enti celesti, che impongono vincoli anziché subirne.... non saremo affatto impacciati da una tal composizione di moti ».[2]) E aggiunge che la sostanza che riempie i cieli non oppone evidentemente alcuna resistenza ai moti dei pianeti. In altre parole, essi percorrono liberamente le loro traiettorie, mossi dalla virtù insita in essi: soluzione fisica che si avvicina a quella degli stoici, e che gli permette di scegliere la rappresentazione del moto del sole per mezzo di eccentri « perché più semplice, richiedendosi un moto solo invece di due ».[3])

Questo è il Tolomeo geometra, che è stato una forza viva per molti secoli. Ma accanto ad esso, per noi che abbiamo altre sue opere sconosciute al Medio Evo e le possiamo giudicare imparzialmente, si disegna un altro Tolomeo fisico, meno lucido e coerente.

Al principio della *Sintassi*, Tolomeo stabilisce non come ipotesi, ma come principio fisico, l'immobilità della Terra. Nell'insieme, egli si attiene all'ordine del *De Caelo*. La prima ragione del suo principio è la simmetria delle forze dell'Universo, ché una tal simmetria varrebbe a conservare la Terra al centro del Mondo, se non a riportarvela nel caso che l'equilibrio fosse accidentalmente turbato. Inoltre:

« Se la Terra si muovesse di un moto che fosse comune agli altri gravi, è chiaro che li precederebbe tutti quanti; sospinta dallo stesso

[1]) Teone Smirneo, *Lib. de astron.*, XXXIV, pag. 303.
[2]) *Sintassi matematica*, XIII, 2 (vol. II, pag. 534).
[3]) *Ibid.*, III, 4 (vol. I, pag. 232).

eccesso della sua grandezza, si lascerebbe dietro, portati solo dall'aria, gli animali e tutti i corpi più o meno gravi; e finirebbe per oltrepassare a gran velocità gli stessi confini del cielo. Ma basta concepire supposizioni simili, perché appaiano ridicole al primo venuto ».

Ridicolo deve essere apparso piuttosto l'argomento, poiché non se ne ritrova traccia negli autori posteriori. Ma avendo così eliminata la possibilità di un moto di traslazione, Tolomeo vuol dimostrare che è ugualmente « ridicola » la rotazione. Non che sia inammissibile per l'astronomo relativista: ma nella fisica sublunare porterebbe conseguenze assurde. Aristotele aveva già detto che in quel caso, un proiettile lanciato verticalmente in aria ricadrebbe altrove. Tolomeo, amplificando, dimostra che si assisterebbe a una fuga generale, da Occidente a Oriente, di tutte le cose: nuvole, proiettili, uccelli, non legati alla superficie terrestre. Ma ammettiamo che anche l'aria prenda parte a questa rotazione:

« I corpi immersi nell'aria apparirebbero ugualmente lasciati indietro dal moto comune alla terra e all'aria; e quand'anche i corpi fossero portati dall'aria come se ne facessero parte, mai alcuno di essi apparirebbe muoversi più o meno presto; sembrerebbero sempre immobili, sia volatili, sia proiettili, non andrebbero né avanti né indietro.... »

In verità, il problema del moto dei proiettili sembra lo scoglio contro cui si infrange la fisica dei greci; sempre i dotti ricascano nel senso comune o peggio. Ma le ambizioni fisiche di Tolomeo non si fermano qui. Nelle *Ipotesi sui pianeti,* egli si propone di illustrare il meccanismo fisico delle sfere celesti.

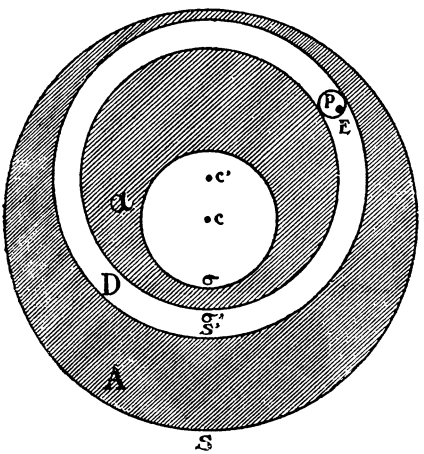
L'etere non è più il fluido indifferente di cui si parla nella *Sintassi:* è un solido diviso da superfici sferiche, alcune concentriche, altre no. Ognuna di esse roterà con perno su due poli fissati alla sfera che l'avvolge. E di che natura sarà il collegamento? Come saranno fatti questi poli?

« Ammettendo che i poli siano semplici punti, veniamo ad attaccare dei corpi a ciò che non ha corpo; delle cose dotate di forza e grandezza a ciò che non ha grandezza, cioè a nulla. Le considereremo dunque come corpi, analoghi a cavicchi di legno, o a bottoni?... Anche qui, ci troviamo in imbarazzo ».

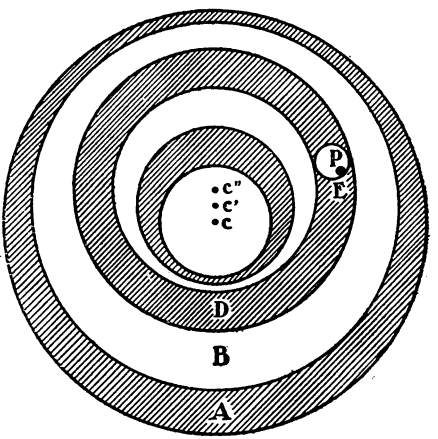
Gravi problemi, che dovevano turbare i sonni al dottissimo alessandrino. Il quale finì con l'ammettere la possibilità del meccanismo aristotelico.

La sfera esterna all'Universo, la sfera motrice, è senza stelle. Essa dà il moto diurno alla sfera delle stelle fisse, animate da un moto proprio in senso inverso, quello della precessione degli equinozi. Dentro di questa sta la successione delle sfere planetari.

Per Saturno, Giove, Marte e Venere si ripete lo stesso meccanismo dato dalla figura. Le zone sferiche massicce A e α sono limitate da superficie S, S', σ, σ', due concentriche e due eccentriche rispetto al centro C del Mondo. D è la zona deferente, vuota, entro a cui si muove la sfera epicicla E. Le due masse



Meccanismo delle sfere cristalline di Saturno, Giove, Marte e Venere.



Meccanismo di Mercurio.

A e α hanno lo stesso moto, risultante dalla combinazione del moto diurno con quello di precessione (che ha per poli i poli dell'eclittica). Il « vuoto » della zona deferente si muove con legge propria (e con poli proprî) intorno a C'; e tutti questi moti si comunicano alla sfera epicicla, la quale inoltre ruota su se stessa portando il pianeta P; che, come si è detto, è montato su un cerchio epiciclo obliquo all'asse di rotazione.

Il Sole, che si trova fra Marte e Venere, non è montato su una sfera epicicla, ma si sostituisce interamente ad essa in D.

In quanto a Mercurio, il cui meccanismo geometrico si è descritto a pag. 413, il suo meccanismo fisico diventa quello esposto

nell'acclusa figura, e che ci dispenseremo dallo spiegare minutamente.

Tale la struttura delle singole *sfere* planetari. Ma ad ognuna di esse occorrerà aggiungere due altri moti: quello diurno e quello di precessione, come abbiamo visto avvenire per l'ottavo cielo. Quindi per ogni pianeta due nuove zone sferiche motrici. Con questo ogni deferente fisso assume quel moto di precessione che era stato richiesto dalla *Sintassi*.

Tolomeo però sentiva che la cosa era veramente troppo complicata: onde venne a chiedersi se davvero, per portare dei deferenti cui in fondo bastava la forma del toro, fossero necessarie intere sfere cave. « La natura non fa nulla che non serva, o che sia privo di senso »:[1]) principio in virtù del quale aveva situato Mercurio e Venere fra la Luna e il Sole, onde non vi fosse spazio inutilizzato. Alle sfere Tolomeo propone dunque di sostituire sezioni sferiche, o anelli, per usare il termine platonico, di larghezza sufficiente a permettere i previsti moti in latitudine. Lo spazio che si concepisce avvolgere tutti questi anelli sarà allora riempito di un fluido che trasmetterà a tutto quanto il sistema il moto diurno, che riceve dal sistema delle tre prime sfere; le quali saranno necessariamente intere, poiché le stelle fisse sono distribuite uniformemente sulla volta celeste. E in mancanza di perni, come staranno a posto gli anelli? Per quella virtù insita nell'astro, che gli fa comunicare al suo sistema il moto che gli è proprio.[2])

Il sistema fisico di Tolomeo non ebbe seguito presso i Greci. Proclo, riprendendo la posizione platonica, scorgerà nel moto degli astri una curva indivisa, che solo per finzione matematica ci è permesso scomporre in moti semplici.[3]) Egli ci fa conoscere il sistema degli astronomi suoi contemporanei, che si basa su sfere ideali, tali che lo spessore di ogni sfera sia esattamente quello richiesto dalla eccentricità del deferente, e che non vi siano soluzioni di continuità fra le varie sfere. Potremo allora anche calcolare le dimensioni di esse.[4])

[1]) *Sintassi*, ed. Heiberg, pag. 118.
[2]) *Sintassi*, pag. 131; cfr. Simplicio, *De Caelo*, II, 8.
[3]) Comment. al *Timeo*, 29 c *d*.
[4]) *Hypotyposis astronomicarum positionum*, ed. Manitius, pag. 220-225.

Questo fu fatto, in un libro che alcuni tardi autori attribuiscono a Tolomeo, altri addirittura ad Archimede. Riprendendone i calcoli sul medesimo principio, l'arabo Al Fergani darà la seguente tabella delle distanze, misurate in raggi terrestri (le cifre si riferiscono all'apogeo dell'astro inferiore, che corrisponde al perigeo del superiore):

		raggi terrestri
Apogeo	Luna	64.16
»	Mercurio	167.
»	Venere	1120.
»	Sole	2220.
»	Marte	8876.
»	Giove	14405.
»	Saturno e cerchio stelle fisse	20110.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Edizioni critiche: Hipparchi in *Arati et Eudoxi Phaenomena commentariorum*, libri III, ed. K. Manitius, Lipsia, 1894, con trad. tedesca.

Le opere di Tolomeo: *Syntaxis* e *Opera astronomica minora*, sono edite da Heiberg in 3 vol., Lipsia, 1898-1907. Traduzione tedesca con note dell'*Almagesto* di K. Manitius, *Des Ptolemäus Buch der Astronomie*, Lipsia, 1912-13.

V. anche sul catalogo stellare: Fr. Boll, *Die Sternkataloge des Hipparch und des Ptolemäus*, in *Bibliotheca Mathematica*, II, p. 185 (1901). Sull'opera di Ipparco l'art. di A. Rehm, *Hipparchos*, nell'enc. Pauly-Wissowa (buona soprattutto per il lato filologico).

Le opere di ricostruzione storica su cui si basa la nostra esposizione sono essenzialmente le seguenti:

P. Tannery, *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*, Parigi, 1893.

G. Schiaparelli, *Scritti sulla storia dell'astronomia antica*, Bologna, Zanichelli.

P. Duhem, *Le système du monde*, vol. I e II, Parigi, 1913.

J. L. E. Dreyer, *History of the planetary systems from Thales to Kepler*, Cambridge.

Come miniera di notizie è ancora utile la vecchia storia del Delambre (1817). Il repertorio più completo degli autori antichi in cui si tratta di astronomia si troverà nella *Historia astronomiae* di Weidler, Wittenberg, 1741, p. 65-202. Chi voglia orientarsi sull'astronomia di posizione degli antichi, dovrà consultare le carte celesti come quelle del *Petit Atlas Céleste* di Bigourdan, Parigi, 1919, che porta anche i nomi latini delle costellazioni. Migliori ancora a questo riguardo sono i vecchi atlanti celesti con le figure delle costellazioni, come quello di Hevelius del 1690, o quello di Flamsteed del 1729.

XXI.

GEOGRAFIA

La Geografia dei Greci si disegna come disciplina particolare già alla fine del periodo ellenico, e specialmente nella scuola aristotelica; tuttavia il suo sviluppo più significativo appartiene all'epoca alessandrina. Perciò non abbiamo creduto opportuno dividere in due parti la trattazione di questa scienza come si è fatto per le matematiche, per l'astronomia e per la medicina, dedicandole uno speciale capitolo del libro terzo, accanto a quello (di argomento geografico-astronomico) che concerne la forma della Terra. Ed offriamo qui una veduta riassuntiva dell'intero sviluppo della geografia degli antichi, incominciando dalle sue origini.

Le navigazioni e le prime carte ioniche. — Eratostene fa cominciare la geografia con Anassimandro. Il grande Milesio è infatti il primo che abbia tentato di raccogliere e di organizzare in forma scientifica il vasto materiale, che si era venuto accumulando nell'età eroica della navigazione e della colonizzazione. I Greci dell'VIII secolo, in una civiltà ancora bambina rispetto ai predecessori cretesi e fenici, non erano usciti dal Mediterraneo orientale. Verso il 600 si disegna quel movimento di espansione che porta i milesii ad esplorare tutta intera la distesa del Ponto e a risalire il Nilo, e i foceesi a spingersi fino a Gibilterra.[1])

[1]) Sulle esplorazioni dei Greci ad Occidente cfr. l'opera d'insieme dello Schulten, *Tartessos*, Amburgo, 1922. Interessanti ipotesi sulle loro relazioni coi fenici sono proposte dal Bosch-Gimpera: *Fragen d. Chronol. d. Phöniz. Zivilisat. in Spanien*, in *Klio*, 1928, p. 335-344. Per il Bérard, l'avventura d'Ulisse è una specie di periplo del Mediterraneo (l'isola di Calipso essendo situata presso Gibilterra) risultante dalla fusione di stadiasmi e racconti fenici e greci.

Le colonne d'Ercole, che prima erano probabilmente situate al C. Bon, sono portate alla soglia dell'Atlantico. Né qui si arresta l'audacia dei marinai di Focea. Ché alcuni di essi si avventurano sull'« ultimo fiume Oceano senz'onda » e costeggiando l'Iberia, giungono alla favoleggiata città di Tartesso già, come pare, scoperta dai Fenici, e poi da loro prudentemente « ricoperta ». Viene così tracciata una rotta commerciale che ci è segnata dagli antichi nomi foceesi di Icnusa (la Sardegna), Pitecusa (Ischia) e Pitiusa (Iviza). Sorge la speranza che possa avverarsi il sogno tenace dei primi navigatori greci: la circumnavigazione d'Europa, fino a ritrovare il Mar Nero, sia che questo, come si pensava dapprima, dia direttamente sull'Oceano, sia che vi si possa giungere attraverso l'Istro o il Tanai.... Sogno cui fu data forma nell'impresa leggendaria

che fe' Nettuno ammirar l'ombra d'Argo

e che poeti e scrittori di molte generazioni susseguenti ripresero e variarono senza mai stancarsi: basti nominare Timeo, Apollonio, probabilmente Ecateo, e sopra tutti Pindaro.[1])

L'incentivo ai viaggi viene naturalmente dai progressi dell'economia e della tecnica, a cui abbiamo accennato al cap. I. La richiesta di metalli e materie prime sprona i navigatori a tentare nuove vie. Alle antichissime strade dell'oro, dell'ambra, del sale, che percorrevano l'Oriente e il centro d'Europa, si era aggiunta la rotta dell'argento e dello stagno, che toccava il porto di Tartesso in cui si concentrava la produzione dell'Iberia Settentrionale, della Lusitania e della Galizia, e proseguiva poi verso le Cassiteridi o Isole dello Stagno (Scilly e Cornovaglia); alla quale via marittima si aggiungeva la più breve via di terra lungo i fiumi di Gallia, fino a Narbona o Marsiglia, oppure fino all'Adriatico. Il Grote[2]) paragona la scoperta di Tartesso e delle « isole dello stagno » a quello che sarà per l'epoca moderna la scoperta dell'America. Una immensa speranza allarga a un tratto l'orizzonte del mondo. È l'inizio di un'êra nuova: Anassimandro, il creatore della prima sintesi scientifica, disegna la prima carta del mondo.

È quasi impossibile sapere esattamente come fosse fatta questa

[1]) *Nem.* III 21 sq; *Isthm.* III sqq. [2]) Grote, *Hist. of Greece*, 4ª ed., III, p. 377.

carta: ma ci possiamo ben fare un'idea delle difficoltà enormi che dovette superare il padre della geografia.

Dai peripli, stadiasmi, portolani di ogni specie, che certamente esistevano e di cui l'Odissea reca la migliore prova, dalle notizie molteplici, vaghe, fantastiche e contraddittorie, che affluivano al porto di Mileto da marinai e commercianti d'ogni paese, Anassimandro tentò di estrarre una descrizione d'insieme, organica e coerente, dell'orbe terraqueo. Occorreva metter d'accordo fra di loro le indicazioni sulla conformazione, sulla lunghezza, sull'orientazione delle rotte e delle linee costiere: riunirle e organizzarle in un sol quadro; completare per induzione le parti inesplorate, e accertare gli estremi limiti della terra abitata, con la stessa precisione con cui si conosceva la zona dell'Egeo. Tanto stimava il Milesio fosse necessario come fondamento al suo sistema universale: in cui si spiegava il nascere e il perire dei continenti e della vita che li popolava; il regime dei venti, delle pioggie e delle maree; la proporzione teorica degli oceani e delle terre emerse; la forma e la grandezza del nostro mondo: questioni, sopratutto le due ultime, che saranno l'ossessione di tutti i grandi geografi greci, e che provano il profondo spirito scientifico che li animava. Non diversamente da noi, essi sognavano di poter contemplare le sfera terrestre dalla luna.[1])

Il *periodo* o descrizione della terra di Anassimandro è fino a Erodoto il testo fondamentale di geografia e serve di guida a Ecateo, il logografo milesio; che fu anche eminente uomo di Stato, e scrisse un trattato improntato a considerazioni più pratiche.

Ma anche in lui appare l'ingenuità del razionalismo ancora inconscio.

Ecateo di Mileto così racconta:

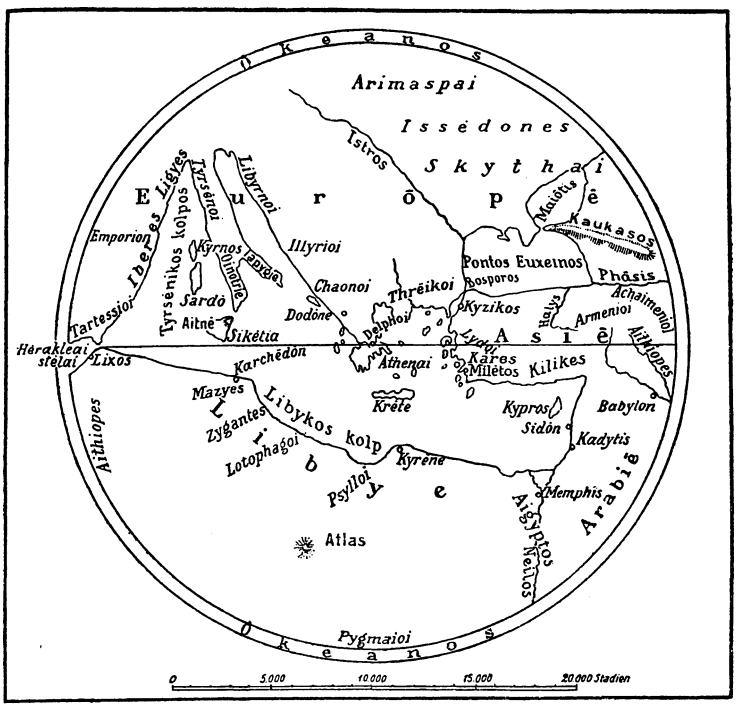
« Ho scritto quel che segue, come ogni cosa mi appariva vera; poiché i discorsi degli elleni sono molteplici, e, quali mi si presentano, degni di riso ».

Alla carta di Anassimandro accenna il racconto che fa Erodoto[2]) di un'ambasceria dei Milesii a Sparta. Aristagora, tiranno di Mileto, era andato a proporre ai Lacedemoni di unirsi

[1]) Luciano, *Icaromenippo* 11, ed. Jacobitz II 407. Cfr. anche Plutarco, *De facie in orbe lunae.*

[2]) *Hist.* V 49.

a lui per respingere la minaccia persiana e marciare su Susa. Egli mostrava a Cleomene re di Sparta « una tavola di bronzo su cui era descritto l'orbe della terra, con tutti i mari e i fiumi » e con essa illustrava il suo dire. Il re prese tre giorni per riflettere. Poi, richiamatolo, chiese: « Quante giornate vi sono dalla costa alla capitale del Gran Re? » « Tre mesi » rispose



La Terra per i Greci del VI secolo (Herrmann).

l'incauto; e Cleomene senz'altro gli ordinò di lasciare Sparta prima del tramonto.

La scuola ionica raccolse l'eredità di Anassimandro. Come autori di *periodi* si ricordano Ellanico di Lesbo e Damaste di Sigeo. Scrissero pure di geografia Senofonte, Anassagora, Democrito, Ippocrate di Coo; ed anche Eraclito non aveva disdegnato di occuparsene. Gli scienziati tentavano di chiarire la distribuzione delle zone climatiche, e di unire alla geografia fisica la meteorologia. Le piene del Nilo erano uno dei misteri che più li

appassionavano. Ecateo le spiega con le pioggie stagionali che si producono quando il sole abbandona lo zenit della Libia. Anassagora e Democrito invece attribuiscono le pioggie alle grandi masse di nuvole che si formano a Settentrione al tempo della fusione dei ghiacci, e che sono convogliate a Mezzogiorno dai venti stessi. Queste ipotesi fanno parte di una teoria molto completa della circolazione delle acque, in cui si mostra come l'acqua che evapora dagli oceani ricade in pioggia sulla terra, viene in parte assorbita a formare le falde sotterranee, e in parte torna al mare.

Con tutto ciò le conoscenze geografiche di fatto restavano ancora molto scarse ed incerte. Fin dove si estendevano le colonie greche, era possibile costruire una carta, se non precisa, almeno nelle grandi linee attendibile. Più oltre era l'ignoto. Si pensi alla difficoltà che trovava un greco anche al tempo di Pericle, quando volesse tentare le vie del mondo. Già, anche restando in Grecia, l'uscir fuori dalle mura della propria città esponeva a gravi rischi, temperati soltanto dal complicato sistema dei doveri di ospitalità. Nel caleidoscopio di trattative, conflitti, alleanze, sfere d'influenza, non si sapeva mai se la città in cui si capitava fosse amica o nemica. E in questo caso il meno che potesse accadervi era di esser venduto per schiavo, come avvenne a Platone. Un eroe addirittura era chi osava spingersi più oltre, fra gli uomini dal parlare strano, i βάρβαροι, « ignari d'ogni giustizia e ragione ». E pur nulla era valso a frenare Odisseo dall'andare a vedere quali specie di uomini vi fossero di là dal mare,

> Se violenti e selvatici e non servatori del giusto
> o se dell'ospite amici e in cuore tementi dei numi.

Questo modo di viaggiare « per inchiesta », ossia per scoprire, sembra essere un'idea proprio greca.[1]) Si pensi a Solone,

[1]) Prima che si diffondessero il commercio marittimo e la scrittura, i contatti fra i vari popoli orientali si può dire si limitassero alle guerre e alle ambascerie. Così che stirpi diverse erano distanti fra loro come gli astri del cielo. Quando gli spagnoli giunsero in America trovarono che i Messicani ignoravano l'esistenza dei Peruviani e viceversa. Se rapporti vi erano stati un tempo, nessuno se ne ricordava. I Messicani non sapevano nulla della patata che era il principale alimento dei Peruviani. Forse una simile assoluta ignoranza avrà tenuti lontani i Sumeri dagli Egizi nel 5000 a. C.

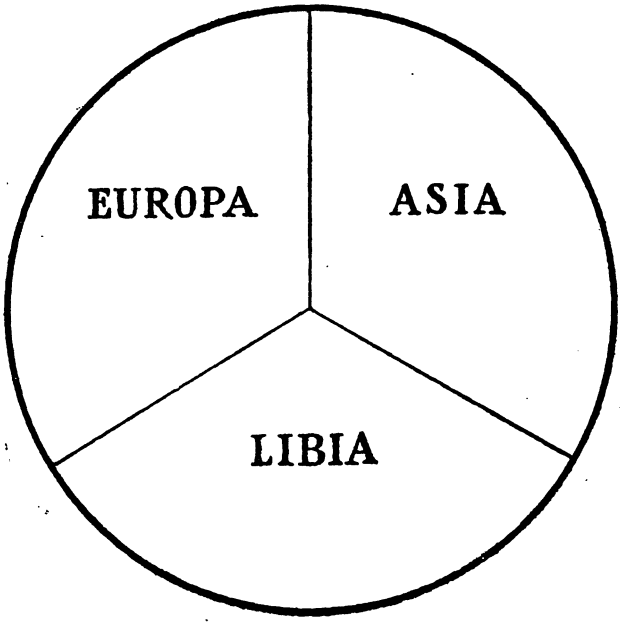
a Licurgo, e nel V secolo a Pitagora, a Ecateo, a Erodoto, a Democrito. Prima di loro, non vi erano stati che mercanti viaggianti in carovana, o per mare, coi loro carichi di stoffe o profumi o metalli, oppure personaggi ufficiali, con lettere d'introduzione e con un seguito; o pellegrini e rapsodi ambulanti. La moneta era ancora poco diffusa. Il mezzo di scambio più abituale erano le verghe di metallo, che si pesavano, e chi sa come, volta per volta. Le grandi città d'Oriente avranno avuto i loro caravanserragli; ma in Grecia non troviamo notizia di ospizi o locande prima del V secolo. Aristofane parla di una locandiera, facendole affittar camere nell'Ade. Chi veniva in una città senza credenziali presso un ospite, si trovava a mal partito. D'altra parte, chi volesse veramente sapere non poteva fidarsi delle voci vaghe che correvano nei porti, ma doveva viaggiare da sé. I marinai erano anche allora usi a mentire largamente, e rade volte potevano dare ai saggi le prove dei loro racconti, come fece quel Coleo di Samo (660) che tornò da Tartesso con « argento infinito ».[1]) Si comprende quindi il rispetto di cui erano circondati i grandi viaggiatori: e nelle parole di Democrito riudremo il vanto di Odisseo Laertiade: « Fra gli uomini del mio tempo nessuno ha viaggiato più di me: ho esteso le mie ricerche più lontano d'ogni altro, visitati più paesi e più climi, ascoltati più discorsi d'uomini istruiti ».

La conoscenza delle terre lontane progrediva dunque assai lentamente. Da ogni parte, sia ad Occidente che ad Oriente, gli oceani apparivano abbracciar la terra ed estendersi oltre ogni limite, confermando l'idea iniziale di un anello oceanico intorno alla terra abitata: mentre ancora non si riusciva a comprendere la forma dell'Africa, e si era così portati a una tripartizione schematica del disco terrestre. Asia ed Europa sono verosimilmente nomi semitici, più antichi della civiltà greca; ma stavano soltanto ad indicare vaghe direzioni di rotta: « verso levante » e « verso ponente ».[2]) Ai primi ionici la Terra apparve naturalmente divisa in due parti: Europa tutto ciò che era al di qua del

[1]) È vero che riconosceva di esserci andato per sbaglio. Quanto alla fantasia dei suoi colleghi, confronta p. es. il racconto di Eutimene di Marsiglia, che Seneca (*Quaest. nat.* IV a. C. 2) prende per degno di fede.

[2]) Sull'origine dei nomi, v. l'op. cit. del Berger e anche i due articoli *Asia* ed *Europa* nell'enc. Pauly-Wissowa. Già Erodoto (IV, 45) non sa più nulla in proposito.

fossato Mediterraneo-Mar Nero, Asia tutto ciò che era al di là. Ma tosto apparve come le terre di mezzogiorno stessero a sé; per esse prevalse l'appellazione egiziana di « Libia ». La ripartizione dei continenti divenne allora quella che appare dalla figura:



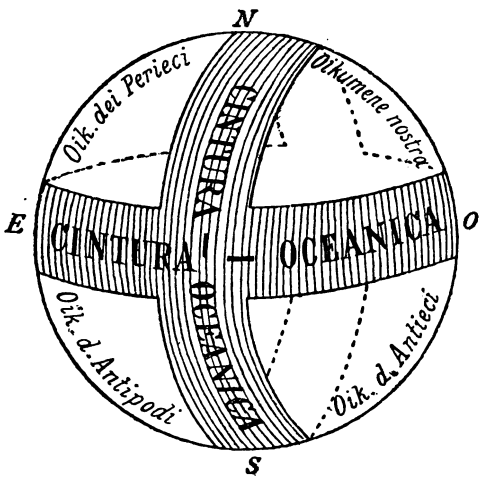
Le linee di divisione si vollero scorgere nel Tanai (Don) e nel Nilo[1]) ma poi gl'istmi apparvero punti di divisione più naturali. Si scelsero l'istmo di Suez, e il territorio compreso fra il Mar Nero e il Caspio, considerato un golfo dell'Oceano esterno.[2]) Poco più possiamo ricostruire delle prime carte ioniche. « Ombelico della Terra » era Delfo. A Settentrione le pianure della Scizia si dicevano terminate dai monti Ripei, dai quali nascevano il Danubio e il Don. All'estremo mezzogiorno si favoleggiava di monti etiopici, in cui alcuni collocavano le sorgenti del Nilo. Forse qualche vaga notizia poteva esser giunta, at-

[1]) Sull'evoluzione delle opinioni cfr. Strabone I, 4, 7; I, 2, 25; I, 2, 28.

[2]) L'incertezza sui confini del Mar Caspio continuò fino ai tempi alessandrini, per quanto Erodoto avesse già affermato nettamente trattarsi di un mare chiuso (I, 202 e 205).

traverso gli egiziani, dell'Acrocoro Etiopico e dei picchi nevosi dell'Africa centrale, che suggeriranno a Polibio l'abitabilità dell'Equatore.

La geografia della sfera. — Un contributo decisivo alla geografia matematica è portato dai pitagorici, con la loro teoria della rotondità della terra. I tentativi geometrici della scuola ionica, i suoi ambiziosi *periodi*, vengono qui ad inquadrarsi naturalmente in uno schema più razionale: i geometri pitagorici,



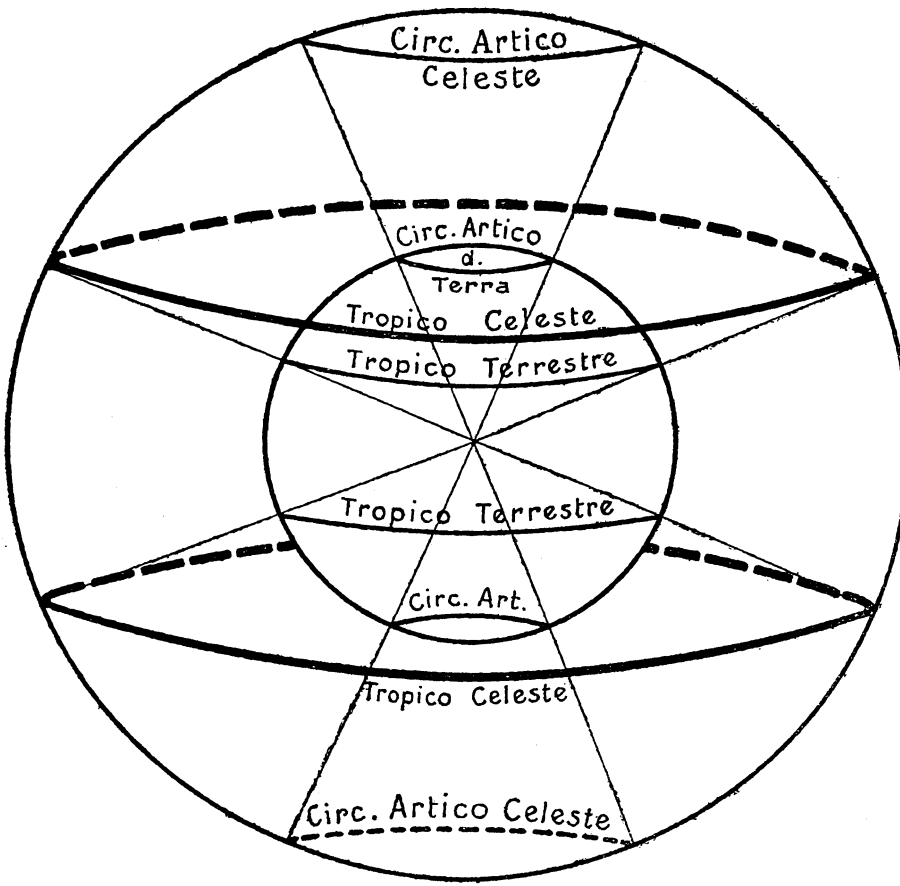
La Terra secondo i Pitagorici.

ragionando sulla sfera, danno la teoria corretta dell'illuminazione e delle zone climatiche.

Fu data anche una soluzione interessante al problema della forma dell'*oikoumene* o terra abitata. I milesii i quali immaginavano una terra discoidale, l'avevano concepita rotonda, e circondata dal fiume Oceano circolare: idea già messa in ridicolo da Erodoto. L'*oikoumene* era divisa in due semicerchi dal Mediterraneo; a Nord vi era il nostro continente, l'Europa: a Sud la Libia. I pitagorici non sapevano come trasportare uno schema simile sulla sfera: e per ragioni puramente geometriche, proposero una distribuzione assai più ragionevole: quattro continenti, divisi da due cinture oceaniche lungo due cerchi massimi perpendicolari fra loro. Quando e per opera di chi sia nata questa teoria

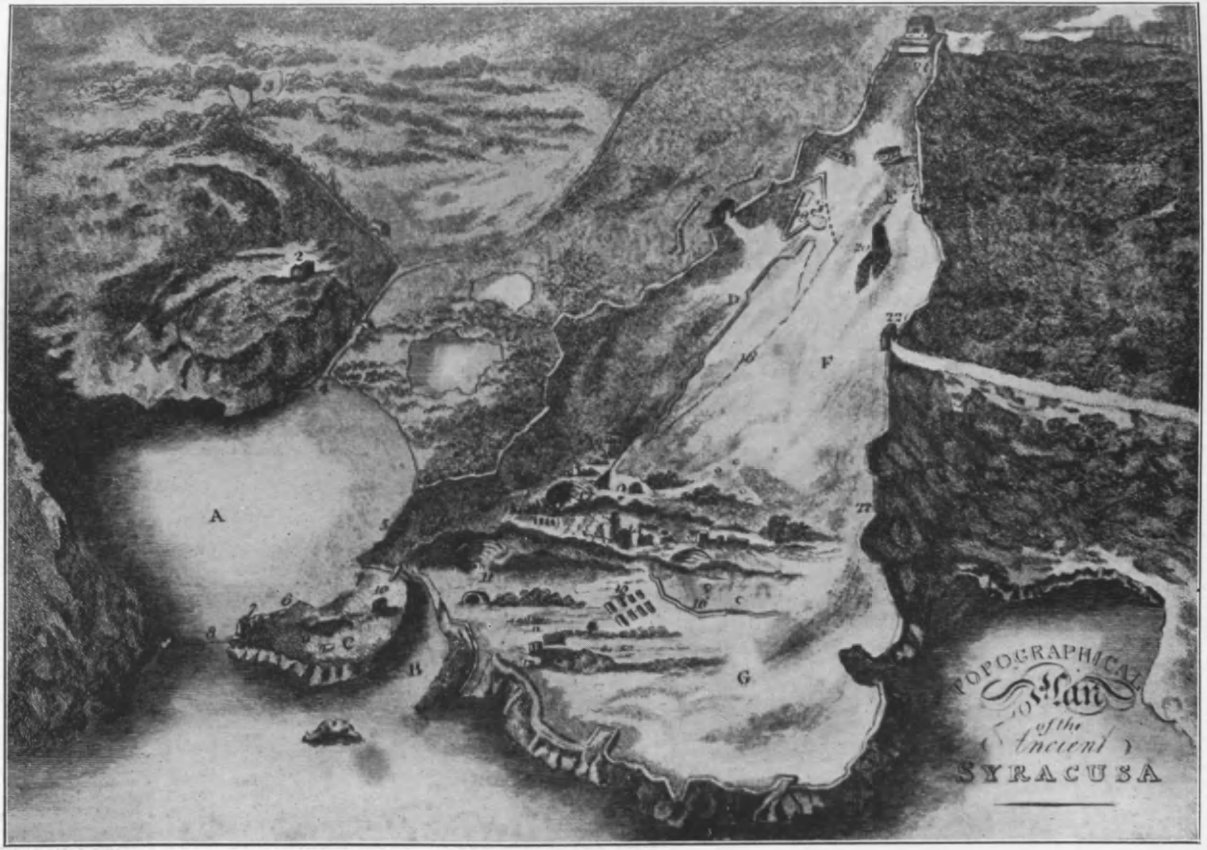
non ci è dato sapere; ma la ricorda Platone in vari luoghi, e passò poi nella rappresentazione corrente: tanto che la ritroviamo nelle immagini medievali.

Più importante ancora è il passo che fece fare Parmenide alla geografia matematica, grazie alla geometria della sfera. Atte-



Divisione della Terra in zone.

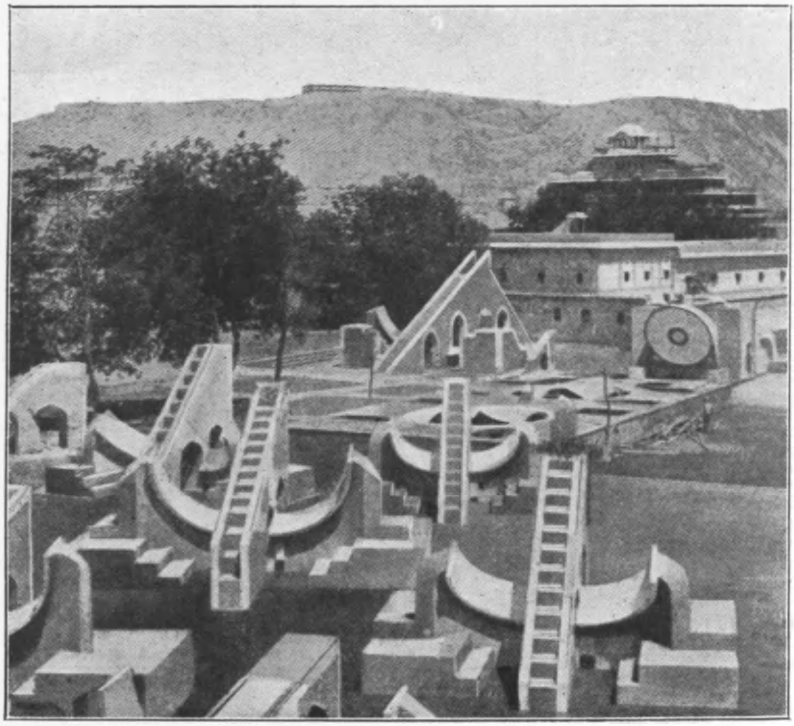
nendosi all'ipotesi di una terra concentrica alla sfera celeste, egli cominciò col definire su di questa le cinque zone fondamentali, divise dai tropici e dai circoli artici: indi trasportò le zone sulla sfera terrestre, e ne fece le zone climatiche. Le due fascie di terra abitabile sono delimitate, a nord e a sud, dai paralleli corrispondenti ai tropici ed ai circoli artici.



IL SITO DELL'ANTICA SIRACUSA.

La grandezza del perimetro appar bene a chi pensi che la città moderna occupa poco più dell'isola Ortigia (C). Il grande porto (A) poteva essere chiuso con catene. In 11 è il teatro che si è conservato. In 21 è il castello Eurialo, meraviglia dell'ingegneria militare greca.

ASTROLABIO.
Uno dei più antichi datati (984). Appartenne ad Ahmed di Ispahan.



OSSERVATORIO DI JEYPORE (INDIA).
Gli strumenti risalgono al 1734 e sono stati restaurati: ma sono sempre del tipo di quelli che si usavano nell'antichità.

A poco a poco si vien facendo strada un'idea più giusta delle dimensioni reali della sfera terrestre: e già comincia a delinearsi il metodo che verrà concretato due secoli dopo, di misurare tali dimensioni per mezzo di un tratto determinato in terra, e dell'arco corrispondente in cielo.

La corrente di ricerche matematiche cui abbiamo accennato si doveva proseguire in un cerchio sempre più ristretto di specialisti, dediti allo studio della geometria della sfera, fra cui ricorderemo Euctemone di Bisanzio e poi Eudosso di Cnido.

Le istorie. — Ma nel fervore d'idee scientifiche e filosofiche che agitava la Grecia del IV secolo, l'interesse del pubblico colto comincia a volgersi verso altri aspetti della geografia. È questo un risultato della crisi generale di idee alla quale abbiamo accennato nel cap. VII e che fa cadere in sfavore la scuola ionica e le sue sintesi ambiziose.

Abbiamo visto dalle parole di Isocrate[1]) quale fosse l'attitudine verso la scienza della classe dirigente in Atene, centro allora della coltura e foro in cui si incontravano le più diverse tendenze filosofiche.

La geografia ionica offriva naturalmente un punto debole alla critica, stante che le sue teorie erano continuamente infirmate dalle nuove notizie che si venivano man mano raccogliendo: onde appariva ridicola ai più la pretesa dei geografi, di dare per così dire *a priori* una descrizione completa dell'orbe terraqueo: peggio ancora di misurarlo. Aristofane nelle *Nuvole* ci mostra il giovane discepolo del sofista imbroglione, rinchiuso nel suo « pensatoio », intento alla geometria, cioè all'arte di misurar la Terra. « Quella da lottizzare? » chiede il padre diffidente. « Ma no, tutta quanta ».[2]) Battuta alla quale dovevano far eco le risa del pubblico.

Ma la crisi della geografia ionica non era soltanto conseguenza dei capricci della moda. La diversità d'opinione fra le scuole rivali sulla forma della Terra aveva portato una grande confusione di idee. Mentre i pitagorici si restringevano alla geografia matematica, gli scienziati ionici rimasti fedeli alla teoria della Terra piana si trovavano alle prese con difficoltà insolubili. La

[1]) Cfr. pag. 203.

[2]) *Nubi*, v. 202.

loro rappresentazione delle zone climatiche come quattro settori circolari dell'*oikoumene* non corrispondeva alla realtà. La maggior durata del giorno nelle alte latitudini, il diverso aspetto della vôlta celeste, non quadravano con le teorie. L'oceano circolare appariva sempre più improbabile.

I confini settentrionali e meridionali della Terra non erano abitati da Iperborei felici e da giocondi Macrobi, ma si rivelavano soggetti ad asprezze di clima, in diretto contrasto con le previsioni teoriche. Tanto che Democrito, ricordato da Eratostene come sommo geografo dopo Anassimandro ed Ecateo, dovette forse rassegnarsi a inquadrare le regioni note in un rettangolo provvisorio, privo di sicuro riferimento.

Contro a tale incertezza e confusione, si comprende che prendesse piede una concezione pratica della geografia. Non deve essere, si diceva, una scienza astratta e inumana. Deve servire a istruire i cittadini, a dilettare i conviti, a guidare gli statisti. Raccontare bisogna, descrivere, riferire, portare la curiosità irrequieta dell'anima ellenica sulla prodigiosa varietà di fatti e di colori che presenta il mondo degli uomini, sui molteplici ammaestramenti che esso dà a chi vuol persuadere e governare i proprî simili. Tale il programma con cui si accinse alla sua grande « inchiesta » (*historia*) il principale rappresentante delle nuove tendenze, Erodoto di Alicarnasso (484-428).

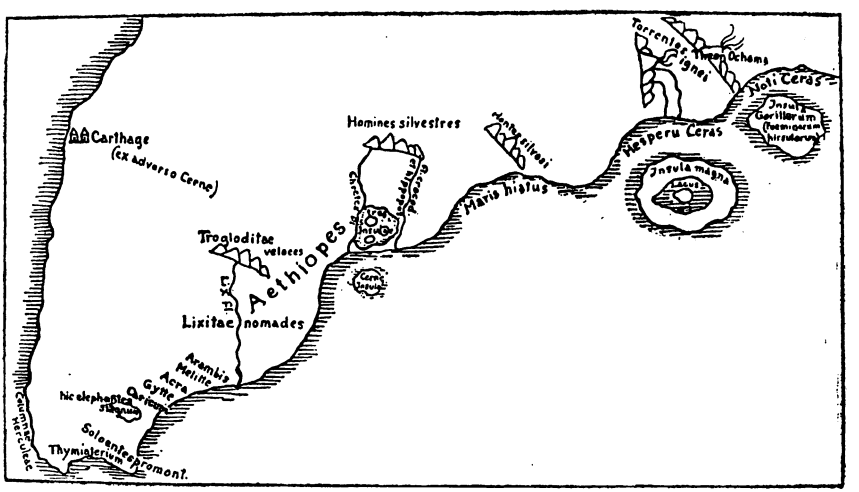
Dal lato descrittivo, l'opera di Erodoto è indubbiamente assai più ricca di quella dei suoi predecessori, ed è la prima immagine completa del mondo che ci abbia tramandato l'antichità. Poco di nuovo ci sa dire l'autore per quello che riguarda le regioni settentrionali. Invece ha tratto partito dei suoi numerosi viaggi in Oriente, dalla Persia all'Egitto, e delle notizie fornite dalle carovane, dai contatti col mondo egizio, fenicio e cartaginese.

Erodoto sa che la Libia, cioè l'Africa, è un continente isolato, grazie al viaggio dei marinai fenici mandati dal Faraone Necho (617-601) a tentare la circumnavigazione dell'Africa, dopo che fu fallito il tentativo di apertura del canale verso il Mar Rosso: tentativo che costò la vita, dicesi, a centoventimila operai.

« I fenici si partirono dall'Egitto attraverso il Mare Eritreo, e si inoltrarono nell'oceano a mezzogiorno. Quando veniva l'autunno, essi tiravano le navi in secco, dove che fosse, e avendo seminato il grano, aspettavano il tempo delle messi. Dopo il raccolto si rimettevano in mare,

e così avvenne che passarono due anni interi e solo al terzo anno essi doppiarono le colonne d'Ercole, e tornarono finalmente a casa. E al ritorno dichiararono — io per conto mio non li credo, ma dia loro fede chi vuole — che nel navigare attorno alla Libia essi avevano avuto sempre il sole a destra. In questo modo fu scoperta per la prima volta l'estensione della Libia ».[1])

Il viaggio dei fenici di Necho è stato posto fortemente in dubbio degli studiosi: ma l'osservazione sulla posizione del Sole è certamente giusta, ed assume tanto maggior significato in



Il periplo di Annone (ricostr. da K. Miller).

quanto Erodoto, che crede alla Terra piatta,[2]) non riesce a comprenderla. Sono anche plausibili, se pure dubbie, le altre esplorazioni di cui ci dà notizia: quella di Scilace di Carianda, il quale sarebbe venuto per mare dalle foci dell'Indo alle bocche del Mar Rosso; e il viaggio di Sataspe, nipote di Dario, di cui si dice che, essendo stato condannato a morte da Serse, si ebbe promessa salva la vita se riusciva a girare l'Africa: spintosi fino alla costa di Guinea, non poté andar oltre a causa dei venti contrari, e al ritorno in patria fu confitto sul palo.

Non troviamo invece in Erodoto notizia del principale viaggio

[1]) Erod. IV 42.

[2]) *Ibid.* III, 104.

di scoperta di quei tempi, la spedizione che Annone ammiraglio cartaginese tentò intorno all'Africa, giungendo fino alla Senegambia, e forse alla costa del Gabon. Il rapporto di Annone sul suo *periplo* fu affisso nel tempio di Moloch a Cartagine, e ci è pervenuto nella traduzione greca.[1]) Sappiamo anche attraverso Avieno che un altro cartaginese, Imilcone, si spinse nei mari boreali fino al Baltico, e al ritorno (almeno così pare) fu deviato dalle correnti fino al Mare di Sargasso. Dallo stesso Avieno lo Schulten ha recentemente estratto il testo originario del più antico periplo che ci sia giunto, quello di un ignoto marsigliese, scritto verso il 530. Si aggiungano ancora le indicazioni sull'Asia che ci dà Senofonte nell'*Anabasi*, e si comprenderà l'interesse del pubblico ellenico per le opere di geografia descrittiva, *peripli* e *periegesi*, che si venivano moltiplicando in quell'epoca, fra i quali si ricordano soprattutto quelli di Eforo e Filea.

Fisica terrestre. — La scienza geografica s'indirizza verso una sintesi generale nel primo tentativo di Aristotele. Questa sintesi — che sembra attingere a fonti per noi ignote — mette soprattutto in evidenza il campo un po' trascurato della fisica terrestre, sforzandosi di dare una teoria completa delle trasformazioni del nostro mondo sublunare. Aristotele si schiera contro gli Ionici, i quali credevano al consumarsi progressivo della crosta terrestre, e sostiene che le variazioni geografiche si compensano fra di loro, immergendosi qua una terra ed emergendone là un'altra.

Per quanto riguarda la forma delle terre abitate, Aristotele sostiene, contro ai pitagorici, la teoria di un continente unico, a forma frastagliata. E ben presto l'affluire di notizie susseguenti alle imprese di Alessandro in Asia doveva dargli ragione.

Pitea. — Mentre i marinai e i generali di Alessandro e dei suoi successori percorrevano le coste meridionali dell'Asia, venivano a conoscenza di nuovi mari orientali, e ne concludevano all'esistenza dell'oceano circolare, un navigatore solitario, Pitea di Marsiglia, sfidando le nebbie e le tempeste dei mari boreali, rivelava al mondo antico la terra di Thule (l'Islanda).

[1]) Müller, *Geogr. gr. minores*, I.

Quasi nulla sappiamo del misterioso personaggio, che i geografi contemporanei stimarono altamente, che i suoi concittadini si affrettarono a dimenticare, e che si è risollevato solo ai tempi nostri dal discredito di cui lo ha caricato Polibio. Pitea doveva essere un astronomo, o almeno un uomo che vivamente si interessava alle questioni scientifiche. Il suo viaggio è rimasto un modello di esplorazione metodica e rigorosa. Forse armò da sé una piccola spedizione commerciale: forse andò soltanto come passeggero a bordo di una nave di Marsiglia, che faceva il traffico con la Cornovaglia. Seguendo la rotta dello stagno e dell'argento, Pitea risalì le coste occidentali fino alla Manica, fino alla foce dell'Elba, probabilmente fino al Firth of Forth. La Britannia, che esplorò in vari sensi, gli appare come un grande triangolo, con ad occidente l'isola di Ierne (Irlanda); ed egli ce ne dà la grandezza approssimativa. Le sue misure di latitudine sulle coste celtiche lo portano fino al 61° N. Raccolse quanto poté sapere sui paesi dell'ambra, sul golfo di Botnia, sulle regioni sconosciute che si estendevano fino al circolo artico. Né si contentò di notizie descrittive: ma si documentò sull'altezza delle maree e sulla loro connessione col moto della Luna, sul variare della vegetazione secondo la latitudine, sulla lunghezza del giorno e sul ritmo delle stagioni. Tornato a Marsiglia, fece la relazione completa del suo viaggio in un libro che, naturalmente, non fu creduto.

Dicearco. — Gli credette però Dicearco, l'allievo di Aristotele, il quale aveva impreso a ricostruire positivamente la geografia sui dati che cinquant'anni di conquiste, di studi e di ricerche, avevano messo a disposizione dei dotti (c. 300 a. C.).[1])

Quel poco che ce ne rimane mostra in lui il predecessore di Eratostene in quasi tutte le novità importanti. Abbiamo già parlato del suo tentativo di misura della Terra. Quanto alla distri-

[1]) Dicearco è un tipo rappresentativo della mentalità peripatetica. La sua attività copre tutti i campi del sapere. Svolse i vari temi del genere biografico nato proprio allora, scrivendo le prime *Vite dei filosofi* e *Vite di poeti*. Generalizzando arditamente, concepì la storia della civiltà come la biografia del mondo, e scrisse una *Vita della Grecia*, che si apriva con l'età selvaggia o di Crono, poi descriveva la civiltà dei grandi fiumi d'Oriente, e finalmente il sistema ellenico. Fra i pochi frammenti che ce ne restano, abbiamo note sulla origine greca di istituzioni quali πατρια, φρατρια, φύλη, ecc. La trattazione di Dicearco è stata molto utilizzata dai posteri, e fu modello a Varrone per la sua *Vita populi romani*. Dicearco è anche autore di studi sulla costituzione di vari stati

buzione dei continenti, egli respinse la tripartizione abituale, e tornò all'antica teoria ionica della divisione in due parti: la settentrionale e la meridionale, con in mezzo il Mediterraneo. Il suo parallelo principale passava per il centro di questo, e per i contrafforti sud del Tauro, che si credeva estendersi fino all'India. Il suo meridiano principale era la linea, considerata approssimativamente retta, Siene-Rodi-Ellesponto. Le dimensioni della terra abitata erano fissate in 400.000 e 600.000 stadi, secondo la proporzione 2/3 introdotta da Democrito. In questo rettangolo Dicearco tracciò i meridiani e i paralleli, secondo una proiezione che doveva poi dimostrarsi quella cilindrica: dove mancavano i dati astronomici, egli suppliva con le indicazioni climatiche e con le distanze presunte.

La Geografia, nome che appare verso questo tempo, si inquadra così nell'enciclopedia aristotelica come una scienza ben definita. Non si tratta più di abbracciare tutto quanto il campo dei fenomeni nel mondo sublunare, dalla meteorologia all'etnologia, ma di tracciare la carta della terra abitata.

Eratostene. — Altri quindici lustri erano passati dal tempo di Dicearco. Da ogni parte affluivano ad Alessandria relazioni, racconti, libri di bordo. Viaggiatori come Deimaco e Megastene, condottieri come Demodamante, navigatori come Androstene, Ortagora, Timostene, dotti come Lico e Timeo, e molti e molti altri ancora di cui non ci sono giunti che i nomi, venivano formando « la biblioteca », come dice Ipparco,[1]) sulla quale Eratostene si accinse a rifondere tutta quanta la geografia dei predecessori.

Abbiamo già incontrato altrove la figura di questo dotto infaticabile e onnisciente, che volle portare in ogni campo del sapere il contributo del suo ingegno. L'opera sua è concepita nel senso aristotelico: precede una breve storia della geografia fino ai suoi tempi, documento per noi inestimabile.

(quello su Sparta era letto solennemente ogni anno per ordine degli Efori), e di un *Tripolitico* in cui dice che la maglior costituzione è quella che unisca in uno monarchia, aristocrazia e democrazia, e sostenne le sue teorie laconizzanti in orazioni alle feste olimpiche e panatenee; Polibio e Cicerone credettero di vedere un tal sogno realizzato a Roma. Scrisse un libro *Sulla distruzione dell'umanità*, in cui dopo aver esaminato i varii flagelli che la minacciano, concludeva che il suo peggior nemico è ancora l'uomo (cfr. anche *Meteor.* I, 14, 7). Scrisse sull'Anima, sulla Musica, sui soggetti delle Tragedie, sulla divinazione, e una *Discesa nell'antro di Trofonio*. Abbiamo visto che fu anche geodeta, e misurò l'altezza di vari monti della Grecia.

[1]) In Strab. II, c. 69.

Prima di costruire la carta del mondo, Eratostene crede necessario riprendere la questione della forma della Terra e delle sue dimensioni. Le prove della rotondità sono quelle che già appaiono in Aristotele, riprese e sviluppate: connessione con la evidente sfericità del cielo, piccolezza relativa dei dislivelli della crosta terrestre, partecipazione della superficie marina alla forma sferica secondo le leggi dell'idrostatica. Erastotene riprende anche la questione già trattata da Aristotele e Stratone, della variazione del livello del mare nell'epoca storica.

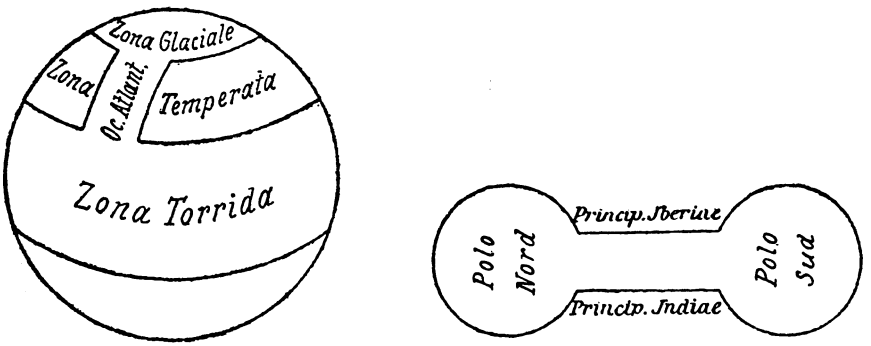
Molti indizi, così per esempio la bonifica naturale delle paludi del Basso Egitto, rivelavano come il mare si fosse venuto progressivamente abbassando in quella regione. Aristotele e la sua scuola, principalmente Stratone, ne avevano derivato questa teoria: un tempo, il Mar Nero era mare chiuso. Il continuo aumento dei sedimenti apportati dai grandi fiumi lo aveva fatto straripare in direzione del Mediterraneo; era nato così il Bosforo, la cui corrente continua mostra ancor oggi l'eccesso di acqua nel Mar Nero. Il Mediterraneo a sua volta, chiuso in quel tempo remoto a Gibilterra dalla soglia dell'Erma, era cresciuto inondando le regioni basse circonvicine: finché rotta la diga, si era precipitato nell'Atlantico, e si era finalmente stabilito l'equilibrio presente.

Questa teoria è un esempio fra molti dello sviluppo della geofisica greca: né rimase senza conseguenze pratiche, poiché gl'ingegneri dominati da tali vedute vigenti fin dai tempi di Aristotele, si ostinarono a credere a una forte differenza di livello fra il golfo Saronico e il golfo di Corinto, e si opposero quindi al taglio dell'Istmo, disegnato da Demetrio Poliorcete.

Come abbiamo detto, le grandi variazioni della crosta terrestre erano considerate da Aristotele come periodicamente alternantisi. V'è qui una intuizione geniale, di cui ignoriamo la precisa origine. I cicli del Grande Inverno e della Grande Estate sono stati effettivamente scoperti dai geologi moderni: così vi fu l'inverno glaciale del periodo Permiano-Carbonifero, che termina il periodo paleozoico, in cui i ghiacciai giunsero quasi all'Equatore. Il periodo secondario o Mesozoico ebbe anch'esso un termine con la gelata minore dell'Eocene: e finalmente l'inverno del Pleistocene inaugura il regno dell'Uomo.

Le terre abitate. — Fra le conclusioni cui giunse Eratostene, una doveva assumere particolare importanza nella storia fino a divenire un fattore decisivo nell'era delle navigazioni che apre l'era moderna. Ed è la sua misura dell'estensione delle terre abitate.

Abbandonando il tentativo degli ultimi geografi ionici e di Dicearco di riportare sulla sfera l'immagine dell'*oikoumene* che si erano costruita coloro che credevano la Terra piatta, Eratostene riprende la questione là dove i pitagorici l'hanno lasciata. La loro teoria delle zone climatiche indicava chiaramente due fasce di terra abitabile, estendentisi fra i tropici e i cir-

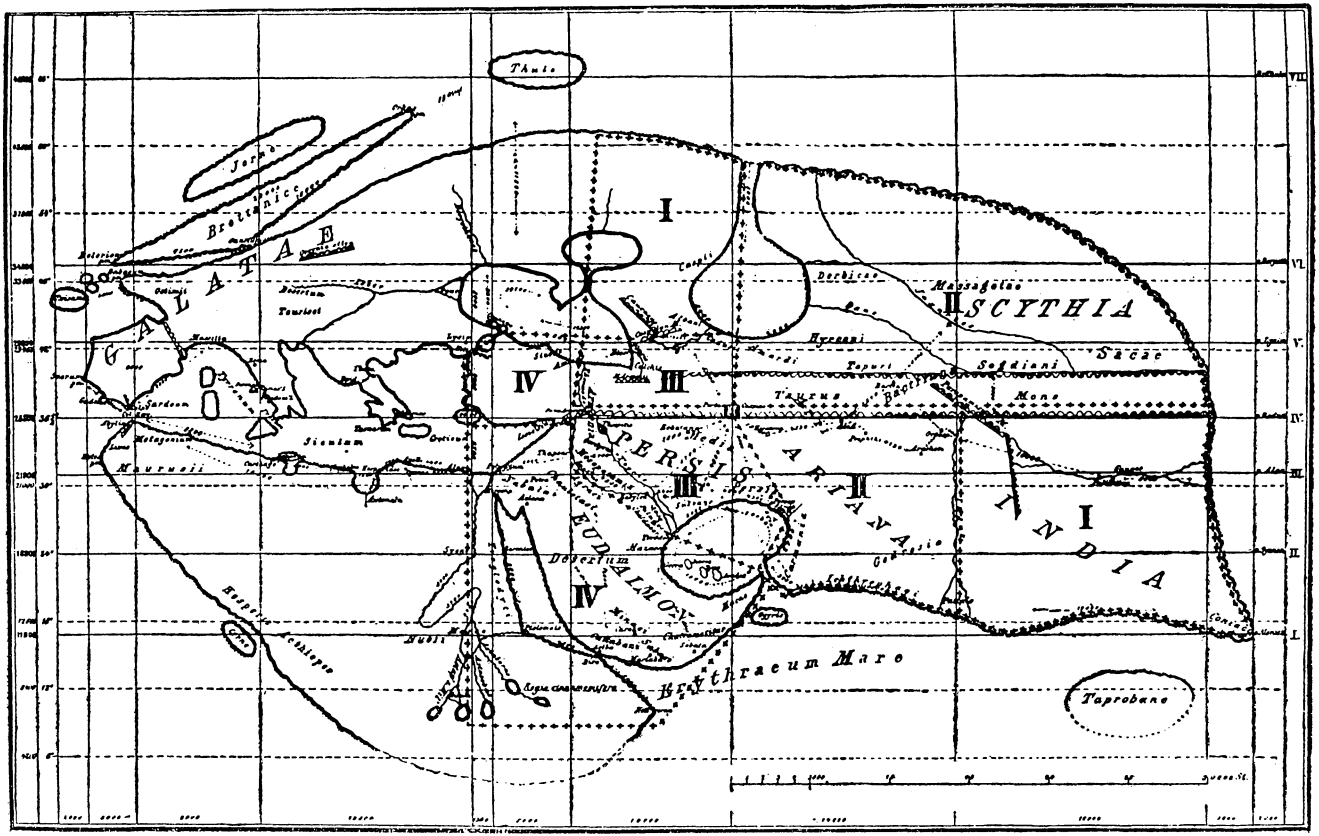


La zona temperata e l'Oceano Atlantico.

coli artici, e simmetriche rispetto all'equatore. Al loro seguito, Eratostene concepisce la terra abitabile come compresa entro due zone circolari. Con questo si veniva ad ammettere implicitamente l'idea degli antipodi.

Qual'era adesso l'estensione dell'oceano nelle zone abitabili? Eratostene, dopo aver vagliato le notizie fornite dai circumnavigatori, da Ammone, Pitea, Nearco, Patrocle, fondandosi sulla sua misura della circonferenza terrestre in 252.000 stadi, cercò di mostrare che fra i punti estremi raggiunti dai navigatori a Oriente e ad Occidente non vi era un intervallo che si potesse dire smisurato. A questa distesa oceanica diede, come già prima di lui Aristotele, il nome di Oceano Atlantico.[1]) L'estensione

[1]) *Plac. phil.* Stobeo in Diels *Dox.* p. 382. Eratostene seguiva sostanzialmente Aristotele, pur correggendone i dati, come si vede dal *De Caelo* 298ª 9-15.



Il mondo abitabile secondo Eratostene (ricostr. da K. Miller).

che Eratostene attribuiva alla nostra terra abitata era di 78.000 stadi, sui 200.000 misurati dal parallelo di Atene.

Era possibile che fra la Cina e le Isole Fortunate si stendessero 122.000 e più stadi di oceano deserto? All'argomento di simmetria, già invocato dai pitagorici, Eratostene non dové essere insensibile: poiché, pur non proponendo nel suo trattato l'ipotesi di altre terre abitabili oltre la nostra, ritornò, a quanto pare, sull'argomento nelle sue poesie, e lì, concedendo alla fantasia più libero volo, ammise l'esistenza di una *oikoumene* a noi vicina (i *perieci*) e di un'altra a noi opposta (gli *antieci*).[1]) Dal più grande geografo del suo tempo era così proposta l'idea di un continente agli antipodi, che sarà ripresa da Cratete e poi da Strabone. Le conclusioni di quest'ultimo, rese ancor più favorevoli, come diremo dopo, dall'adozione dell'errata misura di Posidonio, eserciteranno una profonda suggestione sulle menti del Medio Evo.

Dopo Eratostene, nell'opera del quale la geografia ha trovato una sistemazione razionale, si disegnano varie tendenze: da una parte i puri matematici mirano a correggere e completare i dati della geografia matematica, dall'altra gli stoici tentano di inquadrare la scienza della Terra nel loro sistema universale. Cratete di Mallo, l'illustre grammatico ed esegeta di Omero (poiché in Omero, considerato adesso fonte di sapienza allegorica, i dotti cercavano una guida alla risoluzione di molti problemi positivi) ritorna allo schema pitagorico della distribuzione dei continenti: Posidonio riprende la questione della misura della Terra, pervenendo a quella cifra di 180.000 stadi che si è discussa al capitolo XIII. Strabone fissa la estensione della terra abitabile a 70.000 stadi, circa metà del parallelo corrispondente.

Conformemente all'indirizzo umanistico della sua scuola, Posidonio dimostra un particolare interesse per le caratteristiche delle varie razze degli uomini, e getta così le basi dell'antropogeografia. Ma ad un altro problema ancora, di geografia fisica stavolta, egli ha portato un contributo importante: cioè al problema delle maree, di cui andiamo a discorrere.

Teoria delle maree. — La marea del Mediterraneo, coi suoi pochi centimetri di spostamento, non poneva ai Greci quella que-

[1]) Cfr. E Hiller, *Eratosth. carm. reliq.*, p. 2, e segg. L'idea è naturalmente suggerita dallo schema pitagorico.

stione vitale che sarà più tardi pei navigatori dei mari del Nord. Il primo accenno ai flussi e riflussi del mar Rosso si trova in Erodoto.[1]) Una indicazione più precisa è pôrta dagli storici della spedizione d'Alessandro. Curzio Rufo racconta il terrore dei soldati quando videro, alle bocche dell'Indo, il mare invadere la spiaggia e sollevare le loro navi messe in secco, per poi ritirarsi. La navigazione condotta da Nearco, per ordine del re, rese i Greci familiari con questo fenomeno.

Il primo collegamento delle maree col moto della Luna lo troviamo nei *Mirabilia* di Antigono da Caristo (III sec. a. C.). E Pitea, dopo aver accennato alle grandi maree dell'Atlantico, avrebbe anche affermato che il ritmo dei flussi e riflussi è legato al ciclo della Luna.[2]) Ma Dicearco attribuisce il sollevamento allo splendore del Sole, e Timeo di Tauromenio (Taormina), vissuto fra il 340 e il 250 circa, affaccia l'idea — ripresa nel nostro Cinquecento da Leonardo — che le maree siano dovute al vario impeto con cui i fiumi si gettano nel mare.

Cratete di Mallo, il quale — come abbiam visto — aveva tentato di ridar vita alla concezione pitagorica dei quattro fiumi-oceani incrociantisi secondo due cerchi massimi del globo, vedeva nello scontrarsi delle loro correnti la causa del flusso e del riflusso.

Ma Eratostene — come resulta dal racconto di Strabone — conosceva la legge che segue nell'Oceano la marea semidiurna, in funzione del moto della Luna, e tale conoscenza gli permetteva di ravvicinare a codesto fenomeno il flusso e riflusso delle acque nello stretto di Messina — la *rema scendente* e la *rema montante* dei pescatori dei nostri giorni — ch'ei riteneva dovuti ad un dislivello tra i due mari di sopra e di sotto. E Seleuco — che dicemmo ultimo seguace di Aristarco nella dottrina eliocentrica — enunciò in modo chiaro il rapporto fra la Luna e le maree. Nato in un paese vicino al mar Rosso, poté lungamente osservare il fenomeno che si produce sulle rive di questo mare e certo anche su quelle dell'Oceano Indiano.

[1]) II, 11, 2, citato nella memoria di Almagià (cfr. bibliografia) che ha costruito e sviluppa largamente la storia della questione. Cfr. anche Duhem, *Le système du monde*, vol. II.

[2]) Sul legame delle idee di Pitea sulle maree con quelle di Eraclide Pontico, cfr. Diels, *Dox.*, p. 382.

Da lui probabilmente, e da Eratostene, Posidonio attinse il fondamento della sua teoria, che poté poi elaborare grazie ai molti dati che gli erano pervenuti da ogni parte. Nel suo περὶ ὠκεανοῦ, « sull'Oceano », egli distingue tre periodi della marea: uno semidiurno, uno semimensile e uno annuo. Osserva che il flusso comincia quando la luna è alta di un segno zodiacale (30°) sull'orizzonte, e che il riflusso comincia quando l'astro, avendo culminato, discende verso l'orizzonte di nuovo fino a 30°. Poi vi è quiete fino al tramonto, e per altri 30°; indi comincia il nuovo periodo, per la culminazione inferiore. Quanto al periodo quindicinale, Posidonio ha notato (e l'osservazione gli appartiene forse in proprio) che l'altezza del flusso è massima al novilunio, cioè quando la luna è in congiunzione col sole, e minima al plenilunio, quando è in opposizione. Quanto al periodo annuo, per quanto non abbiamo chiare notizie, sembra che avesse avvertito che ai solstizii i flussi sono minori e maggiori agli equinozii.

Tutto questo si spiega oggi coll'attrazione newtoniana; ma le intuizioni geniali che già i naturalisti greci avevano avuto di questa legge qui non vengono in uso. Abbiam visto invero Anassagora, Democrito e Platone, considerare la gravità sulla Terra come caso particolare di una gravitazione universale che è « l'attrazione del simile dal simile ». Anassagora e Democrito tentavano anzi una spiegazione meccanico-cosmologica di essa; Platone la giustificava col potere unificante dell'Idea o essenza comune delle cose simili.

Si vorrebbe trovare una connessione fra queste dottrine e le idee di Posidonio, ma forse di lui e anche di altri Greci, se non di tutti, si potrebbe dire col poeta

« all'alta fantasia qui mancò possa »;

avere immaginato una specie di attrazione universale non significa osare di invocarla come fortemente attiva fra corpi tanto distanti. Solo il motivo ideologico di Platone avrebbe potuto introdursi francamente dallo stoico platonizzante che fu Posidonio: bastava parlare di un'essenza lunare contenuta nelle acque del mare.... Probabilmente non gli piacque, e mostrò un maggior senso scientifico cercando di spiegare l'influenza della Luna materialisticamente, sebbene in una maniera che risente di superstizioni popolari, vive ancor oggi.

Prisciano di Lidia (che fu tra i sette filosofi emigrati in Persia per la chiusura della scuola d'Atene sotto Giustiniano) dice[1]) che la causa del rigonfiamento delle acque è per Posidonio il calore della luna, fuoco impuro che esercita la maggiore azione sulle cose terrestri e specialmente sulle cose umide: lo stesso motivo che rende idropici i corpi e fa gonfiare i cadaveri di notte, laddove il sole agisce sul mare come un fuoco violento. L'acqua che tende alla forma sferica si gonfia per un calore moderato, mentre un fuoco ardente la consuma. Invece Giovanni Damasceno (in Stobeo) dice che per Posidonio la Luna mette in moto i venti, che a loro volta muovono il mare. Qui forse ei si ricorda della spiegazione, affacciata da Seleuco e riferita dallo stesso Stobeo, che ammetteva la rotazione diurna della Terra, il trascinamento vorticoso dell'aria e, su questo vortice, l'azione perturbatrice della Luna; l'aria perturbata a sua volta muoverebbe il mare.[2])

Insomma i riferimenti intorno al senso fisico della teoria di Posidonio restano oscuri: vi si scorge un miscuglio di vedute scientifiche e di superstizioni: d'altronde l'astrologia teneva un gran posto nella mente del filosofo. Era dottrina assai comune, venuta dalla Caldea, che l'influenza delle maree giustificasse la ricerca generale dell'influenza simpatica degli astri su tutti gli avvenimenti della vita umana; e reciprocamente la concezione astrologica sembrava chiarire l'influsso della luna sul mare.

Aulo Gellio (vissuto sotto gli Antonini, nel II secolo dell'e. v.) protestava nelle *Notti Attiche* contro codesti « Caldei » o « genetliaci »: « l'Oceano — diceva — è per così dire il compagno della Luna; invecchia e ringiovanisce con lei. Di qua essi hanno tratto argomento per far credere che tutte le cose umane, le più piccole come le più grandi, sono legate alle stelle fisse e ai pianeti erranti.... Ma, perché la marea dell'Oceano è legata al corso della Luna, si dovrà credere che la causa di un tale

[1]) *Prisciani philosophi Solutiones*, quaest. VI, ed. Didot, 1865, p. 571-72. Il riferimento di Stobeo in Aetius III, 17, 9; *Dox.*, p. 383.

[2]) Si vede come i tardi interpreti stoici si facessero un'idea sempre più vaga e imprecisa di quel *pneuma* che era la chiave di volta del loro sistema. Cicerone (*De div.* II, 14, 31) e Plinio, essendo più vicini alla fonte, sono ancora i più chiari: « La Luna fa gonfiare i corpi con l'avvicinarsi, e sgonfiare con l'allontanarsi.... del resto gli organismi senza sangue sentono più fortemente la sua azione sul *pneuma;* ma anche il sangue dell'uomo, l'albero e l'erba sentono la sua forza che penetra ovunque ». (*N. H.*, II, 99).

che litiga coi suoi rivieraschi per una condotta d'acque.... sia guidata dal cielo per le redini? »

E tuttavia la dottrina di Posidonio, così perfetta nella descrizione dei fenomeni, poté avere impulso da quelle stesse vedute di simpatia universale che, per la loro assurdità, allontanarono più tardi forti ingegni (e lo stesso Galileo) da una esatta comprensione delle maree. La dottrina non ricevette dopo di lui che piccoli complementi da Seneca e da Plinio il Vecchio, e non sarà veramente superata fino al XVI secolo.[1]) Frattanto essa ebbe nell'antichità un'immensa risonanza, e la concezione stoica della simpatia cosmica in cui bene s'inquadra, sarà ripresa e illuminata di nuova luce metafisica nel sistema neoplatonico.

I PROBLEMI DELLA GEOGRAFIA MATEMATICA. — Mentre gli stoici, eredi di Eratostene e dei Pitagorici, avevano tentato di sistemare alla meglio la geografia del globo, dando una qualche risposta a tutte le questioni, la scuola dei puri geometri tendeva a restringersi nella critica rigorosa dei dati, e alla eliminazione di tutte le ipotesi ingiustificabili. Capo di questa scuola è il grande astronomo Ipparco di Nicea. La sua attività di geografo è consona ai suoi lavori astronomici. Ritroviamo lo stesso rigido positivista, lo stesso calcolatore esatto e un po' pedante.

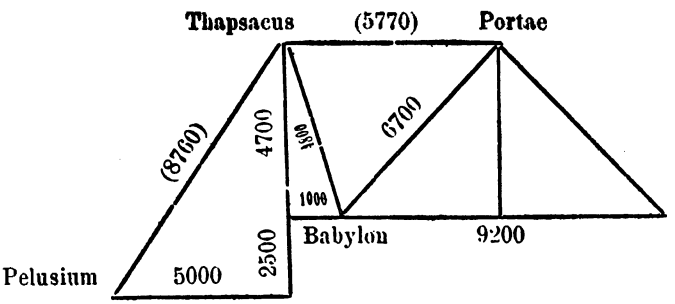
Per quali ragioni, diceva, Eratostene sostiene che l'*oikoumene* è ovunque attorniata dall'oceano? Per estrapolazione sui dati dei viaggiatori, e basandosi sopra una ipotetica contemporaneità delle maree su tutti i lidi. Ma questa è già smentita da Seleuco di Seleucia, e del resto non significherebbe gran che, mentre sta di fatto che i navigatori non sanno affatto come stia la linea delle coste all'estremo sud e all'estremo settentrione. Chi ci

[1]) Pomponio Mela ricorda la teoria lunare ma la mette accanto a quella per cui le maree vanno attribuite alla « respirazione del mondo », oppure a certe caverne del fondo del mare, che alternativamente assorbono e rigettano l'acqua. Queste idee si ritrovano in Leonardo, (*Del moto e misura delle acque*, I, 39): « L'homo è detto dall'antichi mondo minore. E certo la ditione d'esso nome è ben collocata; imperoché sicome l'homo è composto di terra, acqua, aria e foco, questo corpo della machina mondiale è il somigliante: se l'homo ha in sé ossi sostenitori e armadura della carne, il mondo ha i sassi sostenitori della terra; se l'homo ha in sé il lago del sangue, dove cresce e discresce il polmone nell'alitare il corpo, la terra ha il suo oceano mare, il quale ancor lui cresce e discresce ogni sei ore per l'alitare del mondo.... ».

assicura che Taprobane (Ceylon) sia un'isola, o non piuttosto la punta di un nuovo continente?

Alla stessa leggerezza gli sembra ispirata l'ipotesi di Aristotele, Stratone ed Eratostene sulle variazioni del livello del mare. Perché mai, dice, l'Egitto avrebbe dovuto un tempo esser sott'acqua mentre non lo furono parti d'Asia e d'Europa in condizioni analoghe? E se il Mediterraneo era in comunicazione col golfo Arabico e quindi con l'Oceano Indiano, certo non vi era ragione che si colmasse e traboccasse dalla parte delle Colonne d'Ercole.

Ma la critica d'Ipparco non si limitò alla discussione un po' vana delle ipotesi fisiche altrui. Sui dati della carta d'Era-



La triangolazione d'Ipparco.

tostene costruì dei triangoli che valessero a correggere gli « sfragidi » o poligoni abbozzati da Eratostene come scheletro geodetico alla sua carta del mondo. Mostrò che molte delle direzioni e delle distanze indicate da Eratostene non potevano essere che approssimative, e insisté sulla necessità di fondare una geografia matematica su dati puramente astronomici. Nel proemio dell'opera di Tolomeo troviamo esposto un punto di vista perfettamente conforme:

« La Corografia.... procura per tutto di rappresentar con figure la vera forma o simiglianza de' luoghi, e non così parimente la simmetria o misura e disposizione, che hanno fra loro, e col cielo, o col mondo tutto. Là ove la Geografia all'incontro più attende alla quantità che alla qualità, procurando per tutto di rappresentare o descrivere la misura e la proporzione delle lontananze.... Laonde la Corografia ha bisogno del disegno o della dipintura de' luoghi, e niuno potrà esser Corografo, che

non sappia descrivere o disegnare o dipingere. Di che alla Geografia non fa mestiere per niun modo, come quella, che può dimostrar con sole minute lettere e segni, il sito e la figura di tutto il mondo ».[1])

Gli elementi per una tal costruzione si possono ricavare sia dalla misura diretta delle distanze in terra, sia dalle osservazioni astronomiche. Ma « per sapere a quale parte del mondo i luoghi sien volti o pieghino, è il misurar delle miglia poco sicuro ».

« Conciosiacosaché molto di rado avvenga l'abbattersi in viaggi dritti, per li molti giri o torture che si fanno così nell'andar per terra come per mare.... nelle navigationi convenire oltre a ciò considerar con giudicio la diseguaglianza e irregolarità dei venti.... là ove il modo di misurar delle cose apparenti in cielo c'insegna e ci fa sapere ciascuna cosa perfettamente, dimostrandoci oltre a ciò quali circonferenze vengano ad intraprender o inchiuder fra loro i circoli, paralleli e meridiani, descritti o segnati per li luoghi che loro stan sotto ».

La questione del rigore è posta bene. Ma anche Strabone non ha torto di rispondere:

Contro Ipparco devo ancora osservare, che avrebbe dovuto, dopo aver respinto ciò che insegna Eratostene, offrire una correzione degli errori di questi: ciò che io faccio. Non basta richiamarsi alle carte più antiche, le quali hanno bisogno ancor più di correzione....[2])

Effettivamente, Ipparco aveva concepito su una base troppo vasta, e con troppa esigenza di rigore, il suo grande lavoro di determinazione delle latitudini; i tempi non erano maturi. Gli rimane però il merito di avere ideato il sistema di proiezione cartografica che si ritroverà in Tolomeo: almeno se sia lecito interpretare in questo senso un passo di Sinesio.[3])

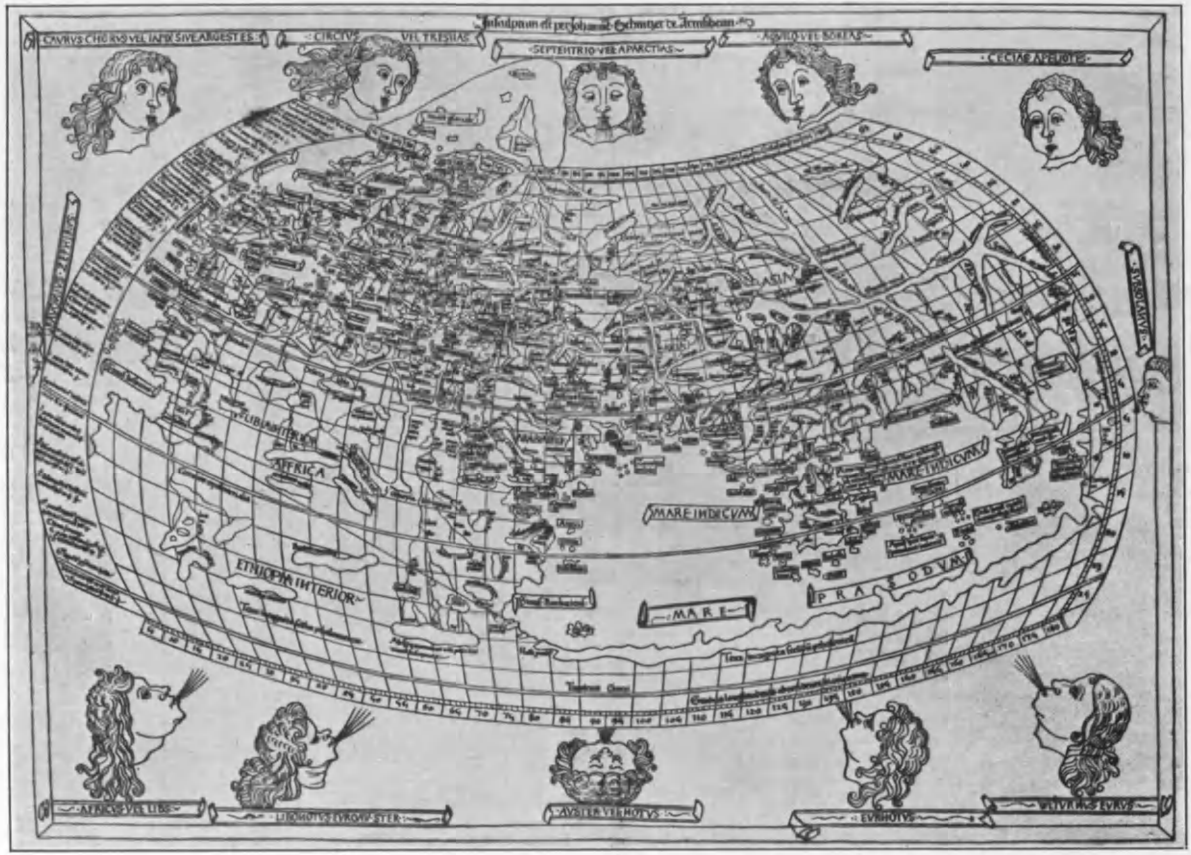
Polibio e Strabone. — Le parole di Strabone che abbiamo citato rivelano lo spirito dell'epoca.

Passato il periodo della fioritura scientifica, dopo il 150, si spegne gradualmente l'aspirazione alle grandi sintesi. La meta appare sempre più lontana e la lena comincia a venir meno. Anziché estendere, conglobare le varie discipline, si accentua la

[1]) Dalla trad. G. Ruscelli, Venezia 1574. In Mieli, *Man.* cit. [2]) II, 90.

[3]) « Ipparco ha spiegato molto tempo fa lo sviluppo della superficie sferica, in modo che malgrado l'alterazione della forma siano conservati i rapporti originari, e si è occupato per primo della soluzione di questo problema ». Sinesio, *De dono astrol.* ed. Petav. p. 311.

Tolomeo o l'Astronomia, di Andrea Pisano.



La Terra abitata secondo Tolomeo
in una delle prime edizioni a stampa della sua *Geografia* (Ulma 1482). Dis. da Nicolò Germanico, inc. da Giovanni di Armssheim. Proiezione omeotera di Tolomeo.

tendenza a restringerle, a specializzarle sempre più, onde in ognuna sia possibile giungere a risultati immediatamente utilizzabili.

Si è impazienti di tante premesse e cautele matematiche.[1]) Non si risparmia l'aperta derisione a chi « pretendeva sapere le dimensioni delle Terra ».[2]) Ben altro domandano il pubblico avido di letture interessanti, lo statista, il militare, lo storico, il commerciante, i quali vogliono conoscer meglio e i paesi del bacino mediterraneo e quelle nuove regioni occidentali che le conquiste romane vengono aprendo alla civiltà; e saper qualcosa delle genti, dei climi, delle possibilità che vi si ascondono; poco curandosi delle terre lontane e dell'esistenza degli antipodi, e di saper se l'Oceano sia o no continuo. Spetta ai fisici, agli astronomi, ai geometri indagare le cause, occuparsi della teoria delle zone abitabili, studiare se la Terra sia veramente rotonda, e quali siano le sue dimensioni.[3]) Nei dotti del II secolo sembra di cogliere l'eco delle parole di Erodoto, di Senofonte, di Isocrate. Ma non è più lo spirito irrequieto di una civiltà in ascesa che si volge verso nuovi e più vasti orizzonti: sono le necessità stesse di una politica divenuta ormai mondiale, la sfiducia nelle sintesi già sperimentate e nell'apparente rigore fondato su basi insufficienti; c'è come una fretta di concludere: quel desiderio proprio all'età matura di giungere al risultato pratico, al frutto tangibile. La geografia propriamente detta si restringe alla parte descrittiva, si ricongiunge alla retorica, che invade ormai ogni campo.

La tradizione del genere descrittivo, misto di storia e di periegesi, si era mantenuta viva attraverso le opere di Teopompo, di Eforo, di Timeo e di altri di cui non conosciamo il nome. Essa si riafferma adesso con la grande raccolta di Agatarchide di Cnido, un contemporaneo di Ipparco, il quale volle presentare, senza preoccupazioni critiche, ed evidentemente senza alcun lume matematico, l'insieme dei dati corografici ed etnografici allora conosciuti sull'Africa e sulle regioni dell'Oceano Indiano.

Un carattere più elevato imprime a questo indirizzo descrit-

[1]) Cfr. Polibio IX, 20: Strabone II, 71.
[2]) Pausania I, 33, 5.
[3]) Cfr. Strabone I, 11, II, 110.

tivo la mente di Polibio (205-123). Questo statista greco, che fu fra gli ostaggi mandati a Roma dalla lega achea, e che vi rimase, trattato da ospite più che da prigioniero, oltre sedici anni, è tipico rappresentante della nuova orientazione che imprime al mondo ellenistico la conquista romana. La sua storia in 40 libri, che narra in greco le imprese di Roma, è come una meditazione dello spirito ellenico sulle fortune del suo conquistatore. Egli cerca di trovare le origini e il segreto della potenza romana: ed esorta il nuovo impero a realizzare il sogno universalista dell'ellenismo.

Come storico, Polibio non ci riguarda direttamente. La sua attività subordinata di geografo mira necessariamente alla descrizione dell'aspetto, del clima, dei prodotti, delle particolarità degne di nota, degli usi e costumi dei vari paesi. Non già che egli sia privo di coltura matematica: ma la sua opera ha carattere essenzialmente politico e morale, e anziché attardarsi alle misure astronomiche delle distanze, si accontenta dei dati forniti dai viaggiatori e dai naviganti.

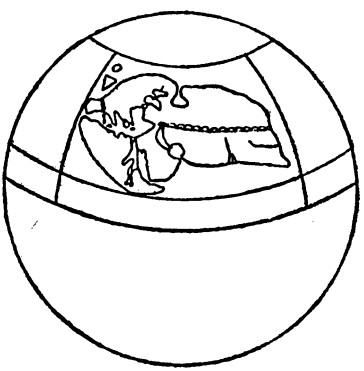
Le notizie che abbiamo sul suo libro geografico (il 34° della sua opera, a noi perduto) ci mostrano però che Polibio, da uomo veramente colto, non si attenne sempre strettamente al suo programma corografico, e comprese l'importanza delle questioni generali. Così fu portato ad allargare i limiti della zona abitabile, estendendola oltre l'equatore, e congiungendo l'Africa con l'Asia di là dall'Oceano Indiano, in modo da creare un anello, chiuso o quasi, di terraferma circondata dall'Oceano.

Ma vi è un lato dell'opera di Polibio che ha particolare importanza storica. Polibio è il primo storico greco che abbia scritto sulle fortune di Roma. Fu intimo amico di statisti eminenti quali Paolo Emilio e Scipione Emiliano, il distruttore di Cartagine: fu maestro di quella generazione di romani che si poneva seriamente i primi problemi imperiali, e cercava ad essi una risposta nella saggezza greca. Ora Polibio è dominato dall'idea stoica dell'unità del genere umano: e naturalmente intende di quella parte di esso che sta sotto il segno della coltura ellenica. Per illuminare la classe dirigente di Roma sul mondo mediterraneo in cui si svolgevano le sue conquiste, egli ha polarizzato l'attenzione degli uomini colti sui paesi d'Oriente. Lascia volutamente da parte ogni questione che riguardi le terre

nordiche. Verso Pitea, che di esse aveva rivelato l'importanza e l'abitabilità, non trova espressioni sufficienti di disprezzo. In generale tutto quello che riguarda le terre lontane e mal note d'Oriente e d'Occidente è da lui sistematicamente trascurato: e questa orientazione sarà un fattore non insignificante nella politica di Roma.

Strabone nacque circa nel 63 a. C. in Amasia, città del Ponto. I suoi viaggi di studi si protrassero a lungo e lo portarono in varie parti dell'Impero. Prese parte anche alla spedizione in Alto Egitto organizzata dal prefetto Elio Gallo circa il 25 a. C. Morì il 21 e. v.

Strabone è un dotto di affinità stoiche, versato nelle questioni



Le terre abitate secondo Strabone.

di esegesi omerica e di antropogeografia: come tale si ricollega alla corrente ostile ai geografi matematici, e può considerarsi un continuatore dell'indirizzo di Polibio.[1]) La sua grande opera, che ci è rimasta, è la *Geografia* in 17 libri. I due primi trattano le questioni generali, poi si passa a descrivere sistematicamente le varie regioni (libri III - X Europa, XI - XVI Asia, XVII Africa).

Strabone è per noi una miniera inesauribile di notizie sul

[1]) Tipica è l'indifferenza, anzi l'ostilità, che Strabone oppone all'audace e disperata impresa di Eudosso di Cizico, il quale per ben tre volte era partito a tentare la circumnavigazione dell'Africa, e finalmente era scomparso senza traccia. Si noti che Posidonio si era recato fino a Gade per avere notizie di lui.

mondo antico: non solo per la sua tendenza alla descrizione diffusa ed aneddotica, ma anche perché, riferendo abbastanza fedelmente le dottrine e le notizie dei dotti dai quali dissente, è una fonte dossografica di prim'ordine.[1])

Fra le opere descrittive del periodo, dobbiamo anche ricordare il *Periplo del Mare Eritreo,* descrizione delle coste dell'Oceano Indiano, di autore ignoto del I secolo. Vi appare per la prima volta il nome di Cina, nella grafia Θίν.

Marino e Tolomeo. — Ma la tradizione della geografia matematica non era morta. Vi erano ancora dei dotti, i quali senza scoraggiarsi della vastità dell'impresa, e lontani dalle cure sociali e politiche, attendevano a proseguire l'opera di Ipparco. Verso il 100 d. C. visse un certo Marino di Tiro, del quale non sappiamo nemmeno se scrivesse in greco o in latino. Lo conosciamo solo attraverso i riferimenti di Tolomeo: da essi appare che si occupò di determinare le coordinate geografiche di molti luoghi, e di costruire carte geografiche, per le quali adottò una rete bene ordinata di paralleli e di meridiani. I primi erano dati di pochi in pochi gradi: i meridiani di ora in ora (15°). La longitudine zero era da lui collocata all'estremità occidentale del mondo conosciuto, nelle Isole Fortunate: criterio seguito poi da Tolomeo e che sarà adottato dal Rinascimento. Seguendo la misura di Posidonio (180.000 stadi) invece di quella di Eratostene, Marino attribuiva ad ogni grado sul circolo massimo la lunghezza di 500 stadi, e la terra abitata veniva quindi ad occupare 225°, invece dei 120° che sono compresi realmente fra il meridiano dell'Isola di Ferro e le coste orientali della Cina.

Con Tolomeo, il grande organizzatore dell'astronomia, si chiude anche il ciclo della geografia matematica antica. Tolomeo non si occupa affatto del lato descrittivo, e il suo metodo è quello dell'astronomo. Come appare dal passo di lui poc'anzi citato, egli lascia la corografia ai letterati e ai pittori. Trattare di un paese significa per lui dare una lista dei luoghi o dei monti

[1]) Fra le note geofisiche di Strabone, ricordiamo che spiega l'origine delle montagne con le pressioni interne della crosta terrestre. I fenomeni vulcanici sarebbero dovuti all'esplosione dei venti racchiusi nella Terra (teoria ripresa da vari moderni), e vanno considerati come valvole di sicurezza.

più importanti, con le relative coordinate. L'intento però di Tolomeo è sempre la costruzione della carta geografica. Non possedendosi a quei tempi mezzi meccanici di riproduzione di tali carte, l'unico modo di diffonderle era di pubblicarne tutti gli elementi numerici in modo che ciascuno fosse in grado di ricostruirsene una da sé.[1]) E nel primo libro del suo trattato, dopo avere esposto i criteri generali della sua opera, e la valutazione delle posizioni e delle distanze, Tolomeo spiega appunto il modo di costruire una carta terrestre usando i vari metodi di proiezione.

L'ideale di Tolomeo sarebbe di avere per ogni luogo i precisi dati astronomici: ma per lo più deve accontentarsi delle distanze terrestri opportunamente confrontate e corrette. Questa è la principale fonte dei suoi errori, che sono spesso gravi, come si può vedere dalla ricostruzione annessa.

Nel complesso della sua descrizione si contengono, secondo le parole stesse di Tolomeo:

« Europa, tavole 10, provincie 34, città 116
Libia, tavole 4, provincie 12, città 42
Asia, tavole 12, provincie 45, città 180.

Vengono quindi ad essere per tutta la Terra abitata carte 26, provincie 87, città 350 ».

Nel VII libro, Tolomeo riassume le linee fondamentali della carta che va costruita sui dati da lui forniti, indi descrive la sfera armillare e il suo rapporto con la Terra abitata. L'VIII libro contiene il riassunto analitico dell'opera.

Tolomeo adotta anch'egli per le dimensioni della Terra il valore dato da Posidonio. E benché si sforzi di ridurre l'estensione della Terra abitata riducendo da 100° a 54° il tratto di Estremo Oriente che è di là dei monti Kimaroi dell'India, l'errore iniziale nella misura della circonferenza terrestre falsa tutte le sue proporzioni.[2]) Quest'errore sarà fecondo di conseguenze.

[1]) Il manoscritto greco n. 1401 della Biblioteca Nazionale di Parigi (un Tolomeo del sec. XV) contiene delle carte antiche: ma sono l'opera di un certo Agatodemone, di età assolutamente incerta. Le carte di Tolomeo sono perdute.

[2]) Sembra però trattarsi di una idea preconcetta, poiché Aristotele, il quale stimava la grandezza della Terra a 400.000 stadi, già insiste sulla vicinanza della Spagna all'India (*De Caelo*, 298ª 9).

NOTA BIBLIOGRAFICA

I testi:

Eratosthenis fragmenta geographica conlexit H. Berger, Lipsia, 1901.

Un gran numero di testi si trova nei *Geographi graeci minores* ed. K. Müller, Parigi, 1855, con trad. latina. Si vedano anche dello stesso i *Fragmenta historicorum graecorum*. Inoltre: R. H. Klausen, *Hecataei Milesii fragmenta et Seylacis Coryandensis Periplus*, Berlino, 1831 (Il testo del periplo di Scilace è probabilmente una falsificazione del III sec. Cfr. G. Wells in *Journ. Hell. Studies*, 29, 1929); G. Tropea, *Ecateo e i frammenti della* περιήγησις, Messina, 1896. — Il periplo di Annone si potrà trovare con un interessante commento nel I vol. del Ramusio, 1550. V. l'art. di Daebritz nell'enc. Pauly-Wissowa. — Il testo di Megastene di F. A. Schwanbeck, *Megasthenes India*, Bonn, 1846. Trad. e commento di J. W. Mc Crindle, *Ancient India as described by Megasthenes and Arrian*. Calcutta, 1877. — Del testo di Polibio ricorderemo l'ed. di Hultsch, Berlino, 1867-72 e quella di Dindorf-Büttner-Wobst, Lipsia, 1882-1904. Trad. inglese di R. W. Paton nella Loeb Class. Library, 1922, e francese di F. Bouchet, Parigi, 1547. Il testo di Strabone con trad. latina di C. Müller e F. Dübner, Parigi, 1853-1858; testo e trad. inglese di H. L. Jones e J. A. S. Sterret nella Loeb Class. Library, 1917. Trad. francese di Laporte du Theil, Coray, Letronne, con note di Gosselin, Parigi, 1805-1819. Trad. tedesca con note di G. Groskurd, Berlino, 1834. — Il testo di Pomponio Mela con trad. francese di J. J. N. Huot nella collez. Didot, Parigi, 1883. — I libri geografici di Plinio sono stati editi con apparato critico da D. Detlefsen, Berlino, 1904. — La *Geografia* di Tolomeo è stata pubblicata da C. F. A. Noble, Lipsia, 1843-45, con indice, e da C. Müller e C. Th. Fischer nella coll. Didot con trad. latina, 1883-1901.

Fra le storie moderne della geografia greca, la più forte e documentata è la grande opera di H. Berger, *Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen*, 2.ª ed., Lipsia, 1903, alla quale rimandiamo per tutto quanto riguarda le fonti e la loro discussione critica. La ricostruzione del Berger è quella che abbiamo essenzialmente seguita. Chi desideri però un'opera di più facile lettura, e in cui sia data più evidenza alla parte aneddotico-descrittiva, potrà consultare F. Tozer, *History of Ancient Geography*, Cambridge 1907.

Per una esposizione più dettagliata delle navigazioni e delle scoperte, F. Cary e C. H. Warmington, *Navigation and Discovery among the Greeks*, Londra.

Fra le monografie su oggetti speciali da noi utilizzate, ricorderemo in particolare:

R. Almagià, *La dottrina della marea nell'antichità classica e nel Medio Evo*, in *Memorie della R. Accademia dei Lincei, Classe di Scienze fisiche*, 1905.

Su Eudosso geografo, F. Gisinger, *Die Erdbeschreibung des Eudoxos von Knidos*, Lipsia, 1921.

Su Aristotele geografo: Ch. Jourdain, *De l'influence d'Aristote et des ses interprètes sur la découverte du nouveau monde*, in « Journ. gén. de l'instruction publique ». Parigi, 1861; P. Bolchert, *Aristoteles Erdkunde von Asien und Libyen*, in *Quellen u. Forsch. z. alten Gesch u. Geogr.*, 15. Heft, Berlino, 1908; J. Partsch, *Des Aristoteles Buch über das Steigen des Nil* (libro apocrifo, ma forse contemporaneo) in « Kgl. Sâchs. Ges. d. Wiss., phil. hist. Kl. », t. 27, Lipsia, 1909; H. Habenicht, *Das Aristotelische Phänomen* (disseccamento progressivo della Terra), in « Welthall », dic. 1913; A. Endrös, *Die Gezeiten, Seichen und Strömungen des Meeres bei Aristoteles*, in « Sitzungsber. d. bayer. Ges. d. Wiss., math-phys. Kl. », 355-385, Monaco, 1915; dimostra che A. conosceva le « Seichen » dei mari nordici ed è nella teoria predecessore di F. A. Forel.

Su Dicearco cfr. l'art. di Martini nell'enc. Pauly-Wissowa.

Sulla geografia descrittiva: O. Stein, *Megasthenes und Kautilya*, Vienna, 1922;

J. Geffcken, *Timaios Geographie des Westens*, in «Phil. Unters.», 13, Berlino, 1889; Su Agatarchide l'art. di Schwarz nell'enc. Pauly-Wissowa; E. F. Berlioux, *La Terre habitable vers l'Equateur*, Parigi, 1884; R. v. Scala, *Die Studien des Polybios, Stuttgart*, 1890; W. H. Schoff, *The Periplus of the Erythrean Sea*, testo e commento, Londra, 1912; M. Dubois, *Examen de la Géographie de Strabon. Étude critique de la méthode et des sources*, Parigi, 1891. Su Strabone cfr. anche le idee di E. Pais nella *Storia dell'Italia Antica*, cap. XXVI.

Sulle osservazioni scientifiche di Strabone, cfr. A. Serbin, *Bemerkungen Strabo's über den Vulkanismus usw.*, Erlangen, 1893; Sir A. Geikie, *The founders of geology*, Londra, 1905; P. Duhem, *Etudes sur Léonard de Vinci*, Parigi, 1909; H. Rid, *Die Klimatologie in der Geographie Strabos*, tesi, Kaiserslautern, 1893.

Sulla geografia romana, oltre le precedenti indicazioni su Pomponio Mela e Plinio, cfr. bibliografia al cap. XXVIII.

Su Tolomeo geografo: I. G. Rylands, *The Geography of Ptolemaeus elucidated*, Dublin, 1893; Th. Schoene, *Die Gradnetze des Ptolemaeos*, Progr., Chemnitz, 1909; O. Cuntz, *Die Geographie des Ptolemaeos*, Berlino, 1923.

Sui viaggi e i mezzi di comunicazione, cfr. Vidal de la Blache, *Les voies de commerce dans la Géographie de Ptolémée*, in «C.R. de l'Ac. des Inscr.», 1896; C. A. Skeel, *Travel in the first century after Christ*, Cambridge, 1901 (operetta di volgarizzazione ben fatta; si confronti anche il racconto di Elio Aristide sul suo viaggio d'Asia Minore); W. H. Schoff, *Parthian stations of Isidore of Charax; an account of the overland trade route between the Levant and India in the first century B. C.*, Philadelphia, 1914. Götz, *Die Verkehrswege im Dienste des Welthandels, eine geschichtlich-geographische Untersuchung*, Stuttgart, 1888.

Sulla navigazione dell'epoca omerica, e sull'ambiente mediterraneo del tempo, si leggerà con piacere il bel libro di V. Bérard, *Les Phéniciens et l'Odyssée*, Parigi 1902-3, dalle cui conclusioni però dissentiamo in vari punti.

XXII.

MEDICINA

La medicina dopo Ippocrate. — Non si dà vera scienza dell'organismo se non attraverso l'arte medica. Tale era il grande principio proclamato della scuola di Coo, e che dà vita duratura a tutte le soluzioni ad esso ispirate.

Per Ippocrate e i suoi, quello che più contava, di fronte a un problema concreto, era l'occhio clinico, risultanza complessa di impressioni, teorie ed esperienze lungamente maturate. Ma una forma così elevata di intuizione era difficile a trasmettersi ai discepoli. È fatale che nelle generazioni susseguenti si venga sviluppando la forma dogmatica, e mentre questa prendeva corpo in trattati in cui si sente anche l'influenza cnidica, le scuole mediche della Magna Grecia dopo Empedocle (basti ricordare i nomi di Acrone, Filistione e Democede, che fu medico del Gran Re) continuavano il loro lavoro d'osservazione e di anatomia.

Le tradizioni di Coo e di Sicilia vengono poi a fondersi nell'insegnamento di un grande medico dell'Eubea, Diocle di Caristo: il primo, dice Galeno, che si sia occupato sistematicamente di anatomia umana. Con lui si compie quello che abbiamo visto avvenire nelle altre scienze: il campo di contrasto delle dottrine si trasporta ad Atene.

Atene non ha prodotto grandi medici. Ma le idee di Platone e di Aristotele hanno fortemente influito sull'evoluzione delle teorie biologiche, fin quasi ai giorni nostri; e sopratutto nei secoli tardi, quando si fu attenuata la tradizione propriamente medica, retaggio della scuola ippocratica.

Nel *Timeo*, che fu quasi un testo sacro per il Medio Evo,

si trovano vari spunti biologici:[1]) ma il vero apporto di Platone in questo campo è l'orientazione mentale che prende forma nel sistema delle Idee. Con l'accentuare la realtà trascendente e l'eterna necessità dei nostri concetti astratti, egli conferì una dignità affatto particolare alle categorie e alla sistematica che lo spirito sovrappone alla realtà naturale. Già nella generazione seguente, troveremo questa ingabbiata nella macchinosa costruzione aristotelica.

Ora non è eccessivo dire che in Aristotele si assomma quasi tutto quanto ci ha lasciato l'antichità come scienza biologica. Se in fisiologia non andò oltre gli ippocratici, anzi accreditò alcuni fra i più gravi errori di questi, raccolse invece una incalcolabile ricchezza di dati nello studio dei vari organismi viventi (vedi capitolo XVI; per la sua classificazione dei tessuti può considerarsi iniziatore dell'anatomia generale, che non doveva più fare alcun progresso fino al tempo di Bichat: e il *De partibus animalium* è il primo trattato di anatomia comparata. La sua potente personalità orienta il pensiero biologico dei secoli dell'Impero; e con questo si può dire fosse anche segnato il destino della biologia nell'antichità e nel Medio Evo: ché, mentre il finalismo aristotelico, pur rappresentando un sano criterio pratico in questo campo fra tutti difficile, non dà alcun serio incremento alla scienza teorica, il verbalismo, la saccenteria e l'amore per la logica formale, che pervadono il sistema, sterilizzeranno per lunghi secoli le scuole mediche d'Oriente e d'Occidente.

La scuola d'Alessandria. — Con l'inizio del periodo ellenistico, Alessandria diviene il centro degli studi medici e tale rimarrà per circa un millennio. All'ombra del Museo e del Serapeo si raccoglie tutto il materiale della scienza ellenica, e si vien formando gradualmente il corpo Ippocratico. La scienza si specializza, i medici si consacrano a rami particolari come la chirurgia, la ginecologia, l'odontoiatria, ecc.

Nel campo delle ricerche, merito principale della scuola ales-

[1]) Fra l'altro si sostiene, conforme alla tesi democritea, che la testa è sede del pensiero. Non foss'altro per la sua forma sferica essa è la parte più nobile: e il torso e le membra esistono solo per provvedere ai suoi bisogni, e per risparmiarle l'umiliante necessità di andar rotolando per le terre. Fra le teorie biologiche proposte da Platone in forma di mito si ricordi quella celebre sull'utero come animale vivente, che svegliato provoca l'isteria.

sandrina, è lo studio sistematico dell'*anatomia* fatto direttamente sui cadaveri umani. I due grandi rappresentanti di quest'indirizzo scientifico sono Erofilo ed Erasistrato.

Erofilo di Calcedonia fu discepolo di Prassagora, e visse in Alessandria prima del 300. Non è esagerato chiamarlo il fondatore dell'anatomia sistematica. Molto gli giovò l'aver potuto dissecare cadaveri umani.[1]) Identificò e studiò il sistema nervoso (in Aristotele non si distinguevano ancora i nervi dai tendini); restituì al cervello il posto che gli avevano riconosciuto Alcmeone e Democrito, e ne descrisse varie particolarità anatomiche; a lui risalgono i nomi di *torcular Herophili* dato ai seni cerebrali, e di *calamus scriptorius:* convoluzione caratteristica che riteneva sede dell'anima. Studiò il sistema circolatorio, l'intestino (a lui si deve ancora il nome di *duodeno*: δωδεκαδάκτυλος ἔκφυσις) e il sistema urogenitale. Per la sua predilezione per i medicamenti (che chiamava « mani degli dei ») può considerarsi precursore della scuola empirica.

Erasistrato di Ceo (310-250 a. C.) studiò a Coo, Atene e Alessandria.[2]) È celebre nella storia aneddotica per la sua diagnosi del male del giovinetto Antioco;[3]) e fu veramente uno dei più grandi diagnostici e anatomici dell'antichità. Studiò il sistema circolatorio, i vasi chiliferi del mesentere, descrisse le valvole del cuore e il loro funzionamento. A lui si devono grandi progressi nell'istologia del fegato. In tutti i suoi studi, fu guidato da un sicuro criterio sperimentale, cosa assai rara fra i medici del tempo. « Si prenda un animale, per esempio un uccello, lo si tenga chiuso per qualche tempo in un'anfora senza dargli alcun alimento. Se poi lo si pesa insieme con gli escrementi, si troverà una notevole perdita di peso ».[4]) L'esperimento

[1]) Tertulliano, nel raccontare delle atrocità dei pagani, assicura che Erofilo fece morire fra i tormenti ben seicento uomini. Sembra di leggere il proclama di una società antivivisezionista dei giorni nostri. Su Erofilo cfr. l'articolo di Ch. Daremberg, in *Rev. scient.*, 1881.

[2]) Su Erasistrato cfr. l'articolo di M. Wellmann, nell'Enc. Pauly-Wissowa, VI, pag. 323-350.

[3]) Si narra che fosse chiamato a curare Antioco, figlio del re Nicatore. Studiando il polso del malato, constatò che si alterava ogni volta che appariva la matrigna Stratonice: non esitò a chiamare il re, e a comunicargli che il solo modo di salvare Antioco dal suo languore era di rinunciare alla sposa a beneficio del figlio. Il re accondiscese, e vissero lunghi anni felici.

[4]) Cfr. H. Diels, *Anonymus Londinensis*, XXXIV, nel *Suppl. Aristotelicum*, vol. IV. p. I, Berlino, 1893.

non è complicato, eppure bisognerà aspettare diciannove secoli prima che a Sanctorio Santorio venga l'idea di ripeterlo.[1])

È lecito inferire che dopo Erofilo ed Erasistrato, la scienza medica non abbia fatto grandi progressi e che i contrasti delle scuole si siano venuti restringendo all'interpretazione dei testi; poiché l'eco delle discussioni che ci sono state tramandate intorno alle dottrine ed alle ipotesi, ci richiama ai nomi illustri che abbiamo citato, ed ai loro predecessori.

Codeste discussioni tuttavia hanno uno speciale interesse per la storia delle idee, perché in esse viene a contrasto la mentalità razionalistica con l'empiristica, e sopra un terreno particolarmente adatto al trionfo dell'empirismo. Di esse daremo un breve saggio riportando qualche passo della introduzione ai Libri sulla Medicina di Celso, di cui parleremo più avanti.[2])

« Coloro che professano la medicina razionale propongono come necessarie le seguenti cose: prima conoscere le cause occulte e la causa prossima de' morbi; quindi le cause manifeste di essi; poscia le funzioni naturali, e finalmente la struttura delle interne parti del corpo. Chiamano cause occulte quelle che indagano i principî de' quali è composto il nostro corpo, e ciò che ne conserva o ne perturba la sanità. Né credono che non possa conoscere il modo di curare convenientemente le malattie, colui che non sappia donde esse derivino. Né alcuno vorrà porre in dubbio doversi curare in un modo, se i morbi derivano dall'eccesso o dal difetto de' quattro elementi, come sostennero alcuni filosofi; in altro modo, se il morbo nasca da vizio di umori, come parve ad Erofilo.... Né costoro negano essere necessaria anche l'esperienza; ma sostengono non potersi neppure aprirsi la via a questa senza il soccorso del ragionamento. Imperocché i primi medici non inculcavano ai loro infermi qualunque cosa loro venisse nelle mani, ma prima maturamente esaminavano ciò che loro meglio convenisse, e sottoponevano all'esame pratico gli espedienti, che prima erano stati loro suggeriti da qualche congettura.... Ed inoltre assai volte accade imbatterci in nuova specie di morbi, in cui nulla fin qui l'esperienza avrà mostrato; e però è necessario porre mente a ricercarne la origine, senza di che niuno saprebbe concepire perché siasi adoperato piuttosto questo che quell'altro rimedio. Per siffatte ragioni eglino si studiano di indagare le cause occulte dalle malattie. Chiamano poi cagioni manifeste quelle per le quali ricercano se la malattia ebbe origine dal caldo o dal freddo, dalla inedia o dal soverchio cibo, o da altre simili cose: imperocché sostengono

[1]) Sanctorio Santorio, *Oratio in Archilyceo patavino anno 1612 habita; De medicina statica aphorismi*, Venezia, 1614. Cfr. Singer, *op. cit.*

[2]) Trad. di S. de Renzi (Napoli, 1873).

meglio poter curare una malattia colui che più chiaramente ne avrà conosciuta l'origine.... Cercan dippiù il perché i nostri vasi alternamente si sollevano o si abbassano; quale cagione produca il sonno, quale la veglia; senza la conoscenza del che avvisano non esservi alcuno che possa prevenire o curare i morbi che in esse si manifestano. E poiché sembra che fra tali funzioni la concozione sia più delle altre importante, su di essa precipuamente insistono; ed altri avendo a capo Erasistrato sostengono triturarsi nello stomaco il cibo; altri, Plistonico discepolo di Prassagora, putrefarsi; ed altri, Ippocrate, che pensava concuocersi i cibi per mezzo del calore. A' quali tutti si aggiungono i proseliti di Asclepiade, che queste cose condannano come vane e superflue, e dichiarano che la materia non si concuoce; ma si sparge per tutto il corpo cruda, e nel modo stesso come venne presa. E senza dubbio quanto a queste cose poco fra loro convengono; solo concordando, che essendo vera un'opinione sia necessario di dare agl'infermi una specie di cibo, e essendo vera un'altra doversene altri amministrare.

« Di contro coloro che prendono nome di *Empirici*, a motivo dell'esperienza, tengono conto delle cagioni manifeste come necessarie; e però sostengono essere ozioso disputare intorno alle cause occulte, ed alle funzioni naturali, essendo la natura incomprensibile. Non potersi poi comprendere è aperto delle discordi opinioni di coloro che ne han discorso, non avendosi potuto ottenere consentimento in questa faccenda, né tra filosofi, né tra gli stessi medici. Imperocché per qual ragione uno deve prestar fede piuttosto ad Ippocrate che ad Erofilo? perché a costui piuttosto che ad Asclepiade? Se si voglia aver riguardo alle ragioni, tutte possono sembrar probabili; se alla cura, ciascun di costoro vanta le sue guarigioni: e però non è possibile negar fede né alla disputa, né all'autorità di alcuni. Che se il ragionamento solo formasse i medici, i più grandi medici sarebbero i cultori della sapienza: e pure quanto costoro sono ricchi di parole, altrettanto sono poveri di mediche cognizioni ».

Questa polemica antirazionalistica andò prendendo corpo nelle scuole mediche successive, ed assunse un significato filosofico, congiungendosi alle critiche degli scettici. Le teorie di medici quali Eraclide di Taranto, Apollonio di Cizio, Menodoto di Nicomedia, ci sono giunte attraverso gli scritti del loro discepolo, il medico filosofo Sesto Empirico. Avevano riassunto il procedimento scientifico nel famoso *tripode:* 1) Osservazione; 2) trasmissione verbale (ἱστορία); 3) passaggio per analogia a nuove esperienze. Ricordiamo ancora di loro delle massime espressive tramandateci da Celso: « *Non interesse, quid morbum faciat, sed quid tollat* »; « *Morbos non eloquentia, sed remediis sanari* »; « *Ne agricolam quidem aut gubernatorem disputatione, sed usu fieri* ».

La medicina nel mondo romano. — La medicina greca venne a Roma assai prima delle altre scienze. I Romani si erano accontentati per molti secoli dei rimedi popolari, e delle superstizioni etrusche[1]) e prisco-latine: accolsero con entusiasmo nel 219 a. C. il primo medico greco nella persona di Arcagato peloponnesiaco. Ebbe diritto di cittadinanza e pubblica officina. Ma presto il suo nome di *vulnerarius* fu mutato in quello di *carnifex*. Il pubblico romano si era allarmato dei suoi metodi sanguinari. Catone Maggiore (234-149 a. C.), acerrimo nemico di ogni novità straniera, veniva rivendicando gli antichi privilegi del *pater familias:*

« Io ti dirò di questi greci, Marco figliuol mio, a suo luogo, e quel ch'io ne ho inteso in Atene, e che sia bene guardare le lettere loro, ma non impararle, sì il farò conoscere. Essi sono pessime e tristissime persone; e fa conto che ciò ti sia detto da un profeta. Finché questa gente insegnerà le sue lettere, guasterà e corromperà ogni cosa; e molto maggiormente se manderanno qui i medici loro. Essi hanno giurato fra loro di voler ammazzare tutti i barbari con la medicina. Ma questo fanno essi per pagamento acciocché tanto più sia creduto loro, e più facilmente possano uccidere altrui. E sappi che questi tristi chiamano pur noi altri barbari; e più sporcamente contaminano noi, che non fanno gli altri rozzi e grossolani popoli, con codesta appellazione. Io ti ho detto questo perché non ti travagli coi medici ». [2])

Ma Catone non aveva gran rimedî da suggerire ai suoi concittadini. La sua panacea era il cavolo, sovrano per il mal di testa, il mal d'occhi, la melanconia, le palpitazioni, le malattie dei polmoni, del fegato e degli intestini. Per l'insonnia, cavolo arrosto: « più se ne prende, più presto si guarirà »; per l'anemia, cavolo bollito. Per i disturbi nasali, cavolo tritato: per la sordità, cavolo pestato e vino. E sempre avanti col cavolo. La cura più certa per le lussazioni era secondo Catone di prendere una rondine e di cantare ritmicamente: *Huat hana huat ista pista, sista domina damnaustra luxato.*

I Romani ascoltavano con rispetto, ma trovavano più soddisfa-

[1]) Eschilo nelle Elegie afferma che l'Etruria è ricca di farmachi (Teofrasto, *Hist. plant.*, IX, 15, 1). L'esistenza di una classe di medici nel IV sec. è attestata dalla legge Aquilia che rende responsabile per la morte di uno schiavo il medico che lo abbia operato con trascuratezza.

[2]) Da Plinio, *Nat. Hist.* XXIX, 6 e 7. Trad. L. Domenichi, Venezia.

cente ricorrrere ai medici greci. E questi, seguendo l'afflusso dell'oro che da ogni parte del Mediterraneo convergeva all'Urbe, si precipitavano a frotte. La fama delle scuole greche fu consolidata da un grande medico, il quale venne a stabilirsi a Roma sul principio del I sec. a. C.: Asclepiade di Prusa in Bitinia. Amico di Cicerone, di Crasso e di Marco Antonio, era ricercato dalle più ricche e possenti famiglie romane.

Asclepiade non era soltanto uno scienziato. Era un uomo di mondo, dal fare abile ed insinuante, sicuro di sé e conoscitore degli uomini. Vide ben presto quel che ci voleva per i Romani, robusti agricoltori appesantiti e guasti dalle nuove ricchezze e dai piaceri grossi. Non i farmachi, ai quali del resto non credeva, ma dieta, massaggi, ginnastica, bagni e passeggiate in lettiga. « E se mai, diceva, mi ammalo io stesso, trattatemi pure da impostore ». La fortuna gli fu cortese, e lo conservò sempre in salute.

Le teorie di Asclepiade erano quelle di un epicureo, meccanicista rigido e coerente. I componenti primi del corpo sono gli atomi (ὄγκοι, come li chiama, seguendo Eraclide Pontico). I singoli atomi si riuniscono per *sincrisi* in tubi o canali sensibili (*pori*) entro cui circolano sciami di atomi liberi, moventisi continuamente in ogni senso. Questo moto ben regolato corrisponde allo stato di salute. Se poi il diametro dei pori non si adatta più agli atomi, se il flusso di questi rallenta o si ingorga, è la malattia. Con questo viene a cadere la teoria umorale, ed anche la dottrina della *vis medicatrix naturae*, che Asclepiade considera una bubbola. Curare bisogna, intervenire continuamente, ma *tuto, cito, iucunde*. Teoria ideale per un medico che voglia far carriera.

Fra gli allievi di Asclepiade vi furono vari grandi medici greci e romani, fra cui Tito Aufidio e Antonio Musa, il medico di Augusto. Il più significativo fra di essi fu il fondatore della *scuola metodica*, Temisone di Laodicea.

I METODICI. — La sua base teorica era questa: i tessuti del corpo hanno la proprietà di contrarsi e dilatarsi, cioè posseggono un *tono* (τόνος) che differisce secondo i tessuti. I fenomeni dell'organismo vivente dipendono dall'alternare della contrazione e della distensione dei tessuti: e questa vicenda nel tono viene

determinata sia da fattori esterni, sia da interazione delle varie parti dell'organismo, che costituiscono così un tutto armonico. L'alterazione locale o generale del tono costituisce la malattia. Ve ne sono di due ordini: quella per eccessiva contrazione (*sclerosi* o *status strictus*) e quella per eccessiva distensione (*atonia* o *status laxus*). Una tale alterazione, se colpisce un organo vitale, può riuscir fatale all'intero organismo. Occorre dunque identificarne l'origine, e seguirne l'azione secondaria per « simpatia » sugli altri organi.

La conoscenza di queste varie relazioni e « comunità » organiche è il fondamento della medicina. La terapia è chiaramente indicata:

« Se il corpo è ristretto conviene discioglierlo; se soffre proluvio raffrenarlo; se l'affezione è mista, far riparo al male più minaccevole. Ed altramente bisogna medicare ne' morbi acuti, altramente ne' cronici; in una maniera sullo stadio d'incremento, in un altro sulla consistenza ed in altro modo quando il morbo è inclinato a sanità. Sostengono che la medicina non sia altro che l'osservanza di questi precetti; e la definiscono in modo che quasi la riducono ad una certa norma o *via* (che i Greci chiamano *metodo*), contemplatrice di ciò che havvi di comune ne' morbi.

Né vogliono esser confusi co' medici razionali, né con coloro che hanno in pregio i soli sperimenti: differendo da' primi a solo motivo che negano la medicina possa poggiare sulla conghiettura delle cose occulte; differendo da' secondi, perché credono esservi poca arte nell'osservazione degli esperimenti ».

Celso. — Questo passo è tolto dall'introduzione al *De re medica* di Aulo Cornelio Celso,[1]) il « Cicerone della medicina »: la quale introduzione costituisce la migliore storia della medicina greca che ci abbia lasciato l'antichità. L'opera del patrizio romano è un'esposizione completa dello stato dell'Arte ai tempi di Tiberio.

Celso non era probabilmente un medico, ma piuttosto un uomo colto, di interessi vasti ed equilibrati.[2]) Il volume di medicina che ci è rimasto faceva parte di una enciclopedia completa del sapere, che doveva essere di un livello intellettuale assai superiore a quello di Plinio. È un ottimo compendio, e mostra pro-

[1]) Nella citata trad. del De Renzi.

[2]) Cfr. l'art. c. di M. Wellmann (1913) nelle *Philol. Untersuchungen* di Kiessling e Wilamowitz, in cui si finisce però col far di Celso un semplice traduttore.

gressi sensibili rispetto alla posizione ippocratica. Il tono morale è elevato, la trattazione piana e sistematica. I maggiori progressi si osservano nella chirurgia, che era stato il campo di studi preferito dagli alessandrini. La farmacopea è abbondante, ma ancora ragionevole: la discussione è piena di buon senso. Cinquecento anni di pratica dal tempo di Ippocrate, l'opera di clinici eminenti, hanno ormai portato la medicina allo stato di disciplina organica, e non c'è più da aspettarsi a grandi voli:

« In sul principio certamente fu mestieri esplorare i rimedi con estrema diligenza, ma ora sono ben conosciuti: né ritrovarsi nuovi generi di morbi, né desiderarsi nuovi modi di medicare. Che se anche ora si presentasse alcun genere sconosciuto di morbi, non però il medico dovrebbe andarsi distillando il cervello intorno a cose oscure; ma piuttosto esaminare con quali infermità conosciute ha analogia il nuovo morbo.... »

Parole che Celso mette in bocca agli empiristi, ma che rappresentano bene la mentalità del medico del suo tempo.

Tra le varie particolarità del *De re medica,* noteremo un capitolo dentistico, con i metodi per l'estrazione e il fissaggio dei denti, ove par di vedere accennato uno specchio dentale. È descritta l'ablazione delle tonsille, e quella particolare malattia della pelle che ancor oggi si chiama l'*area Celsi*. In complesso, il *De re medica* è uno dei migliori testi medici dell'antichità. [1]) Dimenticato nel Medio Evo, fu riportato alla luce da Guarino di Verona nel 1426, e da Tomaso Parentucelli (più tardi papa Nicola V) nel 1443: grandissima fu la sua influenza sul Rinascimento medico.

Dioscoride. — Dopo Celso viene Dioscoride (I secolo d. C.). Pedanio Dioscuride (ché questo fu il suo vero nome) di Anazarba in Cilicia fu medico militare, servì sotto Nerone, e compose un'opera monumentale: il *De Materia Medica* (περί ὕλης

1) Ricorderemo ancora la celebre descrizione del chirurgo: « Il chirurgo bisogna sia giovine, o almeno non tanto in là con gli anni; di mano forte, ferma che non gli tremi mai, e che si serva bene non men della sinistra che della destra; di vista acuta e netta; coraggioso, pietoso sì, ma in modo da non pensare ad altro che a guarire il suo malato, senza che per le grida di lui sia spinto né a far più presto del dovere, né a tagliar meno del necessario, come se a quei lamenti rimanesse in tutto e per tutto indifferente ».

Notiamo che un certo grado di anestesia locale era stato raggiunto dagli Alessandrini, con l'uso del succo della mandragola. Ippocrate si limitava a raccomandare di lasciar gridare l'operato, il che, aggiunge, è qualche volta giovevole.

ἰατρικής). Questa è importantissima per la storia della botanica. Le sue raccolte sono ben fatte, e le descrizioni così precise che il botanico francese Tournefort, nello studiare la flora d'Asia Minore, non trovò alcune difficoltà a identificare le specie da lui menzionate. L'opera era accompagnata da disegni di cui ci sono pervenute delle copie interessanti attraverso il manoscritto bizantino dedicato ad Anicia Juliana (X secolo circa). Ma per quanto riguarda la medicina scientifica è molto povera. Il pensiero greco è chiaramente in decadenza. L'ordine della trattazione è lamentevole: si danno liste di rimedi con accanto i sintomi che devono curare o alleviare; o ancora liste di sintomi con accanto i rimedi corrispondenti. Di osservazione clinica non vi è più traccia. Lo spirito di Ippocrate è assente in questa dottissima farmacopea, che insieme con Galeno, dovrà dominare la scienza medica del Medio Evo.

Gli eclettici. — È finita ormai l'epoca delle teorie. Gli spiriti volgono all'eclettismo e al compromesso. La scuola stoica, grazie anche all'influenza di Posidonio, domina gli spiriti: e nasce un complesso di vedute in cui è ripresa la teoria umorale di Ippocrate, ma con maggior riguardo al *pneuma*,[1]) che è considerato il fattore decisivo nella salute e nelle malattie. Suo fondatore fu Ateneo di Attalia in Cilicia che visse a Roma sotto Claudio (41-54). Il più importante fra i suoi successori è Archigene, di Apamea in Siria, che visse a Roma sotto Traiano e redasse grandi trattati medici che furono largamente utilizzati da successori come Areteo e Galeno. È questo un periodo di grandi professionisti, come quell'Antillo di Tralle che portò la chirurgia a perfezione non più superata, e quel Crina di Marsiglia che seppe riscuotere i più alti onorari fin allora conosciuti.

Si afferma sempre più la scuola eclettica, fra cui vanno annoverate varie personalità eminenti; ma sembra che il pensiero abbia perso ogni vigore; ci si accontenta di mettere insieme una teoria qua, uno spunto là, dei sistemi più in voga. È questa anche una conseguenza naturale del fondersi delle varie scuole in un istituto unico, protetto dallo Stato, la *Schola medicorum*. Sotto

[1]) Cfr. i cap. XXIV e XXXII.

Vespasiano gl'insegnanti della scuola divennero funzionari statali, come i professori d'oggi.

Fra gli eclettici possiamo annoverare, per quanto si dicesse metodico, Sorano di Efeso, contemporaneo di Traiano e Adriano, brillante e sagace espositore, che può dirsi il Celso della ginecologia e dell'ostetricia; e poi Rufo di Efeso, grande anatomico, e Areteo di Cappadocia, patologo eminente. Tutti questi medici hanno validamente contribuito allo studio dell'organismo, e hanno individuato e descritto numerose malattie nuove. Non ci tratteniamo a parlarne in dettaglio; ritroveremo in sintesi il loro contributo nell'opera del grande enciclopedista medico dell'antichità, vogliamo dire di Galeno.

Galeno. — Galeno, figlio dell'architetto Nicone, nacque a Pergamo nel 129. Studiò matematica e filosofia, e dal diciassettesimo anno in poi medicina, prima a Smirne, indi ad Alessandria. A ventinove anni tornò a Pergamo e per quattro anni vi rimase come medico della scuola dei gladiatori. Nel 162 venne a Roma e si impose subito al pubblico con varie diagnosi e cure felici, tra cui quella di un Eudemo peripatetico. Divenne presto un professore alla moda. I suoi corsi erano un avvenimento mondano, la sua attività pubblica e letteraria era infaticabile. Lasciò improvvisamente Roma nel 165, pare per sfuggire alla peste: e non vi tornò che nel 169, chiamato da Marco Aurelio. Vi doveva rimanere fino alla sua morte, avvenuta nel 198 o 199 e. v.

Galeno fu scrittore di fecondità inesauribile. Redasse circa 400 lavori di cui 180 ci sono pervenuti. Lo stile prolisso e la ridicola vanità dell'autore compromettono spesso il valore scientifico della sua opera: la quale peraltro ha per noi un grande valore documentario, come quadro completo della scienza medica al tempo degli Antonini.

Galeno è penetrato di un alto sentimento religioso che fa di lui il degno contemporaneo di Marco Aurelio. Dice esplicitamente: « Assai meglio che con incenso e sacrifici, si onora il Creatore riconoscendone la saggezza e la potenza manifestata in ogni dove ». Disgraziatamente egli non sa tener distinti questi sentimenti dalla sua attività di ricercatore: ne viene un continuo e stucchevole moraleggiare teleologico su tutti i fatti osservati. Attacca violentemente i meccanicisti, Epicuro e Asclepiade e tutti

quelli che « fanno nascere i fenomeni da legge e per necessità ». La finalità è per lui evidente nella struttura dell'organismo. Ogni minima parte del corpo umano rivela l'attenta cura della Provvidenza. Deride apertamente la teoria epicurea dello sviluppo degli organi per l'uso, per quanto un'idea simile si trovi già negli scritti ippocratici, da lui portati al settimo cielo. Se questo fosse il caso, dice, gli uomini attivi finirebbero con l'avere quattro braccia e quattro gambe, i pigri invece appena uno per sorta. Il suo finalismo, che è spesso preziosa guida nello studio anatomico, degenera qualche volta nella farsa. A chi domandi perché l'uomo non ha le orecchie lunghe come l'asino, risponde: perché possa portare il cappello. E il Creatore ha pensato anche al lato estetico, distribuendo capelli e barba là dove adornano il corpo, invece di guastarlo.

La fama di Galeno si basa sopratutto sulla sua scienza di anatomico: e la sua parola continuò a far testo fino ai tempi di Harvey. Non v'è dubbio però che la sua supremazia durante il Medio Evo sia dovuta all'aristotelismo intransigente, che unisce al metodo finalistico, la manìa di dare ragione di tutto.[1]) La dialettica gli permette di spiegare brillantemente perché ogni organo sia disposto in modo da servire a un certo fine: non vi è per così dire domanda che rimanga senza risposta, ma sempre appagandosi di quella vaga armonia estetico-filosofica che lascia le cose dove stavano.

L'ARTE MEDICA. — Sarà qui utile, per riassumere in breve lo stato della medicina alla fine dell'epoca classica, dare un sunto della τέχνη ἰατρική, detta anche μικρὰ τέχνη per distinguerla dall'opera maggiore sul metodo, e che introdotta dagli Arabi, fu sotto il nome di *Ars Parva, Tegni, Articella,* il breviario di molte generazioni di medici del Medio Evo e del Rinascimento.

Precede una introduzione filosofica, in cui si sottilizza sul senso di « dottrina », e si proclama il criterio finalistico. Poi viene la definizione della medicina come « arte concernente quel che è sano, quel che è malato, e quel che non è né l'uno né l'altro ». Salute e malattia vengono considerate: 1) in rapporto al corpo stesso; 2) eziologicamente; 3) semeioticamente. Di qui infinite possibilità, casi e sottocasi su cui si discorre con prolissa abbondanza. Col cap. 2 si entra in materia, spe-

[1]) In un suo scritto sul metodo, περὶ ἀποδείξεως, Galeno dichiara esservi per ogni scienza un solo vero metodo, quello deduttivo d'Euclide. Punto di partenza della deduzione sarebbe però, *more aristotelico,* la metafisica del senso comune.

cificando quando un corpo debba esser considerato sano, quando malato, e quando in uno stato intermedio. Vi sono per Galeno tre specie di sintomi: diagnostici, prognostici, e anamnestici. Con l'aiuto di questi, si passa all'esame minuto di vari organi, dalla testa ai piedi: quando il cervello, gli occhi, il cuore, i polmoni, lo stomaco, il fegato, ecc. debbono esser considerati sani (cioè del giusto temperamento di umori) e quando caldi, freddi, umidi o asciutti: e quali sieno i segni ai quali il medico può riconoscerne le condizioni. Lo stato di malattia si rivela per varie alterazioni, che vengono descritte, fra cui anche le lesioni funzionali. Col cap. 21 comincia l'esposizione dei sintomi, che rivelano l'avvicinarsi di una malattia.

La descrizione dei vari prodromi caratteristici ci rivela in Galeno una capacità diagnostica di prim'ordine. Seguono considerazioni eziologiche di carattere piuttosto igienico che patologico.

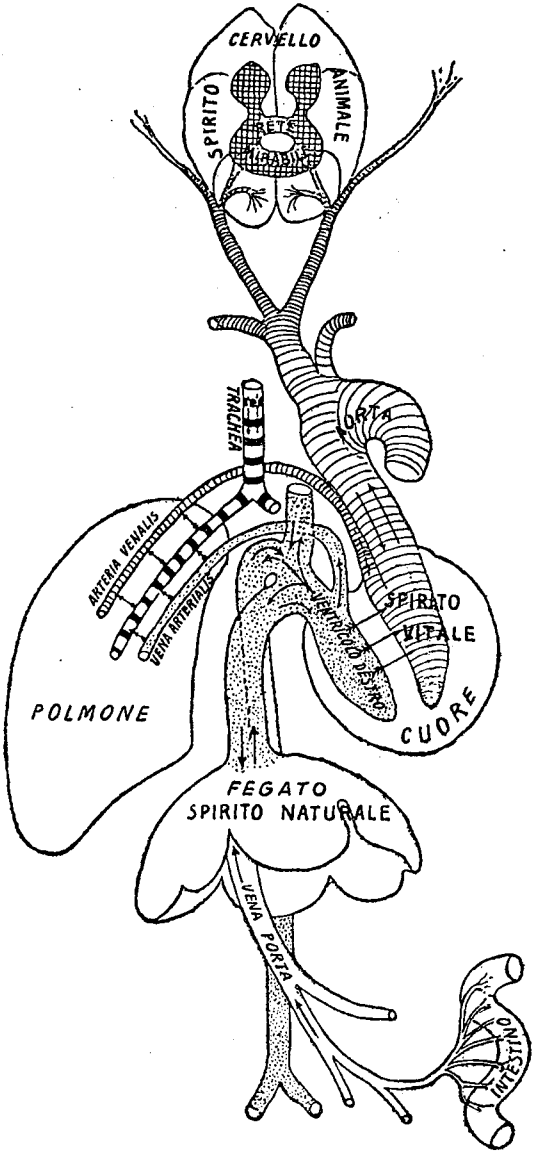
Col cap. 30 si passa alla terapia. Si discorre della cura delle lesioni traumatiche, e del trattamento delle ferite; poi delle mutilazioni, delle lussazioni e delle paralisi. Finalmente si hanno osservazioni sulla profilassi, e un capitolo sulla dieta per vecchi e convalescenti. La dietetica di Galeno è sempre ottima.

Le teorie di Galeno. — Non seguiremo Galeno nel dettaglio delle sue osservazioni e scoperte anatomiche. È per noi più importante chiarire il suo sistema fisiologico: non solo in quanto rappresenta la sintesi del pensiero antico in questo campo, ma anche perché ci dà la chiave di molte nozioni comuni e locuzioni correnti del Medio Evo e del Rinascimento.[1])

I principî sono i seguenti:

La vita è strettamente connessa col pneuma o spirito, il quale si può distinguere in: *a*) spirito animale che ha sede nel cervello e governa i sensi e il movimento; *b*) spirito vitale, che risiede nel cuore e comanda la circolazione del sangue e il calore del corpo; *c*) spirito naturale, che ha luogo nel fegato e presiede alla fabbricazione del sangue, all'alimentazione, e a tutte le funzioni del ricambio. Si tratta nei tre casi dello stesso pneuma, che si manifesta in tre forme o attività diverse (*virtus attractiva,*

[1]) Dice il medico Rondibilis: « Contemplez la forme d'un homme attentif à quelque estude, vous verrez en lui toutes le artères du cerveau bandées, comme la chorde d'une arbaleste pour lui fournir dextrement esperits suffisants à emplir les ventricules du sens commun, de l'imagination et appréhension, de la ratiocination et résolution, de la mémoire et récordation; et agilement courrir de l'un à l'autre par les conduicts manifestes en anatomie, sus la fin du rets admirable, onquel se terminent les artères, lesquelles de la senestre armoire du coeur prennent leur origine, et les esprits vitaux affinent en longs ambages, pour estre faicts animaux ». (Rabelais, *Pantagruel*, XXXI).



Il sistema fisiologico di Galeno.

digestiva, expulsiva). Di più ogni organo ha una sua virtù specifica che gli appartiene in proprio, come distinta dal pneuma che è legato ai quattro elementi costitutivi. Questa teoria ha

portato più tardi a una veduta mistica di qualità occulte insite in ogni organo, e diverse dalle ordinarie.

Come si concepiva la transustanziazione di umori e di pneuma che regolava le funzioni vitali?

Il pneuma entra nei corpi attraverso la trachea (τραχέια ἀρτηρία, *arteria aspera*). Giunto nei polmoni, penetra nella vena polmonare (ἀρτηρία φλεβώδης, *arteria venalis*) e così è portato al ventricolo sinistro. Qui viene a contatto col sangue.

Il sangue a sua volta proviene dal fegato, organo al quale convergono le sostanze alimentari trasformate in chilo dall'intestino e raccolte dalla vena porta. Nel fegato si compie quella misteriosa elaborazione che trasforma il chilo in sangue, e lo anima di « spirito naturale »; dal fegato irradia il sistema venoso che trasporta il sangue a tutte le parti del corpo. *Iecur fons venarum*. Il ritmo delle pulsazioni è assomigliato al ritmo alterno delle maree: « come il mare nello stretto dell'Euripo ».

La vena principale era secondo Galeno la vena epatica, dalla quale si diramavano le altre. Uno di questi rami, la nostra vena cava, giungeva al lato destro del cuore. E per il sangue che così entrava nel cuore vi erano due sorti possibili. La maggior parte rimaneva nel ventricolo destro, liberandosi dai suoi vapori e dalle sue impurità, che attraverso l'arteria polmonare (φλέψ ἀρτηριώδης, *vena arterialis*) si scaricavano nell'atmosfera, e così purificato rifluiva nelle vene. Ma una piccola parte del sangue che entrava nel ventricolo destro, passava attraverso pori invisibili del setto nel ventricolo sinistro. Qui incontrava il pneuma che giungeva dall'aria, e sotto l'influenza del *calore innato* del cuore, elaborava con esso una forma superiore di spirito, lo *spirito vitale* (πνεῦμα ζωτικόν). Questo era distribuito nel corpo dal sistema arterioso. Alcune fra le materie salivano al cervello, ma prima di raggiungerlo, si dividevano in molti piccoli vasi, la *rete mirabile*. E lì prendeva origine lo *spirito animale* (πνεῦμα ψυχικόν).

Lo spirito animale, sostanza eterea, costituiva l'insieme delle nostre facoltà psichiche. Andava a governare le varie parti del corpo, attraverso i nervi, che erano ancora considerati come canali vuoti.

Il sistema galenico ci mostra le disastrose conseguenze dell'aristotelismo. Ad ogni passo vediamo come sia viziato *ab origine* da un falso modo di pensare. Ma non tutti gli errori sono

imputabili a questa causa. Dobbiamo ricordare che a Galeno non fu concesso sezionare cadaveri umani. Non si era più ai tempi di Erofilo; e le nuove concezioni religiose che prendevano piede nell'Impero restringevano assai il campo della scienza.

Nel cervello umano non vi è « rete mirabile »: quest'organo si trova nel vitello. La vena epatica non si trova nel fegato dell'uomo, ma in quello del cane. Cani, suini, orsi, e soprattutto scimmie fornivano a Galeno il suo materiale d'osservazione: e la sua anatomia della mano, celebre per la spiegazione teleologica che l'accompagna passo passo in ogni particolare, è condotta appunto sulla mano della scimmia.[1])

Nei campi in cui l'indagine poteva compiersi liberamente, Galeno si rivela osservatore attento e sottile. La sua teoria che ammette la presenza di sangue, sia pur misto a pneuma, nel ventricolo sinistro del cuore e nelle arterie corrispondenti, è un progresso rispetto alla credenza di Erasistrato: progresso basato sull'osservazione diretta e sull'esperimento.

Le esperienze galeniche — dice il Puccinotti[2]) — non solo non furono obliate, ma quanto fecero e scuoprirono i fisiologhi di tutti i tempi, col mezzo delle vivisezioni, derivò in origine da quelle.

Esp. I. — Messa allo scoperto una arteria e incisa longitudinalmente introduceva nell'apertura una penna o canula. Quindi chiusa la ferita vedeva continuare l'arteria a battere anche sotto la ferita stessa. Legata l'arteria sopra il luogo dell'incisione cessava la pulsazione arteriosa al di sotto. Questo esperimento fu riprodotto dall'Harveo quando prese a dimostrare la circolazione del sangue; fu altresì ripetuto da Cartesio, quando questi prese a difendere la grande scoperta dell'Harveo.

Esp. II. — Tagliando il tronco del quinto nervo cervicale tolse la mobilità al muscolo sottoscapolare, al gran dentato, allo scaleno, al gran pettorale; tagliando gl'intercostali o legando il nervo ricorrente, o la midolla spinale, toglieva la voce.

Esp. III. — Recidendo gli emisferi cerebrali, finché non si giunga ai ventricoli anteriori non si ha perdita né di senso né di moto: si perdono ambedue se l'incisione penetra sino agli altri ventricoli. La resistenza di tali facoltà è maggiore nei giovani animali che nei vecchi.

Esp. IV. — Troncate le comunicazioni del cervello e de' suoi nervi col cuore mercé del taglio de' nervi cervicali, vedeva cessare il moto del cuore. Concludeva pertanto contro Aristotele, Crisippo e Zenone, che i nervi non avevano origine dal cuore, e che la dipendenza delle facoltà

[1]) *De usu partium corporis in homine*, I, 1.
[2]) *Storia della medicina*, I, pp. 677-681. Ivi anche in nota i passi corrispondenti.

animali era inversa, cioè che quelle del cuore dipendevano dal cervello.

Esp. V. — Incidendo il ventre e la matrice nelle femmine gravide de' quadrupedi, Galeno allacciava le arterie ombelicali e vedeva cessare le pulsazioni delle arterie degl'involucri del feto, e continuare il polso nel feto medesimo: allacciava arterie e vene insieme, e cessava allora insieme la pulsazione arteriosa nel feto. L'esperienza è pur sempre apprezzabile, sebbene Galeno la interpretasse in favore della sua ipotesi, che lo spirito arterioso nel primo caso insinuavasi per qualche via anastomotica entro le vene, e per ciò mantenevasi la pulsazione fetale.

Esp. VI. — Onde provare l'officio de' reni essere la separazione delle urine, allacciava or l'uretere destro ora il sinistro, e vedeva tumefarsi il rene e la porzione dell'uretere sopra l'allacciatura; praticava ambedue le legature ad un tempo e vedeva le stesse tumefazioni e vuota la vessica: e versarsi il fluido tra il peritoneo e le intestina.

Esp. VII. — Galeno recideva tanto il primo strato che il secondo delle fibre delle tuniche del faringe, e vedeva mantenersi ciò non ostante la deglutizione. Adduceva questa esperienza per provare, che nella deglutizione agiva principalmente la forza attrattiva. Haller chiama questo sperimento *non certe facile neque a quoquam repetitum.*

A tali esperimenti si possono aggiungere, come parte sperimentale della fisiologia galenica, le osservazioni da lui fatte sull'ovo incubato, sui moti istintivi di varî animali ovipari appena nati e non ancora perfettamente composti in alcuni organi, onde provare la preesistenza della forza alla struttura materiale delle parti; e come sperimentale in grado eminente deesi pur riguardare l'applicazione ch'egli fece il primo della geometria e delle leggi dei raggi luminosi nel fenomeno della visione.

In questi lodevolissimi tentativi Galeno fu originale, e diè un vero ed efficace avanzamento alla scienza.

Classica nella sua precisione e sottigliezza è rimasta la teoria del polso che risale ad Archigene. Si distinguono ventisette varietà di polso, di cui si son serbati i nomi nella medicina tradizionale: *longus, brevis, latus; angustus, altus, humilis; turgidus, tenuis; crassus;* secondo il ritmo: *celer; tardus, rarus, frequens;* poi *eurhythmicus* e *arhythmicus;* poi secondo il tono delle arterie *vehemens, languidus, durus, mollis, plenus;* secondo l'andamento, *aequalis, ordinatus* e i loro contrari, e poi ancora *mutilus, undosus, formicans, caprizans,* ecc.

Patologia di Galeno. — Meno interessante è la patologia generale di Galeno. Alla base di essa sta la teoria umorale di Ippocrate. Ma laddove Ippocrate vedeva nel temperamento dei quattro umori la salute, Galeno vi scorge l'inizio del male.

Ogni individuo ha una *intemperies* che gli è propria e che va conservata. La malattia resta *discrasia* dagli umori, ma meno ben definita. Vi sono discrasie calde (pletoriche) o fredde (flemmatiche), umide e secche. E poi ancora discrasie miste: caldo-umide (disturbi della bile gialla), caldo-secche, ecc. La concezione ippocratica del decorso della malattia rimane intatta, ma alla *crisi* è aggiunta la *lisi* o risoluzione.

I fenomeni infiammatori sono da lui classificati fra i « tumori contro natura ». Hanno per causa una stasi degli umori, la quale si manifesta coi quattro sintomi cardinali (rossore, calore, tumore, dolore) e con la lesione funzionale. L'infiammazione termina per risoluzione ed essudazione, o putrefazione e fenomeni settici. Nella patologia speciale di Galeno si nota la tendenza a risolvere i complessi morbosi in processi più semplici, come affezioni degli umori, o dei singoli organi. Il quadro clinico completo di una data malattia gli sfugge, mentre Archigene ed Areteo avevano saputo tenerlo presente.

L'eziologia di Galeno è ottima, la sua clinica interessante, ma la terapia è addirittura lamentevole. Se la teoria dell'azione dei farmachi è sviluppata con meticoloso dogmatismo, la scelta dei medicamenti stessi rivela una assoluta mancanza di critica. Cerotti, unguenti, acque, colliri, decotti, infusi, fomenti di ogni genere si presentano in teoria interminabile ad ogni caso, e il medico non ha che l'imbarazzo della scelta. Forse Galeno attribuiva grande importanza psicologica al noto principio *ut aliquid fieri videatur;* ma questo non scusa la sua collezione di medicamenti compositi, fantastici e repugnanti, tra cui il posto d'onore spetta alla *teriaca,* farmaco e antidoto universale composto di ben 67 ingredienti, in cui entrano escrementi, sangue e grasso di vari animali, e fin le vipere lessate.

« Il punto di vista degli scritti galenici — così riassume la sua opinione il Singer — non è dissimile da quello degli Ippocratici, ma la nobile visione del medico di alti sentimenti e di spirito puro è del tutto svanita. In sua vece si mostra un individuo acuto, onesto, appassionato nella disputa, ribollente d'energia e di laboriosità prodigiosa, buono in fondo, ma attaccabrighe, un carattere eminentemente aggressivo. Ama la verità, ma ama altrettanto la discussione. E spesso si accontenta di spiegazioni puramente verbali. Fisiologo ingegnoso, sperimentatore nato,

anatomico insigne e pronto ad imparare, armato di tutta la scienza delle scuole di Pergamo, Smirne ed Alessandria, ricco dell'esperienza di una vasta pratica medica a Roma, Galeno è quello che si chiama un professionista « efficiente ». Tale è l'uomo la cui opera, insieme con la collezione ippocratica, è parte precipua del retaggio medico della Grecia al mondo occidentale ».

Gli ultimi secoli. — Dopo Galeno, la medicina antica si avvia ad una rapida decadenza. Non vi sono più nomi di grandi medici scienziati: la letteratura volge a quel genere di compilazione erudita che ha i suoi prototipi in Celso e Plinio.

Nei romani vi era sempre stata una certa diffidenza per l'aspetto scientifico e teorico della medicina greca. « La medicina, — dice Plinio — benché redditizia, è la sola arte di questi Greci che fin qui ogni Romano serio ha rifiutato di coltivare. Pochi fra i nostri concittadini vi si sono rivolti, e appena fanno ciò passano dalla parte dei Greci.... Disgraziatamente non vi sono leggi che puniscano i medici ignoranti, né mai contro essi fu applicata la pena capitale. Eppure imparano attraverso le nostre sofferenze, ed esperimentano con l'ucciderci ».

Il romano, in fondo, è troppo sensato per chiedere alla medicina dei miracoli. Dice Petronio: « *Medicus nihil aliud est quam animi consolatio* ». Ma al posto della teoria medica così fieramente deprecata, Plinio ci offre una serie di rimedi fondati su quello che egli immagina esser l'esperienza: « L'erba dittamo ha il potere di estrar le freccie. Ne siano prova i cervi feriti, i quali si liberano dalla freccia che li ha colpiti mangiando di quest'erba ». Inutile aggiungere che Plinio non è andato ad osservare i cervi. La notizia si trovava in un passo spurio e interpolato di Teofrasto, che Plinio non menziona. Tale è il suo criterio « pratico » e « sperimentale ».

Fra i romani che scrivono di medicina si diffonde questo punto di vista « empiristico ». L'opera di Scribonio Largo, di poco anteriore a Plinio, è un ricettario ordinato secondo le parti del corpo, cominciando dalla testa: metodo che già si trova nei papiri medici egiziani.[1]) Al tempo di Nerone e della sua corte di dilettanti, cominciano ad aver voga i trattati versificati.

1) Vi si descrive fra l'altro per la prima volta la preparazione dell'oppio, e si propone la prima cura elettroterapica: applicazione di torpedine contro il mal di testa.

Il più antico che ci sia rimasto è quello di Quinto Sereno Sammonico (III o IV sec.) nel quale per la prima volta si trova la magica parola *abracadabra*. Si moltiplicano i ricettari del tipo medioevale, i « Breviari » estratti da Plinio. Nel IV secolo non riescono a far meglio medici a quanto pare illustri, come Apuleio Barbaro, e quel Vindiciano Afro che fu amico di Agostino; e così nel V secolo Teodoro Prisciano e Cassio Felice.[1]) Africano come quasi tutti questi è l'ultimo rappresentante significativo della medicina romana, Celio Aureliano, vissuto verso la fine del V secolo. Il suo trattato clinico-terapeutico, che ebbe grande diffusione, è condotto sulla falsariga di quello di Sorano. Con lui, che viveva ancora probabilmente al tempo della presa di Roma per opera di Alarico (410), e con Cassio Felice, che scrisse nel 443, si chiude il ciclo dei medici d'Occidente.

La letteratura medica si conservò ancora a lungo in Alessandria e Bisanzio. Ma gli scritti dei secoli successivi (Oribasio, Asclepiodoto, Nemesio, Aezio, Alessandro di Tralle, Paolo d'Egina) non sono che scialbe compilazioni. Un certo grado di originalità hanno i disegni illustrativi della Scuola di Alessandria, di cui alcuni sono rimasti celebri, e si sono perpetuati, in forma più o meno alterata, attraverso tutto il Medio Evo.[2])

Roma e l'organizzazione sanitaria. — Il vero contributo originale di Roma nel campo della medicina è il suo sistema igienico e ospedaliero.

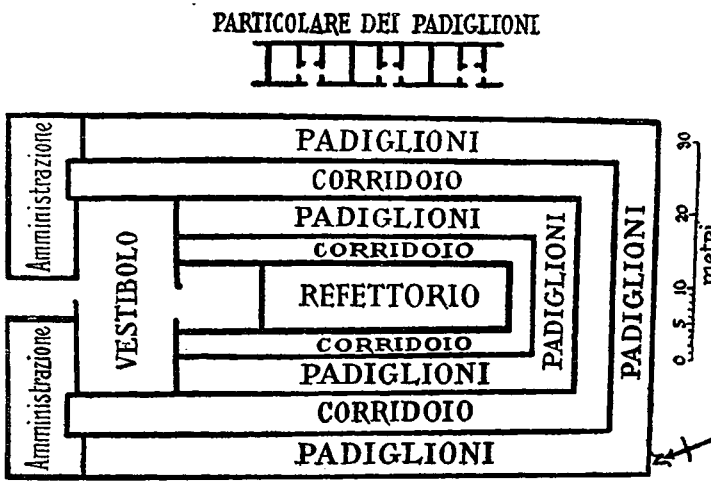
Acquedotti e fognature furono fra le prime grandi iniziative del nuovo Stato. Già in Creta e in Etruria si trovavano opere simili, ma la Cloaca Massima costruita al tempo dei Tarquini le oltrepassa tutte. Queste ed altre opere sanitarie, compreso l'ingegnoso sistema di tubazioni che distribuiva l'acqua in ogni punto dei sette colli, furono intraprese dagli edili seguendo il semplice buon senso, poiché non vi erano corporazioni o istituzioni mediche le quali avessero voce in capitolo.

I medici erano o ospiti stranieri, o schiavi. Cesare migliorò

[1]) A questo periodo appartiene un buon trattato di veterinaria, i *Digestorum artis mulomedicinae Libri IV* di Flavio Vegezio Renato (385-450) noto anche come scrittore militare. Si tratta però di una compilazione da fonti più antiche, fra cui una *Mulomedicina Chironis* tradotta dal greco da un certo Cl. Hermerus, che ci è stata conservata.

[2]) Cfr. Sudhoff, *Drei Jahrtausende Graphik im Dienste der Wissenschaft*, in *Sudhoff's Archiv f. Gesch. d. Medizin*, 21, 283-95, 1929.

la loro condizione, facendoli tutti cittadini romani. Sotto il primo Impero fu organizzata ovunque l'assistenza medica, sulla traccia di quello che era già stata fatto in Grecia. Le città e le istituzioni ebbero i loro *archiatri,* e spesso gli archiatri della casa imperiale furono promossi a governatori di provincie, come avvenne ad Ausonio (c. 320) padre del poeta, e a Vindiciano Afro. Aumentando il corpo dei professionisti, l'archiatra di palazzo divenne anche presidente dell'ordine dei medici, con funzione arbitrale, come appare da una lettera di Cassiodoro (490-585).



Pianta dell' Ospedale militare romano di Novaesium, presso Düsseldorf (sec. Singer). La ricostruzione ha parecchi elementi ipotetici.

In modo particolare fu curata dai Romani l'organizzazione della medicina militare.[1]) Ogni legione regolare di 10 coorti aveva il suo medico (*medicus legionis*); inoltre ognuna delle 9 coorti pretoriane, delle 4 urbane, e delle 7 di vigili, aveva il suo medico di coorte, e vi erano poi medici per i corpi di truppe ausiliarie e per la flotta. Nel bassorilievo della colonna Traiana vediamo come funzionasse un posto di medicazione di prima linea. Nelle zone barbariche di confine in cui le legioni avevano stanza permanente, vi erano poi veri ospedali militari di concentramento, come quello scoperto a Novaesium, presso Düsseldorf, (c. 100 e. v.) di cui si è potuto ricostruire l'ori-

[1]) Cfr. A. Cesarini, *La medicina militare nella leggenda e nella storia,* Roma, 1929.

ginale ordinamento a lunghi padiglioni. Di questi *valetudinaria* pare se ne costruissero ovunque per le varie categorie dell'immenso corpo di funzionari del basso Impero: e tale sarebbe l'origine del nostro ospedale civile.

I Greci non avevano avuto nulla di simile. L'*Asclepieion* era un po' tempio, un po' clinica; vari medici avevano le loro case di cura private (ἰατρεῖα). Ma il primo inizio di un ospedale pubblico fu probabilmente il tempio di Esculapio a Roma, sito nell'Isola Tiberina. « Su quest'isola d'Esculapio, dice Svetonio, certi padroni esponevano i loro schiavi malati o finiti, per risparmiarsi la spesa di mantenerli. Però Claudio imperatore (41-54 e. v.) decretò che tali schiavi dovessero considerarsi ormai liberi; e che, qualora guarissero, non tornerebbero sotto gli antichi padroni ». Per tali relitti di una dura società esistevano infermerie già nel I secolo, e Columella vi accenna nella sua opera.

A queste iniziative umanitarie cui non era estranea la filosofia stoica, giunse presto nuovo stimolo dal cristianesimo, col suo fervido amore per gli umili e i sofferenti. L'infermeria fondata, per quanto sappiamo da San Girolamo, da una dama cristiana di nome Fabiola, è il primo fra gli innumerevoli ospizi ed ospedali di cui si popolerà l'Europa nell'Età di Mezzo.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Sulle opere di Erasistrato (pochi frammenti e testimonianze) R. Fuchs, *Erasistratea, quae in librorum memoria latent, congesta enarrantur.*

Sulla medicina alessandrina la trattazione di Wellmann, *Die späteren Aerzte*, nel II vol. della *Gesch. d. alex. Litteratur* del Susemihl.

L'opera di Celso nell'ed. di F. Marx, nel *Corpus medicorum latinorum;* cfr. anche la trad. del De Renzi, già citata.

L'opera di Dioscoride nell'ed. di M. Wellmann, 1907-14, coi frammenti superstiti di Crateva e di Sestio Niger.

Per le opere dei medici minori, cfr. in generale: *Verzeichnis gedruckter Anonymi medici graeci*, in Diels, *Ier Nachtrag zu den Handschriften der antiken Aerzte*, Berlino, 1908, pp. 70 e 71.

Delle opere di Galeno vi è la grande edizione critica dell'Accademia di Berlino. Varie opere sono state anche pubblicate nella collezione Teubner. Ricordiamo anche l'edizione antica di Chartier, Parigi, 1638-1679, con traduzione latina.

Per le storie generali rimandiamo alla bibliografia del cap. XV. Qui ci siamo valsi particolarmente delle ricostruzioni del Sudhoff e del Singer. Del periodo romano si occupa in particolar modo l'opera erudita di Sir T. C. Clifford Allbutt, *Greek Medicine in Ancient Rome*, Londra, 1921. Sulla tecnica chirurgica cfr. J. S. Milne, *Surgical instruments in Greek and Roman times*, Oxford, 1907.

XXIII.

FISICA E TECNICA

Esiste una Fisica dei Greci? — I fisici sogliono meravigliarsi che i Greci, portando le Matematiche a tanta altezza, non ci abbian dato una Fisica. Quindi la ricerca di spiegare il loro insuccesso in questo campo, con una congenita inferiorità dello spirito: difetto di osservazione o d'esperienza, ovvero d'intelligenza tecnica. Alcune storie della scienza tentano di rispondere a questo problema. Senonché, a considerare le cose con retto criterio, è agevole vedere che il problema stesso è mal posto e basato sopra un preconcetto antistorico ed antifilosofico, cioè che la fisica sia configurata come disciplina particolare per così dire in senso assoluto o *sub specie aeternitatis*: ogni vero filosofo penserà invece che le scienze particolari non esistono se non come astrazioni entro la scienza universale, da cui si distaccano solo, per motivi pragmatistici, in un certo momento storico. La fisica dei Greci, come la loro prima matematica, fu cosmologia o filosofia della natura: il problema fondamentale che occupò gli antichi « fisiologi » è infatti il problema della materia, che abbiam visto dominare tutti gli sviluppi del pensiero ellenico. E gli sforzi per sciogliere codesto problema misero capo alla più alta concezione dell'atomismo: che viene ripresa agl'inizî della scienza moderna. Frattanto vedemmo come nella cosmologia d'Empedocle, d'Anassagora e di Democrito sia entrato il concetto della forza: forze attrattive e repulsive, urti e forze centrifughe. L'età ellenica ha espresso dunque i primi tentativi per costruire un sistema fisico. Perché questi tentativi

non si proseguono, riescendo, come per le matematiche, allo sviluppo di una disciplina particolare, cioè a quella che noi coltiviamo sotto il nome di fisica? Perché — dice Francesco Bacone nella prefazione al *Novum Organum* — i Greci passavano senz'altro dai particolari alle proposizioni universali; cioè peccavano per soverchia arditezza. Ma, nel periodo ellenistico, trascorsa la baldanza della gioventù e rotto il nesso della scienza colla filosofia, si potrebbe attendersi uno sforzo più concentrato per comprendere e dominare in modo preciso alcuni ordini di fenomeni particolari. Ebbene, questo sforzo si compie di fatto in quei campi dove la natura ci offre qualcosa di semplice che può essere più agevolmente geometrizzato. Almeno in tre campi i Greci sono riusciti a costruire una teoria fisica soddisfacente: nell'Acustica, nella Statica e nell'Ottica, per non parlare dell'Astronomia.

Acustica. — L'Acustica è creazione dei Pitagorici. Boezio [1]) — dopo Nicomaco e Porfirio — racconta come si affacciò la prima volta nella mente di Pitagora, la relazione fra suoni e numeri. Il ragionamento fisico ch'egli trae dalle fonti indicate, è condotto con ordine e chiarezza: ma si basa sopra un errore che sarebbe stato facile correggere. Non è vero che il suono prodotto dai martelli d'un fabbro stia in relazione semplice col loro peso. È più verosimile che le ricerche di Pitagora abbiano avuto invece per oggetto una corda vibrante, la cui lunghezza si può far variare per mezzo di un ponte scorrevole: così si trova che all'ottava corrisponde un rapporto di lunghezza 1 : 2, alla quinta 2 : 3 ecc. Le leggi pitagoriche dell'armonia esprimono appunto questi rapporti in maniera esatta. [2])

La trasmissione del suono è bene spiegata in Aristotele come un moto dell'aria che si propaga fino al nostro orecchio. Pare che il filosofo concepisca in modo analogo anche la propagazione della luce, che naturalisti precedenti hanno spiegato coll'ipotesi di un'emissione di corpuscoli.

A dir vero egli si trovava di fronte non solo quest'ipotesi,

[1]) *De institutione musicae* I, 10.

[2]) Cfr. il frammento di Filolao sull'ottava (Diels B. 6) e quello di Archita sull'armonia (B. 1) che è anche un primo esempio di ragionamento induttivo sulle cause dell'altezza dei suoni.

sì anche una opinione anteriore di Empedocle e dei Pitagorici (Timeo) per cui dall'occhio stesso uscirebbero dei raggi come tentacoli ignei, a posarsi sull'oggetto, o meglio ad incontrarsi con gli effluvi che da esso emanano: alla quale Aristotele obietta che in tal caso si dovrebbe vedere anche di notte.[1])

Certo è che ai tempi di Aristotele era noto che la luce si propaga più rapidamente del suono;[2]) infatti nella raccolta peripatetica dei *Problemata* si chiede perché, ciò nonostante, essa non possa come il suono attraversare i corpi densi (XI, 49); era pur noto che l'eco o la risonanza è analoga al rimbalzare dell'aria sopra una superficie solida (XI, 51).

Statica e Dinamica. — La Statica — scienza dell'equilibrio delle forze — era già stata coltivata ai tempi di Aristotele e, come abbiamo veduto, riceve un bello sviluppo teorico nei lavori di Archimede e di Erone, su cui abbiamo riferito nei Cap. XVIII e XIX.

Per contro nessun vero progresso si scorge nella Dinamica. Democrito aveva genialmente intuito il principio d'inerzia. Ma questa induzione dovette sembrare troppo ardita e metafisica ai posteri: le apparenze del moto sopra la Terra la contraddicono. E alla fisica delle apparenze si era fermato Aristotele cercando di conciliare con essa la sua bizzarra teoria del moto violento (mantenuto dalla spinta dell'aria). Nulla porta a credere che questa teoria, avvalorata nella mente del filosofo da ragioni metafisiche particolari al sistema, sia stata accettata, né seriamente discussa dagli scienziati alessandrini del secolo successivo: è assai più verosimile che essi ammettano semplicemente la dottrina del senso comune, secondo la quale il proiciente comunica al mobile una certa forza impressa (δύναμις κινητική) la cui provvista si va gradualmente esaurendo. È la cosidetta teoria dell'impeto che, con qualche fondamento, si può ritenere professata

[1]) *De Sensu* II (p. 437-438). L'obiezione era stata prevista dai Pitagorici, i quali dicevano che il fuoco uscente dall'occhio (quello che si rivela sotto l'azione di un pugno bene assestato) si spegne nelle tenebre. Ma allora, prosegue A., dovrebbe spegnersi anche attraversando l'acqua fredda, e così via. Questo passo meriterebbe di essere studiato più profondamente, anche per riguardo al significato delle critiche che ivi sono rivolte ad una teoria della visione di Democrito, che sarebbe interessante di ricostruire.

[2]) Cfr. il passo di Lucrezio citato più avanti a pag. 562; cfr. anche Plinio N. H. II, 55.

da Ipparco.[1]) Ed è anche la teoria che, refutando Aristotele, il suo più avveduto e indipendente commentatore, Giovanni Filopono, enuncerà nel VI secolo dell'e. v.[2]) Tuttavia questa teoria non fa fare un vero passo allo studio del moto dei proiettili; e resta contrario ai fatti il ritenere con essa, o con Aristotele, una veduta discontinua per cui la traiettoria dei proiettili si scinde in parti distinte ove dominano successivamente il moto impresso e il moto naturale. Ma se, per correggere questo errore, bisogna aspettare la *Nuova Scienza* di Tartaglia (1537), conviene ricordare che forse soltanto l'uso delle armi da fuoco poteva fornire occasione e ragione di esperimentare largamente su tali fenomeni.

Le erronee concezioni dinamiche dei Greci si riflettono anche nella teoria della caduta dei gravi, e specialmente là dove si tratta della velocità di caduta di masse diverse. Anche qui è verosimile che Democrito avesse già riconosciuto la velocità indipendente dalla massa, se è lecito far risalire a lui il ragionamento, che si trova confutato più tardi, per cui la somma di due masse eguali deve cadere con la stessa velocità di queste prese separatamente. Ma Aristotele, facendo della gravità e della leggerezza un « appetito » dei corpi al loro luogo naturale, era condotto naturalmente ad ammettere che i corpi cadano più celermente, quanto più contengono in se stessi di grave.[3]) I seguaci cercheranno di precisare la cosa, ponendo una proporzionalità diretta fra peso e velocità. Questa veduta, contro cui ebbe a lottare Galileo, la troviamo in Filone di Bisanzio, meccanico della scuola alessandrina, di cui menzioneremo più avanti i lavori tecnici.

Filone partiva dal principio che un peso, per esempio da due mine, cadrà con velocità doppia di uno da una mina. E all'obbiezione che un peso di due mine si può ottenere accoppiando due pesi da una mina, rispondeva risolutamente che due pesi da una mina, pur accoppiati, cadranno con la stessa velocità con cui cadrebbero separatamente, mentre un peso da due mine cadrà con velocità doppia. E questa virtù misteriosa insita nelle grosse unità egli la trasporta anche nel campo delle azioni elastiche, poiché dichiara che molte molle piccole non potranno

[1]) Cfr. Simplicio, *In Aristotelis De Caelo Commentaria* — ed. Heiberg I, 8 pag. 264-265.

[2]) Cfr. Duhem, *Le Système du monde*, vol. I, p. 380-90.

[3]) *Phys.* I, 8 (8).

sommare le loro forze, e che per avere una reazione maggiore bisognerà ricorrere a una molla più grande. Come già abbiamo osservato a proposito di Tolomeo, sembra che i problemi dinamici abbiano portato nella ragione greca dell'epoca ellenistica uno *spiritum vertiginis*.

Ottica. — Un alto sviluppo scientifico hanno dato invece i Greci all'Ottica geometrica. La teoria viene condotta quasi al livello moderno. I fenomeni di riflessione e di rifrazione della luce appaiono assai presto conosciuti. Nelle *Nuvole* di Aristofane (424 a. C.), Strepsiade immagina di bruciare le ingiunzioni di pagamento dei suoi creditori per mezzo della sottile pietra trasparente che accende il fuoco e fonde la cera. Si sapeva pure che l'angolo di riflessione è uguale all'angolo di incidenza. Euclide nell'*Ottica* e nella *Catottrica* offre una teoria organica della riflessione, determinando anche le grandezze e le forme delle immagini. La prop. 31 della *Catottrica* dice: « uno specchio tenuto in direzione del sole può accendere il fuoco ». La prop. 7 accenna chiaramente alla rifrazione: « quando si ponga un oggetto sul fondo di un recipiente, e si sposti questo finché l'oggetto diventi invisibile, basta versare dell'acqua nel recipiente perché diventi visibile di nuovo ». A sua volta Tolomeo nell'*Ottica* indaga le leggi di questo fenomeno misurando la deviazione del raggio refratto dall'acqua secondo l'angolo di incidenza del raggio luminoso. Egli usa all'uopo di un cerchio graduato munito di mire, ed espone i risultati in varie serie di misure, concernenti il passaggio dall'aria all'acqua, dall'aria al vetro, dall'acqua al vetro. (È notevole che pensi anche al passaggio dall'etere all'aria, da cui deduce la rifrazione astronomica). Daremo qui la tabella dei valori ottenuti passando dall'aria all'acqua; essa è interessante anche per il grado di approssimazione che ci rivela negli strumenti del tempo:

Angoli d'incidenza	Angoli di rifrazione	Rapporto	Valore di *n*	Angolo di rifrazione vero
10°	8° 0'	1,25	1,248	7° 17'
20°	15° 30'	1,29	1,270	14° 47
30°	22° 30'	1,33	1,308	21° 54
50°	35° 0'	1,43	1,336	34° 52
60°	40° 30'	1,48	1,333	40° 16

Da vari indizi però, fra cui una regolarità sospetta nelle « differenze seconde » dei valori ottenuti, possiamo inferire che, il risultato sperimentale è stato corretto col senno del poi. Tolomeo si era fatta un'idea sua propria della legge che governava il fenomeno, quella che più tardi apparirà come la *legge del seno:* e non esitava, per riprendere la parola d'uno storico moderno, a « solliciter doucement les faits ». Comunque, dalle sue misure l'indice di rifrazione dell'acqua risulterebbe 1,31, anziché 1,33. Sembra non fosse possibile far di più coi mezzi sperimentali di allora.[1]) Gli autori posteriori furono assai meno scrupolosi di Tolomeo e assunsero senz'altro come costante il rapporto.

In tutte le ricerche menzionate — di Acustica, di Statica e di Ottica geometrica — ritroviamo gli stessi motivi della nostra intelligenza scientifica. Si incontrano i diversi stadi del medesimo processo costruttivo della scienza: ci sono osservazioni elementari e c'è il lavoro della mente che le raccoglie, le confronta e verifica i principî, le leggi o le ipotesi, che se ne traggono per induzione.

È ben vero che in alcuni ordini di fenomeni gli studiosi antichi non si sono elevati al disopra della semplice osservazione. Essi hanno conosciuto, per esempio, l'elettricità e il magnetismo, fin dai tempi di Talete; ma qui era troppo difficile assorgere ad una vera teoria. Non meraviglia che si credesse di incontrare qualcosa di analogo alla vita; onde appunto Talete ne traeva argomento all'ipotesi che la natura è ovunque animata.

Tutto questo porta ad un più retto giudizio sulla questione « se esista una fisica dei Greci ». Ma infine — obietteranno i non persuasi dal nostro discorso — le osservazioni od esperienze che occorrono nei casi sopra accennati, se anche a rigore meritino questo nome, sono cose da nulla in paragone alla messa in opera degli istrumenti moderni, anche i più semplici: mancava dunque ai Greci l'intelligenza per escogitare e costruire apparecchi un po' complicati?

[1]) Si confronti però la precisione degli strumenti egiziani del 3000 a. C., quale ci è rivelata fra l'altro dalle misure della Grande Piramide. Le lunghezze dei lati sono approssimate a 13 mm., cioè a meno di 1/14.000; gli angoli a 12", cioè a 1/27.000. Gl'ingegneri dei Faraoni erano riusciti a stabilire un unico piano di livellazione, inclinato leggermente da S a N, per tutti i nilometri dal mare alla prima cateratta, cioè per un tratto di varie centinaia di km.

A coloro che rivolgono questa domanda, cioè più propriamente ai cultori della fisica sperimentale, rispondiamo che in questo senso la fisica dei Greci si può vedere nella loro tecnica; che se pure non si sollevi — come vorremmo — alla indagine e alla formulazione di vere leggi (per esempio, intorno al calore, alla dilatazione dei gas, ecc.) ci porge ad ogni modo la prova delle loro conoscenza e della loro ingegnosità pratica e meccanica.

Per render conto del significato della tecnica dei Greci conviene prender le mosse fin dagli albori della loro civiltà.

Scienza e tecnica nel periodo ellenico. — Nel concetto comune i moderni — non scienziati di professione — legano alla scienza le sue applicazioni tecniche. Queste hanno preso tale sviluppo ed importanza nella nostra civiltà, da apparire ai più il vero scopo della ricerca scientifica, e in ogni modo strettamente dipendenti da tale ricerca. Invece gli storici hanno dovuto rilevare che, all'incontro dell'opinione comune, la scienza agli inizi non precede la tecnica, anzi prende spesso occasione ed impulso da una tecnica già sviluppata, alla quale solo più tardi recherà aiuto.

Quest'ordine di progressi si osserva assai bene nel nostro Rinascimento (si ricordi il discorso di Galileo agli artefici di Venezia) ma riesce illustrato anche più chiaramente dalla storia antica, dove il contributo della scienza alla tecnica è piuttosto limitato e tardivo. Certo che le scoperte fondamentali nel campo della tecnica greca sono opera delle civiltà precedenti. Da questo punto di vista si può dire che gli Elleni sono venuti assai tardi sulla scena del mondo. Il bronzo e il ferro già erano usati nelle arti della guerra e della pace. Da lungo tempo i popoli cacciatori si servivano della lancia, dell'arco e della freccia; l'agricoltore del carro e dell'aratro; il navigante solcava il mare purpureo con le ben costrutte carene, a commerciare e a predare su tutte le sponde del Mediterraneo. Frattanto a Memfi e a Tebe, a Ninive e a Babilonia si era appreso a costruire monumenti colossali: e ciò importa che si sapessero staccare grossi monoliti dai fianchi delle montagne, trasportarli e sollevarli, con l'aiuto della sabbia e di alcuni ordigni elementari. Nei palazzi di Memfi e di Cnosso fiorivano le arti e le raffinatezze della vita civile quando i primi Elleni, nomadi vestiti di pelli,

si affacciavano dai monti dell'Epiro alle brezze del mare, e contemplavano stupiti la distesa scintillante dell'Ionio. E forse, mentre seguivano con l'occhio attonito il lento remeggio di una galea cretese o fenicia, portento non mai visto ancora, veniva prendendo forma nelle loro menti confuse l'immagine del gigantesco figlio della Terra, Briareo dalle cento braccia....

Ma quando i Greci appresero ad imitare e ad emulare nelle arti e nella tecnica i popoli vicini e per tale scopo dovettero ricevere alcune nozioni d'ordine pratico, ripetendo osservazioni ed esperienze, subito si svegliò in loro lo spirito di Dedalo, il desiderio di andare più oltre, di tentare cose non mai osate, di spiegare, come Icaro, le ali verso mète più alte, fino a voler estendere la spiegazione meccanica all'intero universo. La prima filosofia è opera degli stessi uomini che hanno portato in Grecia un insegnamento tecnico più elevato.

Con Talete appare la stretta unione della tecnica con la scienza nascente. Ne danno indizio le scoperte geometriche attribuitegli, che vedemmo già importare l'uso di certe operazioni di geometria pratica, quali occorrono per determinare la distanza d'una nave dalla spiaggia, ecc. Sebbene una leggenda, raccolta da Platone, ci dipinga in lui l'astronomo distratto che cade nel pozzo, non è dubbio che il mercante milesio, già filosofo e non scienziato ancora, fosse essenzialmente un *tecnita* (τεχνίτης), un esperto che la sa più lunga dei suoi concittadini e che s'impone ai barbari per quello che sa realmente attuare; sicché ben gli si appone la leggenda, che avrebbe derivato il corso del fiume Ali per ordine di Creso.

Tali figure di uomini pratici dominano tutto il periodo iniziale della speculazione. Ricordiamo Arpalo di Mileto, che fu chiamato da Serse a gettare una passerella sull'Ellesponto, dopo che erano falliti i tentativi degl'ingegneri egizi e fenici. Questo Arpalo è certamente quello stesso astronomo che dall'alto del Monte Ida che si erge a 1750 m. sulla piana di Troia, studiava il moto degli astri e dei venti; quello stesso che insieme con Cleostrato, il padre dell'*Octaeteride*, e Metone, il riformatore del calendario, va annoverato fra i creatori dell'astronomia greca.[1])

[1]) Cfr. Diels, *Antike Technik*, I.

Come centro di questo movimento tecnico, nel VI secolo a. C., troviamo ancora Mileto; ed è interessante vedere da esso sorgere anche il genio speculativo di Anassimandro. Non era questi un filosofo da gabinetto: cresciuto all'aria del mare, in mezzo al fervore di scambi che faceva di Mileto la prima città commerciale della Grecia, fu un grande animatore. Guidò i suoi concittadini alla colonizzazione di Apollonia del Ponto, e fornì loro carte della Terra per orientarsi, e carte del cielo per navigare la notte.

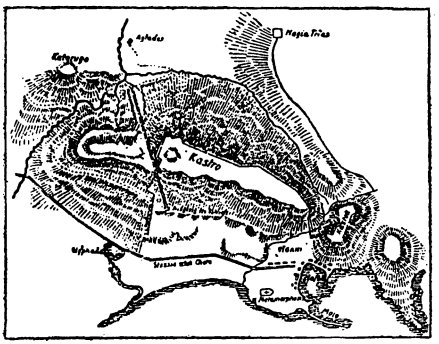
Le grandi figure dei primi naturalisti dominano tutta quanta la vita greca. La visione speculativa del mondo e l'importanza che in essa assume il criterio matematico, reagisce sul concetto dell'arte; il numero e la proporzione vengono in soccorso dell'architetto. Le nuove idee si spargono nelle città circonvicine, e in Samo trovano il terreno favorevole per un nuovo grandioso sviluppo. Il tempio di Era, che si veniva costruendo verso quel tempo, e del quale Erodoto ci narra meraviglie, si ispira nella struttura al numero 3, caro ad Anassimandro. Gli scavi recenti ne hanno rivelato le armoniose proporzioni. L'architetto non si sa se fosse Teodoro o Roico:[1]) ma sia che partisse dall'« esagramma », come pensa il Wolff, sia che si ispirasse al triangolo, secondo le idee di R. Reinhardt, egli certo ha seguìto un criterio matematico.

Né Roico e Teodoro erano i soli al cui ingegno offrisse libero campo la tirannide illuminata di Policrate. A Samo era nato Mandrocle, il costruttore del ponte sul Bosforo: a Samo visse il megarese Eupalino, il più grande ingegnere del suo tempo. Il quale dette delle conoscenze geometriche applicazioni positive. Di lui gli storici ricordano con ammirazione lo scavo di una galleria lunga sette stadi (oltre un chilometro) che portava alla città l'acqua dell'Ampelo, attraverso la montagna che la dominava. Anche oggi una simile impresa sarebbe notevole: per quei tempi era addirittura miracolosa. Si pensi alla precisione con cui dovette esser condotta la triangolazione, con i rozzi

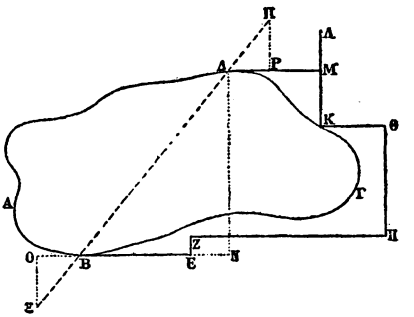
[1]) Teodoro non ha una personalità storica ben definita. Può darsi che vi fossero più artefici dello stesso nome. Su di lui convergono le attribuzioni di varie scoperte: livella, squadra, tornio, chiave, ecc. Sembra ad ogni modo che sia vissuto prima del 532. Suo contemporaneo fu Chersifrone di Cnosso, iniziatore del tempio di Artemide e inventore di nuovi metodi per trasportare le grandi colonne.

strumenti di allora, perché i due capi della galleria venissero ad incontrarsi: il metodo seguìto ci è stato conservato da Erone.[1]) Altre gravi difficoltà presentava la costruzione dei pozzi d'aerazione; sui quali disgraziatamente non abbiamo particolari sufficienti.

È chiaro che opere pubbliche così imponenti richiedevano un ambiente favorevole. Le somme necessarie ad esperimenti simili si trovano da arrischiare solo con un governo di larga e matura



Acquedotto e galleria d'Eupalino nel monte di Samo.



Metodo per l'allineamento dei due tronchi di galleria (secondo Erone).

comprensione tecnica, in una cittadinanza che sia pronta a simpatizzare con le grandi iniziative e con le riforme audaci.

Tale era l'ambiente in cui sorse Pitagora.

Col fiorire della scuola pitagorica, la tecnica si viene penetrando degli ideali matematici. La ragione geometrica, il *logos*, si impone in ogni campo, come norma d'azione. Ovunque si cerca la divina simmetria, quella che ci è data da Platone come segno infallibile di bellezza e di verità. Il greco ha scoperto la *vis superba formae*: vede in essa una forza capace di organizzare il mondo.

Ogni cosa deve avere la sua giustificazione nel numero e nella misura: i filosofi disputano senza fine della quadratura

[1]) Sui problemi tecnici dell'impresa cfr. W. Schmidt, *Nivellierinstrumente und Tunnelbau im Altertume*, « Bibliotheca Mathematica » t. IV, 1903.

del circolo, e la scuola pitagorica vive ore difficili alle prese col problema degli irrazionali. L'entusiasmo matematico si ritrova ovunque. Un tipico rappresentante di questo movimento di idee, Ippodamo di Mileto — che nutrito di filosofia diventò poi grande architetto — è il primo che abbia affrontato i problemi dell'urbanistica con criteri razionali. Fu chiamato dai Rodii a sistemare la loro città; Pericle, saggio protettore delle arti, gli diede a ricostruire il Pireo. Quando la lega panellenica volle fondare la città simbolica di Turii, gli chiese di farne il progetto, ed egli disegnò quel tipo di città geometrica, dalle strade diritte intersecantisi perpendicolarmente, di cui poi l'antichità fece così largo uso (ed anzi abuso: si vedano le piante della città di Priene) e che ritroviamo nel tracciato regolare delle città romane. D'altronde Ippodamo non si era accontentato di portare la geometria nell'architettura; ma aveva proposto uno schema di costituzione della *polis*, in cui i poteri e gli uffici erano tutti organizzati su una base ternaria: idea che si ritroverà nel *Tripolitico* di Dicearco.[1])

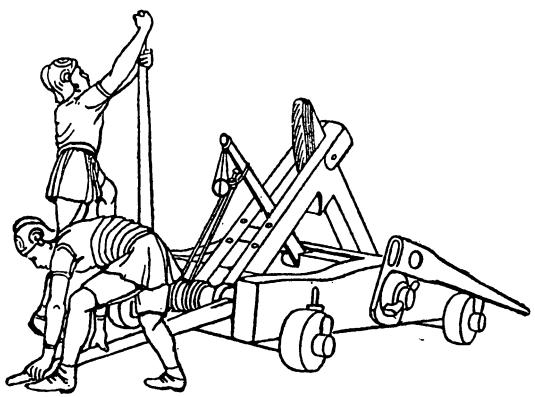
Dall'architettura si passa alla scultura: anche qui le matematiche si impongono e pretendono portare il proprio criterio estetico. Agatarco ateniese, verso il 470, applica la stereometria alla Prospettiva. Si dice anzi che applicasse le sue idee in uno scenario prospettico per una tragedia di Eschilo. Secondo Vitruvio scrissero di prospettiva Democrito e Anassagora. Il grande Policleto, verso il 450, pubblica quel suo *Canone* (cioè « regolo ») nello stile astruso ed ellittico caro agli artisti, in cui definisce le proporzioni geometriche che sono condizione indispensabile di bellezza del corpo umano.[2])

L'ingenuo dogmatismo di Policleto rischiava di essere assai dannoso alla libera fioritura dell'arte; eppure bisognò aspettare fino a Lisippo, il primo grande alessandrino, perché la sua dominazione fosse scossa, e alla nozione di proporzione *vera* si sostituisse quella di proporzione apparente. Ritroveremo in Vitruvio l'eco delle appassionate discussioni che suscitava fra gli artisti la mistica geometrica.

[1]) Ippodamo è stato preso di mira dalla satira di Aristofane. Su di lui cfr. gli articoli di Erdmann nel *Philologus*, t. 42, 1883, che tratta in particolare dei progetti urbanistici, e di P. Bise nell'*Arch. f. Gesch. d. Philos.* t. 28, 1923.

[2]) I due frammenti rimastici, insieme con le testimonianze, in Diels, *Vors.* I.

Mentre si venivano così facendo da varie parti i primi incerti tentativi di applicazione delle matematiche alle arti, la scuola pitagorica mostrava in altri campi una più feconda comprensione pratica. Fra i pitagorici della seconda generazione, i contemporanei di Filolao, vi erano uomini che univano la forte preparazione matematica a doti organizzative eminenti. Archita di Taranto, matematico e filosofo, fu anche politico e sette volte stratega della sua città. Per primo egli tentò di applicare la matematica alla meccanica,[1]) e si dice che, grande amico dei bimbi, abbia costruito oltre a una raganella anche una colomba



Caricamento di un onagro.

artificiale che poteva volare battendo le ali, grazie ad un meccanismo pneumatico.[2]) È probabile (se pur le notizie che ne abbiamo siano un po' vaghe[3]) che non sia mancata la sua collaborazione al grande sforzo militare che tentò Dionisio il vecchio contro i Cartaginesi. Certo vi collaborò un altro meccanico ta-

[1]) Diog. Laert. in Diels, A. I, 23.

[2]) Ad Aulo Gellio che ce lo racconta sull'autorità di Favorino, come ai critici moderni, la storia appare inverosimile. Darmstaedter ed altri identificano la colomba col cervo volante. Cfr. la nota in Diels *Vors.* 35 A 10a. È anche possibile che Archita abbia costruito un modello per lo studio del volo a vela. Il « meccanismo pneumatico » sembra un'ipotesi di Aulo Gellio, che non risulta dalle parole di Favorino.

[3]) Vitruvio VII *Praef.* 14.

rantino, Zopiro,[1]) inventore di una nuova balestra perfezionata detta *gastraphetes* (perché si poteva tendere premendone il calcio contro lo stomaco), di cui poi gli alessandrini dovevano costruire modelli più grandi, che chiamarono « artiglieria da montagna » (ὠρεινοβάτης γαστραφήτης).

Balistica. — Il potente sforzo tecnico di Dionisio, la sua marina e la sua artiglieria gli permisero di conservare la Sicilia alla civiltà greca.[2]) All'assedio di Motye presso Trapani (397 a. C.) le gigantesche balliste dei suoi ingegneri, piazzate sulla spiaggia, misero in rotta la grande flotta di Imilcone. La novità di tali macchine stava in questo, che si accumulava energia con la torsione di un fascio elastico, anziché con la flessione di un arco (si pensi al tenditore di una sega da falegname). Le ingegnose macchine di guerra degli alessandrini non sono che un perfezionamento di queste prime balestre e catapulte. L'*onagro* è una macchina di lancio a braccio verticale, mentre la catapulta propriamente detta è costruita sul principio della fionda. Il *palintonon* era una balestra a lame doppiamente ricurve, come si vuole fosse l'arco di Ulisse, con caricamento ad argano.

Di queste generazioni di tormenti neuna altra generazione più forte si trova.... I grandi sassi per gli onagri, cioè per gli grandi dificî gittati, non solamente gli uomini, e' cavalli magagnano, ma de' nimici ancora i grandi dificamenti fiaccano.... i balestri e gli onagri a tutte l'altre cose vanno innanzi, da' quali né forza neuna, né neuno guernimento vale i combattitori a difendere, perché ad usanza di saette-folgori ciò che percuotono o rompere o dissolvere sono usati.[3])

I fasci elastici la cui torsione immagazzina la forza di lancio sono costituiti da fibre animali, e Filone li aveva muniti di un dispositivo di correzione delle variazioni igrometriche. Si calcola che i fasci sotto carico esercitassero sulle fiancate una ten-

[1]) Sulla sua appartenenza alla setta pitagorica v. Diels, *Ant. Techn*, p. 20, e il catalogo di Giambico in *Vors., Pyth. Schule* A 31.

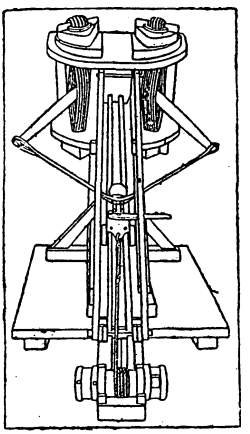
[2]) Diodoro XIV, 41 e segg.

[3]) Vegezio, *Arte della guerra*, IV, trad. Bono Giamboni, in Mieli *op. cit.* Da una ricostruzione dell'apparecchio per opera del Gen. Schramm, risulta che il *palintonon* poteva scagliare a 370 m. delle quadrella lunghe 88 cm., capaci di mettere fuori combattimento un uomo munito di scudo spesso 3 cm. e rinforzato da lamine di ferro.

sione di circa 12 mila chilogrammi. Queste macchine a torsione andarono anche più in là: Dionisio d'Alessandria costruì una vera e propria arma a ripetizione, il *polybolon,* che Diels chiama un po' impropriamente la mitragliatrice dell'antichità.[1]) Filone ci dà anche la formula per il calibro, cioè il diametro del foro in cui si adatta il fascio elastico:

$$d = \sqrt[3]{100\ a} + \frac{1}{10}\sqrt[3]{100\ a}$$

dove a è il peso del proiettile; d è espresso in dattili e a in mine attiche.



Palintonon: arcobalestro a palla con caricamento ad argano.

Teoria e pratica nella meccanica. — Vediamo dunque quanto intima fosse verso il 400 a. C. la compenetrazione della scienza e della tecnica: « la natura del numero, dice Filolao, dà conoscenza e guida a ciascuno in ogni cosa che gli sia dubbia od ignota »;[2]) e la massima non era intesa soltanto come criterio speculativo. Abbiamo già visto come i primi medici fossero portati ad esagerare nella sua applicazione: ma anch'essi cercavano nella matematica una base teorica per quella che in sé era un'arte, *techne,* praticata da un artefice[3]) (*demiurgo*).

Il rovescio di questo spirito scientifico che tende a nobilitare la tecnica, domina la reazione morale di Socrate. Platone teorizza il distacco del pensiero dalla pratica. Ascoltiamo Plutarco, neoplatonico zelante e adoratore del maestro:

« Le arti meccaniche, tanto celebrate ed ammirate ai nostri tempi, erano sorte con Eudosso ed Archita, il quale aveva immaginato illustrazioni meccaniche atte a manifestare ai sensi le sottigliezze della geometria. Così ad esempio Archita aveva risolto per mezzo di un meccanismo il problema di inserire due medie proporzionali fra due segmenti dati. Ma Platone aveva deprecato un tale indirizzo, come quello che corrompe

[1]) Una balestra a ripetizione di tipo molto analogo era già nota in Cina, e pare servisse di modello all'Oriente greco.

[2]) In Diels B. 11.

[3]) Ippocrate, *De prisca medicina,* I.

e distrugge le bellezze della geometria, distraendola dallo studio delle cose incorporee ed astratte, per discendere alle cose sensibili e materiali. Perciò la meccanica fu completamente distinta dalla geometria, e per lungo tempo considerata un'arte militare. Archimede la ricongiunse alla geometria, con la statica e la teoria della leva ».

Questa corrente di idee ha lasciato larghe tracce nella letteratura, ma non divenne mai criterio esclusivo della mente greca. Già nella seconda generazione, dopo quella dei grandi Sofisti e dei loro avversari, rinasce il gusto per le cose scientifiche. Con la differenziazione delle discipline particolari il gusto scientifico si accosta naturalmente ai problemi tecnici. E nel periodo ellenistico si coglie il più largo frutto delle applicazioni della scienza sebbene — a dir vero — esse non acquistino quell'importanza economica e sociale a cui ci si potrebbe attendere.

Le realizzazioni nel periodo ellenistico. — Già nel capitolo sulle matematiche abbiamo avuto occasione di ricordare la meccanica di Archimede ed Erone e abbiamo rilevato che lo sviluppo teorico dei principi della Statica si lega a noti meccanismi elementari che ricorrono nell'arte dell'ingegnere. Poche osservazioni vogliamo aggiungere sull'opera tecnica degli uomini di questo periodo.

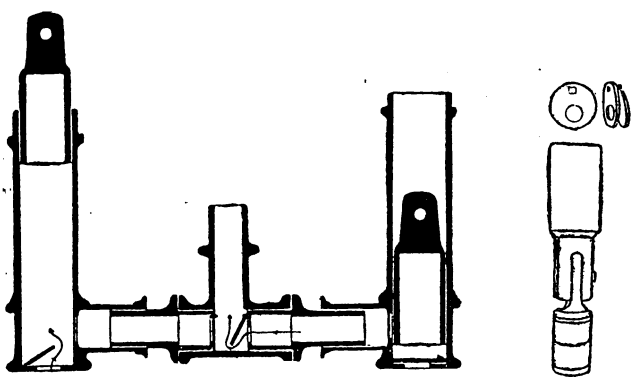
Lo spirito tecnico d'Archimede è stato sufficientemente messo in luce. La sua mente ci è apparsa sempre pronta a passare da un problema pratico ad uno sviluppo teorico, come quando il problema della corona del re Ierone lo conduce allo studio dei galleggianti e al famoso principio idrostatico, che porta il suo nome.

Gli scrittori greci dell'epoca più tarda e gli arabi attribuiscono ad Archimede molte macchine, circa quaranta. Oltre all'areometro e a varie minori, ricordiamo quella che sembra la sua scoperta fondamentale, cioè il gruppo (vite senza fine-trasmissione ad ingranaggi) che gli permise di creare il paranco differenziale, col quale si dice riuscisse a spostar da solo sul cantiere una triera del re.[1]) La leggenda che si venne creando sul suo intervento nell'assedio di Siracusa gli attribuiva chi sa

[1]) Sull'invenzione della vite senza fine, cfr. nota a pag. 359.

quali ordigni miracolosi, a base di leve, i quali lanciavano a grande distanza blocchi pesanti fino a 12 quintali:

« Quando i romani adunque da due parti assaltaron la città con grande spavento e silenzio di tutti gli abitanti per la paura ch'avevano, credendo non poter resistere allo sforzo di sì gran potenza, Archimede fece a un tempo scoccare dalle sue macchine infiniti dardi di specie diverse, e pietre di smisurata grandezza verso la fanteria nimica in terra, volanti in guisa di razzo con velocità incredibile, sì che non potendo alcuno tant'impeto sostenere, abbatterono qualunque corpo incontrarono disordinando le file. E delle navi venute all'assalto per mare, parte furono affondate da antenne scagliate per aria dalle mura con quelle macchine e parte sommerse da pesi lasciati andar di sopra; altre, levate in alto



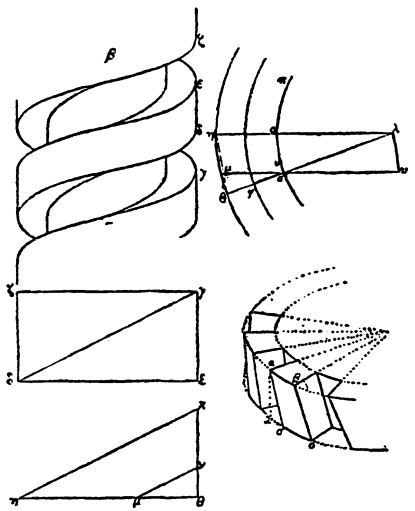
Pompa aspirante e premente del tipo inventato da Ctesibio, scoperta presso Bolsena. Con particolari del pistone e delle valvole.

e ritte per prua da mani di ferro o becchi simili a quel della gru, erano rovesciate per poppa in mare; ed altre, con ingegni tesi dentro, l'uno a contrario dell'altro, eran rivolte e tirate ad urtare in scogli dirupati e rotti sotto le mura, con perdita e morte di quelli che v'eran sopra: e spesse fiate levata in aria la nave e fattala così sospesa girare in questa e in quella parte, faceva orribile spettacolo, infino a che gittati e scagliati gli uomini venisse vota a batter nelle mura, o a ricadere in mare, allentata che fosse la presa di tal macchina.... » [1])

All'epoca stessa in cui viveva Archimede si fondava ad Alessandria la famosa scuola d'ingegneria che ha per capo Ctesibio. Il quale infatti pare sia vissuto sotto Tolomeo III Fila-

[1]) Plutarco, *Marcello* XV, trad. di Marcello Adriani il giovane.

delfo (285-247 a. C.). La tradizione lo colloca accanto al Siracusano come meccanico sommo: ma poco ci è stato conservato dei suoi trattati, e non sappiamo con precisione quali siano le invenzioni che spettano personalmente a lui, in confronto dei suoi successori. Vitruvio gli attribuisce la pompa premente (la « *Ctesibiea machina* κατ' ἐξωχήν ») la pompa da incendio, una balestra ad aria compressa e l'organo idraulico di cui abbiamo una descrizione forse dello stesso Ctesibio.[1]) Una macchina idro-



Costruzione della vite d'Archimede. Particolare della *Meccanica* di Erone.

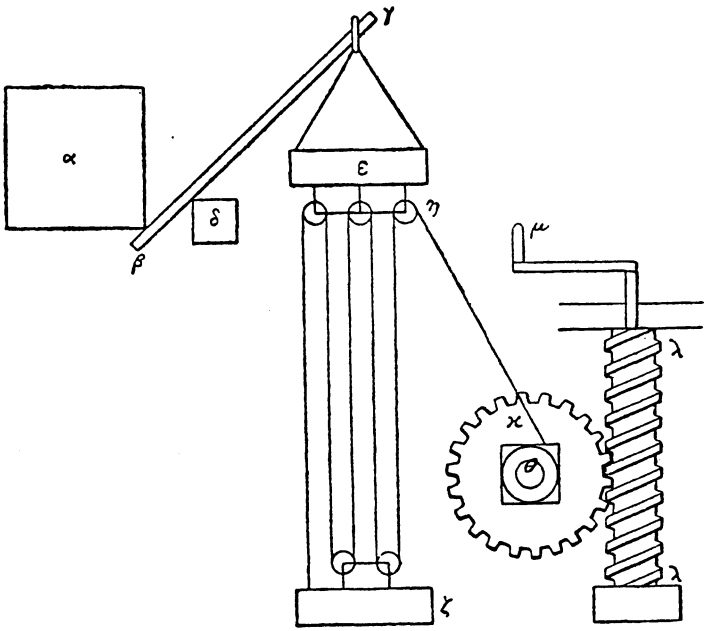
vora del tipo inventato da Ctesibio è stata scoperta nel 1795, presso Bolsena.

Ctesibio fu probabilmente il più grande ingegnere dell'antichità; dalla sua scuola uscì Filone di Bisanzio, altro tecnita illustre. Ma la fama di ambedue è oscurata da quella del loro successore Erone, la cui opera ci è pervenuta quasi intera se non intatta. Il suo libro è come il *thesaurum* della tecnica antica: ed è naturale che in ogni tempo si sia stati portati a sopravalutare il suo contributo, attribuendogli l'invenzione di apparecchi e di metodi che egli non fa che riportare. La teoria e l'ordinamento delle materie, anche tenendo conto delle manomissioni posteriori,

[1]) Cfr. Tannery et Carra de Vaux, *Mém. Scient.* III, 86.

rivelano non poche incertezze. In realtà, Erone è un pratico, tutto rivolto all'azione, e come tale deride apertamente la filosofia: « I filosofi si affannano da tanto tempo a cercare il modo di stare in pace: eppure basta una piccola specialità della meccanica a fornirne il mezzo a chiunque, voglio dire la balistica applicata ».

Erone diresse la scuola meccanica di Alessandria, il primo



Le macchine di Erone.

politecnico nel senso moderno, e sappiamo che i primi corsi erano dedicati alle scienze teoriche (λογικόν, geometria, aritmetica, fisica, astronomia) mentre solo in seguito si passava alle esercitazioni pratiche (χειρουργικόν, lavorazione dei metalli, teoria delle macchine, architettura ecc.). La sua opera, che vuol essere un'enciclopedia delle matematiche applicate, e della cui parte geometrica abbiamo già discorso, rispecchia quest'ordine. In una premessa teorica e meccanica tratta delle cinque macchine fondamentali: la leva, l'argano, la carrucola, il cuneo e la vite e i loro usi più correnti; poi del *barulco*, macchina

composta delle cinque precedenti, che ha un aspetto un po' teorico. Nella *Pneumatica* invece, si va più decisamente alle applicazioni.

Ma qui abbiamo ragione di sorprenderci.

Erone conosceva a fondo le proprietà delle leve, degli ingranaggi e delle macchine con essi composte, l'idrostatica e tutte le più svariate applicazioni del sifone; aveva costruito apparecchi basati sulla dilatazione dei gas, del tipo del termoscopio, e sulla forza d'espansione del vapore acqueo. Conosceva anche bene l'azione dei gas compressi in un cilindro da un pistone, esemplificata sul l'*aerotonon*[1]) o cannone ad aria compressa di Filone. La sua soffieria a vapore[2]) doveva essere utilizzata da Branca nel suo rudimento di turbina ad azione.[3]) Il suo *eolipilo* è la prima macchina a vapore che abbia funzionato.[4]) Erone aveva dunque sottomano tutti gli elementi per costruire una qualche macchina a vapore industriale, o un telaio meccanico, o uno qualunque degli apparecchi che trasformarono l'industria sul finire del secolo XVIII.[5])

Invece che cosa ci dà?

« Siano diverse figure di uccelli disposte presso una fonte, o in una grotta, o dovunque sia acqua corrente. Accanto si ponga la figura di una civetta, che si può volgere da sé verso gli uccelli. Quando si volge dall'altra parte, gli uccelli cantano. Quando si volge verso di loro ammutoliscono ».[6])

[1]) Filone IV 78, 33. Pistone e cilindro erano di bronzo, a perfetta tenuta, il che prova che la tecnica del tornio era già abbastanza progredita.

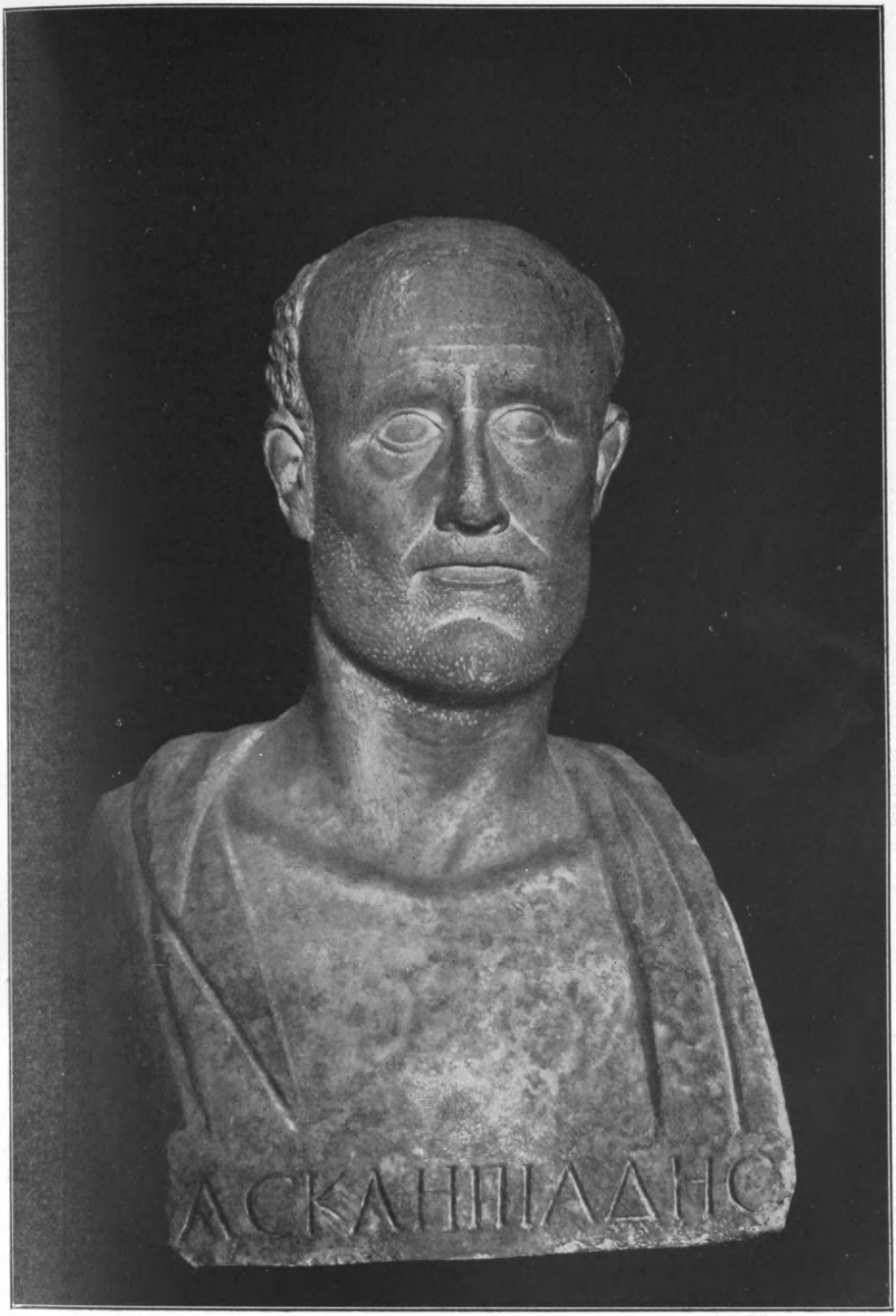
[2]) Erone, *Pneum.* II 34 (cfr. anche Filone IV 57 e 58).

[3]) *Le Machine. Volume nuovo et di molto artificio da effetti meravigliosi tanto spirituali quanto di animale Operatione.....* del sig. G. B. Branca, 1629.

[4]) Se sia lecito chiamare macchina un giocattolo incapace di produrre energia utilizzabile. La proprietà del vapore sotto pressione e il riscaldamento dei gas compressi erano ben note all'antichità. La pentola di Papin sembra già indicata in uno scritto del medico Filumeno (v. Lippmann, *Abh. u. Vorträge*, II 201). Si narra che Antemio di Tralle, l'ingegnere di Giustiniano, si servisse del vapore sotto pressione per spaventare un vicino seccante. Dovremmo anche ricordare l'*architónitro* o cannone a vapore di Archimede che ci è descritto da Leonardo come capace di cacciare « una balotta che pesava uno talanto stadi 6 » (Man. B. f 33 r), e forse si trova già menzionato nel *De remediis utriusque fortunae* del Petrarca (I, 99). Ma si tratta di un apparecchio irrealizzabile, e nato probabilmente nella fantasia di qualche fisico arabo o bizantino, verso il tempo in cui entrarono in uso le vere bombarde.

[5]) Notiamo che la sua turbina ad acqua fu adoperata da Segner nel 1753 per azionare un mulino.

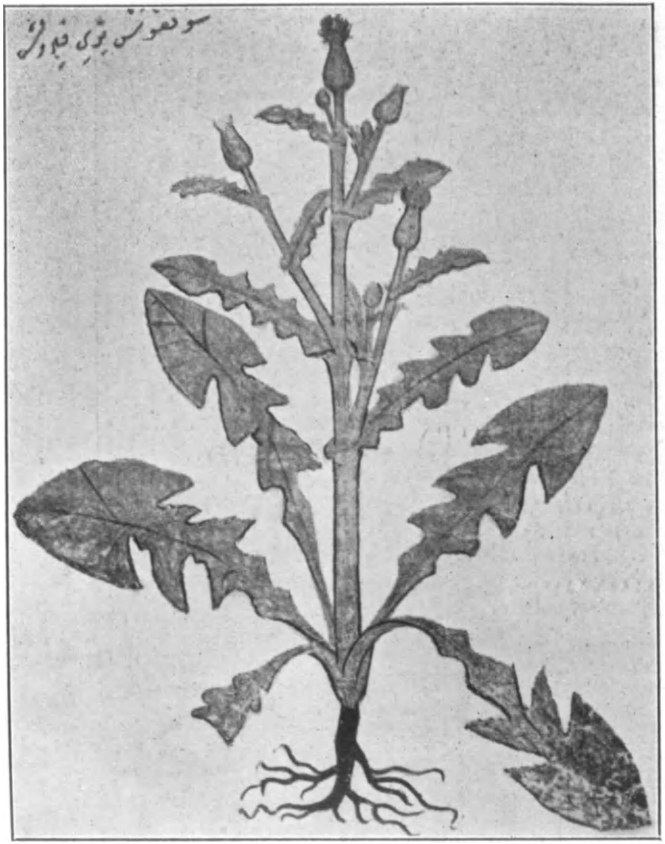
[6]) Erone, *Pneumatica*, I, XVI, ed. W. Schmidt.

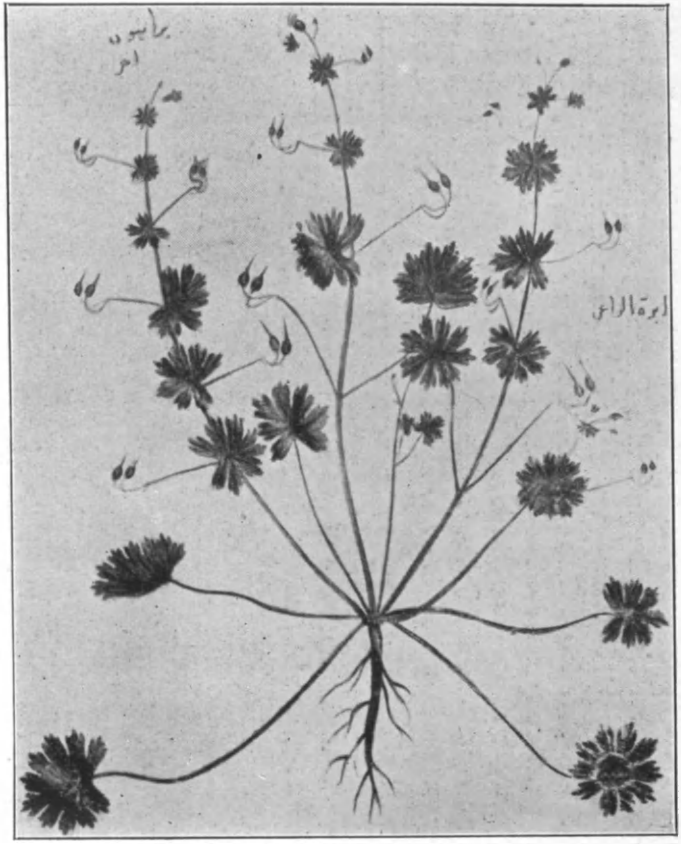


Campidoglio.

ASCLEPIADE.

(Foto ed. Bruckmann *Griech. u. röm. Portraits.*)





Crepis paludosa, Moen. *Geranium pyrenaicum, L.* (Cl. Singer.)

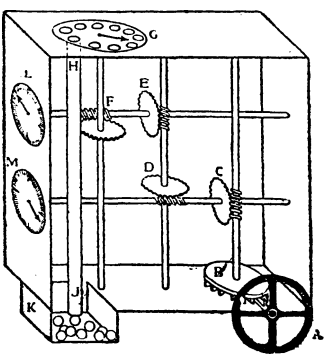
ILLUSTRAZIONI BOTANICHE DEL V SEC. E. V. (M. S. « ANICIA JULIANA ») COPIATE DA ORIGINALI DEL I SECOLO.

Si continua a cercare:

Quando un recipiente con tre bocche sia pieno di vino, deve colare vino dalla bocca di mezzo. Ove si aggiunga acqua, colerà soltanto acqua dalle due laterali. Interrompendo l'arrivo dell'acqua, continuerà a colare solo vino dalla bocca centrale. [1])

E così via, per tutto quanto il trattato della *Pneumatica*.

Qui appare manifesta un'orientazione che è profondamente caratteristica di quei tempi, e lascia indovinare donde provenga il fallimento tecnico del mondo antico. La tecnica alessandrina era quasi tutta rivolta ai giuochi e ai divertimenti, sempre più costosi e ricercati, in cui un'ambiente di ricchi parassiti, cer-



L'odometro di Erone secondo Vitruvio.

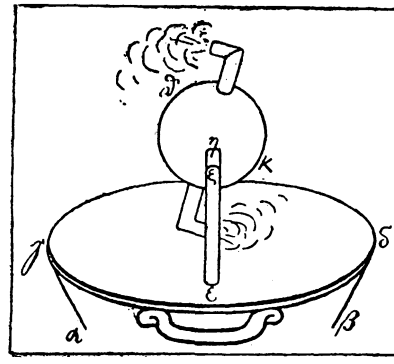
cava lenimento alla noia di vivere. Non vi era traccia di quella volontà di potenza che ravvisiamo fin nei primi confusi presentimenti del monaco Ruggero Bacone, nelle geniali visioni di Leonardo, nelle creazioni rivoluzionarie di alcuni poveri oscuri artieri di Scozia e d'Inghilterra.

Chi impediva a Ctesibio, a Erone, a Artemone, tecnici scaltriti, esperti in ogni ramo della meccanica e della matematica, di precorrere il secolo XIX? Si è detto: la mancanza di una tecnica sviluppata del ferro. Non si pensa che le prime macchine di Newcomen erano di legno. Forse fu la mancata convergenza in un luogo della richiesta d'energia e delle materie prime necessarie (acqua, ferro, combustibile). Forse, l'istituzione della

[1]) *Ibid.*

schiavitù, che doveva portare alla morte il mondo romano. Forse soltanto l'indifferenza.

Dice il Tannery: « Parrebbe che all'infuori dell'arte della guerra, l'uomo ben nato non potesse avere altra preoccupazione che quella di occupare i suoi ozi con divertimenti di buon gusto o considerati tali ».[1]) La meccanica alessandrina si occupa anche, è vero, di macchine per il sollevamento dei pesi, o delle acque, o per la misura del tempo; in Erone si trovano tra l'altro descritti in primo modello di distributore automatico (è per distribuire acqua santa nel tempio) e un *odometro* il cui meccanismo è quello che sta alla base dei nostri tassametri. Ma la parte di gran lunga più sviluppata è quella che tratta dei *mirabilia*, dei θαύματα.



La " macchina a vapore „ di Erone.

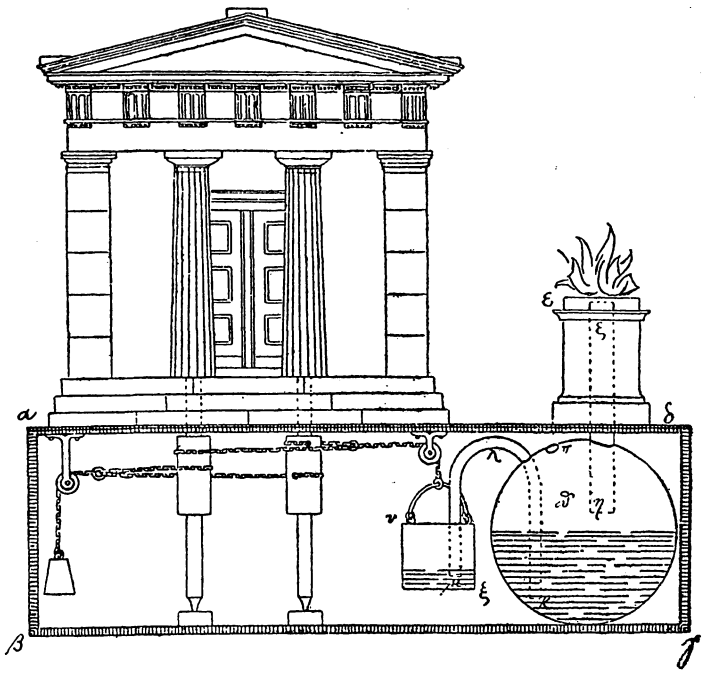
Il fine di questi artefici, come quello del Marino, era la meraviglia. Quando Erone aveva fatto stupire gl'invitati ad una delle grandi feste del suo signore, col mostrar loro la sferetta di bronzo frullante vertiginosamente in una nube di vapore, si riteneva pago, né altro cercava.

« Sia un gruppo con un albero attorno a cui si avvolge un serpente, ed Erode come arciere. Toccando una mela, Ercole scaglierà la freccia sul serpente, e questo sibilerà ».

Daremo un'illustrazione del suo celebre dispositivo, per cui accendendosi un fuoco sull'altare del Dio, le porte del tempio si

[1]) *Mém. Scient.* X. 68.

aprivano da sole. Dalla figura si vede che la fiamma accesa sull'altare, che è di bronzo, dilata l'aria in ϑ, e quindi provoca un efflusso di acqua attraverso il sifone nel recipiente ξ. Questo, appesantito, discende, facendo girare gli assi delle porte. Spegnendosi la fiamma, l'acqua è risucchiata indietro, e le porte si chiudono sotto l'azione del contrappeso. Si scorge qui uno dei motivi della meccanica greca, quello di fornire un sostituto del-



Apertura automatica delle porte del tempio.

l'azione magica, che potesse appagare l'ingenua aspettativa del popolo nelle cerimonie religiose. Ma anche il solo fattore « divertimento » ha avuto una influenza non disprezzabile nello sviluppo delle arti e delle scienze. La ricerca scientifica è un prolungamento naturale del gioco infantile: e questo carattere affiora particolarmente in certi stadi delle civiltà. L'ambiente della corte di Francia nel sec. XVIII favorì il sorgere di Vaucanson e dei suoi emuli.

Il capolavoro a cui è dedicata buona parte della *mecca-*

nica, è la costruzione dei teatri automatici, i quali, a detta di Erone, destavano tanta meraviglia nello spettatore da far chiamare *Taumaturgo* chi li costruiva.

Vi è il teatro a figure mobili, in cui si assiste per es. ad una festa bacchica: le figure danzano in circoli prestabiliti, e tornano poi alla posizione di riposo. Vi è poi il teatro a figure stabili, in cui la scena si apre e si chiude automaticamente su combinazioni di figure ogni volta diverse.

Erone spiega ad esempio come debba trattarsi la leggenda di Nauplio, padre di Palamede, che si vendica sui Greci ritornanti da Troia della morte del figlio, facendoli naufragare.

1.° *Atto:* Si aprono le porte, e appaiono i Greci intenti a mettere in mare le navi. Vari operai lavorano al secondo piano, chi di martello, chi di sega e così via: l'azione di questi personaggi si ottiene per mezzo di pesi svolgenti una fune. Si chiudono le porte, e si riaprono sul

2.° *Atto:* Varo delle navi.

3.° *Atto:* Navigazione. Delfini appaiono e scompaiono accanto alle navi.

4.° *Atto:* Nauplio accende il fuoco traditore.

5.° *Atto:* Naufragio. Aiace nuota verso terra. Nell'alto appare Atena, come nel teatro antico, e scaglia contro di lui il fulmine. La macchina dei tuoni provvede al rumore. Aiace scompare, la favola è finita.

Tale era la massima conquista dell'ingegneria greca, in cui, secondo Erone, « ogni parte della meccanica viene a confluire ». [1])

L'impero romano offriva alla tecnica un campo più vasto di applicazione. Ma l'ambiente economico e sociale non condusse mai ad un vero uso pratico delle invenzioni che sopra abbiamo ricordato. Cosa anche più singolare, lo spirito dei grandi meccanici non divenne mai popolare. Tre secoli dopo Archimede, Plinio, uno degli uomini più colti della sua età, accredita seriamente la leggenda della *remora,* il pesciolino che senza punto d'appoggio alcuno era capace di fermare le più grandi navi. « E questo arresta l'impeto e costringe gli elementi non già per sforzo proprio od azione contraria, ma soltanto con l'attaccarsi ».

Economia e Tecnica. — La mancata collaborazione fra tecnica, meccanica e industria, di cui sopra abbiamo parlato, ri-

[1]) ἔστι γὰρ πᾶν μέρος τῆς μηχανικῆς ἐν αὐτῇ τῇ αὐτοματοποιητικῇ παραλαμβανόμενον διά τῶν κατὰ μέρος ἐν αὐτῇ ἐπιτελουμένων (*De Automatis,* I, 1).

chiede qualche schiarimento. Essa è in gran parte un effetto del sistema economico degli antichi e delle idee che lo governano. A sua volta si deve ritenere come causa precipua del limite al di là del quale il sistema stesso non può crescere, e quindi della rovina cui necessariamente andrà incontro.

Giova anzitutto rilevare le analogie che il sistema economico del mondo ellenistico presenta col sistema moderno. Lo spezzamento degli angusti quadri della *polis*, il crescere dei traffici con l'Oriente, i grandi bilanci dei nuovi Stati, le rapide accumulazioni di ricchezza e l'intenso circolare del denaro creano un ambiente che, se non è capitalistico nel senso nostro, ne ha molte caratteristiche. L'oro d'Oriente aveva fatto scendere il tasso d'interesse. Vasi, stoffe, lana e vetro di Alessandria andavano fin fra le più lontane popolazioni barbariche. La condizione non era in fondo dissimile da quella delle prime industrie inglesi del secolo XVIII; e, come queste si regolavano sulle necessità dell'India, così gli alessandrini fabbricavano certi ἱμάτια βαρβαρικά, di gusto certo non puramente greco. Ma tale capitalismo non era veramente produttivo. I re ellenistici, e fra questi in ispecie il re d'Egitto, divennero presto grandi imprenditori e soprattutto grandi commercianti;[1]) opifici statali, pubblici monopolii, fornitori dello Stato, offrono una condizione che rassomiglia assai al socialismo di Stato vagheggiato da certi teorici moderni; tuttavia manca una giusta concezione del meccanismo economico, e soprattutto quel certo spirito d'avventura nell'industria, che si accompagna al senso del suo valore spirituale, e che si esalta dall'iniziativa e dall'energia dell'individuo.

L'ideale del greco non è certo l'efficienza moderna: il suo individualismo, ad un tempo meno e più acuto del nostro, mira all'autonomia, alla serena indipendenza del singolo affrancato dai bisogni molteplici: libero cittadino di una comunità libera, che scorge nell'armonia delle forme e dei pensieri, nella astratta contemplazione del perenne mutar delle cose, la sola attività veramente degna dell'uomo.[2]) Il lavoro è per lui una triste

[1]) Cfr. Ulrich Wilcken, *Alexander der Grosse und die hellenistische Wirtschaft.*

[2]) Cfr. le belle parole del vecchio Cefalo, il grande industriale, nel proemio alla *Repubblica* di Platone. Questo dialogo, insieme alle *Leggi*, all'*Epinomide* e alla *Politica* di Aristotele, ci porge le vedute dei filosofi elleni sullo Stato.

necessità (πόνος ha piuttosto il senso di « travaglio » o « fatica »), l'amaro prezzo con cui si paga un minimo d'indipendenza materiale. Di qui la particolare dignità conferita al lavoro agricolo, che basta a sé stesso, e il disprezzo per il lavoro specializzato, che ha pei Greci qualcosa di servile. La schiavitù è un'istituzione inevitabile, conforme a natura: « fino a che le spole non andranno da sé e i plettri faranno risonare da soli le cetre », dice Aristotele.

Qualunque attività che metta l'uomo in troppo stretto contatto colla materia è degradante. La divisione del lavoro significa soltanto che una parte dell'umanità dovrà vivere la vita del bruto. « Lo Stato ideale non darà diritti di cittadino all'operaio meccanico ».[1] E le costituzioni in cui questi hanno la prevalenza sono, per Aristotele, le peggiori.[2] Una dottrina simile si ritrova in Cicerone.[3]

Caratteristiche sono poi le idee dei pensatori antichi sulla funzione del denaro e sulla ricerca dei beni materiali. Ogni acquisto di ricchezza oltre i limiti dei bisogni naturali è biasimevole, dice Aristotele, « perché versa nell'illimitato ». Ogni interesse sul prestito del denaro è contro natura perché l'oro non fruttifica come l'albero. Del resto, anche nella maturità del periodo ellenistico, il credito è sempre limitato alle forme più semplici; non si può parlare né di assegni, né di cambiali nel senso moderno. Le banche facevano l'appalto delle imposte, ma non portavano capitale alle industrie. I ricchi volevano soltanto accumulare oro (cfr. il θεσαυρίζειν θεσαυρούς in Matteo 6,19). Il meccanismo economico dell'antichità, lungi dal produrre ricchezza come potrebbe apparire naturale a un uomo dei nostri giorni, la consumava. Non appena il mondo mediterraneo fu uscito dallo stadio dell'economia locale e patriarcale, non appena la povertà del suolo natio ebbe spinto il Greco a imbarcarsi su nera nave, e così « fuggire la ingrata fame e il richiedere altrui », si rivelarono giustificate le oscure apprensioni di Esiodo. Il mondo antico correva alla rovina. Le sole forme d'iniziativa economica che si conoscessero, oltre l'agricoltura, erano la cava dei metalli preziosi e lo sfruttamento della mano d'opera servile. Sola forma di credito conosciuta era lo strozzinaggio. Non

[1]) Aristotele, *Politica* III, 3, 5. [2]) *Ibid.* IV, 10, 2. [3]) *De Officiis* I, 42.

dimentichiamo che le fortune d'Atene furono quasi unicamente fondate sulle centinaia di miserabili che penavano nelle miniere d'argento del Laurio: che le guerre avevano ancora per obiettivo semplice la conquista di tesori e di numerario.

Per tutti questi motivi venne a mancare la collaborazione fra capitale e industria che è condizione essenziale per lo sviluppo di questa. Il lavoro schiavistico tolse ogni incentivo al progresso meccanico: perciò, in conclusione, le novità tecniche dell'epoca si riducono, checché se ne dica, a perfezionamenti insignificanti.

Metallurgia. — Il nostro cenno sulle conoscenze tecniche del mondo antico riuscirebbe troppo incompleto se non si dicesse nulla di quel ramo dell'industria che mette in opera processi chimici: industria dei colori, del vetro, della ceramica, e soprattutto dei metalli.

Sarà opportuno però rifarci dalle origini della civiltà. Vetro e ceramica sono già adoperati in Egitto tremil'anni avanti Cristo, mentre l'oro a quel tempo era già lavorato da circa un millennio. È ovvio infatti che l'oro, come l'argento, trovandosi allo stato di natura, attragga presto l'attenzione per il suo luccichio, e d'altronde riesce assai facile di piegarlo e lavorarlo.

Ma, a prescindere da questi metalli preziosi, il più antico dei metalli usati nella tecnica, è il rame, che si trova in molti luoghi allo stato nativo. La sua prima lavorazione rimonta ovunque all'epoca preistorica. Nel IV millennio a. C., in Egitto e altrove, si sapeva già ricavare dai suoi minerali. Infatti il rame (benché fonda a 1135°) si separa dai suoi ossidi o solfuri assai più facilmente del ferro: minerali fortemente solforosi si riducono anzi spontaneamente nella fiamma; sicché un semplice fuoco di legna acceso fra pietre cuprifere può avere rivelato agli uomini il « metallo rosso » (in sanscrito *ayas raudhā*, che diverrà in latino *aes rubrum*). Fu poi d'immenso ausilio al progresso tecnico l'avere appreso ad unire il rame allo stagno nella lega che costituisce il bronzo, perché questa lega fonde a temperatura più bassa (900°) e presenta migliori qualità meccaniche. Perciò appunto l'uso del bronzo contrassegna una prima epoca della nostra civiltà: l'età del bronzo (non sempre nettamente distinguibile) che succede all'età della pietra levigata, e precede quella del ferro. La scoperta dello stagno (che si conosceva

già in Oriente prima del 2000) può essere avvenuta in maniera accidentale poiché esso si separa dai suoi ossidi per riduzione col carbone.

Certamente si sapeva lavorare il bronzo in Egitto e in Mesopotamia poco dopo il 3000, in Cina verso il 2000; nel mondo cretese e miceneo il bronzo appare già largamente usato verso il 1800.

L'estrazione e la lavorazione del ferro[1]) esigono mezzi superiori. Gli uomini dovettero conoscere dapprima il ferro meteorico. Ma quando non si sapeva ancora ottenere i 1500 e 1600 gradi di calore che occorrono per la sua lavorazione a caldo, era tuttavia possibile di ottenere un ferro molto impuro che si ricava a circa 700° da certi minerali, allo stato malleabile, e questo si purifica poi per martellamento; però le proprietà fisiche del metallo dipendono a tal punto dalla sua impurità, e quindi dal minerale di partenza e dal modo di trattarlo, che si comprende come intorno all'arte del fabbro si sia creato presto un alone di mistero.[1]) I fabbri erano « figli della notte », « cureti », « coribanti », « telchini », « cabiri » (in semitico « i grandi »): formavano una casta lontana da ogni altra per vincolo di sangue; non partecipavano alla vita comune; la loro persona era sacra e temuta, la loro casa terreno neutro, al riparo dalle faide delle tribù.

Il ferro lavorato appare in Egitto verso il 2000, ma continua per lungo tempo ad essere raro e prezioso. Il Faraone Sesostri (Ramsete II), nel 1290, chiede al principe degli Ittiti del « ferro puro » cioè acciaio, e questi gli risponde che non ne ha pronto e gli manda intanto una lama come campione. Anche in Babilonia il ferro era raro; al tempo di Hammurabi valeva 1/24 dell'oro, ed era usato come mezzo di pagamento. Gli Ebrei, sotto Samuele, dovevano ancora rivolgersi ai Filistei per farsi affilare gli attrezzi.

L'età del ferro — in quanto la si voglia contrassegnare da un vero uso pratico del metallo — comincia, nel bacino

[1]) Mentre la parola « bronzo » sembra veramente derivare da βροντήσιον « metallo tonante » (e si noti che Hehn e Schrader fanno derivare il tedesco *Erz* da Arezzo) l'origine del latino *ferrum* non è chiara. Il Greco σίδηρος deriva forse (secondo Pauli) da un vocabolo usato in Licia, e che nella forma etrusca affine è *Sethala;* di qui il Vulcano etrusco, Sethlans, e il nome di Saithalia o Aithalia dato tanto all'Elba quanto a Lemno.

mediterraneo, coll'invasione degli Arii, che appunto ad esso debbono la loro supremazia sulle popolazioni aborigene. In Italia gli Umbri e gli Iapigi portano il ferro verso il 1500; in Grecia entra colla conquista dorica verso il 1000. Il mondo omerico appartiene ancora in gran parte all'età del bronzo. Soltanto dai Calibi d'Asia, verso il 750, i Greci imparano a conoscere l'acciaio πολύκμητος, « dalle molte tribolazioni »;[1]) e d'altronde anche la lavorazione del bronzo era per loro assai imperfetta finché i processi della saldatura e della fusione, già noti in Egitto, furono introdotti in Grecia verso il 600: si attribuisce il primo a Glauco di Chio (e deve intendersi, ad ogni modo, in un senso elementare), il secondo a Roico e Teodoro di Samo; ma sembra che Roico sia un personaggio leggendario.

Tecnologia chimica. — Nell'antica storia degli Argonauti, si narra come Medea preparasse un filtro magico cuocendo varie erbe e succhi vegetali con allume, vetriolo azzurro e sangue. Questo filtro è in realtà una lacca, poiché il rame si combina con gli alcaloidi vegetali a formare lacche particolarmente brillanti e durevoli. L'allume è anche adesso il mordente nei processi tintorî: e anche il sangue non sarà stato messo per semplice stregoneria, ma probabilmente per coagulare con l'albume tutte le impurità della torbida miscela. È questo un esempio fra molti della complessità che aveva raggiunto l'arte chimica, pur sotto il velame della stregoneria e del rituale, quando la ereditarono i Greci. Alla paletta semplice dei primi pittori (bianco, nero, giallo e rosso), si aggiunsero presto innumerevoli vegetali e minerali. Ricorderemo soltanto gli ossidi di ferro e di manganese, i fosfati e silicati di calcio e di magnesio, i silicati e idrati di rame, gli ossidi di piombo: tutte sostanze alle quali si davano bei nomi fantasiosi, e che servivano anche a colorare i vetri e gli smalti, in quelle grandi fornaci vetrarie (καμίνοι ὑαλουργικαί) che costituiranno una delle principali industrie di Alessandria, o ad imitare le pietre preziose,

[1]) Si noti che fino ad un secolo fa, si ignorava ancora la vera differenza chimica tra ferro e acciaio: e la preparazione di questo era affidata ad una tecnica del tutto empirica. Nell'antichità i processi di raffreddamento, indurimento, cementazione ecc. erano avvolti in una quantità di cerimonie inutili. Per il raffreddamento si usava olio, e anche sangue di capro.

« vantaggiosissimo fra tutti gl'imbrogli — dice Plinio — che si ispirava ai precetti di antichi re d'Egitto, o di saggi quali Democrito, Ostane e Zoroastro ».

In verità, la chimica in Egitto era divenuta presto un monopolio della casta sacerdotale. L'estrazione e la lavorazione dei metalli preziosi, giunta già nel II millennio a. C. al grado tecnico che si è conservato fin nei nostri tempi, era stata legata fin dalle origini ai sacerdoti « conoscitori dei segreti delle case dell'oro ». Verso il Regno di Mezzo l'influenza dei templi si andò estendendo alle varie arti: tintori, tessitori, fabbri, fonditori. Le corporazioni religiose prendevano sempre più un aspetto industriale, finché i titoli di Gran Sacerdote, Ierofante, Profeta, non rimasero più a significare se non funzionari addetti alle pubbliche manifatture. La parola di Senofonte sui « tecniti che circondavano gli dei » [1]) ci mostra come anche presso i persiani tecnica e sacerdozio fossero uniti.

Con la fioritura industriale dell'epoca dei Tolomei, l'Egitto si afferma come il maggior centro della tecnologia chimica, e tale resterà anche sotto l'impero di Roma. I tecnici si specializzano, si stringono in corporazioni di meccanici (μηχανικοί), macchinisti (ὀργανίσται), tessitori (βυσσουργοί), imbalsamatori (ταριχεῦται), capi costruttori (ἀρχιτέκτωνες), e tanti altri: nelle loro mani si raccoglierà sempre più quello che resta della scienza antica.

Ma è singolare che soltanto in epoca assai tarda (cioè colle scuole neoplatoniche) la tecnica venga messa in relazione con le idee dei filosofi sulla materia, che sono allora dominate dalla veduta aristotelica delle « qualità ». Forse c'è qui un problema storico non sufficientemente chiarito; sul quale avremo occasione di tornare quando parleremo della penetrazione delle dottrine orientali nel mondo ellenistico. Ricordiamo intanto come i fenomeni chimici siano stati sempre una pietra d'inciampo ai fondatori della scienza razionale. È detto nel *Pao p'o tze* di Ko Hang (281-361 d. C.).

Molti non sanno nemmeno che il mercurio viene dal cinabro. E quando gli si dice, rifiutano di crederlo, obiettando che il cinabro è rosso, e come dunque potrebbe produrre una sostanza bianca? Si osserva

[1]) οἱ περὶ τοὺς θεοὺς τεχνῖται. *Ciropedia* VIII 3.

ancora che il cinabro è una pietra, e che le pietre riscaldate diventano cenere; perché dunque il cinabro dovrebbe comportarsi diversamente?

Certo è che le speculazioni sulla « natura » degli antichi fisiologi hanno come punto di partenza, piuttosto che le trasformazioni chimiche, i cambiamenti di stato fisico che appariscono nel grande osservatorio tellurico-meteorologico del mondo, sebbene le idee di Empedocle sulla visione (i quattro colori elementari che egli introduce) sieno evidentemente suggerite dalla tecnica dei pittori.[1]) In maniera generale, le ipotesi sulla costituzione della materia di questi filosofi, ed anche l'ipotesi atomica di Leucippo e Democrito (che avrebbe potuto essere tanto suggestiva come lo fu, quasi duemil'anni più tardi, per Roberto Boyle), non si vedono in alcun modo richiamate per spiegare i fenomeni della trasformazione chimica. Sembra anche che talune osservazioni occasionali di codesti filosofi, per esempio l'osservazione che il vapor acqueo differisce dall'aria, se veramente ciò fu riconosciuto da Empedocle,[2]) non entrino nel patrimonio delle conoscenze comuni dei tecnici di un'epoca posteriore.[3])

L'attività industriale esercitata dai sacerdoti egiziani, di cui sopra abbiamo discorso, lascia comprendere l'origine dell'« arte sacra », che è una chimica sviluppata attraverso simboli e dogmi religiosi, quale s'inizia con l'epoca greco-romana, e fiorisce nel III e IV secolo dell'era volgare.

Come osserva il Lippmann, il carattere mistico di questa dottrina male si spiegherebbe se essa derivasse semplicemente dalla tecnica dell'artigianato. Vero è che sempre le operazioni chimiche sono state avvolte, anche in Grecia, da un'aura di mistero, derivante dalle loro complessità, e che ha fatto sì che continuassero ad aderirvi tutte le primitive concezioni animistiche e naturistiche. E si comprende che durante i secoli della

1) Cfr. W. Kranz, *Ueber die älteste Farbenlehre der Griechen*, *Hermes* 47. p. 126 (1912).

2) Cfr. Cap. V.

3) Qui è interessante ricordare che Platone (*Timeo*, 68 b-d) negava la possibilità d'una scienza chimica:

« Il corruscante misto al rosso ed al bianco dà il giallo; ma in che misura sieno ciascuno neanche per chi lo sapesse ha senso di discorrerne, quando nessuno poi sarebbe capace di dirne sufficientemente alcuna legge o ragione probabile....

Dio ha la scienza ed insieme la potenza sufficienti a mescolare molte cose in uno e di nuovo dall'uno a scioglierle in molte, ma degli uomini ora non ce n'è alcuno che valga a fare né l'una cosa né l'altra, né in avvenire mai ci sarà. »

cultura ellenistica, nell'ambito stesso della classe sacerdotale, si sentisse il bisogno di dare alle spiegazioni tradizionali una nuova base teorica, attingendo alla filosofia greca contemporanea (neoplatonica, aristotelica, stoica), che allora appunto tendeva a fondersi nel più vasto sincretismo. Vedremo più avanti che cosa venga fuori da quest'ordine di speculazioni (Cap. XXXII). Qui vorremmo riassumere in breve le conoscenze di tecnologia chimica raggiunte già prima del periodo sincretistico.

Fonte delle nostre notizie storiche sono alcuni papiri, fortunatamente ritrovati, e noti come papiri di Leida e di Stoccolma, dalle biblioteche in cui si conservano. Sono raccolte dei primi secoli dell'era volgare, profondamente studiate dagli storici della Chimica (che sono, fortunatamente, dei veri chimici).

Si tratta, senza dubbio, di trascrizioni di documenti più antichi e non databili: ci troviamo di fronte a compendi o raccolte di appunti in cui è condensata l'esperienza tecnica di innumeri generazioni di artefici. Le quasi trecento ricette in essi contenute, relative — in generale — all'assaggio o alla « trasmutazione » dei metalli, si occupano di tre gruppi di problemi:

1) Modificazioni dell'aspetto esterno di minerali o metalli per mezzo di reagenti, o rivestimento di essi con sottili foglie di metalli preziosi.

2) « Tintura » dei metalli non nobili con vernici e colori adatti.

3) Preparazione di leghe, simili nell'aspetto all'argento e all'oro.[1])

Non possiamo dare qui una lista dei reagenti adoperati. Ci limiteremo a pochi esempi.

Per imitare le pietre preziose, si partiva da mica, o da concrezioni porose di acido silicico, che si immergevano in acqua calda, calce o aceto per « imbiancarle » o « purificarle », si arrostivano lentamente, poi si « rammollivano » scaldandole con sangue di capro considerato come « caloroso »; e finalmente si « imbalsamavano » (τήρησις, ταριχεῖα) con l'ungerle, l'avvolgerle in bende di lino, e l'esporle « al sole e alla rugiada » cioè probabilmente al calore prima asciutto poi umido. Una volta la pietra

[1]) I papiri in questione furono sotterrati quando Diocleziano, temendo che i ribelli d'Egitto divenissero potenti grazie all'arte di fabbricar l'oro, ordinò la distruzione dei testi alchemici.

ben preparata, si immergeva nel mordente misto al colorante, per lo più un succo vegetale. Si faceva asciugare all'aria calda, e si ripeteva l'operazione finché la tintura non prendesse un aspetto translucido e cristallino. Qui si vede come ποίησις e βαφή, « fabbricazione » e « tintura », si confondano senz'altro.

Per le « tinture » dei metalli si possono adoperare reagenti come i solfuri, o anche un amalgama d'oro e mercurio, misto qualche volta a un mordente,[1]) o a gomma, o alla cosidetta « crisocolla », per lo più carbonato di rame, che si scompone col calore. Fra i mordenti (στυπτικά) per la tintura dei metalli e delle stoffe sono annoverati le noci di galla, le corteccie tannifere, orina, allume, vetriolo, sale, soda, ecc.

Vi è poi la così detta « moltiplicazione » dei metalli preziosi. Si parte in generale da una lega detta *asem*, per lo più stagno misto a mercurio, o a rame, o a piombo, o a zinco; e con aggiunta di metalli preziosi o di coloranti nella massa (μάζα) fusa, si « raddoppia » o « triplica » il metallo, naturalmente a spese del suo titolo.

In questi documenti egiziani non vi sono, si può dire, accenni ad una teoria che collegasse fra di loro i vari fenomeni chimici. Ma vari indizi ci mostrano che un tale grado superiore della tecnica doveva certamente esistere. Recenti scoperte dell'assiriologia ci mostrano qualcosa di simile nella tecnica babilonese del VII sec. a. C. Si tratta di testi alchemici della biblioteca di Assurbanipal, pubblicati fra il 1918 e il 1925.[1]) Alcuni si riferiscono a ricette simili a quelle dei papiri di Leida e di Stoccolma: ma ve ne sono altri che ci danno appunto l'anello mancante nella catena delle teorie chimiche, mostrandoci i primordi di una scienza *sui generis* che si svilupperà si può dire fino sulla soglia dell'età nostra, senza che il ragionamento fisico riesca a scuotere il giogo delle vedute animistiche.

« Se vuoi porre i fondamenti di un forno da pietre (minerali) scegli un giorno adatto in un mese propizio a porre i fondamenti. Appena avrai orientato il forno e ti sarai messo all'opera, colloca gli embrioni divini nella cappella del forno — non vi deve entrar alcun

[1]) Cfr. Virolleaud, *Babyloniaca*, III, p. 221; Landsberger e Zimmern in *Zeitschr. f. Assyriologie*, t. II, xxxv, 1925 e l'opera citata del Meissner.

altro crogiuolo, né si deve collocare avanti ad essi alcunché di impuro — e spandi innanzi ad essi il sacrificio consueto. Se vuoi metter la pietra nel forno, offri un sacrificio innanzi agli embrioni divini, colloca un profumino con bacche di cipresso, versa la bevanda fermentata (*kurunnu*), accendi il fuoco, e poi introduci la pietra nel fuoco. La gente cui permetterai di avvicinarsi al forno deve essersi purificata.... Il legno che brucierai nel forno sarà un grosso *sarbatu* (gelso?), un tronco scorzato che non sia mai stato legato insieme con altri, e sia stato tagliato nel mese di Ab: è questo il legno che devi adoperare nel tuo forno ».

Secondo l'interpretazione di R. Eisler[1]) il quale si fonda sui testi alchemici analoghi dell'Egitto ellenistico (che vengono però un millennio dopo) gli embrioni sono gli ingredienti della fusione, i sacrifici sono gli alcooli divini che nutriranno l'embrione ed effettueranno la maturazione della miscela: la bevanda fermentata che si versa nel forno è un alcool che, acceso, darà una fiamma viva.

L'interpretazione non sembra dubbia: e può servire a spiegarci l'origine di quei concetti alchemici che riappaiono, molti secoli più tardi, già inseriti in una filosofia sincretistica. Si parla qui di « embrioni » od « omuncoli » celesti, si accenna a relazioni propriamente magiche dei metalli con le piante, con le stelle; e si esige anche la purità rituale degli operatori. Siamo ancora in piena mentalità animistica. Non si tenta già di spiegare i fenomeni vitali coi meccanici, ma inversamente questi per analogia coi fenomeni della vita: non l'uomo con le cose, ma le cose con l'uomo.

Quanto alla genesi specifica dei concetti, è interessante l'ipotesi di Eisler che il legame dei metalli con gli astri si sia fatto attraverso l'osservazione dei meteoriti e che si sia giunti a immaginare i cieli metallici. E il fatto che il ferro puro non si trovava che in masse evidentemente meteoriche (si aggiunga che tali dovevano anche apparire le pepite dei metalli preziosi) può aver generato il concetto di « embrioni » celesti, più o meno ascosi nella ganga vile, da estrarsi e maturarsi col fuoco, con l'incenso, con le pratiche evocatorie. Vedremo come tutte queste concezioni vaghe prendano corpo nell'Oriente ellenistico, sotto l'influenza della tarda filosofia greca.

[2]) *Rev. de Synth. hist.*, t. XLI, 1925, e *Chem. Zeitschr.*, 1926, nn. 83 e 86.

NOTA BIBLIOGRAFICA

La prima edizione greca delle opere dei meccanici è la collezione di THEVENOT, *Veterum mathematicorum opera graece et latine*, Parigi 1693.

Ma dei singoli autori si hanno edizioni critiche moderne nella collezione Teubner. Della *Meccanica* di FILONE ci resta solo il IV Libro di Balistica, con un sunto dei libri seguenti:

PHILONIS *Belopoiika, griechisch u. deutsch von* H. DIELS *und* E. SCHRAMM, Berlino 1919; inoltre la traduzione latina di una versione araba di vari frammenti della *Pneumatica*: *Liber Philonis de ingeniis spiritualibus*, ed. W. SCHMIDT, pubblicato in appendice al I vol. delle opere di Erone.

Gli scritti di ERONE: T. I: *Pneumatica* e *De Automatis*, ed. W. SCHMIDT 1899; II: *Mechanica* e *De Speculis* (Catottrica) con estratti di OLIMPIODORO, VITRUVIO, PLINIO, CATONE, PSEUDO-EUCLIDE, ed. L. NIX e W. SCHMIDT, con testo arabo curato da L. NIX, 1900 (Trad. franc. CARRA DE VAUX, Parigi 1894); III: *Metrica* e *Dioptra*, ed. H. SCHOENE; IV: *Definitiones* e *Geometrica*, ed. W. SCHMIDT e J. L. HEIBERG; V: *Stereometrica*, *De Mensuris* e scolii varii, ed. W. SCHMIDT e J. L. HEIBERG, 1912. Fra le traduzioni precedenti di Erone ricorderemo quelle di B. BALDI, *Herone Alessandrino, degli automati overo delle machine semoventi*, Venezia, 1589, che ebbe grande diffusione nelle corti del Rinascimento.

Dell'*Ottica* di EUCLIDE ci ha dato un'ottima traduzione, con ampio commento, G. OVIO, *Ottica di Euclide*, Milano, 1918.

Dell'*Ottica* di TOLOMEO non abbiamo che un'antica traduzione latina non completa, condotta sulla versione araba, di EUGENIO Ammiraglio di Sicilia: la stessa che servì a Ruggero Bacone e a Regiomontano. Di essa vi è un'ottima edizione critica di GILBERTO GOVI, Torino, 1885.

Sulla Fisica greca si trovano in genere poche e frettolose notizie (quando non siano confuse od erronee) nelle storie della Fisica, che in questa parte sono fatte quasi sempre di seconda mano. Ricordiamo come lodevoli eccezioni: l'opera del DANNEMANN, citata nel cap. sulle *Fonti*, e, per quanto assai invecchiata:

AUG. HELLER, *Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit*, I Vol., Stuttgart, 1882, in cui si tratta anche, nonostante il titolo, della fisica prearistotelica.

Deplorevole invece la parte antica della *Geschichte der Physik* di E. HOPPE (trad. franc., Parigi, 1930). Mentre la sezione moderna è ben documentata, per l'antichità e il Medio Evo l'A. ha buttato giù con trascuratezza incredibile pregiudizi comuni, notiziole di dettaglio e giudizi arbitrari; le poche citazioni sono errate e male a proposito.

Sulla Dinamica cfr. il II vol. del *Système du monde* di DUHEM, citato altrove, e l'articolo di A. E. HAAS, *Grundfragen der antiken Dynamik*, in *Arch. f. Gesch. d. Naturwiss.* I (1908).

Sullo sviluppo della fisica sperimentale:

E. WIEDEMANN, *Das Experiment im Altertum und Mittelalter* in *Unterrichtsbl. f. Mathem. u. Naturwiss*, 1906, N. 4-6.

Sulla tecnica, una veduta d'insieme si ha in alcune conferenze di

H. DIELS, *Antike Technik*, Lipsia, 1914, a cui abbiamo largamente attinto.

Più sistematica, ma spesso di seconda mano:

ALB. NEUBURGER, *Die Technik des Altertums*, Lipsia, 1919. Cfr. anche l'articolo sulla Meccanica di P. TANNERY in *Revue de Synthèse historique*, T. IV (1902) ripubblicato nel T. X dei *Mémoires* (pagg. 61-79).

Sulla tecnologia e le arti il più ampio repertorio è:

H. BLÜMNER, *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste der Griechen und Römer*, Lipsia, 1879 (2ª ed. iniziata nel 1912).

Più specialmente rivolti alla tecnica:

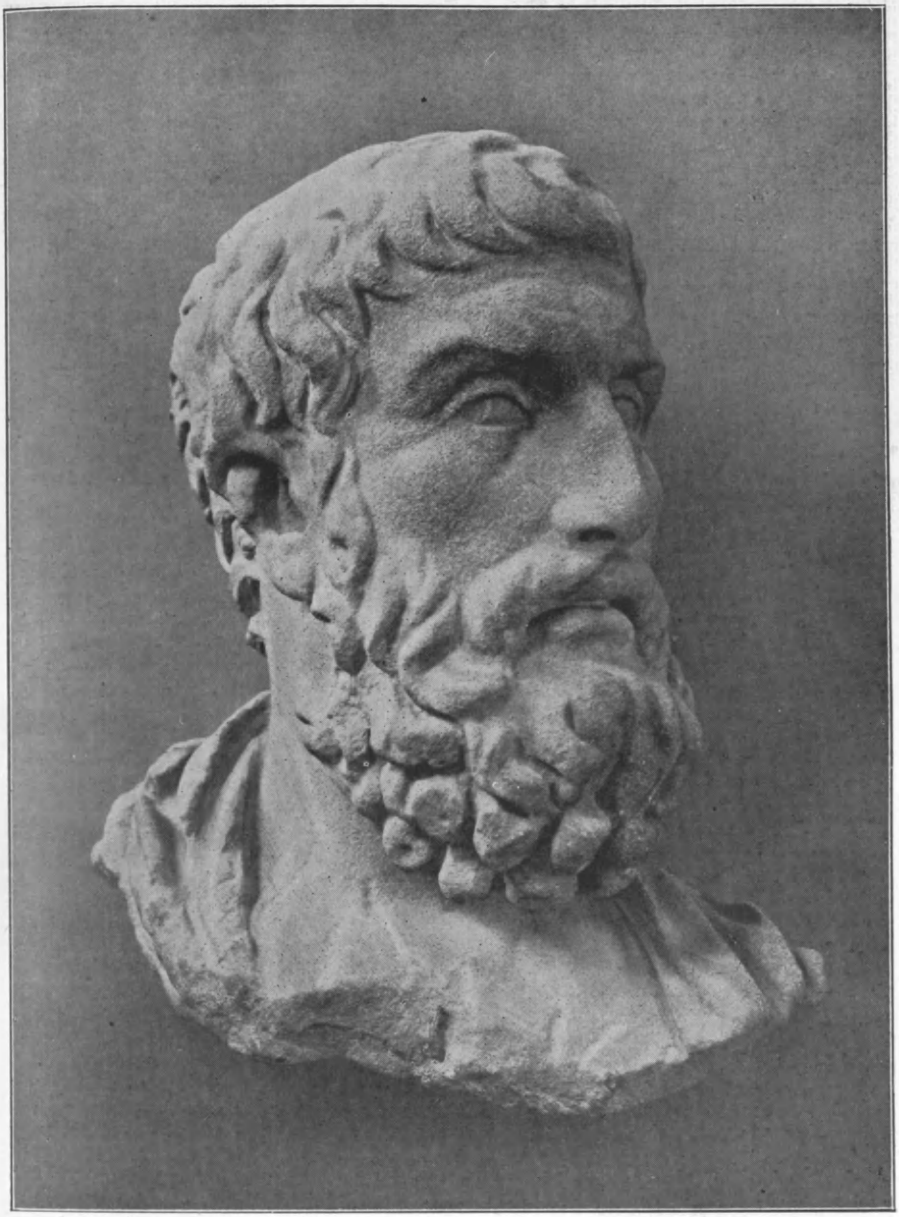
L. Darmstaedter, *Handbuch der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik*, Berlino, 1908. I suoi dati si potranno integrare con quelli del grande repertorio alfabetico estendentesi fino all'età moderna: F. M. Feldhaus, *Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker*, Lipsia e Berlino, 1914. Dello stesso Autore: *Technik der Antike*. Si può consultare anche l'opera illustrata di F. Merckel, *Die Ingenieurtechnik im Altertum*, Berlino, 1899.

Sui vari soggetti particolari, citiamo, anche a complemento delle notizie date nel testo: A. E. Haas, *Antike Lichttheorien* in *Arch. f. Gesch.*; Koechly-Rüstow, *Griechische Kriegsschriftsteller*, 1853; C. de Rochas d'Aiglun, *Poliorcétique des Grecs*, Parigi, 1872; V. Prou, *Les Théâtres d'automates en Grèce*, Parigi, 1883. Dello stesso autore una ottima traduzione di quei frammenti di dizionario tecnologico che furon chiamati per errore la *Chiroballistra* di Erone, con ampio commentario.

Sulla chimica greca cfr. la bibliografia del Cap. XXXII. Per quanto riguarda la tecnologia chimica ricorderemo qui i primi capitoli dell'opera dal Lippmann ivi citata, e l'appendice ad essa: *Zur älteren Geschichte der Metalle*. Sull'evoluzione delle concezioni chimiche cfr. la sez. III della medesima opera, e anche l'articolo di W. A. Heidel, *Qualitative change in presocratic philosophy*, in *Arch. f. Gesch. d. Phil.*, XII, (1899), pagg. 333.

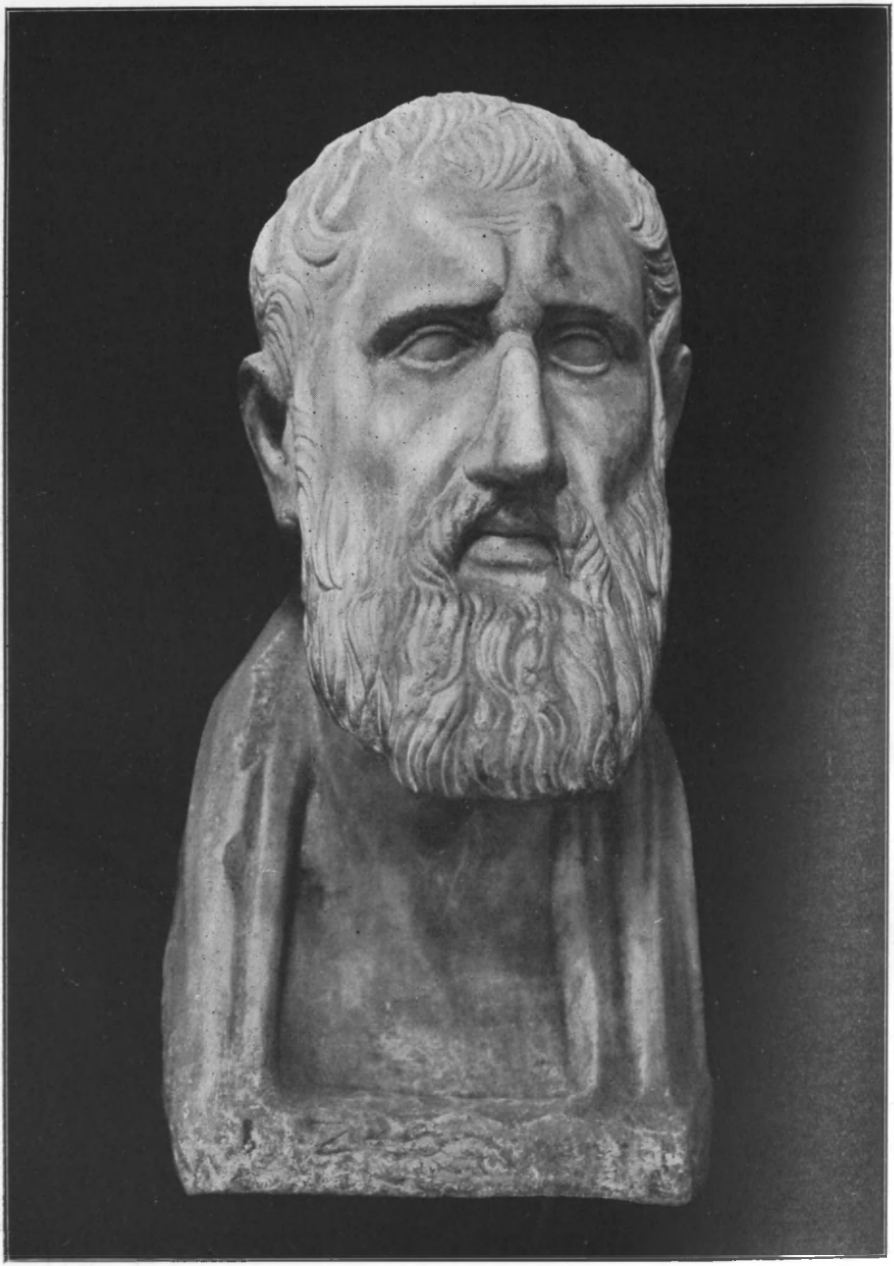
Sulla tecnica del ferro la grande opera di L. Beck, *Geschichte des Eisens*, Braunschweig, 1884.

Sull'industria e l'economia antica vi è una vasta letteratura. Ricordiamo: B. Büchsenschütz, *Besitz und Erwerb im Griechischen Altertume*, Halle 1869; L. Brentano, *Das Wirtschaftsleben der antiken Welt*, Jena, 1929; G. Salvioli, *Capitalismo antico*, Bari, 1929; G. Glotz, *Le travail dans la Grèce antique*, Parigi, 1920; A. Tilgher, *Homo Faber, storia del concetto di lavoro*, Roma, 1929; P. Bonfante, *Lezioni di Storia del commercio*, t. I, Roma, 1925; Poehlmann-Oertel, *Geschichte der sozialen Frage und des Sozialismus in der antiken Welt*, 3ª ed., 2 voll., Monaco, 1925.



EPICURO.

Roma, Museo Barracco. (Foto F.lli Alinari.)



ZENONE DI CIZIO (?).

Napoli. (Foto F.lli Alinari.)

XXIV.

LA FILOSOFIA ELLENISTICA NEI SUOI RAPPORTI CON LA SCIENZA

Le scuole etico-religiose. — Al particolarizzarsi delle scienze corrisponde, dopo Aristotele, il distacco della filosofia dagli interessi scientifici. L'ispirazione socratica domina le scuole o sette etico-religiose che sorgono ad Atene, accanto all'Accademia e al Liceo. Il loro scopo è essenzialmente morale: dare all'uomo una regola di condotta, realizzare l'ideale del saggio.

Gl'indirizzi principali sono:

la scuola *epicurea,* fondata da Epicuro, il 306, nei giardini (κῆποι, *horti*) da cui prende anche nome;

la scuola *stoica,* istituita da Zenone di Cizio nel « Portico delle Pitture » (Στοὰ ποικίλη) intorno al 308, continuata poi da Cleante e rinnovata nelle sue basi scientifiche da Crisippo.

Queste scuole fanno, per così dire, il bilancio della scienza e della filosofia anteriore: che cosa insegnino all'uomo per regolare la sua condotta, e come rispondano alle travagliate condizioni dell'esistenza, in un momento storico in cui la società antica vede dissolversi i suoi ideali di libertà.

Perciò i due sistemi morali, che si contrappongono l'uno all'altro, presentano tuttavia alcuni caratteri comuni: danno un'etica individuale, indifferente allo Stato, inculcando all'uomo — cittadino del mondo — la rassegnazione e la prudenza, e in ogni caso, il calmo coraggio e l'indipendenza dell'animo di fronte

agli affanni della vita. Questo è pure il significato morale della rinuncia critica alla certezza del sapere, insegnata dagli *Scettici*.[1])

Anche le dottrine degli Epicurei e degli Stoici presentano un fondamento comune, e lasciano vedere che il grande movimento della speculazione socratico-platonico-aristotelica è ben lungi dall'aver cancellato l'influenza della filosofia anteriore: per dare all'etica una solida base sembra necessaria una scienza della natura, e i nostri filosofi ritornano per ciò alle concezioni dei fisiologi: Epicuro all'atomismo di Democrito e gli Stoici alla fisica d'Eraclito.

Epicuro. — Se la scienza ci offre soltanto lo spettacolo di un mondo meccanico, indifferente ai fini e ai valori umani, che cosa ragionevolmente può sentire e volere l'uomo? qual posto riconoscerà a se stesso nell'Universo? quale significato assumeranno per lui le nozioni del bene e del male, e quale norma pratica ne trarrà nella condotta della vita?

Epicuro[2]) affronta il problema con lucida consapevolezza. Affrancato da quella specie di ascesi che appartiene al razionalismo di Democrito, egli sente tutto il valore della scienza e della mentalità scientifica, come una liberazione dalle superstizioni e dai pregiudizî.

Gli Dei — se pure la nozione comune che ne hanno gli uomini non permetta di negarli — sono relegati negli *intermundia*, indifferenti ai destini umani. L'anima, secondo i progressi della psicologia contemporanea e sotto l'influenza d'Aristotele, si scopre complessa, e quindi Epicuro dimostra esplicitamente che il gruppo d'atomi che la costituisce deve disfarsi col corpo. Così la condotta non può avere sanzione ultraterrena.

Alla base della morale epicurea c'è un forte bisogno di chiarezza e di sincerità interiore: il saggio non si farà schiavo di folli terrori, non indulgerà alle passioni oscure, ma riserverà il

[1]) Degli indirizzi posteriori della filosofia neopitagorica e neoplatonica parliamo nel Cap. XXX.

[2]) Epicuro è nato a Samo da famiglia ateniese, sul finire del 342 o agl'inizii del 341. È morto ad Atene a 76 anni, nel 270. Fu scolaro di Nausifane democriteo. Scrisse innumerevoli opere, fra cui *Sulla natura* e una *Grande Epitome;* ma ci restano solo brevi scritti: la *Lettera a Meneceo*, le *Massime capitali*, la *Lettera a Erodoto* (che è come una piccola epitome del sistema), un'*Epistola a Pitocle*, il *Testamento* e diversi frammenti.

suo assenso per ciò che si giustifichi, con libero esame, davanti al tribunale della ragione.

Avere compreso, almeno in uno dei suoi aspetti fondamentali, il valore etico e filosofico della scienza, non importa tuttavia intendere veramente la scienza. Epicuro non possiede spirito scientifico; non solo resta, per ciò, a grande distanza da Democrito, ma addirittura sopra un'altra linea. Anzitutto gli manca l'intelletto matematico: non corretto da questo, il razionalismo sperimentale del maestro cede in lui alla domanda d'un criterio di verità di più immediata evidenza, piegando all'empirismo. La dottrina democritico-aristotelica dell'origine delle idee dalle sensazioni, conduce d'altronde su questa via.[1])

La sensazione (che Epicuro spiega, come Democrito, colla teoria degli *Idola*) rispecchia sempre una realtà: un oggetto o un fatto, di cui non è lecito dubitare senza scuotere le basi della nostra salute spirituale; ma che tuttavia può dar luogo a diverse opinioni o giudizî distinguendo il suo contenuto effettivo che può essere un *simulacro,* dalla cosa in sé (per esempio, nel caso d'una torre quadrata che da lontano pare rotonda):

« Ove tu ti opponga a tutte le sensazioni, non avrai neppur più alcun criterio a cui riferirti per giudicare quelle che dichiari fallaci ».

« Se rifiuti [la testimonianza di] qualche sensazione, e non distingui rispetto a ciò che attende conferma, l'opinione e il contenuto effettivo della sensazione interna ed esterna di ogni intuizione percettiva dell'intelletto, perturberai anche [la testimonianza de] le altre sensazioni con la tua vana congettura, e così ad un tempo rifiuterai ogni criterio di giudizio. Se poi riterrai esatto nei tuoi pensieri, tanto ciò che attende conferma quanto ciò che non ne ha bisogno, non fuggirai l'errore, perché avrai conservato ogni ambiguità in qualsiasi giudizio sul vero o sul falso ».[2])

Dal continuo contatto colla realtà sensibile nasce quella prenozione o anticipazione dell'esperienza (πρόληψις, *notities* in Lucrezio) che ci guida nel mondo dei fenomeni e ci fornisce le verità più generali, per esempio, che « nulla viene dal nulla ». Il pericolo dell'errore è soltanto, come si è accennato, nell'eser-

1) La « Canonica » epicurea è stata ripresa e interpretata da Gassendi (Cfr. Enriques, *Per la storia della Logica*). Nella scuola stessa ha avuto qualche svolgimento nel senso d'una logica induttiva per opera di tardi Epicurei del 2° e 1° sec. a. C., come spieghiamo in appresso.

2) *Massime Capitali*, 23 e 24: in Bignone, *Epicuro*, pag. 63.

cizio del pensiero che da tali verità evidenti s'innalza a induzioni e supposizioni; e perciò conviene correggerne la fallacia sorreggendolo con la verifica sperimentale:

« L'inganno o l'errore è.... sempre in ciò che la nostra opinione aggiunge [a quello che attende] conferma, ed invece non sia confermato ». [1])

Tuttavia non interessa a Epicuro verificare in ogni caso, con esattezza, l'ipotesi. La spiegazione deve soddisfare a certe condizioni generali di logica e di morale: importa, per esempio, sapere che, in ogni ordine di fenomeni, c'è un soggiacente meccanismo di atomi urtantisi, ma non importa cercare se ciò accada così o così. Perché, insomma, il saggio vuol conoscer l'Universo nel suo insieme e non nei suoi particolari accidentali: ogni possibile si avvera nell'infinito del Tutto; a che dunque tormentarsi a discriminare ciò che vale in ogni modo, per qualche luogo e tempo se non per il nostro?

Questo argomento sull'infinito (che Lucrezio designa come *vis infinitatis*) rispecchia il più eccelso razionalismo di Democrito; ma è curioso di vederlo adoperato per giustificare teoricamente il disinteresse di Epicuro per la ricerca scientifica, che dipende dal suo concetto etico-utilitario della scienza stessa:

« Della scienza della natura non avremmo bisogno se non ci turbasse sospetto e timore delle cose celesti, e non temessimo che la morte sia qualcosa per noi, e non ci nuocesse ignorare i limiti dei nostri dolori e dei nostri desideri ». [2])

Quando avrai dominato timori e passioni: « Fuggi la scienza, o felice, issando la vela più veloce ». [3])

Frattanto la dottrina atomica, senza cessare di essere ipotetica, degrada in un sistema geocentrico e antropocentrico, dove le alte intuizioni di Democrito si vedono malamente mescolate con speciosi argomenti aristotelici. Già la stessa dimostrazione dell'esistenza degli atomi — elementi indivisibili dei corpi — diventa incerta ed oscura: sembra che, per analogia col « minimo

[1]) Epistola a Erodoto, 50 (in Bignone, pag. 85).

[2]) *Massime Capitali*, 11 (in Bignone, pag. 59).

[3]) *A Pitocle* in Diog. L. X, 6 (Bignone, fr. 34, pag. 174). In coerenza con tale criterio Epicuro stima che « la grandezza del sole per quel che importa a noi è quella che appare; in sé potrà essere poco più grande o più piccola ». (Ep. *a Pitocle*, 91).

sensibile », Epicuro ammetta un minimo d'estensione ed anche di tempo,[1]) che tornerebbe a cadere sotto la critica eleatica dell'infinitesimo attuale.

Assai peggio accade della visione del sistema cinetico. Epicuro, come Aristotele e come i moderni critici ignari del principio d'inerzia (da Zeller a Giussani!), non sa comprendere che gli atomi si muovano senza una forza che li muova; e questa è tratto a concretare nel peso. Così gli atomi cadranno tutti nella stessa direzione verticale dall'alto al basso, cioè secondo la direzione dalla testa ai piedi degli uomini; e si moveranno con eguale velocità. Allora, per rendere possibili i reciproci urti onde si generano i corpi o *concilia* di atomi e i relativi fenomeni, occorre postulare una deviazione, per quanto piccola, degli atomi cadenti dalla verticale: il *clinamen* di Lucrezio. È uno strappo minimo alle leggi del peso (*perpaulum quo nihil posset fieri minus* dice Cicerone)[2]) ma così « è evitata la necessità del destino ». In altre parole, come bene hanno visto il Guyau e il Giussani, il *clinamen* si coordina, nella mente del filosofo, all'esigenza morale del libero arbitrio cui suffraga l'evidenza del senso interno:

« Era ancor meglio portar fede alle favole sugli Dei, che essere asserviti alla necessità dei fisici. Infatti la favola ci lascia la speranza di piegare gli Dei onorandoli, ma non si può piegare la necessità ».[3])

La morale epicurea. — L'etica d'Epicuro presenta a tutta prima una somiglianza con quella della scuola cirenaica, poiché il nostro filosofo, al pari d'Aristippo, assume come bene il piacere:

« Bisogna che il fine sia per tutti gli esseri il piacere, perché appena nati e indipendentemente dalla ragione, si compiacciono nel godimento e si rivoltano contro il dolore ».[4])

Però la tesi ha, nel sistema d'Epicuro, un diverso e più profondo significato e un motivo originale.

[1]) Epistola a Erodoto, 41, 56, 58-59. Cfr. Sesto Empirico. *Adv. dogmaticos* X, 148, Simplicio *In Phys.* 934, 25, Bignone *op. c.* « Appendice », pag. 256.
[2]) *De Fato*, X.
[3]) Diog. L. X. 134 (*Lettera a Meneceo*, 134 in Bignone, pag. 51).
[4]) Diog. L. X. 129, 137.

Siamo lungi dalla gioconda baldanza che esprime, a suo modo, l'irrequieta giovinezza della civiltà ellenica. Ora anche l'ideale della felicità piega alla saggezza del vegliardo:

« Non il giovane deve stimarsi felice e invidiabile, ma il vecchio che visse una vita bella; perché il giovane al culmine del suo fiore, è volubile ludibrio della fortuna; il vecchio invece alla vecchiezza come a sicuro porto approdò, e quei beni che prima ansioso e dubitoso ha sperati, ora tiene a sé avvinti in saldo e grato ricordo ». [1])

Per Epicuro il piacere è prima di tutto — secondo la rivelazione del senso interno — ciò che risponde al bisogno del vivente, e in questo senso si giustifica da sé. Ma l'incompatibilità di certi piaceri, e la considerazione delle loro conseguenze, conduce ad una prudente scelta che sottomette i piaceri non necessari e pur naturali ai necessari, e i piaceri del corpo alla serenità e ai godimenti dello spirito:

« Usa verso ogni desiderio questa interrogazione: che mi avverrà se si compia ciò che vuole il mio desiderio? e che cosa se non si compia? » [2])

C'è di più: la critica di Epicuro si può ritenere come una vera giustificazione della virtù. Per aver fatto o tentato questo, il filosofo dell'età ellenistica figura come precursore dei moderni materialisti e positivisti che in maniera analoga hanno cercato di fondare una morale edonistica o utilitaria, a cominciare dal Bentham. [3])

Ma, mentre i filosofi moderni sono rimasti esclusivamente alla teoria, Epicuro ha voluto insegnare sopratutto un sistema di vita:

« Come non stimiamo la scienza dei medici per sé, ma per la salute.... così la saggezza — arte della vita — non sarebbe desiderata se non servisse a nulla ». [4])

Quale successo abbia avuto il suo insegnamento nell'antichità, quali sentimenti suscitasse negli animi, ci dicono testimonianze

[1]) Epicuro in *Sentenze Vaticane*, 17 (in Bignone, pag. 151).
[2]) *Sentenze Vaticane*, fr. 71, in Bignone, pag. 161.
[3]) La linea che congiunge Epicuro a Bentham è tracciata dal Guyau con giusto senso della continuità storica: essa va per Montaigne a Gassendi, a Hobbes e a Helvetius.
[4]) Cicerone, *De Finibus*. I, 13. Diog. L. X.

autorevoli: « I discepoli ed amici d'Epicuro erano così numerosi che città intere non avrebbero potuto contenerli » dice Diogene Laerzio.[1]) « Il popolo è con loro », attesta Cicerone.[2])

Luciano chiama Epicuro « uomo santo e divino, che solo ha conosciuto la verità e, trasmettendola ai suoi discepoli, è diventato il loro liberatore ». Perfino Sant'Agostino confessa d'aver pencolato verso Epicuro « che avrebbe avuto la palma nell'animo suo, s'ei non avesse creduto restare dopo la morte la vita dell'anima e i frutti dei meriti, ciò che Epicuro non volle credere ».[3])

Appunto questa « eresia epicurea », che rinascerà a Firenze nel XII secolo, e il calore religioso con cui viene professata, dovevano attirare le maledizioni dei polemisti cristiani su coloro « che l'anima col corpo morta fanno ». I quali — denigrati da avversarî ingiusti e fanatici nella lotta decisiva fra le credenze che culmina col III secolo dell'êra volgare — sono ben lungi dal meritare le accuse di cui furono oggetto. E, se può ammettersi che la dottrina fosse compresa in modi diversi da temperamenti diversi, sicché in alcuni prevalesse il culto estetico dell'eleganza e della bellezza magari perversa, è degno di nota che Seneca, che pure li avversava come stoico, rilevasse qualcosa di triste nella loro « vita di santità e di rettitudine ».[4])

« Non è mai troppo presto né troppo tardi per pensare alla salute dell'anima » diceva Epicuro; e pei quattro errori che l'ammalano — sugli Dei, sulla morte, sui piaceri e sui dolori — offriva il *tetrafarmaco* della verità che risana:

1) Non è da temere Dio; 2) è insensibile la morte; 3) facile è procurare il bene; 4) e sopportare il dolore.[5])

Liberava dai timori e dalla cupidigia, brama insensata di ricchezze e d'onori che turba la nostra serenità; insegnava a godere l'amicizia; a educare l'anima al bello, alla gentilezza e alla misura; a riconoscere e praticare la giustizia.

La scuola era ordinata come setta religiosa, con agapi, cerimonie e riti di sapore mistico, e conservò a lungo immutati

[1]) X, 9.
[2]) *Tusc.* IV, 3; *De fin.* II, 14.
[3]) *Confessioni* VI, 16.
[4]) Cfr. anche l'operetta di Plutarco, *Non posse suaviter vivi secundum Epicurum.*
[5]) La dottrina è così riassunta in un frammento di Filodemo di Gadara. Cfr. Epicuro: *Lettera a Meneceo* passim e *Massime Capitali*, 1, 2, 3, 4, 18, 19, 20, 21, 26, 30.

gl'insegnamenti del fondatore insieme al ricordo della sua nobile vita. La quale, insomma, ammaestra a prendere dal mondo ciò che può offrire di buono nel significato più alto, e avvalorarlo col proprio intimo assenso, e così vincere il mondo in se stesso, creando la propria felicità.

La felicità del saggio non dipende dalla lunghezza o dalla brevità della vita, anzi è in ogni istante fuori del tempo, come infinita nella coscienza immanente della natura. Sul letto di morte, nell'atroce strazio del mal della pietra, Epicuro così scriveva ad Ermarco, che doveva succedergli come capo della scuola:

« Ti scrivo nel giorno pur felice che è l'ultimo della mia vita. Le sofferenze.... sono tali che nulla potrebbe accrescerne la violenza. Ma sopra i dolori domina il ricordo delle nostre conversazioni filosofiche e delle verità conseguite.... »

Sviluppi della dottrina epicurea. — La scuola epicurea, ferma nelle chiare convinzioni del suo fondatore, non dà luogo a veri progressi della dottrina. Tuttavia la polemica colle altre scuole produce qualche sviluppo interessante. Già Polistrato — successore d'Ermarco come capo dei « Giardini » verso il 250 — scrive un trattatello *sul disprezzo non ragionato* che conosciamo da un papiro ercolanense. Egli polemizza cogli scettici, combattendo la dialettica « che scuote le opinioni altrui senza produrre in noi stessi l'atarassia » e serve soltanto ad « imbarazzare la nostra vita cogli imbarazzi degli altri » non ad indicare il vero scopo cui tende la natura umana.

Questa polemica si continua dai più tardi epicurei del II e I secolo a. C., come quel Filodemo di Gadara, istitutore ed amico di Lucio Calpurnio Pisone, di cui gli scavi d'Ercolano ci hanno rivelato alcune opere, mettendo in luce probabilmente la sua biblioteca, proprio nella villa dei Pisoni.[1]) Particolarmente interessante è un suo trattatello *Sui segni e sulle dimostrazioni* (περὶ σημείων καὶ σημειόσεων).[2]) C'è una discussione fra lo stoico Dionigi e gli epicurei Zenone (Sidonio), Bromio e Demetrio Lacone, traverso la quale si disegna una logica induttiva e se ne

[1]) Cfr. D. Comparetti e G. De Petra, *La villa Ercolanense dei Pisoni, i suoi monumenti e la sua biblioteca*, Torino, Loescher, 1883.

[2]) Pag. 11. Th. Gomperz, *Philodem ueber Induktionsschlüsse nach der Oxforder und Neapolitaner Abschrift*, Lipsia, 1865.

scoprono i fondamenti razionalistici. La dimostrazione è basata sul passaggio dal simile al simile, che a sua volta si giustifica col postulato che la natura è sempre la stessa, nel piccolo come nel grande.

« Così, per esempio, considerando le cose che si muovono presso di noi, all'infuori delle quali nulla vediamo in moto, inferiamo per somiglianza il moto del tutto e, per la medesima ragione, significhiamo (σημειούμεθα) non esser possibile il moto senza vuoto.[1]) Ancora dalla somiglianza delle cose ricaviamo le idee generali: si può giungere al generale movendo da un individuo della classe che si riconnette al massimo numero degli altri, perché a prescindere dall'individuo neppur possiamo pensare l'essenza comune ».[2])

Gli argomenti scettici contro la possibilità della dimostrazione in generale sono refutati (in coerenza col detto criterio nominalistico) collo stabilire una dimostrazione particolare, come quella che esistono gli atomi e il vuoto: « dove c'è la specie d'un genere c'è anche il genere » (γενικὴ καὶ εἰδικὴ ἀπόδειξις).[3])

In tutto ciò pare di scorgere una comprensione della logica più alta che nella canonica di Epicuro;[4]) e sorge la curiosità di sapere quanta parte del progresso spetti a Demetrio e come si colleghi agli studi matematici di lui, perché i citati papiri ercolanensi contengono frammenti inediti di un suo scritto sulla geometria.[5])

Gli Stoici. — Una dottrina unilaterale come quella d'Epicuro, che per appagare l'intelletto semplificatore nega il bisogno metafisico nel profondo delle anime, non poteva certo rispondere a tutte le esigenze della società ellenistica, in cui si mescolavano tante stirpi e nazioni diverse. Dai paesi ove più forte agiva lo spirito orientale sono venuti gli uomini che, in senso opposto alla scuola epicurea, fondarono la Stoa.

Zenone di Cizio[6]) — che portava anche nel colorito della

[1]) *Ibid*, 19, 1, (in Gomperz, pag. 24).
[2]) Pap. citato 8,32 (in Gomperz I. C. pag. 12).
[3]) Demetrio in Sesto. Adv. *Mathematicos* VIII, 348.
[4]) Tuttavia si può cercare già un certo *a priori* in Epicuro stesso: cfr. la nota al fr. 5 « Sulla Natura » di Vogliano in *Epicuri Scripta*, pag. 103.
[5]) Papiri, 1061, 1642, 1647. Cfr. Comparetti, *op. c.*, pag. 67.
[6]) In Cipro. Circa 334-262 a. C.

pelle i segni di sangue non greco, ed era chiamato « il piccolo fenicio » — fu ad Atene scolaro di Cratete cinico e di Stilpone megarico, e da essi prese alcuni elementi della sua dottrina: « da buon mercante — dice Polemone — prendeva di qua e di là la sua merce, dandole una veste fenicia ». Infatti, fu colpito dal carattere austero della morale cinica; ma il precetto di « vivere secondo natura » interpretò in nuovo modo, togliendo quel contrasto radicale fra « natura » e « convenzione » che per i Cinici giustificava il disprezzo delle convenienze. E presso Stilpone trovò, non solo una morale egualmente severa con forme più decorose, sì anche una più raffinata dialettica.

Ma egli sentiva sopratutto il bisogno di giustificare la morale, dandole un fondamento nella scienza della natura.

Non è ben chiaro perché gli Stoici sieno risaliti alla fisica d'Eraclito rappresentandosi il mondo come un processo incessante di ritmica accensione e trasformazione del « fuoco », per cui questo si cambia successivamente ed in parte in aria, acqua, terra, per ritornare allo stato primitivo con una periodica conflagrazione universale.[1]) È lecito pensare che la teoria fisica s'introduca nella filosofia degli stoici solo in via secondaria e che la loro attenzione fosse primamente rivolta all'esigenza del *Logos*, ragione comune degli uomini, che offre la base dei giudizi universali e quindi dei principî della morale. Eraclito, da cui Socrate riprende il criterio della verità basato sul *consensus gentium*, ne porge una giustificazione fisica, che oltrepassa la pura forma, scorgendo nel detto Logos una particolare sostanza, il « fuoco » animatore della vita del Tutto.

Ma sembra che il pensiero stoico subisca più direttamente l'influsso di medici vitalisti, che si rannodano alla tradizione eraclitea. Galeno, nel suo libro *contro Giuliano* ci fa sapere che Zenone e Crisippo si sono occupati di medicina: le loro dottrine fisiologiche deriverebbero da Diocle di Caristo, che fu contemporaneo d'Aristotele (cfr. pag. 456).

La concezione vitalistica è estesa dagli Stoici anche agli oggetti inanimati: ciascuno, concepito a immagine d'un essere vivente, contiene uno *pneuma*, la cui tensione tiene insieme le parti: così viene spiegata, per esempio, la durezza del ferro. E l'Uni-

[1]) Cfr. Arnim, Vol. II. *Physica*, 1, 9.

verso intero, secondo la tradizione ionica, è ancora per loro un vivente, la cui anima è il soffio igneo che penetra tutte le cose e le stringe in un ordine solidale. Così l'intuizione vitalistica porta con sé un senso mistico del travaglio delle forze della natura, che si riflettono dentro di noi: appunto nella coscienza d'una solidarietà che si allarga al mondo e comprende e determina la solidarietà umana. Quindi la fisica e la morale sono legate nel concetto stoico da un rapporto che il paragone colla dottrina epicurea mette meglio in luce: la fisica respinge gli *atomi* democritei, mobili indipendentemente gli uni dagli altri, per cercare un principio unitario del processo cosmico, così come la morale rifiuta la costruzione giustificativa della virtù, che per gli Epicurei nasce dal valutare e comparare gli affetti negli *individui*. Vero è che ancora si vede assunto come scopo dell'uomo la felicità, ché lo spirito greco non uscì mai da questo concetto; ma la felicità stessa è identificata colla virtù, onde il pensiero si solleva ad una morale del dovere.

Per raggiungere questo resultato, gli Stoici, pur rifiutando gli atomi, accolgono nel loro sistema la grande veduta democritea del determinismo universale: anzi il determinismo, che gli Epicurei compromettono col *clinamen*, figura intero soltanto nella loro dottrina. C'è una necessità intrinseca delle cose cui l'uomo non può sottrarsi, e la saggezza sta nell'accettare volontariamente ciò che ad ogni modo non si potrebbe evitare: *ducunt volentem fata, nolentem trahunt*.

Ma non si tratta di accettazione passiva. L'assenso del saggio si giustifica con la ragione, perché il determinismo universale è subordinato alla realizzazione di fini buoni in se stessi. « Tutto ciò che ti conviene mi conviene perfettamente, o Natura » dirà M. Aurelio. Infatti il vitalismo degli Stoici sovrappone la veduta teleologica al meccanismo democriteo: la *virtù formativa* d'Aristotele si concreta nelle *ragioni seminali* (λόγοι σπερματικοί), e — per quanto riguarda il finalismo — Zenone ritorna anzi di là da Aristotele, e sembra riaccostarsi a Socrate, o piuttosto al concetto religioso semitico. Tutto è ordinato, nel mondo, per il bene degli uomini e degli Dei; sicché la necessità esprime, in ultima analisi, la Provvidenza. Gli Stoici recavano perciò molti degli argomenti popolari, che si ripetono anch'oggi; e d'altra parte accomodavano la loro dottrina alla mitologia greca tradi-

zionale, secondo uno spirito di conservazione religiosa; indulgendo anche alle pratiche superstiziose venute dall'Oriente. La *divinazione*, accolta da Zenone e da Cleante, diventa oggetto di lunghi trattati per Crisippo e poi per Antipatro e per Posidonio,[1]) e così entrano in scena le teorie astrologiche.

La dottrina filosofica degli stoici era insomma un panteismo, che però inclina al teismo, quando si distingua il mondo come molteplicità differenziata delle sue parti, dalla forza originaria egemonica: il Dio, che è la ragione[2]) immanente della sua unità. L'uomo poi vien concepito come immagine del Tutto: un microcosmo, come già diceva Democrito.[3]) La ragione ch'egli possiede, esprime la coscienza della ragione universale, poiché dal non ragionevole non potrebbe nascere il ragionevole:

Si ex oliva modulate canentes tibiae nascerentur, num dubitares quin inesset in oliva tibicinii quaedam scientia?[4])

Il criterio della verità. — L'uomo che sente alitare in sé lo Spirito universale, e nella voce del dovere avverte la gran voce della Natura, predisposta alla realizzazione del Bene, deve trarre dalla sua alta fede una severità morale ed una forza di carattere, quale si mostra infatti nella vita degli Stoici. Il loro nobile senso della dignità umana si afferma, com'è noto, nel coraggio con cui sapevano rinunziare volontariamente a vivere, non per sfuggire al dolore, ma quando l'inutilità e il danno della loro propria esistenza indicasse la ragionevolezza di metterle un termine. I primi esempi sono dati da Zenone e da Cleante.[5])

Tuttavia i lati splendidi della religione stoica hanno anche un rovescio, perché la difesa stessa della fede contro la critica e il dubbio sopravveniente, porta con sé il duplice avvilimento: di costringere l'assenso dell'intelletto colle sottigliezze d'una dialettica oscura, e di perseguitare la libertà di giudizio negli altri, con astiosa intolleranza.

La posizione della scuola stoica con Cleante era assai scossa dagli attacchi avversarî, quando Crisippo,[6]) capo della Scuola fra

1) Cicerone, *De divinatione*, I, 4. Su questo periodo di transizione cfr. in particolare Schnabel, *Berossos*.
2) Cfr. Arnim, Vol. II, *Physica* II, 2.
3) Cfr. Diels B. 34.
4) Cicerone, *De natura deorum*, II, 22.
5) Cleante d'Asso nella Troade, 304-232 a. C.
6) Crisippo di Soli o Tarso (in Cilicia) 281-208 a C.

il 232 e il 204, la ricostituì, sviluppando massimamente la logica. All'opposto gli abusi della dialettica disgustavano Aristone di Chio:

« Coloro che s'immergono nella dialettica fanno come i mangiatori di gamberi: per un boccone di polpa perdono il loro tempo sopra un mucchio di scaglie ». [1])

Per gli scopi nostri è sopratutto importante ricordare gli sforzi fatti dagli Stoici per stabilire un criterio della verità. La loro logica, sviluppata in senso formale, risente non solo l'influenza d'Aristotele, sì anche quella di Democrito [2]) che Crisippo sembra aver tenuto presente, nel suo scritto περὶ ζητήσεως « della ricerca ». D'accordo coi due filosofi, l'origine delle idee generali si fa derivare dalle sensazioni, e pertanto la dimostrazione — anziché basarsi su principî necessarî — vien ridotta, come dice Cicerone, ad una *ratio, quae ex rebus perceptis ad id quod non percipiebatur adducit.* Il razionalismo sembra piegare del tutto verso l'empirismo. Forse è senz'altro così per Zenone di Cizio, quando assume come criterio del vero la rappresentazione comprensiva (φαντασία καταληπτική), cioè la rappresentazione sensibile che porta con sé l'evidenza immediata dell'oggetto. Ma Crisippo riprende da Democrito il principio che « il concetto è criterio della ricerca ». E a questo motivo razionalistico risponde l'introdursi, nel sistema stoico, delle *nozioni comuni* o *nozioni naturali* (κοιναὶ ἔννοιαι, φυσικαὶ ἔννοιαι), dette anche — con termine epicureo — « anticipazioni » dell'esperienza (προλήψεις).

Fondamento di tali nozioni è ancora il senso; ma per gli Stoici esse traggono una superiore dignità dal consenso comune degli uomini, espressione del Logos divino, sicché figurano come verità *a priori*. Più tardi, quando la Scuola si evolve secondo l'indirizzo eclettico, diventeranno conoscenze *innate*, d'accordo colla teoria platonica della reminiscenza.

Gli Stoici platonizzanti: Panezio e Posidonio. — Verso la fine del II secolo a. C., il pensiero stoico presenta una evoluzione interessante. Sotto l'influenza della critica scettica degli Accademici, di cui diciamo in appresso, la dottrina tende ad ac-

[1]) Stobeo in Arnim I, 392.
[2]) Cfr. Enriques. *Per la storia della Logica* I, 6.

costarsi alle idee platoniche. In pari tempo c'è un risveglio spirituale. Sotto la tirannia di Tolomeo Fiscone (146-145) Alessandria aveva perduto il suo primato scientifico; ora l'influsso della sua grande scuola si fa sentire più forte a Rodi e riaccende l'interesse per le scienze esatte nei filosofi stoici che convengono in questo centro di studi. Inoltre gli stessi filosofi entrano in relazioni più larghe col mondo che si va unificando dai Romani, e pare che l'orizzonte allargato si rispecchi per loro in un nuovo sentimento d'umanità, da cui procede un senso nuovo della geografia e della storia.

I più cospicui rappresentanti di questo indirizzo eclettico sono Panezio di Rodi e Posidonio d'Apamea (sull'Oronte in Siria) che pure visse lungamente a Rodi: i maestri dello stoicismo romano.

Panezio diresse la scuola del Portico ad Atene dopo il 129. Era legato d'amicizia con lo storico Polibio e con Scipione Emiliano, ché nel 146 lo aveva accompagnato in un viaggio d'esplorazione in Africa, ed ebbe numerosi scolari a Roma; fra questi il nipote di Scipione, Quinto Tuberone, che doveva poi scrivere un trattato *Sull'ufficio del giudice*.

La sua mente scientifica si rivela nel disgusto della sterile dialettica e nella maggior importanza attribuita alla fisica.[1]) Panezio si compiace dell'ordine cosmico, così bello e perfetto, che non può venir distrutto periodicamente da una conflagrazione universale, siccome ammettevano i suoi predecessori. Da questa più alta visione del mondo, che riflette il regno eterno delle Idee platoniche, egli trae i motivi per rigettare molte credenze superstiziose della Scuola, per esempio la « divinazione », ispirandosi ad un criterio positivistico. Soprattutto il suo interesse va all'opera dell'uomo che si spiega nella storia: la sua morale ne ritrae una larga comprensione delle esigenze della civiltà, all'incontro del « ritorno alla natura » qual era interpretato dai Cinici: di qui una dottrina stoica più temperata, che meglio si confaceva ai gusti dell'aristocrazia romana.

Più importante di Panezio, per l'influenza esercitata sulla società contemporanea e per l'opera di divulgazione scientifica,

[1]) Cfr. Diog. L. VII, 141.

è Posidonio. Grande viaggiatore ed osservatore del mondo abitato, discepolo di Panezio ad Atene e caposcuola a Rodi dopo il 104, quivi fu visitato da Cicerone.

Posidonio ha interessi scientifici anche più larghi del maestro. La sua opera enciclopedica, per la vastità, può essere paragonata soltanto a quella di Aristotele. Essa va dalla geometria alla fisica, alla cosmologia, alla meteorologia, alla geografia, alla storia, alla biologia, all'etica, alla teologia, ed anche alla mantica, all'astrologia, e all'escatologia: perché il discepolo di Panezio ritorna alle superstizioni della Scuola.

Il concetto generale della filosofia è da lui spiegato mercé il paragone col corpo d'un vivente: la fisica corrisponde al sangue e alla carne, la logica alle ossa e ai tendini, l'etica all'anima.[1]) Nel campo delle scienze esatte Posidonio deve ritenersi, piuttosto che ricercatore originale, un erudito che raccoglie e divulga i resultati dei lavoratori tecnici. Tutt'al più, come interprete intelligente, egli può rivedere qualche calcolo in base a dati che creda più attendibili; così per la misura delle dimensioni della Terra (cfr. Cap. XIII) o per la stima della distanza e delle dimensioni del Sole: in quest'ultimo calcolo egli sembra combinare dati di Archimede e di Eratostene, e solo casualmente arriva ad un resultato meno lontano dalla verità.

Il suo contributo alla geometria consisterebbe in definizioni ed osservazioni critiche citate da Proclo nel Commento all'Euclide, ma si può dubitare che egli abbia appreso qualcosa dalla collaborazione del giovane matematico Gemino da Rodi, suo scolaro per la filosofia.

In altri campi della scienza il filosofo di Apamea ha rielaborato le dottrine ricevute in accordo colla sua concezione generale del mondo. Per esempio la spiegazione tradizionale delle maree, come dovute all'influenza del Sole e della Luna (cfr. Capitolo XXI) s'illumina per lui coll'idea stoica della «simpatia» fra le varie parti dell'universo. In rapporto con quest'idea abbiam visto com'ei sia riuscito a raccogliere i dati delle osservazioni nella dottrina più perfetta a cui sia pervenuta l'antichità. Essa si collegava nella sua mente a quelle vedute astrologiche che la Grecia aveva appreso dai magi della Caldea, che erano state popolariz-

[1]) Sesto *Adv. Logicos*, I, 29.

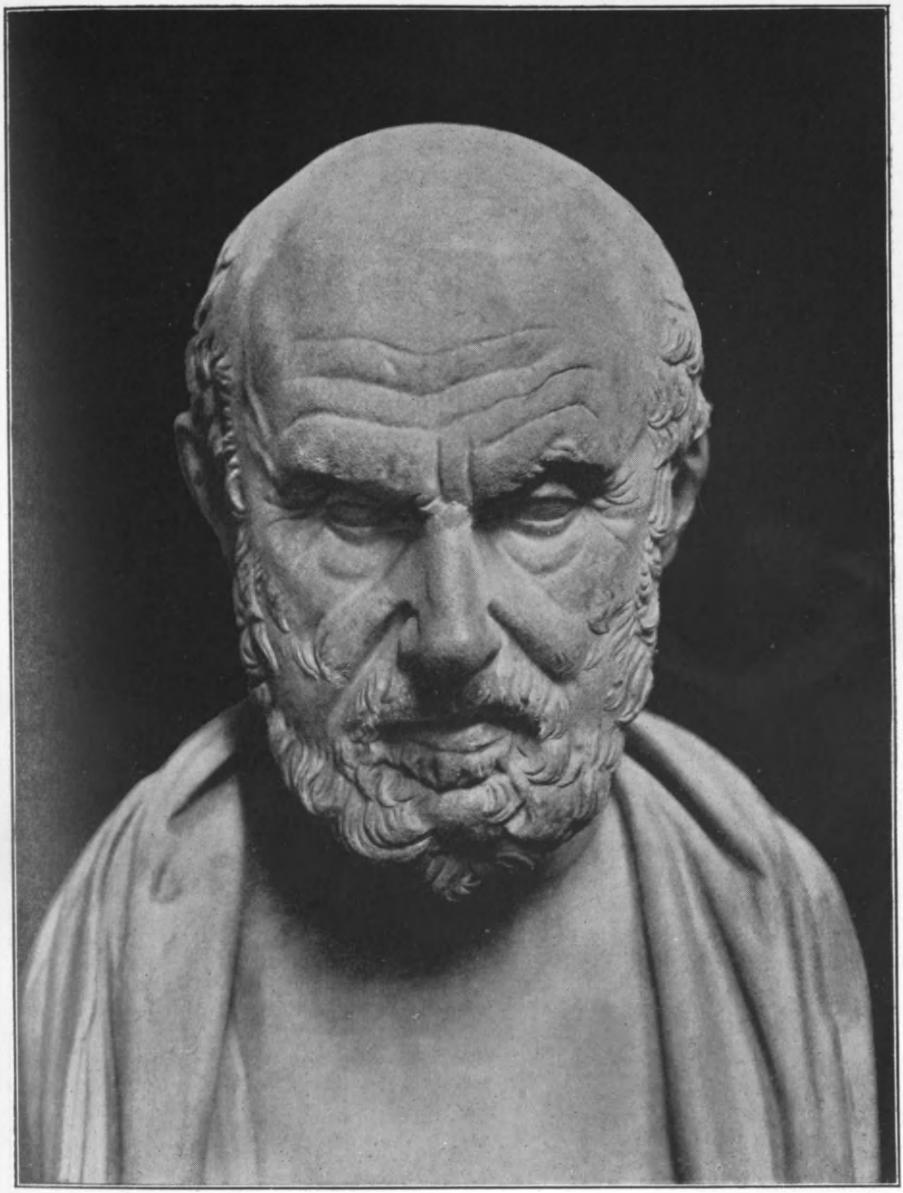
zate dalle *Storie babilonesi* di Beroso (circa 280 a. C.), e che già Teofrasto riferiva con ammirazione in un libro *Sui Segni*. La predizione cogli oroscopi e la credenza nell'influsso divino degli astri sugli avvenimenti della Terra e degli uomini, suscitavano il più largo entusiasmo nel mondo ellenistico e furono assunte nella dottrina stoica, appunto come espressione della solidarietà cosmica; come si è notato — e per tutti i popoli che avevano osservato il fenomeno — venivano avvalorate dal fatto delle maree, ove l'influenza del Sole e della Luna riesce visibile (cfr. pag. 442-46).

Più ancora che nella geografia fisica, l'originalità di Posidonio sembra spiegarsi nella geografia antropica e nella storia. Continua l'opera di Polibio narrando le vicende degli anni 145-86; giudica la civiltà romana come un progresso ed un perfezionamento delle civiltà anteriori; e nella sua narrazione e nei suoi studi (che conosciamo in parte attraverso Strabone) lascia vedere per la prima volta un reale interesse per tutti i popoli delle diverse razze: questo è frutto del nuovo umanismo che traduce in termini di scienza il motivo della simpatia universale, posto a fondamento della sua filosofia.

Con Posidonio prende forma compiuta il nuovo sistema stoico, nel quale si tenta di inquadrare l'uomo nel mondo anziché nella *polis*. L'Universo è in fondo una grande Città di cui sono cittadini gli uomini e gli dei; un insieme organico e conoscibile. Vi hanno posto così le istituzioni e la scienza della Grecia, come l'astrologia e i despoti deificati d'Oriente. Tutto è ordinato secondo uno scopo: la Ragione universale, che vuol salvare la « comunità della stirpe degli uomini », manda giù nel mondo le grandi anime a guidarla: queste, liberate, risalgono all'etere igneo in seno al *Logos*, assistite nell'ascesa da tutte le anime che le hanno precedute.

Gli Scettici. — Di fronte alle sette degli Epicurei e degli Stoici, che hanno assunto fra le premesse dogmatiche del loro sistema morale qualche resultato o principio della scienza precedente, i cosidetti Scettici svolgono una libera critica dei criteri della verità, e riescono a darci — accanto alla scienza del periodo ellenistico — una vera filosofia della scienza.

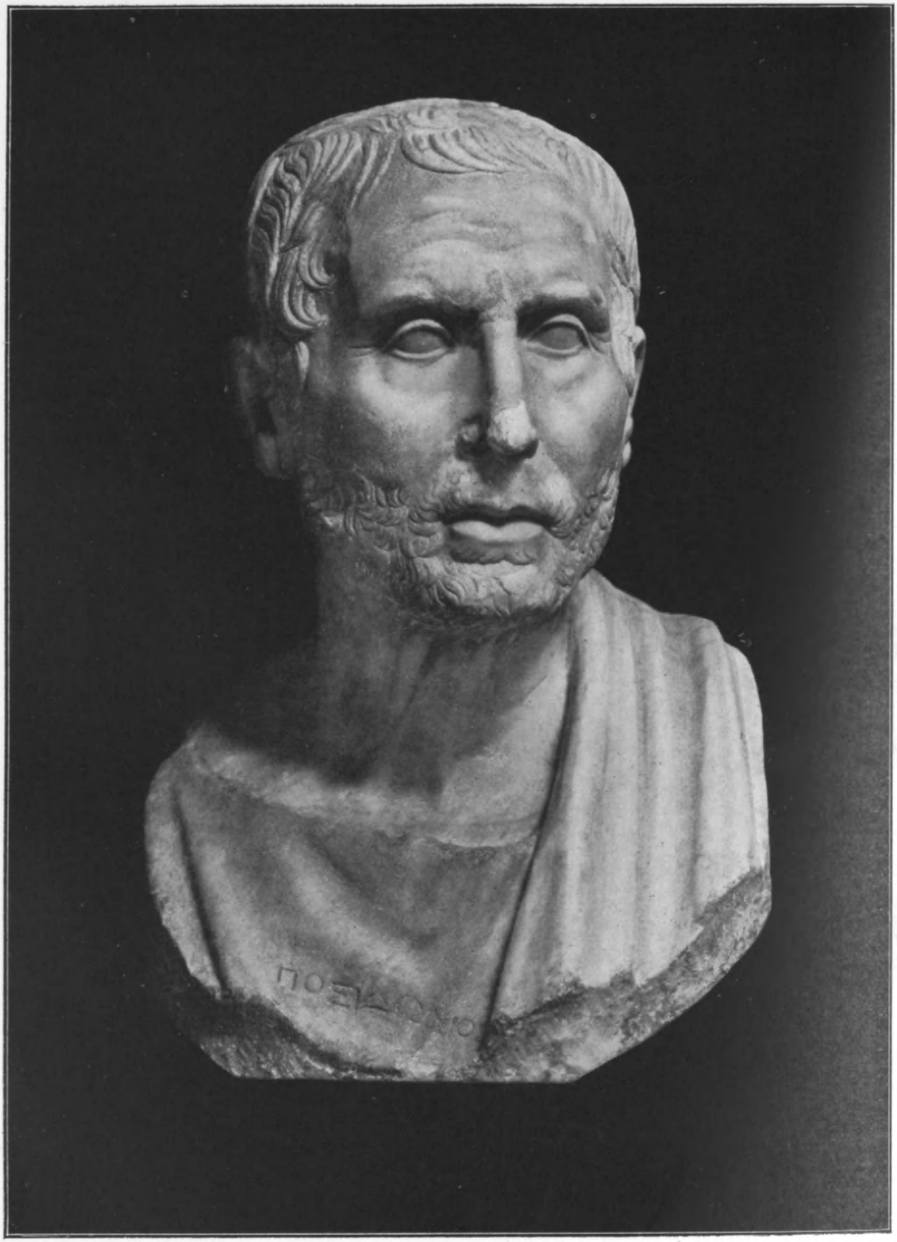
La parola scettico, da σκέπτομαι (discerno), porta appunto



CRISIPPO
(Il cosiddetto Ippocrate).

Londra.

(Foto ed. Bruckmann
Griech. u. röm. Portraits.)



POSIDONIO (?).

Napoli. (Foto F.lli Alinari.)

con sé l'idea del *dubbio metodico*. Tuttavia i primi scettici appaiono accomunati alle altre sette contemporanee da un interesse morale, che risponde al bisogno dei tempi, e mentre rivelano già un caratteristico atteggiamento dello spirito, sono lungi dall'offrirci una vera critica della scienza.

Del resto gli scettici non formano propriamente una scuola. Il primo che prende questo nome — Pirrone d'Elide, vissuto fra il 365 e il 275 a. C. — non ha lasciato nulla di scritto, ed è solo conosciuto per il suo amico e discepolo Timone di Fliunte (n. circa 325 e morto ad Atene verso il 235 a. C.). L'eredità di questi filosofi è raccolta dagli accademici di mezzo (cfr. cap. X). Infatti la polemica contro gli Stoici condusse ad una posizione critica la *nuova Accademia* instaurata da Arcesilao (n. verso il 315 a Pitane in Eolide, m. verso il 240). E la critica della scienza assume la più vigorosa espressione nel grande pensatore che chiude questo periodo dell'attività accademica, Carneade (n. a Cirene verso il 219 e m. ad Atene nel 129 a. C.).

Ma l'Accademia tornò presto a posizioni dogmatiche: il movimento si compie, traverso Filone di Larissa (n. tra il 148 e il 140 a. C., m. probabilmente a Roma fra l'85 e il 77), con Antioco di Ascalona (n. fra il 124 e il 127 a. C.) che professa un dogmatismo eclettico. La tradizione scettica è raccolta da altri: « lo scetticismo — dice il Brochard — è come un fiume che si nasconde sotto terra, per riapparire lungi dal luogo ove è sparito »; forse si può dire lo stesso della filosofia positiva nei tempi moderni; e vedremo che tra i due movimenti non passa soltanto questa somiglianza esteriore. Il più illustre rappresentante della scepsi, dopo gli Accademici, è Enesidemo di Cnosso, in Eolide; di lui si sa che ha insegnato ad Alessandria, ma restano incerti i termini della vita (fra l'80 a. C. e il 130 dell'e. v.).

Dopo Enesidemo gl'insegnamenti scettici sono logicamente sviluppati da Agrippa. E più tardi la scepsi assume un nuovo carattere, nei circoli dei medici empiristi, fra i quali ricorderemo Menodoto di Nicomedia (vissuto verso il 150 dell'e. v.). Rappresentante letterario di tutto questo movimento è Sesto Empirico il quale, intorno alla metà del III secolo della nostra era, espone e riassume il vasto pensiero dei suoi predecessori nelle

sue opere interessanti *Adversus mathematicos* (contro i dotti o i professori) e *Schizzi pirroniani* (« Ipotiposi »), fonte cospicua di notizie per la storia del pensiero greco.

L'ASCETISMO DI PIRRONE. — Per comprendere le origini della scepsi greca, convien ricordare i rapporti di Pirrone coi filosofi anteriori. Dicesi ch'egli sia stato discepolo di Brisone (il sofista?), che a sua volta sembra venire dalla scuola megarese d'Euclide. Pirrone ha legami ancor più stretti con la scuola democritea, in cui la critica dei principî della scienza aveva già addotto forti disposizioni al dubbio. Metrodoro di Chio si lagnava che « non possiamo saper nulla, nemmeno se sappiamo qualche cosa »; e il suo discepolo Anassarco, che vuolsi maestro di Pirrone, congiun-

A destra; ANASSARCO

geva questa disposizione con un fiero culto dell'ideale etico di Democrito; l'*atarassia* o imperturbabilità dell'animo era divenuta per lui quasi un distacco orientale dalle cose del mondo. Seguendo Alessandro in Asia, egli aveva avuto occasione di ammirare fino a che punto possano spingere quest'atteggiamento i saggi e gli *yogi* dell'India, detti dai greci *gimnosofisti*: uno dei quali giunse ad ascendere volontariamente il rogo davanti all'esercito macedone. Di così coraggiosa impassibilità ebbe poi a ricordarsi Anassarco, allorché, caduto nelle mani del suo nemico Nicocreone, principe di Cipro, e condannato ad essere pestato in un mortaio, gridò al tiranno fra i tormenti: « pesta, pesta pure il guscio di Anassarco, non potrai pestarne l'anima libera e sovrana ».

Quest'esempio eroico si congiungeva a quello di Socrate,

nella mente di Pirrone: da tali fonti egli attingeva la sua scienza del vivere.

« Pirrone d'Elide — riferisce Aristocle in un frammento conservatoci da Eusebio [1]) — non ha lasciato alcuno scritto, ma il suo discepolo Timone dice che per esser felice bisogna considerare tre punti: anzitutto che sono le cose in se stesse; poi in quale disposizione d'animo dobbiamo essere rispetto ad esse; infine che resulterà per noi da tale disposizione. Le cose sono tutte egualmente senza differenze, incerte e indiscernibili. Così le nostre sensazioni e i nostri giudizii non ci apprendono né il vero né il falso. Per conseguenza non dobbiamo fidarci né ai sensi né alla ragione, ma restare senz'opinione, senza inclinare da una parte piuttosto che dall'altra, impassibili.... Se siamo in tali disposizioni — dice Timone — raggiungeremo prima l'*afasia* (il non pronunziarsi) e poi l'*atarassia*, cioè l'indifferenza del saggio ».

L'abuso della dialettica megarica, e il trascorrere in essa dagli estremi dal realismo al rigoroso nominalismo, aveva condotto Pirrone al resultato di diffidare insieme dei sensi e della ragione: « da due mentitori non si può ricavare la verità »; però il suo dubbio non tocca le apparenze o i fenomeni che sono evidenti, bensì soltanto le cose oscure e nascoste che da esse vorremmo inferire. Vedo bianco, ma l'oggetto è veramente bianco?

C'è qui un soggettivismo empirico che ritorna alla posizione della sofistica protagorea: sebbene lo stato d'animo che vi s'accompagna sia ben lungi dall'avida curiosità e dal coraggio intellettuale di quell'epoca dei lumi. A questo ritorno doveva anche spingere la contraddizione fra le due filosofie razionalistiche di Democrito e di Platone, poiché le « qualità » che il primo riteneva puramente convenzionali e apparenti, costituiscono proprio per il secondo le idee o verità intelligibili. Tuttavia non pare che Pirrone approfondisse l'esame dei criteri della conoscenza andando oltre lo scopo etico. Rapito in un mondo di quiete spirituale che non possono turbare le umili cure quotidiane, egli appare a Timone un Dio-Sole dell'umanità:

« Come mai tu, che sei soltanto un uomo, puoi condurre nella calma una vita serena, senza mai cedere al vortice d'una sapienza dolciloquente? »

[1]) *Prep. Evang.*, XIV. 18, 2.

Per Timone è soprattutto straordinario che il suo spirito di rinuncia resista all'ebbrezza della ricerca e della costruzione intellettuale.

« O vegliardo — fa dire all'ombra di Senofane — per qual via sei riuscito a sfuggire al servaggio delle opinioni e al vuoto pensiero dei dotti?... Importava poco a te di sapere quali venti soffiassero sull'Ellade, e qual sia il principio e la fine di tutte le cose.... »

TIMONE IL SILLOGRAFO. — Timone sente almeno il bisogno di giustificare teoricamente il suo ideale della saggezza. Lungi dal serbare il silenzio del maestro, scrive numerose opere,[1]) ed in ispecie quelle poesie satiriche, *Silli*, da cui gli viene il nome di Sillografo: nelle quali critica con ironia mordace i filosofi precedenti e contemporanei.

Ma i colpi non sono tirati alla cieca. Risparmia alcuni pensatori verso cui attesta la più alta stima: Parmenide (il grande e illustre Parmenide, che ha mostrato le idee essere vane apparenze), Democrito di cui ammira la sagacità e l'avversione ai discorsi equivoci e vuoti, e Protagora, di cui accoglie la critica degli Dei. Queste preferenze e simpatie non possono essere casuali: pare che nella lettura dei filosofi Timone fosse urtato da quei modi di ragionare contorti ed oscuri, da quelle sottigliezze infeconde, che anche oggi colpiscono, prima ancora delle opinioni particolari, uno spirito dotato di mentalità scientifica e positiva. Per questo aspetto dunque, Timone dovrebbe essere ravvicinato ai positivisti moderni. In uno scritto rivolto « ai fisici », a cui si trovano allusioni in Sesto,[2]) le sue critiche prendono una forma più seria, assai lontana dalle satire contro i Megarici: la prima questione ch'egli solleva è di sapere se le costruzioni dei fisici partano da ipotesi, e come queste vengano giustificate.

CARNEADE, CHI ERA COSTUI? — In Timone si scopre il sentimento che ispira il moderno positivismo; coi nuovi accademici, che appartengono all'età di mezzo della Scuola, si può dire che il sentimento fiorisca in una vera filosofia della scienza.

Si è lungamente discusso sul vero significato di questa scep-

1) Frammenti in Mullach, *Fragm. Philos. Graecorum* t. I, pag. 89. Cfr. anche Wachsmuth, *De Timone Phliasio*, Lipsia, 1859.

2) *Adv. math.*, III, 2.

si, in rapporto alla tradizione che si doveva serbare nell'Accademia. Taluno pretende che anche dagli Accademici di mezzo l'insegnamento platonico venisse continuato in segreto. Comunque il loro apporto al pensiero greco è la critica della conoscenza cui sono condotti dall'esame e dalla confutazione delle dottrine stoiche ed epicuree.

Il rinnovatore dell'Accademia, Arcesilao di Pitane, sebbene si veda avversato da Timone, si accosta all'indirizzo scettico discutendo la « rappresentazione comprensiva » che fa evidente testimonianza dell'oggetto, secondo Zenone di Cizio.[1]) Ma sembra anche combattere i canoni di Epicuro, se è vero che a lui si ispiri la nota confutazione di Plutarco *Adversus Colotem.*[2]) Carneade prosegue l'indirizzo critico del suo predecessore e lo porta al più alto grado di sviluppo, nella polemica cogli stoici. Che qui sia proprio il punto di partenza del filosofo, conferma un passo autobiografico: « se non ci fosse stato Crisippo, non ci sarebbe Carneade ».[3])

La figura di Carneade non ha una popolarità corrispondente alla sua grandezza. La maggior parte degli Italiani lo conoscono soltanto per la domanda di Don Abbondio: Carneade, chi era costui? Non pertanto il filosofo ebbe, ai suoi tempi, la più larga celebrità. Oratore e disputatore formidabile, la sua parola stupì ed entusiasmò i giovani romani, scandalizzò e parve pericolosa ai vecchi, quando egli venne a Roma, nel 156/5, ambasciatore degli Ateniesi. Spirito vivace, pronto e sicuro — dice Cicerone — distruggeva ogni dottrina che attaccasse; ed eccitava negli uditori il desiderio ardente dell'investigazione del vero. Antipatro — che, dopo Crisippo, rappresentava la Stoa — non osava affrontarlo nella pubblica discussione ed era ridotto a rispondergli per iscritto. Il suo nemico Numenio paragonava la sua eloquenza ad un fiume che tutto sommuove e trascina. Ma, meglio che eloquente, egli fu un pensatore vigoroso, con una mentalità lucida e diritta, quale s'incontra di rado nella storia della filosofia. Morì a 90 anni, da lungo tempo cieco e malato di languore: vile, dissero gli stoici, per non aver trovato il coraggio di por termine alla sua misera esistenza; in verità era

[1]) Sesto *Adv. math.*, VII, 150-58.
[2]) L. Credaro, *Lo scetticismo degli Accademici*, Vol. II, pag. 13.
[3]) Diog. L. IV, 62.

un rassegnato: « la natura che m'ha formato, saprà distruggermi ».

Di lui Plutarco[1]) riporta questa riflessione:

« Se gl' incensorii vuoti serbano ancora per molto tempo il profumo, non è da credere che le belle azioni spariscano senza lasciare nell'anima del saggio dei pensieri, di cui la dolcezza sempre nuova la rinfresca e ravviva e gli permette di disprezzare quelli che si perdono in pianti e in ingiurie contro la vita.... »

La filosofia della scienza. — Carneade non ha lasciato nulla di scritto, ma Clitomaco[2]) — che gli è successo nella direzione della Scuola — lo ha salvato dall'oblio. E un altro suo discepolo, Metrodoro,[3]) la cui interpretazione è rivendicata dagli accademici posteriori Filone ed Antioco, mette in maggior luce l'aspetto positivo delle sue dottrine: alcune delle quali sono seguite dappresso negli *Academica* di Cicerone.

La sensazione, come tale, non si discute; ma l'errore sta nel giudizio, e non esiste un criterio specifico per distinguere il vero dal falso. Il sogno, l'allucinazione, anche l'illusione cui siamo esposti nel comune esercizio dei sensi, avvalorano la tesi. E poi ci sono nella realtà degli indiscernibili: « se più serpenti sono allacciati in una caverna e uno alza la testa, non potremo distinguere con certezza quale si è mosso ».[4]) I soriti dei Megarici mostrano che si passa, per gradi insensibili, dal poco al molto.

D'altronde non si può trovare nemmeno un criterio di certezza di là dal senso. « La dialettica si distrugge da sé, come Penelope disfà la sua tela e il polipo divora le proprie membra. »[5]) La ragione, per Carneade, non è costruttiva: in altri termini la logica ha significato relativo, come istrumento della deduzione. — I principî della dimostrazione sono ipotesi, e per dar loro un fondamento occorrerebbe: o risalire di deduzione in

[1]) *De Tranquillitate animi*, 19.

[2]) N. circa nel 175 a Cartagine, andò ad Atene verso i 24 anni. Si uccise nel 110.

[3]) Questo Metrodoro (che non deve essere confuso col filosofo democriteo di Chio, o coll'epicureo, che portano lo stesso nome, e tanto meno col tardo autore dell'Antologia greca), prima di studiare nell'Accademia fu discepolo di Demetrio, il grammatico di Skepsis nella Frigia. Fu legato con Mitridate, re dei Parti, ma, essendosi accordato coi Romani, venne da lui messo a morte nel 70. Cfr. Christ-Stählin, *Geschichte der Griech. Literatur*, vol. II, pag. 400.

[4]) Cfr. Sesto, *Adv. Math.*, VII, 412.

[5]) In Stobeo, *Florilegium*, LXXXII, 13.

deduzione con *regresso all'infinito;* ovvero presumere che vengan dimostrati dalle conseguenze, ciò che porta ad un circolo vizioso (*diallele*).

Ritroviamo qui la posizione e i dubbi dei predecessori che Aristotele confuta nella sua logica; forse — come accennammo — risalgono a Democrito.

Ma Carneade non si arresta al lato negativo di tali argomenti. La necessità di uscire dal puro stato d'indifferenza per risolvere alcunché nella pratica della vita, aveva già avviato gli scettici anteriori (e specialmente Arcesilao) ad attribuire qualche valore alle nostre presunte conoscenze. Egli va oltre questo scopo pratico, sviluppando una teoria della scienza probabile. Forse è influenzato dai concetti di logica induttiva che si andavano svolgendo dai contemporanei epicurei, in alcuni circoli di medici. Già la rappresentazione sensibile dotata di qualche evidenza ha, per Carneade un valore probabile (πιθανόν); ma essa deve controllarsi con le sensazioni concomitanti. In altri termini, il criterio della realtà è riposto soprattutto nel nesso coerente delle sensazioni; se manca qualcosa all'aspettativa, si desta naturalmente la diffidenza. Così appunto Menelao, che credeva possedere in un fantasma di Elena la vera Elena, non poteva credere ai propri occhi allorché, sbarcando a Faro, vide in carne ed ossa la bella persona.

Qui troviamo proprio il criterio positivo della realtà, a cui conduce anch'oggi il problema della conoscenza.[1]) Un valore probabile più alto attribuisce Carneade alle catene di rappresentazioni, legate fra loro in un sistema logico.[2]) Vi sono alcuni — dirà più tardi Keplero, discutendo della verità del sistema copernicano — che, sull'esempio di Aristotele, negano potersi provare le premesse colle conseguenze, paghi dell'esempio accidentale che offre la Sillogistica, del potersi dedurre da premesse false qualcosa di vero; ma conviene tener conto d'un argomento di probabilità: poiché la deduzione di qualche vero dal falso è fortuita, chi parta da false premesse s'imbatterà, prima o poi, in conseguenze che appariranno erronee, a meno che non assuma successivamente altre infinite proposizioni false.

[1]) Cfr. Enriques, *Problemi della Scienza*, Cap. II.
[2]) Sesto, *Adv. Math.*, VII, 176 e seguenti.

Dunque la dottrina di Carneade lungi dall'essere qualcosa di mostruoso o di assurdo, come ritengono ancora molti filosofi dogmatici, costituisce il presupposto accettato della nostra scienza. La sua critica in senso agnostico degli Dei, dei sogni, della divinazione, dei lati deboli dell'astrologia, lo pone pure a lato dei positivisti moderni. La posizione dei quali egli oltrepassa nel problema del determinismo, anzitutto perché l'evidenza del libero arbitrio gli sembra inconciliabile con un ordine di causalità necessario ed universale. La cosidetta teoria del caso di Cournot — il fortuito prodotto dall'interferenza di diverse serie causali — si può vedere anche adombrata nel pensiero di Carneade: finché Filottete non era stato morso dal serpente, qual causa nella natura esigeva ch'ei fosse abbandonato sull'isola di Lemno?

I recentissimi indirizzi della meccanica dell'atomo, che pongono la probabilità al posto della causa, potrebbero infine riconoscere in Carneade un remoto precursore. Ma, senza spingere le cose a questi estremi, riteniamo dalla scepsi accademica il resultato più importante e sicuro: che è di aver posto le basi della filosofia della scienza. Tra l'antica veduta e la moderna può scorgersi, è vero, una differenza di tono e di sentimento: c'è in noi un atteggiamento più fiducioso che tiene alla nostra volontà costruttiva e al carattere matematico del nostro sapere.

Ad ogni modo — giova insistere — anche per noi la discriminazione dei criterî della verità, cioè la scepsi, conserva tutto il suo valore. All'infuori delle verità matematiche, la cui certezza ha un significato affatto particolare, dove troveremo qualche conoscenza che ecceda il probabile? Ché, se questo criterio non appaghi in materia di fede, conviene pure ricordare che il postulato di certezza — soddisfatto solo nell'ordine subiettivo del credente in istato di grazia — non può pretendere ad una giustificazione razionale. E d'altronde l'apologetica non ha bisogno di tanto: ogni filosofo che sappia essere profondamente sincero con se stesso scambierebbe la pretesa certezza dei suoi argomenti dialettici con la più modesta certezza pratica, vale a dire con la probabilità d'ordine altissimo che accompagna le nostre previsioni quotidiane, per esempio quando diciamo che il sole tornerà a levarsi domani. Lo sforzo di dimostrare in senso assoluto l'oggetto

della fede, escludendo ogni possibilità di dubbio, è — troppo spesso — una illusione della volontà di credere, quando vacilla la fede.

Lo SCETTICISMO DIALETTICO. — Dopo avere chiarito assai largamente il pensiero di Carneade, è meno importante, per noi, fermarsi sugli sviluppi ulteriori della scepsi antica.

Enesidemo vuol tornare dal probabilismo accademico alla posizione più radicale di Pirrone. Riprende e sistema le antiche obiezioni ai criterii della certezza, raccogliendole in dieci « tropi », che esprimono la relatività delle sensazioni e dei giudizi. E — poiché viene dopo Carneade — vi aggiunge la confutazione della possibilità della scienza: 1) non c'è verità; 2) non ci sono cause; 3) né dimostrazioni o segni, com'egli dice. In tal guisa si annulla, *a priori*, la possibilità di una ricerca scientifica, che si dia come oggetto la scoperta d'un ordine di cause ovvero d'un sistema dimostrativo.

In questi argomenti si può trovare qualcosa della moderna critica di David Hume. Ma non bisogna ingannarsi: l'atteggiamento di Enesidemo è ben lungi dallo spirito positivo del filosofo inglese. Chi ama la lucidità di questo pensatore, acuto insieme e profondo, deve sentirsi sconcertato dalla dialettica capziosa del loico di Cnosso; infatti il suo ragionamento trascorre spesso nel sofisma: per esempio quando dimostra che non c'è il vero, e sembra discorrerne come d'una sostanza, facendo vedere che non può essere sensibile, né intelligibile; o similmente nel discorso sulle cause. La difficoltà di comprendere Enesidemo si accresce per la circostanza che nulla ci è stato tramandato di lui o della sua vita, fuori dei suoi sottili argomenti. Di una natura vigorosa, come la sua, è difficile credere che si acquieti in uno scetticismo puramente negativo; spesso questi atteggiamenti del pensiero sono unilaterali e nascondono una fede in qualcos'altro, che per tal guisa si vuole avvalorare e difendere; così, per esempio, nei pragmatisti contemporanei. In questo senso reca qualche luce la testimonianza di Sesto che, per Enesidemo, la scepsi era soltanto avviamento ad una metafisica eraclitea.

Dopo Enesidemo, lo scetticismo dialettico ha un continuatore in Agrippa, che svolge una più profonda critica della scienza, riprendendo gli argomenti di Carneade. Egli riassume

la dottrina agnostica in quattro *tropi*, logicamente coordinati, che interpretiamo secondo il Brochard:

1) Il *disaccordo* delle opinioni degli uomini genera il dubbio;

2) Se, per deciderlo, si ricorre alla dimostrazione, volendo provare una cosa sensibile e intelligibile con un'altra dello stesso genere, si passa da ciò che si voleva provare a qualcos'altro, egualmente non provato, e c'è *regresso all'infinito;*

3) Se, per sfuggire a codesto regresso all'infinito si cerca di dimostrare il sensibile coll'intelligibile, si è condotti a provare questo: o coll'intelligibile e si ricade nel regresso, ovvero col sensibile, ed allora ci s'aggira in un circolo vizioso (*diallele*);

4) Ché se, per uscire dal circolo, si assumono dei principî della scienza, questa vien costruita sopra *ipotesi*, che nulla giustifica.

5) Infine tutto è *relativo*: la conoscenza sensibile e intelligibile è sempre relativa al soggetto e non può avere valore obiettivo.

I MEDICI EMPIRICI. — Allo scetticismo dialettico o logico astratto succede un'ultima fase di sviluppo della scepsi, nei circoli dei medici empirici.

La dottrina prende quindi un colore nuovo, assai somigliante a quel genere di positivismo che era professato nei circoli analoghi di quarant'anni or sono. C'è una netta diffidenza per il ragionamento astratto, che in un ordine di fenomeni così complesso, spesso riesce a fuorviare il giudizio del medico; e — per contrapposto — una diligente ricerca dei criteri di correzione o di confronto che rendono più attendibile l'osservazione dei fenomeni. Insomma si profilano qui i primi tentativi per costruire una metodologia o una logica induttiva. La scienza medica — diceva Galeno nel *De subfiguratione empirica*, ispirandosi alle idee di Menodoto — è fondata non sull'esperienza unita alla dimostrazione, ma sull'esperienza soltanto. E di questa si hanno tre tipi: l'osservazione di prima vista, la storia, e il passaggio dal simile al simile. È il « tripode » di cui al cap. XXII.

Il paragone cogli empiristi moderni illumina la scepsi di Menodoto e di Sesto Empirico. Per esempio, contro il sillogismo, si adduce l'argomento riprodotto da Stuart Mill: non

potersi tenere per vera universalmente la premessa generale, se non si sia verificata anche la conseguenza particolare, che si pretende dedurne.

Con la scepsi dei medici empirici, espressione d'una prudente coscienza professionale educata al culto dell'osservazione, si chiude questo movimento di pensiero nel mondo antico. Il dubbio metodico contro le astrattezze della speculazione filosofica, contro la ricerca delle sostanze e delle cause, non colpisce la scienza e le arti, intese nel loro significato pratico; ma è un presentimento dell'indipendenza della scienza dalla metafisica.

Tuttavia Sesto Empirico, esponendo lungamente gl'insegnamenti dei suoi predecessori, si diffonde nella polemica contro i dogmatici, e non si trattiene dall'usare tutte le armi della dialettica: consapevolmente, insieme agli argomenti più forti, i più deboli. Anche il sofisma è buono per combattere il nemico.

Nell'esposizione del sistema viene pure riaffermato l'ideale della morale pirroniana: l'atarassia. Ma è facile scorgere che, pei nuovi interpreti, non si tratta più della serenità ascetica del saggio d'Elide, bensì d'una regola di prudenza e d'utilità nella condotta della vita. Non si nega allo scettico di decidersi all'azione secondo le ragionevoli preferenze, e di professare le scienze o le arti, soltanto si vuole sgombrarne l'animo da quei fantasmi dell'opinione che, aggiungendosi al dolore, lo rendono spesso insopportabile. Così, più facilmente che al dogmatico, gli accadrà di conseguire la felicità. Sesto[1]) paragona lo scettico a quel pittore che dopo avere a lungo tentato di raffigurar la schiuma sulla bocca di un cavallo, in un impeto d'ira, scagliò contro il quadro la spugna su cui puliva i pennelli: ed ecco, proprio intorno alla bocca fu ritratta la schiuma cercata....

Conclusione. — Volendo conchiudere la nostra esposizione della scepsi antica, e guardando ai suoi indirizzi più significativi, diremo che essa, con la filosofia della scienza, esprime nel modo più alto e sereno quello spirito di libero esame, che abbiamo ravvisato alle origini della scuola epicurea. Nell'atteggiamento critico anziché dogmatico, con la valutazione prudente del metodo

[1]) *Ipot. Pirr.*, I, 28.

e l'interesse vero per la ricerca, codesta filosofia risponde anche meglio al bisogno di chiarezza intellettuale che viene dalla sincerità interiore dell'animo: soprattutto per le intelligenze più raffinate. Il ragionare oscuro aborrirono generalmente gli Scettici ancor più degli Epicurei: « coloro che parlano in modo oscuro — dice Sesto Empirico — fanno come quelli che per qualche scopo lanciano frecce nelle tenebre ».

NOTA BIBLIOGRAFICA

Per la filosofia ellenistica, fra le storie generali (dello ZELLER, del WINDELBAND e del ROBIN ecc.) citate innanzi, si confronti specialmente: E. BRÉHIER, *Histoire de la philosophie;* T. I, *L'antiquité et le moyen âge.* Parigi, 1928. Vedansi inoltre: G. MELLI, *La filosofia greca da Epicuro ai neoplatonici*, Firenze, 1922; P. ELMER MORE, *Hellenistic Philosophies*, Princeton, 1923; E. BEVAN, *Stoics and Sceptics*, Oxford, 1913.

I resti e i frammenti delle numerose opere d'Epicuro sono raccolti da: H. USENER, *Epicurea*, Lipsia, 1887; si aggiungono i frammenti ercolanensi studiati posteriormente dal Gomperz, dal Bignone, dal Vogliano e da altri. Cfr. E. BIGNONE, *Epicuro*. Opere, frammenti, testimonianze sulla sua vita. Bari, 1920. C. BAILEY, *Epicurus, the extant remains, with short critical apparatus, translation and notes*, Oxford Press, 1926; *The Greek Atomists and Epicurus*, 1928; A. VOGLIANO, *Epicuri et Epicureorum scripta*, Berlino, 1928.

Rappresentante letterario della dottrina epicurea è T. LUCREZIO CARO (cfr. cap. XXVI) col poema *De natura rerum*, edizione critica in 6 volumi di C. GIUSSANI (Torino, 1896-98). Gli studi importanti del Giussani su Epicuro, nel I volume, costituiscono una giusta rivendicazione del filosofo e appaiono manchevoli solo nei giudizii più strettamente scientifici.

Fra le più importanti opere su Epicuro citiamo ancora: GASSENDI, *Syntagma philosophiae epicureae*, in « Opera omnia » t. III, 1658; M. GUYAU, *La morale d'Epicure*, Parigi, 1878, 2ª ed. 1881; V. BROCHARD, *La morale d'Epicure*, in « Etudes de philosophie ancienne et moderne », 1912.

I frammenti degli antichi stoici sono raccolti da J. VON ARNIM, *Stoicorum veterum fragmenta*, 3 voll., Lipsia, 1903-5, IV vol. degli indici 1914.

Per gli stoici eclettici cfr.: J. KAUSSEN, *Physik und Ethik des Panätius*, Bonn, 1907; K. REINHARDT, *Poseidonios*, Monaco, 1921; R. MUNZ, *Poseidonios und Strabon*, Gottinga, 1929.

Studi particolari di BRÉHIER: cfr. *op. c.;* G. RODIER, *Histoire extérieure et intérieure du stoïcisme* in « Etudes de philosophie grecque », 1926.

Per la scuola stoica a Roma cfr. Cap. XXVI.

Fonti principali per la storia della scepsi antica: SESTO EMPIRICO, *Opere*, ed. E. Becker, Berlino, 2 voll., Lipsia, 1912-14; CICERONE, *Quaestiones academicae*.

Importanti studi sul movimento scettico sono: V. BROCHARD, *Les sceptiques grecs*, Parigi, 1887; L. CREDARO: *Lo scetticismo degli Accademici*, 2 voll., Milano, 1889-93; GOEDECKEMEYER, *Geschichte des griechischen Skepticismus*, Lipsia, 1905.

LIBRO QUINTO

LA SCIENZA NEL QUADRO DELLA CIVILTÀ ROMANA

Felix qui potuit rerum cognoscere causas
atque metus omnes et inexorabile fatum
subiecit pedibus strepitumque Acherontis avari!
fortunatus et ille, deos qui novit agrestes,
Panaque Silvanumque senem Nymphasque sorores....

VIRGILIO, *Georgiche*, II, 490.

XXV.

LA COLTURA A ROMA

Verso l'inizio dell'èra cristiana Roma viene ad accogliere nel quadro dell'impero tutti i centri della coltura ellenistica; si apre allora per la scienza quel periodo di più vaste relazioni mondiali che porta il nome di greco-romano. Già nel tracciare lo sviluppo delle scienze particolari abbiamo avuto occasione d'imbatterci in uomini che da questo ambiente appunto traggono la loro figura: medici come Asclepiade e Galeno, pur d'origine greca, si trovano qui accanto a Celso romano; e come lo storico Polibio imprende a descrivere i fatti e il governo della Repubblica, Strabone e Tolomeo ci dànno la geografia dell'Impero.

Ma se non vi è una storia della scienza romana distinta dalla greca, importa tuttavia vedere come gli spiriti ellenici sieno accolti e compresi dalla mente latina che dà a tutta la coltura antica una propria forma, cui si legano le tradizioni dell'Europa occidentale e in particolare del nostro Paese.

L'impero di Roma. — Nel 200 a. C., Roma esce vittoriosa e spossata dalla più terribile crisi della sua esistenza, la lotta contro Annibale.

Era scesa nell'agone contro Cartagine a capo della Confederazione Italica: esce dal bagno di sangue come potenza mondiale. Il suo destino è ormai segnato: essa sarà l'erede degli imperi d'Oriente. In poco più di un secolo, con le guerre di Macedonia, d'Asia, d'Africa e di Spagna, la sua egemonia si consolida, e da militare diventa anche economica.

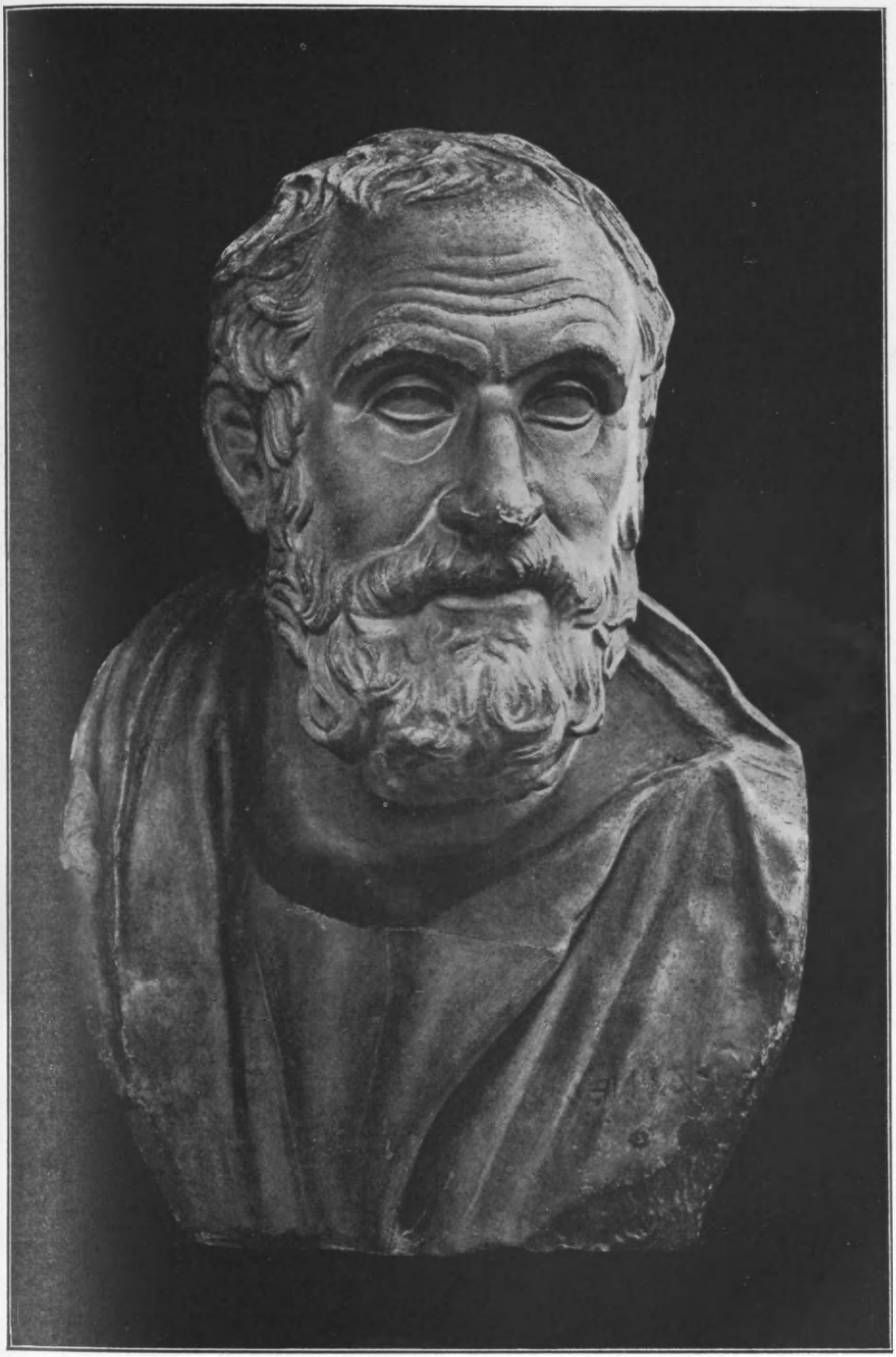
Alla espansione si accompagna una trasformazione profonda del suo organismo politico. Al regime conservativo dei *patres* e degli agricoltori succede il grande capitalismo dei cavalieri e dei pubblicani, l'ascesa di una classe di uomini nuovi.

Le ricchezze dei paesi vinti affluiscono a Roma da ogni parte. Al loro seguito vengono ambascerie, vengono artieri, medici, affaristi, cerretani. In pochi decenni, Roma è divenuta un centro di commercio e di consumo paragonabile ad Alessandria. Ma a differenza di questa, ha una classe dirigente che affronta e inquadra i nuovi problemi con robusto senso politico.

La trasformazione del mondo antico che ha luogo durante il periodo romano è legata essenzialmente alla grandezza senza precedenti dell'Impero, e ai nuovi problemi da essa suscitati.

L'impero macedone era stato un'apparizione effimera; il breve dominio di un popolo su altri popoli tributari era riuscito a mescolare alle razze orientali alcuni nuclei di emigrati greci, che vennero a costituire le classi dirigenti dei nuovi stati ellenistici. L'*imperium* romano lasciava bensì intatte le civiltà, le fedi, gli usi locali: ma al disopra di questi costituiva una formidabile armatura di governo che reggeva in egual modo Spagna e Cilicia, Egitto e Norico. Ovunque troviamo gli stessi magistrati, le stesse corporazioni ufficiali, gli stessi temuti pubblicani. In quel vasto crogiuolo di razze che era il bacino mediterraneo non si era formata alcuna coltura veramente nuova. Nessuna grande idea era venuta a illuminar le menti: ma l'inquadramento economico ed amministrativo armonizzava l'attività molteplice di tanti e così varî paesi, e tutta l'opera loro dirigeva verso il centro unico da cui provenivano l'ordine e la giustizia: Roma.

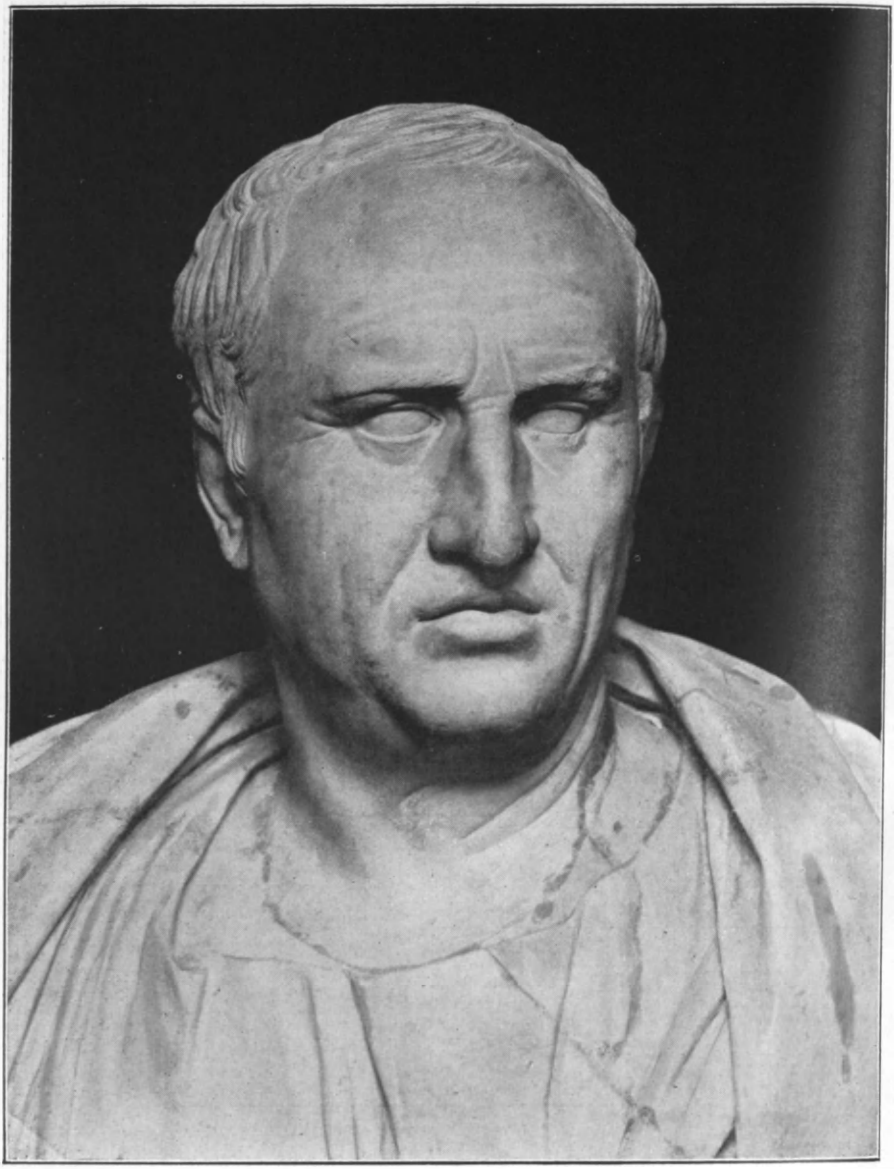
Graecia Capta. — Della sua missione di governo Roma era venuta gradualmente acquistando coscienza. Verso la fine delle guerre puniche si nota un cambiamento nella classe dirigente della Repubblica. I rudi agricoltori guerrieri, i Cincinnati, i Dentati, i Mummi, gli artefici della sua potenza, fieri conservatori chiusi nella loro mentalità semplice e nei loro usi aviti, non degnavano d'uno sguardo le civiltà soggiogate, intenti solo a conquiste a patti e a tributi: anzi abominavano i prodotti dell'arte e del pensiero, come pericolosi germi di corruzione. Per molto tempo rimase vietato ai senatori di possedere oggetti



Copenhagen, Ny Karlsberg.

CARNEADE.

(Foto ed. Bruckmann
Griech. u. röm. Portraits.)



CICERONE.

Roma. (Foto Anderson.)

d'argento. Quando nel 181 furono trovati i libri pitagorici, attribuiti dalla leggenda al venerato re Numa Pompilio, il pretore ordinò che fossero bruciati « *quia philosophiae scripta essent* ».[1]) Ma ben altra veduta si scopre nei giovani aristocratici che hanno preso parte alle guerre puniche, che hanno percorso la Sicilia, la Grecia e l'Asia. Ai loro occhi si è aperto un mondo nuovo. Anch'essi vengono a subire il fascino eterno dell'Ellade. Già da tempo erano stabiliti in Grecia centinaia di romani, e ne conoscevano ottimamente gli usi, la lingua, e i dialetti. E adesso affluiscono a Roma i prigionieri achei: dopo la terza guerra macedonica ne vengono un migliaio, fra cui lo storico Polibio che sarà amico e consigliere di Scipione Emiliano. Poco dopo cominciano le ambascerie. Nel 165 viene Cratete di Mallo, il filosofo, mandato dalla corte di Pergamo: e diffonde nell'Urbe i primi elementi di filologia ellenistica, subito avidamente accolta da quelli che si occupavano di letteratura e di retorica. Nel 155 giunge la famosa delegazione composta da Critolao peripatetico, Carneade accademico e Diogene di Babilonia, stoico. Grande stupore suscitò fra i padri coscritti e nei comizi la dialettica sottile dei filosofi. Essi tenevano conferenze pubbliche, erano ricevuti nelle case nobili, facevano girar la testa alla gioventù ambiziosa con i loro discorsi *de omni re scibili et de quibusdam aliis*.

I conservatori sentirono il pericolo. Dal 161, un decreto sommario scacciava da Roma tutti i « filosofi ». Nelle commedie di Plauto si avverte l'ambiente di reazione, che doveva trovare un capo nel più fegatoso dei misoneisti, un forte politico, Catone il Censore (234-149). Questi fece capire chiaramente agli ambasciatori che avrebbero fatto bene a sbrigare le loro faccende e tornarsene a casa. Nei suoi discorsi, nei suoi trattati che facevano testo, nelle lettere al figlio, denunciava tutta la genia truffaldina, i filosofi che venivano a confonder le idee, i medici « che avevano giurato di ammazzare tutti noi barbari ».

L'impresa di Catone era destinata a soccombere così nel campo politico come in quello colturale. Ma ebbe effetti assai più profondi di quanto comunemente si dice. Verso il 150 il dilagare dell'ellenismo minacciava di scompigliare tutte quante le tradizioni romane; fin la lingua latina era in pericolo. La moda

[1]) Plinio, *N. H.* XIII, 86.

di andare a istruirsi ad Atene, di scrivere in greco, di spregiare la rusticità dei compatrioti, sviava i giovani dell'aristocrazia dai buoni istituti civici, dal tradizionale *cursus honorum*. Gli ottimati, ancora circonfusi della gloria dell'ultima guerra punica, sostenuti dalle vittorie dei Fabi, dei Marcelli, dei Scipioni, dei Neroni, preparavano l'oligarchia: per poco non venne a compimento il sogno cesareo di Scipione Africano. Contro di essi insorgeva Catone, il repubblicano attaccato alla costituzione, rappresentante la democrazia agraria del III secolo e quella media classe rurale che ne era il nerbo. Sconfisse gli Scipioni, ma fu sconfitto dal progredire inesorabile degli eventi. I ricchi continuavano ad arricchire, i poveri ad impoverirsi. Il conflitto da lui impostato degenerò presto nelle orrende guerre civili fra un'aristocrazia cieca ed ingorda e una plebe incanagliata, che devastarono l'Italia nel secolo seguente.

M. Porcio Catone era nato a Tuscolo. Plutarco ce lo descrive sano e robusto, di vita frugale, indurato alle fatiche militari, e con un epigramma ne evoca il ritratto:[1]) « Rossastro, denti sporgenti, occhi glauchi: anche morto Persefone ha paura di riceverlo nell'Ade ». Dai suoi insegnamenti sui doveri del *paterfamilias*, ci appare amministratore gretto e rapace, inesorabile verso gli umili ma anche severo verso se stesso e i suoi. Pedestre nel pensiero, fu tuttavia oratore incisivo e mordente. « Non è facile — diceva — salvare una città dove un pesce costa più che un bove ».

Quest'uomo, che voleva tener lontane da Roma le lettere greche, non era poi del tutto ignorante. Sembra che dal filosofo pitagorico Nearco a Taranto (nel 209) avesse appreso alcune dottrine platoniche, che lo rafforzarono nel concetto doversi fuggire la voluttà come flagello dell'anima. Certo fu in Grecia e in Asia alla spedizione contro Antioco e soggiornò assai lungamente ad Atene (191). Si può riconoscere che anche l'idea delle sue opere letterarie gli viene da esempi greci, e in particolare da Archita.[2]) Ma perciò appunto riesce tanto più significativa la sua reazione contro gli spiriti grecizzanti. Egli temeva sopratutto il dilettantismo dell'intelligenza che si appaga nella

[1]) Plut. *Catone*, 1.
[2]) Archita scrisse di morale, di saggezza pratica, di agricoltura e fin di gastronomia.

contemplazione artistica della verità; e difendeva il culto della tradizione e dell'operosità romana. La sua saldezza morale, il suo buon senso solido e pratico, non vuol essere turbato da problemi astratti; basta prendere ciò che la scienza greca può dare ai Romani di cognizioni utili: di queste bisogna impadronirsi col minimo sforzo, e sfruttarle come le provincie conquistate, senza perdersi nella critica dubitante dei filosofi. Con tali intendimenti Catone ci dà nei « Precetti al figlio » la prima enciclopedia latina, trattando di agricoltura, di retorica, di medicina ecc.

La reazione catoniana tenne il campo nelle lettere per mezzo secolo. Essa si appoggiava sul partito plebeo, dominato per lo più da uomini incolti come C. Mario, odiatori e spregiatori della coltura dei nobili; questi a loro volta, affermatasi la loro potenza, vietarono gli studi latini. È divertente vedere i censori del 92 a. C., C. Licinio Crasso e Cn. Domizio Enobarbo, invocare « l'uso dei padri » contro il latino.[1])

In mezzo a tali contrasti cresce la generazione di Cicerone, come ci racconta egli stesso: « Ed io ben ricordo, che per primo cominciò ad insegnarci le lettere latine un certo Plozio: attorno al quale essendo accorsi tutti i più studiosi, mi attristavo che anche a me non fosse concesso. Ma ero trattenuto dall'autorità di uomini dottissimi, i quali ritenevano che a nutrir gl'ingegni valessero meglio gli studi greci ».

Attraverso l'alterna vicenda, la coltura greca ha ormai preso stabile cittadinanza in Roma. E l'indole latina, assimilandola secondo il proprio genio, le conferisce una propria forma e un particolare valore di *humanitas*.

I romani delle nuove generazioni non rifiuteranno più di riconoscere i valori artistici e scientifici dell'ellenismo, anzi ne

[1]) Sueton. *De rhet.* I: *Renuntiatum est nobis, esse homines qui novum genus disciplinae instituerunt, ad quos iuventus in ludum conveniat; eos sibi nomen imposuisse latinos rhetoras; ibi homines adolescentulos dies totos desidere. Maiores nostri, quae liberos suos discere et quos in ludos itare vellent, instituerunt. Quapropter et his qui eos ludos habent et his qui eo venire consuerunt videtur faciundum ut ostenderemus nostram sententiam, nobis non placere.*

Nel *De oratore* di Cicerone (III, 24, 93), Crasso difende il suo decreto: *Nam apud Graecos, cuicuimodi essent, videbam tamen esse praeter hanc exercitationem linguae doctrinam aliquam et humanitate dignam scientiam;* mentre presso i retori latini trovava solo sfacciataggine. Con questo non va detto, no, che il latino non si presti alle trattazioni dotte: *sed hominibus est opus eruditis, qui adhuc in hoc quidem genere nostri nulli fuerunt; sin quando exstiterint, Graecis erunt anteponendi.*

daranno franca lode ai popoli da cui sono creati, ma di fronte ad una coltura che a loro si presentava in qualche modo come conchiusa, si porranno piuttosto come utilizzatori che come prosecutori: alla scienza speculativa il genio latino non ha dato un nuovo impulso, appunto perché Roma si sente chiamata ad altro compito, ed anche quei valori accoglie e apprezza sopratutto per il loro senso pratico, in rapporto alla sua missione di governo:

Excudent alii spirantia mollius aera,
Credo equidem; vivos ducent de marmore vultus,
Orabunt causas melius, coelique meatus
Describent radio et surgentia sidera dicent;
Tu regere imperio populos, Romane, memento:
Hae tibi erunt artes, pacisque imponere morem,
Parcere subiectis et debellare superbos. [1])

E in verità, Roma nel 50 non era più una piccola repubblica di contadini, a regger la quale bastasse l'istinto politico di un Appio Claudio; era divenuta il ganglio vitale dell'Occidente. Verso tutte le parti dell'Impero irradiavano le strade che assicuravano il dominio militare: verso i monti di Caledonia, le foreste della Germania, le pianure della Scizia, le Alpi Cantabriche, il deserto d'Arabia e delle Sirti: da ogni parte affluivano a Roma i tesori dei paesi conquistati, e crescevano insieme la fame di godimenti della nuova plutocrazia e dei suoi parassiti. I nobili e i cavalieri cominciavano a comprendere, dice Cicerone, *quam praeclarum esset externis gentibus imperare*, che gran bella cosa fosse il comandare al mondo. Per Roma gli uomini faticavano sotto tutti i cieli, intenti alla pesca delle perle o alla tintura delle stoffe, a tesser la lana d'Asia Minore o a soffiare il vetro in Egitto, curvi a decine di migliaia nelle miniere, a cavare il ferro in Tracia, l'argento in Attica, il mercurio in Spagna, lo stagno in Cornovaglia. Per Roma, torme di schiavi trebbiavano il grano nelle valli sicule, sugli altopiani di Numidia, nella pianura del Nilo; per Roma le navi onerarie solcavano i mari, dall'India e dal Mozambico fino alle nebbie dell'Oceano Artico. Roma era divenuta il centro regolatore delle attività del mondo abitato. A lei veniva la ricchezza. Da lei venivano la sapienza e la legge.

[1]) *Eneide* VI, 842-52.

La classe dirigente romana non si era chiusa alle nuove necessità di coltura. Con esempio commovente di dedizione spirituale i migliori cittadini non esitano a farsi scolari di quella stessa gente che pure ieri han vinta e messa in catena; e frugano con ansia nelle biblioteche ellenistiche per far proprio tutto ciò che il pensiero greco è venuto elaborando nei secoli precedenti. Polibio e Posidonio scorgono un fattore nuovo in questa loro volontà di assimilazione. Arbitro e armonizzatore delle civiltà sottomesse, il Romano tentava una sintesi propria: poco curando le idee generali, *nullius addictus iurare in verba magistri*, contemperava teorie e pratica in una nuova forma di vita. I dotti Greci ammiravano: « τοῦτ' ἐκεῖνο, dicevano fra di loro: è questa l'unità del mondo abitato che fu mèta dei nostri sogni ». E all'Impero che si veniva formando portavano il fervido contributo del loro pensiero, oramai così necessario.

Caratteri generali della coltura romana. — Disse una volta il sommo pontefice Muzio Scevola, che di Cicerone fu maestro ed amico: « Tre sono le specie di religione: quella del poeta, quella del filosofo e quella dello statista. Le due prime sono o futili, o superflue, o magari dannose, e convien respingerle. Solo l'ultima va accettata ».[1]) Questa frase caratterizza perfettamente l'idea che si facevano i Romani « seri » della scienza e della coltura greca. Le teorie morali trovavano pronta e generosa rispondenza: ma il lato imaginativo li riempiva di apprensione. Di fronte a un'altra specie di religione poi, la religione popolare che il pontefice aristocratico avrebbe rifiutato perfino di concepire, essi si trovarono disarmati.

In Grecia la vita dello spirito era nata dal mito, dall'epopea, dall'avventura guerriera e marittima: laddove il pensiero romano è stato tenuto a battesimo dalla oscura prudenza sacerdotale degli Etruschi. Dalla *Etrusca disciplina* i Romani hanno derivato gli elementi essenziali della loro coltura: i collegi sacerdotali, le leggi dei re, le insegne del potere, i computi secolari, il calendario, i fasti, gli albi, la mitologia, le origini della storia, dei giuochi e dei sacri canti. Il tetro ritualismo etrusco si è

[1]) Varrone, in Sant'Agostino, *De civ. Dei*, 4, 27. La distinzione appartiene del resto agli stoici. Cfr. Plutarco, *Amatorius*, 18.

trasformato nella concezione « intera e dritta » di un rapporto giuridico fra l'uomo e la divinità. Gli dei conquistati prendono sede sul Campidoglio, e convivono in rapporti ben determinati dalle leggi della città. Curiosità e fantasie illecite vanno represse, come dannose alla *res publica*. Quel che nei Romani ci appare timidità intellettuale è il riflesso del loro patriottismo geloso e intransigente. Ben quadrati e fondati, estranei ai « problemi » e all'introspezione, i Quiriti stretti attorno alla rupe Capitolina sono una sola volontà lucida e statica di fronte al mondo. Non sono alieni dall'accogliere l'apporto delle colture esterne, ma solo come elemento etico, non come « valori » spirituali. Di coltura romana non si deve parlare in senso stretto. Vi fu una civiltà, un ordine, un *imperium* di Roma. Ma i cittadini romani che si distinguono nelle arti e nelle lettere sono anche i provinciali: italici, greci, celti, iberi, africani; molecole varie gravitanti in aggruppamenti sempre diversi attorno a quella monade di energia pura che è lo spirito dell'Urbe. E si noti come lo stesso concetto di *humanitas*, ἀνθρωπώτης, sia assai più greco che romano. L'equivalente romano di esso è la conoscenza dell'uomo e dei suoi motivi psicologici che ci rende atti a governarlo. Sotto l'influenza alessandrina, si forma nel secolo d'Augusto quell'ideale composito di coltura che va sotto il nome di *humaniora:* quintessenza della classicità in quanto etica pura.

Quale sarà dunque il significato della scienza e della coltura greca agli occhi romani? Il concetto pragmatistico o utilitario domina sempre i giudizî, sebbene inteso con intelligenza. Pronto favore incontra a Roma tutto quanto riguarda l'arte di parlare, di persuadere e di ordinare il pensiero, la *facultas dicendi imperatoria*. Mentre la poesia si applica docilmente a imitare i modelli alessandrini, la filologia studia la forma e la struttura di una lingua ancora incerta di se stessa, e reca un prezioso ausilio alla giurisprudenza.

Si comprende anche il ritegno con cui fu accolta da principio la speculazione filosofica. Ennio, il pugliese grecizzato, lo ammetteva francamente: *philosophari est mihi at paucis, nam omnino haut placet*. Ma le cose cambiano nel corso di due generazioni. La casa di Scipione s'apre a Panezio di Rodi. Molti patrizi si dilettano a discorrere di morale e cercano un fonda-

mento teorico alla loro vita d'azione. La filosofia è accolta così nelle grandi famiglie dei Lucili, dei Marcelli, dei Lelii, dei Gracchi e dei Pisoni. Vi si appassionano consolari illustri come quel L. Tuberone a cui Enesidemo dedicò gli *Argomenti Pirroniani*. Specialmente le dottrine stoiche guadagnarono molti animi nobili. Ciò che prova la vitalità delle dottrine filosofiche nell'ambiente romano, è il contrasto delle più diverse opinioni: succede addirittura che una dottrina quasi morta in Grecia, come il pitagorismo mistico, rinasca qui come nuova teologia, per opera d'un senatore letterato e astrologo, P. Nigidio Figulo (nel 45 a. C.).[1]) D'altra parte s'incontrano notevoli figure di epicurei, quali Rabirio, Amafinio, Pomponio Attico, Velleio e Manlio Torquato, che tuttavia scompaiono nell'ombra del grande poeta-filosofo Lucrezio, di cui diremo fra poco.

Tutta questa filosofia, se pure vi entrino talvolta dei motivi artistici, rimane dominata dagli scopi morali, sotto l'influenza socratica che abbiamo già visto pervadere le scuole ellenistiche. E penetra la civiltà romana agendo sul costume e sul diritto.

La scienza per se stessa, come spettacolo disinteressato della natura, non appassionò mai lo spirito dei Romani. Invece il criterio utilitario delle sue applicazioni, e in qualche modo anche il genio ordinativo latino, trovarono un'espressione caratteristica nelle Enciclopedie, dove ancora molti autori, non più rozzi come Catone, intesero di raccogliere nella maniera più vasta tutto il materiale delle conoscenze tradizionali. D'altronde questo genere di lavoro si addiceva bene ad un'epoca che si dedicava all'inventario delle conquiste passate, quasi presentendo prossima la decadenza: ed ha avuto realmente il più grande valore per serbare e tramandare ad un nuovo ciclo storico i frutti del pensiero antico.

[1]) Il pitagorismo aveva avuto grande influenza sulle popolazioni italiche, e le sue parole di saggezza si trasmettevano dall'uno all'altro anziano. Cfr., per esempio, il modo in cui Cicerone pretende gli siano giunti i precetti di Archità, attraverso il capo sannita Ponzio Erennio: e quello che abbiamo detto poc'anzi di Catone. Ennio trasportò in latino la saggezza di Epicarmo. Le leggi delle XII tavole hanno subìto l'influenza della legislazione pitagorica della Magna Grecia. La dottrina prende poi nuovo vigore sotto Augusto, il quale fu grande ammiratore di Nigidio Figulo. Nel VI canto dell'*Eneide* si scorgono chiare le traccie pitagoriche. Cfr. in particolare Cumont, *Lucrèce et le symbolisme pythagoricien des Enfers* in *Rev. Et. Anc.*, 1920, e i recenti studi del Carcopino sul Tempio pitagorico di Porta Maggiore.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Sui vari aspetti della civiltà e della coltura dei Romani, oltre alle storie generali del MOMMSEN, del PAIS e del DE SANCTIS, e alle storie del diritto, fra cui ci limitiamo a menzionare quella magistrale del BONFANTE, ricorderemo la già citata opera di WENDLAND, *Hellenistisch-römische Kultur;* inoltre: A. GRENIER, *Le génie romain*, collez. « L'Evolution de l'humanité », Parigi, 1925; nella stessa collez. L. HOMO, *Les institutions politiques romaines, de la Cité à l'Etat*, 1927, e V. CHAPOT, *Le monde romain*, 1927. Vedute interessanti si troveranno sempre nell'opera di G. FERRERO, *Grandezza e decadenza di Roma*. Una bella raccolta di capitoli di varie autorità nella *Legacy of Rome*, edited by CYRIL BAILEY, Oxford, 1923. Utile opera di consultazione è la *Geschichte der lateinischen Litteratur* di M. SCHANZ nel manuale di Iwan Müller nel quale v. anche J. JUNG, *Orbis romanus*.

Citiamo ancora: V. USSANI, *Originalità e caratteri della letteratura romana*, in *Atti R. Ist. Veneto*, 80, 441; G. JACHMANN, *Die Originalität der römischen Litteratur*, Lipsia, 1926; E. REITZENSTEIN, *Das Römische in Cicero und Horaz*, 1926; E. LAFERRIÈRE, *L'influence du stoïcisme sur la doctrine des jurisconsultes romains*, in *Mém. de l'Ac. des Sc. Morales*, 10 (1860), 579; E. COSTA, *La filosofia greca nella giurisprudenza romana*, Parma, 1892; W. WARDE FOWLER, *La vie sociale à Rome au temps de Cicéron*, trad. franc., Parigi, 1917; dello stesso autore: *Roman Ideas of Deity*, Londra, 1914; e ancora: MRS. ARTHUR STRONG, *Arte Romana;* F. HAVERFIELD, *Some Roman conceptions of Empire*. Ancora fondamentalmente giusta, per quanto invecchiata, si rivela la bella opera di FUSTEL DE COULANGES, *La Cité antique*.

XXVI.

LA FILOSOFIA

Cicerone. — La filosofia greca acquista stabile cittadinanza a Roma con Cicerone, il creatore del linguaggio filosofico latino.

M. Tullio Cicerone (n. ad Arpino nel 106 a. C., ucciso nel 43 dai sicarî d'Antonio) è una figura troppo nota della politica, del foro e delle lettere romane, perché ci fermiamo qui a ricordare gli avvenimenti cui prese parte. La filosofia fu per lui l'aspetto privato della vita, la pausa di raccoglimento nelle ore di forzato riposo dalla politica, che rispondeva al suo concetto dell'*otium cum dignitate;* più tardi, dopo la morte della figlia Tullia (nel 45), cercò in essa consolazione al suo dolore. Appunto a questi ultimi anni della sua vita appartengono i dialoghi espositivi della filosofia greca: *Consolatio, Hortensius, Academica, Tusculanæ, De natura deorum, De finibus, De divinatione, De fato,* ecc.; alcuni dei quali hanno una notevole importanza dossografica.

Cicerone non s'interessa affatto alla scienza: la filosofia ha per lui quel significato morale ed umano che Socrate le conferì, portandola di cielo in terra, cioè rivolgendola dalle speculazioni sulla natura alla condotta della vita umana. Per le scienze astratte, e in ispecie per le matematiche, l'Arpinate serba in generale un freddo rispetto, che ha talvolta sapore d'ironia *(nil mathematicis illustrius);* vorrebbe distoglier le menti da ricerche sottili ed inutili. Egli ha pure un mediocre interesse per i principî: non vale la pena di impegnarsi in battaglie d'idee irrigidendosi in posizioni che restano sempre e tutt'al più verosimili

o probabili, non raggiungendo mai la certezza del vero. La scepsi, che ha meditato a lungo, lo dispone piuttosto ad accogliere ciò che di buono sembrino offrire le diverse dottrine, e in ogni caso a trarne le conseguenze pratiche che spesso possono riguardarsi come insegnamento comune delle opposte scuole.

È questo il ben noto eclettismo di Cicerone che continua e svolge un movimento già iniziato nelle scuole ellenistiche: sia nell'Accademia, sia nella Stoa. Sono suoi maestri quegli stoici, Antioco d'Ascalona (introduttore dello stoicismo nell'Accademia), Panezio di Rodi e Posidonio d'Apamea, che fra il 150 e il 50 a. C. lavorano a costruire una filosofia popolare; l'ultimo dei quali, fu udito da Cicerone a Rodi, com'egli stesso ci narra nelle *Tusculanæ*. Ma come il pitagorismo romantico del *Somnium Scipionis* culmina in una apoteosi della romanità, così i motivi scettici e relativistici (che vedemmo trarre origine da un ideale di quiete contemplativa) si convertono per l'Arpinate in una filosofia dell'azione: prodotto caratteristico della mente romana, che ritroveremo più tardi in Seneca e Marco Aurelio.

Cicerone non pretendeva recare alla filosofia qualcosa d'originale, tanto che chiamò le proprie opere *apographa*:[1]) pure lo spirito eclettico-pratico che abbiamo rilevato, l'attitudine alla volgarizzazione ond' egli acquista una straordinaria importanza come fattore culturale,[2]) e un certo modo suggestivo di prospettare e colorire le questioni, recano, non solo l'impronta del genio latino, ma anche qualcosa che è proprio suo. Così egli ha messo in circolazione ogni sorta d'idee generali che rinasceranno sotto diversi cieli; saggezza ornata e serena, che fornirà a molte generazioni di uomini amanti delle lettere le risposte ai grandi problemi: della vita e della morte, delle leggi, dei doveri, del ben vivere, dell'ordine dell'universo e dei fini che lo governano. Per dare un solo esempio, ricordiamo la celebre discussione su meccanismo e teleologia, nel *De finibus* e nel *De divinatione*. A un certo punto di quest'ultimo dialogo si pone la questione: qual'è la probabilità perché da un concorso di circostanze fortuite nasca l'Iliade d'Omero? È il quesito che Emile

[1]) Ἀπόγραφα *sunt, minore labore fiunt; verba tantum adfero, quibus abundo. (Ad Atticum* 12, 52, 3).

[2]) Ricordiamo che Copernico fu spinto alla sua costruzione da un riferimento di Cicerone sulla teoria di Iceta: *reperi quidem apud Ciceronem primum Nicetam* (sic) *sensisse terram moveri.*

Borel riproporrà, in termini simili, alla nostra generazione col suo « miracle des singes dactylographes »: le scimmie che, battendo alla cieca sopra tante macchine da scrivere, dovrebbero comporre foglio a foglio tutta la biblioteca del *British Museum*.

Lucrezio. — Molto superiore a Cicerone, come altezza di mente e vigore speculativo, è Lucrezio: il poeta filosofo che ha tratto ispirazione dalla veduta scientifica del mondo, e in particolare dalla dottrina epicurea, costruendo un'opera unica nella letteratura di tutti i tempi.

T. Lucrezio Caro si può ritenere nato nel 97 a. C., e morto, probabilmente di morte violenta, a 43 anni, nel 55. Poco si sa della vita di quest'uomo singolare, di cui già i contemporanei, primo fra essi Cicerone, ammiravano il genio « arduo e sublime », così diverso da loro nella sua avversione per le ricchezze, gli onori e la vita pubblica. La sua opera monumentale, nuova nella concezione e nella tecnica, cui dedicò « notti e notti di aspra fatica », è rimasta incompiuta. E al suo nome si lega una torbida storia di follia ricorrente, di tragedie sentimentali, e di morte per filtro d'amore. Gli elementi accertati sono scarsissimi.[1])

Il poema *De natura rerum*, che riprende il nome dalle opere greche περὶ φύσεως, espone con versi splendenti e commossi, che un certo rude arcaismo rende ancora più efficaci, l'atomismo, nella forma datagli da Epicuro: sentito come dottrina liberatrice dell'animo dai terrori della religione e della morte.

« E come i bimbi trepidano e temono ogni cosa nelle cieche tenebre, così noi all'aperta luce temiamo talvolta cose che non son più tremende di quelle che i bimbi paventano nel buio e si figurano stian per avvenire. Bisogna dunque che questo terrore e queste tenebre siano scacciate dall'animo non dai raggi del sole e coi lucidi dardi del giorno, ma con l'imagine e le cause della natura ».

Lucrezio esalta il suo maestro alla pari di un Dio:

« Primo, un Greco osò alzare gli occhi mortali contro la religione tetra e minacciosa, sfidando il cielo tonante, i fulmini e i terremoti che con la fama degli Dei empivano il mondo d'orrore ».

[1]) I motivi su cui il Giussani fonda la sua accettazione del racconto tradizionale, raccolto da San Girolamo, non ci sembrano sufficienti ad accoglierlo in pieno.

Ma non è discepolo pedissequo d'Epicuro; ne accoglie bensì le spiegazioni fisiche ed anche gli errori che avrebbe potuto correggere colla conoscenza dei matematici e degli astronomi; pure le sue espressioni e i suoi concetti fan vedere che ha meditato anche Empedocle ed altri *veteres docti poetae*, e certo il suo pensiero e la sua morale si sono nutriti della visione storica di Tucidide e della saggezza di Posidonio. Sopratutto c'è originalità nella passione, quasi fanatica, con cui egli ricerca la spiegazione naturalistica del mondo e della vita: che, vincendo l'avvilente mistero, reca a lui la gioia e la luce della ragione e, con questa, la pace e la saggezza nuova di chi contempla « l'infinita vanità del Tutto ».

E certo anche di là da tale saggezza pratica, oltre lo scopo morale che consapevolmente persegue, il poeta-filosofo sente la bellezza della natura che da semplici principî meccanici trae così ricca e varia costruzione d'effetti, riproducentisi per simili concorsi di cause senza fine prestabilito, vasto equilibrio dinamico che si svolge in un ciclo, senza che vi sia bisogno di invocare forze esterne: *ita res accendent lumina rebus*.

Dopo una splendida invocazione a Venere e la dedica all'amico Memmio, il quale assai poco la meritava, il poeta si accinge a spiegare in termini chiari e precisi i principî della dottrina fisica. Nulla viene dal nulla o si perde nel nulla;[1]) da questa premessa arriva agli elementi semplici e indivisibili della materia, gli atomi separati dal vuoto, che per composizione e scomposizione generano tutte le cose.[2]) La teoria viene appoggiata con esempî ed illustrazioni, e fortificata col ribattere le diverse concezioni d'Eraclito, d'Empedocle e d'Anassagora.[3])

Passa quindi a dimostrare l'infinità della materia entro lo spazio infinito:

Che poi la somma delle cose non possa darsi da se stessa un fine, la natura provvide, costringendo il corpo a delimitarsi col vuoto, e il vuoto col corpo; e così alternandoli rende infinito il tutto; ma anche l'un dei due soltanto, se non terminasse l'altro, si stenderebbe interminato.... [Ché se poi non vi fosse che un numero finito di atomi nello spazio] né il mare né la terra né il lucido tempio del cielo, né la stirpe mortale, né le sante essenze degli dei, potrebbero sussistere per il breve tempo di un'ora....

[1]) I, 150-264. [2]) I, 265-448. [3]) I, 449-1117.

Poiché divelta dalla propria unione, la materia si disperderebbe nel vuoto immenso, o piuttosto non si sarebbe mai concentrata a creare alcun corpo.... E infatti certamente non in virtù di un proprio consiglio né con mente sagace gli atomi molti si son collocati al loro posto, ma sospinti e sbattuti in molti modi attraverso lo spazio, da tempo infinito con urti infiniti, passando per ogni specie di moto e d'aggregazione, vengono infine a un ordinamento quale è quello di cui consiste questo universo, ordinamento che una volta raggiunta una giusta distribuzione dei moti si è conservato per lunghi evi, e fa sì che vediamo i fiumi dal largo corso rifornire l'avido mare, e la terra riscaldata dagli effluvi del sole rinnovare le sue creature, e il docile mondo animato nascere e fiorire, e vivere i fuochi erranti dell'etere. [1])

Secondo Epicuro il moto originario degli atomi è una caduta suscettibile appena di deviare dalla verticale. Così in varî modi urtandosi essi si mescolano secondo leggi fisse. [2])

Non deve far meraviglia che, essendo sempre gli atomi in moto, la somma loro che costituisce i corpi paia stare in quiete, perché così accade pure di vedere le cose lontane:

Così sovente vanno a lenti passi le pecore lanute su un colle di cui tosano i lieti pascoli, ovunque le inviti l'erba gemmante di fresca rugiada; e gli agnelli saziati scherzano e cozzano dolcemente; e tutto ciò da lontano ci appare confuso in uno, e come un biancore immoto sul verde colle. Così ancora quando le grandi legioni empiono del loro corso il campo di manovra, dando il simulacro della guerra, là il fulgore delle armi si leva al cielo, tutta la terra intorno si rischiara dei riflessi del bronzo, sotto la forza degli uomini i piedi fanno risuonare il suolo, i monti percossi dal clamore rimandano le voci alle stelle del cielo; e volteggiano attorno i cavalieri, e d'un tratto si slanciano con vigoroso impeto attraverso il campo che trema sotto la carica. E pure vi è un luogo su alto nei monti da cui appare tutto in quiete, e nei campi posare un fulgore immoto. [3])

Dalle mescolanze degli atomi, dalle loro diversità di ordine, di forma, e di posizione, nascono i varî effetti e le varie sensa-

[1]) I, 1008-1034.
[2]) II, 62-729.
[3]) II, 317-332:

Nam saepe in colli tondentes pabula laeta
lanigerae reptant pecudes, quo quamque vocantes
invitant herbae gemmantes rore recenti,
et satiati agni ludunt blandeque coruscant;
omnia quae nobis longe confusa videntur
et velut in viridi candor consistere colli.

zioni.[1]) Gli elementi di per sé sono privi di qualità, come già ammetteva Democrito: senza sapore, odore o colore. Ma la luce, cadendo in diversi modi sulla materia, diversamente l'illumina a seconda delle forme atomiche in cui s'imbatte:

Così risplende al sole la piuma che orni il collo e la cervice della colomba; e ora ha il rosso riflesso del piropo, ora per un'altra impressione avvien che appaia al ceruleo mescolarsi il verde smeraldo. E così la coda del pavone, quando si vagheggi e si volti alla luce del sole, in ugual modo cambia colore. E poiché tali colori nascono con l'incidenza della luce, convien concluderne non poter essi esistere senza di essa.[2])

Il Libro II termina col dimostrare che infiniti mondi debbono essere generati per cause simili dalla materia infinita:

Cessa dunque, atterrito dalla stessa novità della cosa, di respingere dal tuo animo la ragione, ma rifletti e soppesa con più affilato giudizio, e se ti sembra vero, abbassa le armi; o se falso, cingiti per la pugna. Lo spirito nostro cerca di afferrare con la ragione, dato che lo spazio si estende infinito oltre i confini del nostro mondo, che cosa vi sia là fin dove si spinge la mente, dove lo slancio dell'animo può spiegare libero il volo.

Si finisce per concludere che

non appar verosimile, quando da ogni parte si apra lo spazio libero e senza limiti, quando germi innumeri, dal più alto al profondo, vanno volando in molti modi animati da moto eterno, che soli siano sorti quest'unico orbe terrestre e questo cielo, e che più là restino inattivi tanti elementi; per cui, ancora e ancora te lo dico, è necessario riconoscere che vi sono altrove altri aggruppamenti di materia qual è questo,

Praeterea magnae legiones cum loca cursu
camporum complent belli simulacra cientes,
fulgor ibi ad caelum se tollit totaque circum
aere renidescit tellus, supterque virum vi
excitur pedibus sonitus, clamoreque montes
icti reiectant voces ad sidera mundi,
et circumvolitant equites, mediosque repente
tramittunt valido quatientes impete campos.
Et tamen est quidam locus altis montibus unde
stare videntur et in campis consistere fulgor.

[1]) II, 730-1022.

[2]) II, 801-810.

che l'etere tiene nell'avida sua stretta.... che vi sono in altre parti delle terre come la nostra, e diverse genti d'uomini e generazioni d'animali. [1])

Il Libro III è come una pausa nello sviluppo delle teorie fisiche. Il poeta, quasi volesse mostrarci subito la mèta della sua argomentazione, viene a discorrere dell'anima la quale, essendo un complesso di atomi, si dimostra doversi disciogliere e perciò annullare colla morte. Onde Lucrezio trae argomento a vincere ogni nostra preoccupazione d'una sorte futura, Non è forse assurdo temere il buio della tomba o le fiamme del rogo come se ancora l'anima fosse presente al disfacimento del corpo? O piangere i beni che si lasciano in terra, quasi ne dovesse continuare il ricordo?

Nil igitur mors est ad nos neque pertinet hilum. [2])

Il IV Libro, riprendendo l'argomento del II, sviluppa la teoria democritea delle sensazioni, come dovute a *idola* o piccole imagini, distaccate dai corpi.

Nel V poi si descrive la formazione del nostro mondo [3]) e sopra la Terra la storia o la preistoria dell'uomo, fino allo sviluppo della nostra civiltà. La Terra stessa generò dapprima le piante, i fiori e gli alberi, poi procreò gli animali e gli uomini:

[1]) II, 1040-1076:

Desine quapropter novitate exterritus ipsa
expuere exanimo rationem, sed magis acri
iudicio perpende et, si tibi vera videntur
dede manus, aut, si falsum est, accingere contra.
Quaerit enim rationem animus, cum summa loci sit
infinita foris haec extra moenia mundi,
quid sit ibi porro quo prospicere usque velit mens
atque animi iactus liber quo pervolet ipse....
Nullo iam pacto veri simile esse putandumst,
undique cum vorsum spatium vacet infinitum,
seminaque innumero numero summaque profunda
multimodis volitent aeterno percita motu
hunc unum terrarum orbem caelunque creatum,
nil agere illa foris tot corpora materiai....
Quare etiam atque etiam talis fateare necesse est
est alios alibi congressus materiai,
qualis hic est, avido complexu quem tenet aether....
esse alios aliis terrarum in partibus orbis
et varias hominum gentis et saecla ferarum.

[2]) III, 830.

[3]) V, 146-785.

infinite forme diverse e mostruose videro la luce nella feconda creazione,[1]) secondo le possibili combinazioni meccaniche degli elementi, ma tutte quelle che erano inadatte alla vita perirono. C'è qui il motivo empedocleo della sopravvivenza dei più adatti, come fattore dell'evoluzione della vita.[2]) « Poiché di tutti gli animali che adesso respirano l'aura vitale, solo l'astuzia o il coraggio o la prestezza hanno salvato la loro specie dal principio ».

Tuttavia gli uomini, figli della Terra, abitatori delle foreste, si nutrivano di ghiande e d'altri frutti selvatici, si dissetavano alle fonti e ai fiumi, facevano la guerra alle bestie feroci. L'evoluzione della società comincia col matrimonio e col linguaggio, che Lucrezio fa nascere dalla natura e dal bisogno, non dall'arbitrio d'un legislatore.

I vari suoni della lingua, la natura ci spinse ad emetterli, e il bisogno fece nascere i nomi delle cose, nel modo all'incirca, in cui vediamo i bimbi portati a ricorrere al gesto dall'insufficienza della lingua, che fa lor mostrare a dito le cose presenti.... Ogni essere infatti sente l'uso che può fare delle sue facoltà. Prima ancora che le corna spuntino sulla sua fronte, il vitello attacca con esse, e incalza a testa bassa l'avversario.... E tutti gli uccelli vediamo affidarsi alle ali, e chiedere ad esse un sostegno ancor tremante. Il pensare quindi che qualcuno abbia un tempo distribuito i nomi alle cose, e che da quello gli uomini abbiano appreso i primi nomi, è da insensati.[3])

Appare qui nitido il concetto che la funzione crea l'organo:[4]) e si vede anche come si ripeta in forme simili l'eterno conflitto fra tradizionalisti e liberi pensatori sull'origine del linguaggio; tanto che le apologie di Bonald ai tempi nostri sembrano scritte in risposta agli argomenti dei sofisti del V secolo.[5]) Del

[1]) V, 786-836. [2]) V, 836-924.

[3]) I V, 1028-1043. Queste speculazioni sulla preistoria sembrano risalire, attraverso Diodoro Siculo, a Ecateo d'Abdera. Cfr. K. Reinhardt, *Hekataios von Abdera und Demokritos*, in *Hermes*, 47, 1912.

[4]) Cfr. anche IV, 835: *nil ideo quoniam natumst in corpore ut uti / possemus, sed quod natumst id procreat usum.*

[5]) Anche fra i grammatici alessandrini si erano formate le due scuole rivali, i razionalisti (*analogisti*) e gli empiristi (*anomalisti*). Gli uni credevano nell'esistenza di una legge generale delle formazioni grammaticali, gli altri non vedevano ovunque che eccezioni e anomalie. Varrone, da vero romano, aveva proposto una soluzione intermedia di buon senso.

resto la teoria di Lucrezio sull'origine dei poteri dello Stato è quella stessa del « siècle des lumières ».

Il seguito del libro svolge l'ampio quadro dell'evoluzione storica dell'umanità. La scoperta del fuoco, le vicende della formazione dello Stato e le origini della religione, il progresso delle arti e della tecnica:

> Navigazione, agricoltura, e leggi, armi, mura, vie, vesti ed altri simili beni, e tutti quanti i piaceri della vita, poemi e pitture, e il polire immagini con arte, ce lo hanno insegnato a poco a poco l'uso e la ricerca dello spirito infaticabile, progredendo con lento passo. Così man mano il tempo produce sempre qualcosa di nuovo, che la ragione fa sorgere in piena luce. Poiché grazie alle arti l'una cosa si veniva rischiarando dall'altra, finché si giunse sulla vetta suprema.[1])

Ma l'esposizione non si chiude con una nota di speranza; il poeta è oppresso dalla visione di una prossima fine. Un mondo che è nato deve morire, e l'esaurita fecondità della Terra che un tempo generava spontaneamente gli uomini e tutte le specie viventi, ed ora si è ridotta a creare solo gli insetti e i vermi del limo, indicano già la vecchiezza del nostro, preludio alla distruzione immancabile, che verrà quando una delle due forze avverse, acqua e fuoco, finirà col trionfare dell'altra.[2]) Da questa certezza melanconica, che tutte le cose passano e muoiono, il saggio trae il suo tranquillo e severo ideale di vita.

Finalmente il libro VI, dedicato alla meteorologia, e che sembra piuttosto una raccolta di passi destinati ai libri precedenti, vuole sgombrare gli animi dai timori che sogliono accompagnare lo spettacolo di certi fenomeni naturali come tuoni, lampi, fulmini, trombe marine, tempeste, terremoti, descrivendone le cause:

> *O genus infelix humanum, talia divis*
> *Cum tribuit facta atque iras adiunxit acerbas!*[3])

E il libro stesso si conchiude con la descrizione della celebre peste di Atene, narrata da Tucidide: fine grandiosa e tetra di un poema senza gioia.

[1]) V, 1448-1457. E anche oggi, dice altrove il poeta, le arti sono suscettibili di progresso: poiché vediamo che ogni tanto si inventa qualche nuovo attrezzo per le navi.
[2]) V, 825 sqq.
[3]) V, 1194-95.

Abbiamo cercato di rendere, col concetto generale, il sentimento che ispira il poema di Lucrezio: lo spirito sereno della scienza diventa per lui appassionata volontà illuministica; la vera pietà, egli dice, non sta nelle cerimonie, nelle prosternazioni, nei sacrifici: sta nel poter guardare tutto con mente pacata.

Un uomo di scienza che legga Lucrezio avrà ben presto il senso di trovarsi di fronte uno spirito estraneo alle sue preoccupazioni: peggio ancora che gli errori, egli rileverà il suo difetto di interesse, che si fortifica dell'autorità di Epicuro. Il sole è grande quanto appare. La credenza agli antipodi — che pure egli descrive con precisione mirabile[1]) — viene rifiutata. Le eclissi si possono spiegare, con gli astronomi, ammettendo l'interposizione della luna e di altri corpi opachi fra noi e la sorgente luminosa, ovvero secondo la credenza popolare ammettendo che gli astri si spengono,[2]) ecc., ecc. In generale seguendo il criterio epicureo, l'A. allinea le varie spiegazioni possibili, senza preferirne alcuna. Onde viene ad acquistare merito il dossografo a scapito dello scienziato.[3])

Coi suoi pregi e coi suoi difetti, l'opera di Lucrezio passa i secoli.[4]) Ma più che nelle contribuzioni positive, più ancora che nel giusto senso dell'armonia intrinseca del mondo e dell'evoluzione della vita, il valore storico di essa sta nella visione poetica della scienza: quell'*arduus furor* così schiettamente e rudemente latino, che sconcertava i Romani alessandrinizzati, ispirerà gli uomini del Rinascimento e darà animo all'abate Gassendi a rinnovare le dottrine di Epicuro. Ai tanti che la formazione letteraria aveva tenuti lontani dalla scienza, i forti versi dai cupi riflessi di bronzo rivelavano nuovi orizzonti:

[1]) V, 750-770. [2]) I, 1056 seg.

[3]) Osserviamo però che Lucrezio, seguendo in questo Epicuro (*Lett. a Pitocle*, 101) e attraverso lui Democrito, afferma (VI, 160) che lampo e tuono nascono insieme, e sono percepiti distintamente solo per la differente velocità di propagazione della luce e del suono: e prende così posizione contro le autorità di Plutarco. Del resto hanno grande interesse per il fisico tutte le teorie del libro VI, se pur si rivolgano solo al lato spettacoloso e cataclismico della Natura. Per esempio la spiegazione del fulmine è quella stessa che si proponeva nel sec. XVIII; solo che Lucrezio non sa dare ancora un nome al suo fluido igneo. Particolare importanza ha poi la teoria del magnete, che mise William Gilbert (1540-1603) sulla strada che doveva condurlo allo studio scientifico del soggetto.

[4]) L'*Editio princeps* del *De Natura Rerum* fu pubblicata a Brescia nel 1473, e già nel 1589 Girolamo Frachetta di Rovigo ne dava una *Breve esposizione* in sei lezioni (ed. P. Paganini a Venezia).

di là dal consueto umanesimo moraleggiante era dato scorgere l'amorosa dedizione alla *natura daedala rerum*, l'eco di quanto si era fatto nella umile paziente ricerca della vera struttura del mondo. L'eco, diciamo: ché in Lucrezio manca in fondo l'elemento essenziale del pensiero scientifico, l'ingenua curiosità. Figlio di una civiltà stanca e delusa, egli vorrebbe trovare un ideale per un mondo che ormai non ne ha più: e s'illude di ravvisarlo nella severa bellezza della ragione, ordinatrice del caos. Negli inesorabili *foedera naturai* non cerca se non un rifugio all'anima assetata di pace:

Suave, mari magno turbantibus aequora ventis
e terra magnum alterius spectare laborem....
Sed nil dulcius est bene quam munita tenere
edita doctrina sapientiae templa serena,
despicere unde queas alios passimque videre,
errare atque viam palantis quaerere vitae,
certare ingenio, contendere nobilitate,
noctes atque dies niti praestante labore,
ad summas emergere opes rerumque potiri.
O miseras hominum mentes o pectora caeca!
Qualibus in tenebris vitae quantisque periclis
Degitur hoc aevi quodcumquest.... [1])

Gli Stoici. — Dopo Cicerone la filosofia suscita a Roma un interesse sempre più diffuso: presso i poeti, i giureconsulti e gli uomini di Stato. Essa diventa un rifugio nella tristezza dei tempi: i filosofi entrano come consiglieri nelle famiglie. La maggiore influenza è esercitata dallo stoicismo. In questa dottrina si fondevano i motivi religiosi, scientifici e filosofici in modo che particolarmente si confaceva al temperamento romano. Il rigido determinismo, la morale austera, la visione universale del Portico, hanno lasciato la loro impronta nell'ideale del *iustum ac tenacem propositi virum*. Stoici sono i grandi uomini di Plutarco, stoici gli eroi di Virgilio e dello stesso Orazio, stoica

[1]) II, 1-16: « Dolce cosa, mentre sul vasto mare i venti tormentano le onde, è dalla terra assistere alla faticosa lotta altrui.... ma nulla è più dolce che il tenere i ben muniti templi sereni eretti dalla dottrina dei sapienti, da cui tu possa guardar giù agli altri, vederli errare qua e là, cercando a caso la via della vita, rivaleggiare con l'ingegno, disputarsi l'onor della nascita, notte e giorno sforzarsi con angosciosa fatica, sollevarsi al colmo delle ricchezze e impadronirsi del potere. O misere menti degli uomini, o cuori ciechi! In quali tenebre e in quali pericoli si passa questo tanto che abbiamo di vita.... ».

la fede di Scipione Emiliano, di Rutilio Rufo e di Catone Uticense, e poi di Seneca, Elvidio e Trasea. I Gracchi ne avevano tratto ispirazione al loro tentativo generoso e lungimirante: Marco Aurelio doveva portare questa fede sul trono dei Cesari.

Ma il pensiero latino non fu mai esclusivo e di rado intollerante; quasi sempre vi si riconosce la nota eclettica di Cicerone. Così, in particolare, la dottrina democritico-epicurea, che abbiam visto trovare il suo più grande espositore in Lucrezio, non cessa di esercitare un'influenza caratteristica e conferisce un proprio aspetto alla scuola stoica romana.

Fra i filosofi che fanno professione d'insegnamento a Roma all'epoca d'Augusto, ricordiamo anzitutto i due Sestii, padre e figlio, che nella loro morale riprendono alcuni motivi pitagorici, e poi Sozione d'Alessandria ancor più vicino al pitagorismo per la dottrina della palingenesi, Attalo stoico e Fabiano Papirio. La morale stoica era anche professata nella sua forma estrema di energia e di disprezzo del dolore e della morte da quei « cappuccini dell'antichità » che sono i cinici, come quel cencioso Demetrio (*seminudus*) di cui Seneca ci descrive la propaganda appassionata; più tardi da Demonatte.

Fede ardente, religione delle anime libere nelle gravi ore del dispotismo imperiale, la filosofia, come la storia, non piaceva agli imperatori: *ingrata principibus nomina*, dice Tacito.[1]) Ed ebbe i suoi martiri per opera di Nerone e poi di Domiziano.[2]) Fra questi anche lo spagnolo che di Nerone era stato maestro ed amico, consigliere non sempre puro, Lucio Anneo Seneca.

Seneca è nato a Cordova nel 4 dell'e. v. Venuto a Roma col padre che lo educava all'oratoria, subì la più grande influenza dei severi moralisti della scuola dei Sestii. Giovane eloquente, si apriva davanti a lui la via dei successi e degli onori, quando l'imperatore Claudio lo esiliò in Corsica, per suggestione di Messalina. E vi rimase otto anni, finché Agrippina lo richiamò a Roma affidandogli l'educazione del giovane Nerone: del quale fu poi anche ministro. Caduto in disgrazia, nel 65 gli venne

[1]) Cfr. *Annali*, XIV, 57 e 59; XV, 71.
[2]) Dione Cassio, 66, 12, 19; 67, 13.

da Nerone l'ordine di uccidersi. La sua morte è raccontata da Tacito; e forse la fortezza d'animo che dimostrò nell'ora suprema può riscattare fino a un certo punto le sue sciagurate condiscendenze all'imperiale padrone.

Seneca — di cui esaminiamo più avanti l'opera enciclopedica riguardante le scienze naturali — professò la dottrina stoica, con quell'indirizzo eclettico ciceroniano che ama volentieri dimostrare come le stesse conseguenze derivino egualmente dalle premesse delle diverse scuole. Diceva di trascorrere nei campi altrui, non come trasfuga ma come esploratore: « Io posso disputare con Socrate, dubitare con Carneade, rasserenarmi con Epicuro, vincere la natura umana cogli stoici e superarla coi cinici »;[1]) e rivendicava a se stesso la libertà d'opinione di fronte ai grandi maestri, che accoglieva come guide e non come padroni. Per lui è all'incirca lo stesso che venga concepito un Dio creatore dell'universo, o la Ragione incorporea, o il soffio divino sparso in ogni cosa, o il Fato e le leggi immutabili della causalità.[2]) L'essenziale era di giustificare i canoni della saggezza e di persuadere coloro cui si rivolgevano i suoi precetti.

Infatti Seneca volle essere un direttore di coscienze, e forse la migliore delle sue opere rimane la raccolta dei consigli a Lucilio. Adattava il suo insegnamento all'indole delle persone, e nell'analisi dei caratteri e delle passioni spiegava una psicologia raffinata: egli ha saputo descrivere tutte le sfumature del male morale, e in particolare il disgusto degli uomini e della vita, così comune nella « società di belve » che è quella dei suoi tempi. C'è anche in lui un senso di giustizia e di amore per gli umili, qualcosa che prelude al sentimento cristiano e che ha potuto accreditare la leggenda dei suoi rapporti con l'apostolo S. Paolo. Ma, nonostante l'accento religioso che dà alle dottrine greche, egli rimane essenzialmente uno stoico, fornito della saggezza antica: il che vuol dire un pagano.[3])

Fra i filosofi che s'incontrano a Roma, dopo Seneca, conviene almeno nominare il più celebre rappresentante della dottrina stoica nell'epoca imperiale: Epitteto, lo schiavo frigio (n. c. 50

[1]) *De brevitate vitae*, XIV. [2]) *Ad Helv.* VIII, 3.
[3]) Cfr. Melli, *La filosofia greca da Epicuro ai neoplatonici*. Op. c. pag. 229 sqq.

e. v.). Era zoppo; si racconta che la sua infermità fosse dovuta a una malvagia burla del padrone, il quale una volta si divertì a stringergli la gamba in una morsa. « Bada, avvertì Epitteto, che finirai per rompermela ». E quando si ruppe davvero, aggiunse soltanto: « Te lo avevo detto ».

Epitteto seguì le lezioni dello stoico Musonio Rufo; liberato, divenne egli stesso maestro di filosofia a Roma, finché dovette esulare nel 93 quando Domiziano imperatore espulse i filosofi dall'Italia. Riparò nell'Epiro e visse povero, ma circondato dall'ammirazione di numerosi discepoli, a Nicopoli, fino al 125. Le sue massime furono raccolte da Arriano in quel celebre « Manuale di Epitteto » che tutti gli Italiani conoscono per la traduzione di Giacomo Leopardi.

Ed è, invero, un gran libro, documento di fiera natura che nella fermezza del proprio animo ha trovato la liberazione dai dolori e dalle miserie della vita. Alla avversa sorte, il misero nato schiavo oppone solo la sua intima grandezza, l'energia d'una fede che disprezza le cose esterne per dar valore al consenso della volontà morale. « Il dogma filosofico — dice — fa alzar la testa a quelli che sono in basso permettendo di guardar negli occhi i ricchi e i tiranni ». Il lato religioso è ancora più accentuato che in Seneca; egli celebra la Provvidenza visibile nell'ordine del mondo: « Se fossi un usignolo, farei il mestiere dell'usignolo; se fossi un cigno quello del cigno. Ma sono un essere ragionevole: perciò bisogna che canti Dio ».

I discorsi d'Epitteto hanno guadagnato alla filosofia stoica un'altra grande anima: Marco Aurelio imperatore considera quella lettura una fortuna ed un avvenimento della sua vita. E fu veramente straordinaria ventura che un filosofo, chiamato ai supremi fastigi del potere, potesse realizzare il regno dei filosofi.

Per questo la filosofia acquista un'alta importanza anche politica nella storia di Roma.

La filosofia stoica e il diritto romano. — La dialettica stoica fin dagl'inizî della scuola a Roma, esercita un'influenza formale sul diritto. Comincia l'elaborazione riflessa, la critica logica dei principî che sono messi in opera nella pratica dei rapporti e degli istituti giuridici. Già il primo giurista sistematico, Muzio Scevola (140-82 a. C.) scrive un *liber singularis*

definitionum o degli ὅρων; e la stessa sottigliezza minuziosa delle distinzioni e suddivisioni verbali che a lui si rimproverano, indica l'abito della dialettica ch'egli deve avere appreso dai suoi maestri stoici (v. p. 549, nota).

Anche i giuristi posteriori vengono tutti educati alla filosofia stoica; ed a priori sembra ovvio che ad essa s'ispiri la logica delle loro costruzioni giuridiche, e che queste debbano pure esserne affette nel loro contenuto morale. Ma c'è qui un problema storico assai controverso. Dopo che la critica dei testi ha adottato il metodo delle interpolazioni, si è delineata la tendenza a mettere in dubbio tutto ciò che, nell'opera dei giuristi romani, ci appare come discussione di concetti o di principî, di là dal consueto procedere del diritto classico per casi e per precedenti; soprattutto il Perozzi è giunto in quest'indirizzo alla tesi estrema, che attribuisce codesti sviluppi a critici ed interpreti bizantini.

Non è da noi giudicare di una questione in cui ha portato una parola moderata il Bonfante e dove, di recente, si è fatta valere una reazione in senso opposto dallo Stroux e dal Riccobono.[1]) Non vogliamo negare che il genio proprio dei giureconsulti romani si spieghi nella casistica e nell'analisi delle singole specie, in cui riescono insuperabili, e che essi sieno meno portati a discutere astrattamente delle definizioni o dei concetti. Ma anche la casistica analitica esige un senso logico finemente educato, e le solide costruzioni dei grandi giuristi del secondo secolo o dei principî del terzo — di Salvio Giuliano e di Ulpio Marcello, di Papiniano, di Paolo e di Ulpiano, le cui opere costituiscono fonti principali delle Pandette giustinianee — rivelano un'educazione logica tanto più profonda, quanto più coerente si presenta il sistema delle norme e più vasto l'uso delle analogie con cui essi riescono a dominare rapporti sempre più estesi.

È la grande originalità dei Romani di accompagnare la logica giuridica ad un sano realismo e di sviluppare, con senso storico ma con spirito spregiudicato e novatore, le antiche forme, in guisa da rispondere alle esigenze di una civiltà che va facendosi

1) Cfr. Stroux, *Summum ius summa iniuria*, trad. di G. Funaioli con note di S. Riccobono. « Annali del Seminario giuridico di Palermo ». XII.

Cfr. anche E. Albertario, *Etica e diritto nel mondo classico latino* in *Scientia*, Dec., 1931.

universale, *veram nisi fallor philosophiam non simulatam affectantes*, secondo la parola di Ulpiano.

Codesto sviluppo significa che la filosofia penetra delle sue idee morali anche la sostanza del diritto. La distinzione classica che pone un contrasto fra diritto e morale, può far velo su questo punto; ma lo stesso contrasto porta azioni e reazioni che si risolvono nel progresso etico del diritto. E l'influenza delle idee morali sui giudizî resulta anche dalla teoria retorica dell'interpretazione della legge, quale si delinea già in Cicerone, che attinge ad Aristotele (Stroux).

Mentre gli organi dell'evoluzione giuridica costruivano il diritto dell'epoca imperiale, eliminando i relitti degli usi locali e di un passato barbarico, per adattarsi alla mutazione economica e alle esigenze d'una società più vasta e civile, i nuovi ideali giuridici si esprimono coll'*ius gentium* o *ius naturale;* sotto l'impulso del quale il diritto romano doveva assumere quel carattere generale e razionale per cui è potuto apparire a distanza di secoli come fondamento e norma del diritto di ogni luogo e di ogni tempo: *ars boni et aequi, justi atque injusti scientia.*

In tale evoluzione si riflettono le idee universali della scuola del Portico, a cui — come si è detto — i giuristi attingono l'educazione filosofica. Sotto il regno di Marco Aurelio — che aveva avuto maestro di diritto Volusio Meciano — si creano le preture tutelari per vegliare sugli orfani e i derelitti, si riforma la legislazione sociale, il regime familiare, l'organizzazione annonaria; si mette un freno alle vessazioni del fisco, si migliora la condizione degli schiavi. Per Aristotele la schiavitù era una ovvia necessità sulla quale non valeva la pena di soffermarsi; ai giuristi romani appare ora come un male purtroppo inevitabile, ma al quale occorre portare ogni possibile alleviamento, tenendo presente che è un'ingiustizia essenziale, una violazione dello stato di natura. Già Seneca aveva detto: « Tutti gli uomini, ove si rimonti alle origini, sono figli degli Dei »; più tardi Ulpiano ribadirà: « Per diritto naturale tutti gli uomini sono liberi ed eguali ».[1]) E lo schiavo, anche prima che si eserciti l'influenza

[1]) *Digesto* I, 1, 4; L, 17, 32.

benefica del Cristianesimo, è protetto sempre meglio nei suoi diritti elementari di uomo.

Ma oltre il diritto privato la filosofia riesce a penetrare anche l'idea statale romana. Questa fusione si compie nel periodo aureo dell'Impero, che va dall'elezione di Nerva alla morte di Marco Aurelio (180), in cui i filosofi — già perseguitati da Nerone e da Domiziano — tornano in onore e circondano infine il filosofo che si trova assiso sul trono.

Marco Aurelio. — L'opera intelligente e vigile di politici quali Nerva, Traiano, Adriano, Antonino, tramandantisi il potere per adozione[1]), ha riformato l'impero in senso conforme alle tradizioni della stirpe. Vecchia famiglia romana, usa alle cariche e al peso del governo della cosa pubblica, gli Antonini rappresentano quell'elemento sociale che non si è mai piegato al « cesarismo »[2]) cioè al concetto della monarchia assoluta venuto dall'Oriente, ed ha serbato intatto il vecchio spirito patrio, quale appare nelle sdegnose invettive di Tacito: spirito essenzialmente repubblicano e stoico, che prendeva a modelli i martiri della libertà. Ricorda M. Aurelio[3]) iscrivendo all'attivo in quel curioso inventario spirituale che apre la sua opera:

« Per suo mezzo (del fratello Severo), aver conosciuto Trasea, Elvidio, Catone, Dione, Bruto, aver concepito l'idea d'uno Stato in cui le leggi uguali per tutti assicurino l'uguaglianza dei cittadini e dei diritti, e l'idea d'una regalità che rispetti anzitutto la libertà dei sudditi.... »

Infatti Antonino e Marco Aurelio, razionalisti convinti, non si sentivano certo re per diritto divino: ma piuttosto cittadini, investiti della suprema magistratura. Grande era il loro rispetto per le antiche istituzioni. Assistevano puntualmente ad ogni seduta del Senato, e non si levavano fin quando il console non avesse pronunciato la formula di rito: *Nihil vos moramur, patres conscripti.*

In ogni istante della sua vita Marco Aurelio ha « pensato fortemente da romano e da uomo, a fare quel che doveva con stretta e semplice gravità, con intelligenza, giustizia e libertà

[1]) M. Aurelio (121-180) apparteneva per nascita alla famiglia spagnola degli Annii, e fu adottato da Antonino. Il suo nome prima dell'adozione fu Annio Vero.

[2]) M. Aurelio, *Pensieri*, VI, 30. [3]) *Pensieri*, I, 14.

d'animo ».[1]) Nei sistemi dei pensatori, nella disciplina della ragione, ha cercato la via del bene. È il principe filosofo, auspicato da Platone, da Seneca e da Tacito. Il sogno dei pensatori della Grecia si realizza a Roma.

Educato fin da giovane da maestri stoici e dalla lettura di Epitteto, Marco Aurelio volle vivere una vita conforme alla dottrina adottata, e nei « Pensieri » ci ha lasciato il ricordo dei suoi esami di coscienza, delle riflessioni interiori che accompagnano il suo sforzo quotidiano, la sua attività di supremo moderatore dello Stato. Il diario, scritto in greco, è intitolato « εἰς ἑαυτόν » « a se stesso ». La maggior parte di esso fu scritto nelle meditazioni notturne sotto la tenda, durante l'interminabile campagna contro i barbari del Danubio.

Marco Aurelio ha fatto fino in fondo il suo mestiere di imperatore. Ha governato, ha combattuto, ha vinto, ha saputo anche reprimere energicamente i tentativi di ribellione nell'esercito. Ma l'« occhio dell'anima » gli è rimasto limpido e obbiettivo, e gli consente di non farsi illusioni sul valore di quella ragion di Stato che pur tiene in pugno:

« Un ragno va orgoglioso d'aver preso una mosca; fra gli uomini, chi si gloria d'aver preso una lepre, chi un cinghiale, chi un orso, e chi dei Sarmati. In fondo, predoni tutti quanti ».[2])

Nella luce dell'universale relatività, la storia appare il teatro della Natura; tutti abbiamo la nostra parte sulla scena, tutti, dall'imperatore allo schiavo, uguali in dignità *sub specie aeternitatis*. E l'uomo cui è devoluta la parte dirigente non avrà che da compierla in tutta umiltà, serbando il rispetto di quel genio interiore che è comune a tutti gli uomini, e che gli consente di

« esaminare le cose terrene come da un luogo elevato: greggi, eserciti, fatiche dei campi, nozze, dissensi, nascite, morti, tumulto dei tribunali, contrade deserte, popoli barbari d'ogni sorta, e il contrasto, e l'armonia che nasce dai contrari ».[3])

Un tal sereno distacco non significa disinteresse. L'imperatore non si limiterà ad amministrare e a beneficare ma cercherà

[1]) *Pensieri*, II, 5. [2]) *Pensieri*, X, 10.
[3]) *Ibid.*, VI, 48. Cfr. anche IX, 30.

di favorire in ogni modo l'elevazione spirituale dei suoi simili, il diffondersi del pensiero filosofico.

Marco Aurelio ha fondato cattedre di filosofia ad Atene, dotando largamente le diverse scuole. Di questo liberalismo talora si abusava. V'era chi dava un senso pratico all'eclettismo romano cumulando insegnamenti contraddittori, coi relativi stipendi.[1]) Diceva un tale: « Se Aristotele mi chiama al Liceo, lo seguo; se Platone m'invita all'Accademia vi entro. Se Zenone mi vuole sono ospite del Portico, e a un cenno di Pitagora, taccio ». « E allora, fa conto che ti chiami Pitagora », gli disse Demonatte.

Anche a Roma erano tornati da ogni parte i filosofi: non solo i consiglieri dell'aristocrazia, dotti di aspetto degno e portamento venerando, ma anche i filosofi nomadi che si sentivano investiti d'una missione d'insegnamento popolare, in particolare i cinici, franchi ed austeri predicatori. E insieme a questi la turba dei sofi avventurieri, piovuti da ogni luogo, che andavano esibendo per le vie e per le piazze di Roma i volti ispidi e la cupida vanità, e mantelli rattoppati e bisunti e nodosi randelli e cenci e bisacce da veri figli della natura. Il *graeculus esuriens* di cui parla Giovenale ostentava con una parlantina fra l'arrogante e il servile il suo filosofico disprezzo per le vanità di questo mondo. « La sua barba vale diecimila sesterzi — è detto in Luciano — o via, converrà stipendiare i becchi ».

Il prestigio dei filosofi eminenti che stavano accanto all'imperatore e ricoprivano le alte cariche dello Stato proteggeva i loro colleghi meno raccomandabili, gli « argonauti venuti d'Oriente ». Marco Aurelio onorava gli uni e aiutava gli altri, ma senza molta speranza. Dove è più il generoso ardire intellettuale dell'età eroica, il sogno dei campioni della Verità che volevano scalare l'Olimpo, spiegare i moti degli astri e la natura delle cose, riformare gli istituti e distruggere le convenzioni degli uomini?

« La causa universale è un torrente che porta ogni cosa. Miseri quegli uomini che vogliono regolare gli eventi sulle massime della filosofia. Bambini mocciosi. Uomo, che vuoi? Fa quel che chiede da te la natura e non cercare se qualcuno badi a quel che fai. Non sperare la repubblica di Platone: ti basti di migliorare un po' le cose, e non credere che un tal

[1]) Cfr. Luciano, *Demonatte*, 14.

resultato sia di poca importanza. Come cambiare infatti le inclinazioni degli uomini? » [1])

Basti all'uomo la visione d'un dovere silenzioso da compiere:

« Devo agli dei.... quando mi presi d'amore per la filosofia, di non essermi imbattuto in qualche sofista, né attardato nello studio degli autori, nella soluzione dei sillogismi, o nella conoscenza dei fenomeni celesti.... » [2]).

Triste cosa è per un filosofo trovarsi imperatore del mondo e aver perduto l'« amore della conoscenza ».

« Il tempo della vita dell'uomo: un punto; la sua sostanza: un fluire; le sue sensazioni: tenebre; tutta la struttura del suo corpo, preda del corrompimento; l'anima sua: un vortice; la sua sorte: un enigma; la fama, cieca opinione; in breve tutto, nel corpo, trasformazione, nell'anima, sogno e vapore; la vita una guerra e la tappa di un viandante; gloria postuma l'oblio. Che cosa dunque ci potrà esser guida? Una sola cosa, la filosofia.

E la filosofia, è far sì che il proprio genio interiore non diventi oggetto di oltraggi, inalterato, al di sopra del piacere e del dolore, che non agisca né a caso, né con frode, né con artificio; che non si curi di quel che gli altri fanno o non fanno; e ancora, che accetti e gli eventi e il destino come venuti di là donde anch'egli proviene; e sopratutto che attenda la morte serenamente, altro non scorgendovi che la dissoluzione degli elementi stessi di cui è composto ogni essere: ora se, per tali elementi, non vi è nulla di temibile nel trasformarsi senza posa l'uno nell'altro, perché sarebbe da temere l'universal trasformazione e la dissoluzione universale? È secondo natura, e nulla è male di quanto è secondo natura ». [3])

È questo in qualche modo il testamento del pensiero antico.

Frattanto l'influenza della filosofia si faceva sentire, come si è detto, in tutta la struttura dell'Impero: il razionalismo stoico, già tendente alla concezione umanitaria cristiana, permeava di sé il diritto pubblico e privato:

« C'est par là que la grande école stoïcienne qui au II^e^ siècle essaya de réformer le monde, après avoir en apparence misérablement avorté, remporta en réalité une pleine victoire ». [4])

[1]) *Pensieri*, IX, 29. [2]) *Ibid.*, I, 17. [3]) *Ibid.*
[4]) E. Renan, *Marc Aurèle*, pag. 28.

L'ultima espressione del razionalismo greco si incorpora all'organismo dello Stato romano. Nella persona dell'imperatore filosofo la stessa rinunzia si trasforma in forza d'azione.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Oltre alle opere generali sulla filosofia ellenistica, citate nella bibliografia del Capitolo XXIV, ricorderemo:

C. MARTHA, *Les moralistes sous l'Empire romain*, Parigi. G. BOISSIER, *Cicéron et ses amis*, Parigi, Hachette; EDWYN BEVAN, *Stoics and Sceptics;* E. V. ARNOLD, *Roman Stoicism*, Oxford, 1913.

Di LUCREZIO la edizione critica più autorevole è quella di C. GIUSSANI, Torino, 1896. Precede un I volume di *Studi lucreziani*. Il *De rerum natura* fu tradotto in versi italiani da A. MARCHETTI (1632-1714); I ed. Londra, 1717; ed. attuale Sonzogno, 1927. Ma poco vi si può scorgere della bellezza dell'originale. Più consigliabile è p. es. la recente traduzione letterale in francese, col testo critico a fronte, di A. ERNOUT, nella collez. « Guillaume Budé », Parigi, 1924. Cfr. anche J. MASSON, *Lucretius, Epicurean and Poet*, Londra, 1907-9; e H. DIELS, *Lukrez-Studien*, in *Sitzungsber. d. Preuss. Ak. d. Wiss.*, 2-18, Berlino, 1920.

Su Seneca cfr. C. MARCHESI, *Seneca*, Messina, 1920; v. anche la bibliografia del capitolo seguente.

Del *Manuale* di EPITTETO classica è la traduzione di GIACOMO LEOPARDI. Cfr. inoltre: A. BONHOEFFER, *Epiktet und die Stoa*, 1890; e dello stesso: *Die Ethik des Stoikers Epiktet*, 1894. Il testo dei *Pensieri* di M. AURELIO, spesso oscuro, è stato curato da STICH nelle ed. Teubner. Ottima la trad. italiana di L. ORNATO, Milano. Buona la traduzione francese di G. MICHAUT, Parigi, 1901. Cfr. anche: E. RENAN, *Marc Aurèle et la fin du monde antique*, Parigi, 1882; e le opere di ARNOLD e COSTA sopra citate. Una bella rievocazione letteraria, se pure troppo soggettiva ed estetista, dell'epoca, si ha nel *Marius the Epicurean* di W. PATER.

XXVII.

LE ENCICLOPEDIE

VARRONE E CELSO. — Abbiamo già rilevato la propensione dei Romani per le enciclopedie, che si manifesta fino dall'opera del rozzo Catone. Con una scienza molto più alta il tentativo si rinnova da M. Terenzio Varrone reatino, l'amico di Cicerone e di Cesare (116-27 a. C.). Disgraziatamente della sua opera — circa 550 libri — che andava dalla commedia alla storia, dalla filologia alla morale, ecc., ci restano solo scarsi frammenti; ed è buona fortuna che ci sia stata conservata la parte forse più originale: i *III libri rerum rusticarum,* scritti verso gli 80 anni per assistere la moglie Fundania nella gestione delle sue terre, i quali segnano un notevole progresso di idee sul trattato analogo di Catone.

Ma sappiamo che Varrone scrisse pure varie opere su questioni naturali, fra cui un *Logistoricus Gallus de admirandis.* Le « *admiranda* » — curiosità, incredibili o paradossi della natura, παράδοξα, — hanno sempre suscitato l'interesse dei latini, per quel senso ingenuo di meraviglia che già Aristotele considerava come inizio della scienza. Così essi erano disposti ad accogliere le narrazioni di viaggi di Stazio Seboso, i ragguagli sugli alberi parlanti di C. Epidio, e la veridica istoria dell'araba fenice scritta da un certo L. Manilio (97 a. C.).[1]) Valutare l'opera di Varrone vorrebbe dire specialmente riconoscere l'influenza sua sopra le enciclopedie posteriori di Celso e di Plinio. Vi sono intorno a

[1]) Da non confondersi con M. Manilio stoico (I sec. e. v.) autore di un bel poema astrologico, in cui si celebra il determinismo universale.

ciò alcuni studî (ricordiamo P. Rusch e O. Probst); ma infine gli elementi di giudizio sono assai scarsi.

Dopo Varrone incontriamo un altro enciclopedista, Aulo Cornelio Celso, di nobile famiglia romana, del quale pochissimo sappiamo, se non che visse ai tempi di Augusto e di Tiberio.

Egli sembra essersi accinto con serietà e chiarezza di metodo alla sintesi del sapere del suo tempo. La sua opera — per quanto si può ricostruire dalle testimonianze di Columella, Quintiliano, Vegezio ed altri — comprendeva: 5 libri sull'agricoltura, 8 sulla medicina, una sezione sull'arte militare, una sulla retorica e una raccolta di *placita philosophica* in sei libri, ricordata da Sant'Agostino. Ma solo il *De re medica* è pervenuto fino a noi; e del suo contenuto abbiamo già discorso nel Cap. XXII, dedicato allo sviluppo di quella scienza. Quest'opera riesumata con gli inizî del Rinascimento e pubblicata fin dal 1478 a Firenze, fu tosto ammirata, non solo per la sua bellezza letteraria, ma altresì per il suo valore scientifico. È degna di figurare accanto o subito dopo i grandi trattati d'Ippocrate e di Galeno. Solo si può dubitare della sua originalità: anzi Max Wellmann suppone che sia in gran parte tradotta da quella d'un certo Cassio, che fu medico personale di Tiberio: il quale probabilmente, allievo di Temisone, avrebbe tentato una sintesi delle dottrine di questi con le idee ippocratiche ed empiriste.[1])

A parte questa riserva, sembra giusto il giudizio che dell'autore, qualunque esso sia, dà Salvatore De Renzi nella prefazione alla sua traduzione. Dopo avere descritto lo stato della cultura contemporanea, il medico napoletano si domanda quale fu l'opera di Celso: « Che cosa evitò di fare? Che cosa fece? Egli non tradusse, perché con un criterio invidiabile segnò il corso della scienza infino ai tempi suoi, e ne scrisse la storia filosofica, perché compendiò, criticò, dispose le materie, giudicò dei fatti e delle opinioni antiche e contemporanee. Non adottò un sistema speciale delle tre letterature; perché si sforzò di scorgerne le esagerazioni e gli errori e le buone massime. Non cedé alla smania di moltiplicar fatti che ingombrano la scienza senza chiarirla; perché in tutta l'opera il concepimento dell'*in-*

[1]) Cfr. M. Wellmann, *A. Cornelius Celsus, Eine Quellenuntersuchung*, Berlino, 1913.

sieme domina su' fatti, la sintesi filosofica riassume frequentemente le narrazioni analitiche, e perché forse per la prima volta si trova un lavoro che abbraccia l'arte intera senza che l'autore abbia ceduto una sola volta alla tentazione di dire *ego vidi, ego feci, ego dixi.* »

LE « QUESTIONI NATURALI » DI SENECA. — Seneca di cui già abbiamo discorso come filosofo, è anche autore di una enciclopedia naturalistica. Più vecchio di Plinio di una ventina d'anni, scrisse però di cose naturali verso lo stesso tempo, cioè dopo il 60. E si può anche domandare se nel pensiero romano non rappresenti uno stadio ulteriore.

I 7 libri delle *Quaestiones Naturales* trattano i soggetti seguenti: i fuochi celesti (stelle filanti, arcobaleni, ecc.), i fulmini, le acque della terra e in ispecie del Nilo, le nuvole, i venti, i terremoti e le comete.

Secondo alcuni l'idea di scrivere la sua opera venne a Seneca dal terremoto che devastò la Campania nel 63, danneggiando gravemente Pompei (distrutto poi nel 79): di codesto fenomeno egli porge una descrizione interessante al principio del libro VI. Ma forse il disegno dell'opera nacque nella mente dell'autore qualche tempo prima, quand'ei si fu allontanato dal circolo dell'imperatore. Ad ogni modo l'animo con cui si accingeva a scriverla si rileva dalla prefazione al terzo libro:

« Io non mi dissimulo la grandezza dell'edificio di cui pongo le fondamenta nella vecchiaia. Ho stabilito di fare un giro per tutto il mondo, e scoprirne le cause e i segreti e farli conoscere agli altri. Dove troverò il tempo per seguire tanti oggetti diversi, per riunire tanti fatti, per penetrare tanti misteri? La vecchiaia mi spinge alle spalle e mi rinfaccia gli anni consumati in vane occupazioni. È una ragione di più per far presto e riparare col lavoro i danni di una vita male impiegata. Si aggiunga al giorno la notte, si tronchino le occupazioni, si abbandonino le cure di un patrimonio che giace ormai lontano dal suo padrone ». [1])

Il contenuto dell'opera non è originale. Seneca prende a base delle sue esposizioni la fisica atomistica democritea, ed espone le dottrine dei filosofi suoi predecessori e specialmente di Posidonio, maestro ed ispiratore dello stoicismo romano;

[1]) Trad. Marchesi, *op. c.*, pag. 273.

ma le tratta spesso con libertà di giudizio. Per esempio, discorrendo dei terremoti nel libro VI, dopo avere riferito le cause che ne dànno Democrito ed Epicuro, si attiene al vento che considera « capace di produrre i più grandi effetti, perché nulla nella natura è più potente o impetuoso ». Apparteneva questa teoria a Posidonio, ovvero l'autore latino si è ricordato qui del passo di Lucrezio (II, 230), ove dice che l'aria « sebbene invisibile è un corpo, perché spazza il mare, la terra, le nuvole del cielo, ed è capace di portar tutto seco nella violenza dei suoi turbini »?

Ancora quando descrive le varie specie di moti tellurici, Seneca aggiunge alla *succussio* e all'*inclinatio* di Posidonio la *vibratio*, che sembra avere personalmente osservato, come la specie di terremoti meno pericolosa.

Ma, piuttosto che nei particolari delle osservazioni scientifiche, l'originalità di Seneca deve cercarsi nella comprensione storica ed umanistica ch'egli ha della scienza, e nella fiducia che manifesta del suo progresso futuro. Molti spiriti arditi sono stati scossi dalle sue previsioni, dove, attraverso la consueta retorica, si scorge un sentimento vivo delle possibilità date alla ragione umana.

« La scienza è in un continuo divenire; la verità è sempre in cammino e il fascino del mistero ci mette sulla sua strada. Un giorno molti segreti saranno svelati con gli studi accumulati dai secoli. Una sola età non è sufficiente a risolvere tanti problemi delle cose celesti, fosse essa tutta quanta dedicata al cielo. Verrà tempo in cui i nostri posteri si stupiranno che noi abbiamo ignorato fatti così chiari....

Un giorno un uomo dimostrerà in quali parti dello spazio corrano le comete, perché esse vadano errando lontane dagli altri pianeti, e ne dirà la grandezza e la struttura ». [1])

Qui sembra profetizzato Newton. L'opinione sull'abitabilità degli antipodi, che Seneca raccoglie da Eratostene e da Strabone, [2]) è qualcosa di più che una fortunata previsione, se ha potuto influire sugli spiriti del secolo XV e suscitare così quel movimento di idee che ha condotto alla scoperta dell'America: « Qual'è

[1]) *Q. N.*, VII, 25, 30, 31 trad. Marchesi. Una nota simile si ritrova in Plinio: « Dobbiamo credere che i tempi vadano continuamente progredendo ». (*N. H.* VII, 31).

[2]) Strabone (I, 64) non fa che citare Eratostene. Cfr. cap. XXI.

la distanza fra il lito estremo della Spagna e gli abitanti dell'India? Pochissimi giorni, se il vento spinga ugualmente le navi ».[1])

Contuttociò Seneca non ha un vero interesse per la fisica; non ama la scienza per sé, ma per gli aspetti morali ch'egli vi scorge. Il suo finalismo stoico prende un carattere di predica. Anche nelle disputazioni scientifiche rimane, come Dante lo ha ritratto: Seneca morale. Per Epicuro e per Zenone, per Lucrezio e perfino per Plinio, la fisica è una premessa generale al sistema etico; per Seneca non è più che un simbolo. « Ad ogni studio e ad ogni discussione — dice — dovrebbe aggiungersi un significato morale. Sia che indaghiamo i segreti della natura, sia che trattiamo delle cose divine, l'anima deve essere liberata dai suoi errori e, di tanto in tanto, riconfortata ».

Così ad ogni discussione fisica segue il fervorino. Dopo aver trattato della luce, l'autore si chiede: « Quale fu il fine della natura nel formare sostanze atte a ricevere e riflettere le immagini? » E risponde subito:

« Il suo movente fu in primo luogo quello di mostrarci il sole con splendore attenuato, poiché i nostri occhi sono troppo deboli per fissarlo direttamente, e senza qualcosa che lo rifletta, noi ignoreremmo del tutto il suo aspetto. In secondo luogo saremmo incapaci di vedere o studiare le congiunzioni dei due corpi celesti per cui la luce diurna usa essere interrotta (cioè le eclissi), se non fosse che si possono esaminare le immagini del sole e della luna in bacini posti a terra, con una certa libertà. In terzo luogo gli specchi furono scoperti affinché l'uomo potesse conoscer se stesso ».

Questo modo di pensare sarà caro ai padri della Chiesa. Non per nulla Seneca è messo da San Gerolamo fra gli *scriptores ecclesiastici*.

Plinio. — Massimo fra gli enciclopedisti è C. Plinio Secondo, nato a Como nel 23 o 24 dell'e. v., morto nel 79. Conosciamo bene la sua vita e il suo carattere attraverso le opere del nipote Plinio il Giovane. È un Romano tipico della schiatta dei Ciceroni, dei Varroni, dei Pomponii. Le cariche dello Stato, l'intensa attività pubblica non lo distolsero dalla

[1]) *Q. N.* I, 13. Cfr. anche Plinio N. H., VI, 57.

diuturna inesausta attività letteraria. Da giovane aveva servito in cavalleria e aveva anche pubblicato degli scritti tecnici su quest'arma. Nell'età matura, divenuto familiare dell'imperatore Vespasiano, soleva recarsi presso di lui a conferire prima dello spuntar del giorno. Indi attendeva alle cure del suo ufficio, che erano vaste e molteplici. Non appena terminato il lavoro della giornata, tornava a casa a studiare. Durante il pranzo, nel bagno, in viaggio, ovunque teneva presso di sé il lettore. Infaticabile e metodico, percorreva e sunteggiava tutta quanta la letteratura dai Greci in poi. Quando era procuratore in Spagna, gli fu offerta da un certo Larcio Licinio la somma di 400.000 sesterzi per la sua collezione di estratti. Ma egli non voleva separarsene: e leggeva e aggiungeva senza posa.

Nell'agosto del 79 si trovava comandante della flotta a Miseno. Un giorno gli fu annunciato che una nube immensa, di forma insolita, sembrava uscire dal Vesuvio. Racconta il nipote:[1])

« Gli sembrò come ad uomo eruditissimo un fenomeno grande e degno d'esser conosciuto più da vicino. Si fece allestire una liburnica, e mi invitò ad andare con lui se volessi. Risposi che preferivo studiare, e per caso egli stesso mi aveva dato da scrivere ». Mentre sale a bordo riceve richieste di aiuto dagli amici in pericolo. « Già cadeva sulle navi cenere tanto più calda e fitta quanto più si avvicinavano; già cadevano pezzi di lava e pietre annerite, bruciate e rotte dal fuoco ». Dopo esser rimasto un po' in dubbio se dovesse tornar indietro, al timoniere che lo esortava a far questo disse: « La fortuna aiuta i forti. Raggiungi Pomponiano ». Questi abitava Stabia. Plinio riesce a sbarcare: lo conforta, cena con lui, sotto l'infuriar dei lapilli. « Si consigliano insieme se debbano rimanere in casa o andar vagando all'aperto. Infatti le case oscillavano con frequenti e vasti tremiti. D'altra parte all'aria aperta si temeva il cader dei lapilli. Tuttavia il confronto tra i due pericoli fece preferire quest'ultimo. Postisi sopra il capo dei guanciali li tengono stretti con panni di tela, e ciò servì loro di riparo contro i lapilli che cadevano. Già altrove era giorno, ma lì c'era la più oscura e la più profonda di tutte le notti; tuttavia molte faci e lumi di vario genere la mitigavano. Decise di uscire sul lido e di guardare da vicino che cosa permettesse il mare, il quale ancora continuava ad essere grosso e agitato da venti contrari. Quivi adagiatosi sopra una tela gettata a terra chiese due volte acqua fredda e ne bevve. Poi le fiamme e l'odore di zolfo, preannunziatore delle fiamme, volsero in fuga gli altri, e riscossero lui. Appoggiatosi a

[1]) *Epistole*, VI, 16, traduz. di Guido Martellotti.

due servi si alzò, e subito ricadde, essendogli, come io credo, chiusa la gola e impedito il respiro per il fumo troppo denso, molto più ch'egli era per natura debole e stretto di petto e soffriva spesso d'affanno. Appena ritornò la luce del giorno (e ciò avvenne il terzo giorno dopo quello ch'era stato l'ultimo della sua vita) fu ritrovato il suo corpo intatto, illeso e ricoperto dei propri vestiti, e l'atteggiamento era più simile a quello di uno che dorme che a quello di un morto ».

Dalla enorme massa degli *electa*, Plinio ha compilate varie opere, di cui ci è rimasta soltanto la *Naturalis Historia*. Come spiega l'autore nella prefazione a « Vespasiano suo », si tratta di un'inchiesta, che vuol essere per quanto è possibile completa sugli oggetti e i fenomeni offerti dalla natura (*omnia attingenda quae Greci* τῆς ἐγκύκλοπαιδείας *vocant*). Di fatto riesce, fra tutte le opere antiche, la più vicina nello spirito alle enciclopedie moderne, specialmente perché ogni cosa vi è considerata per ciò che interessa l'uomo, comprendendo, accanto alle scienze naturali propriamente dette, la geografia e la medicina ed anche notizie di storia e d'arte. « *Opus diffusum, eruditum,* dice il nipote, *nec minus varium quam ipsa natura* ». Vasta era l'ambizione enciclopedica ma nobilmente giustificata: *Naturae vero rerum vis atque maiestas in omnibus momentis fide caret, si quis modo partes eius ac non totam complectatur animo.*[1]) E l'autore volle assolvere il compito immenso che si era prefisso, coscienziosamente. Bene a ragione egli esclamava concludendo la grande opera: « Ave Natura, madre di ogni cosa; e siimi propizia, poiché io solo ti ho esaltato sotto tutte le forme nel cospetto dei Quiriti ».

Tuttavia la *Storia naturale* è lungi dal rivelare uno spirito filosofico.

« Il mondo — si legge agli inizî del libro II — o come piacque di dire, il cielo, che racchiude tutto ciò che esiste, vuolsi essere un nume, cioè eterno, immenso, non generato né perituro giammai. Ma indagare tali cose straniere non interessa agli uomini, e neppure cape nella congettura delle menti umane ».

Per Plinio è pazzia (*furor*) misurare gli spazî celesti o speculare su mondi innumerevoli, pazzia scrutare le cose di fuori quando non si conoscono ancora tutte quelle di casa nostra.

[1]) *N. H.*, VII, 1.

Eppure senza tale pazzia la nostra civiltà non possiederebbe la dinamica di Galilei-Newton e la teoria delle macchine che ne dipende!

Ma seguitiamo l'autore latino. Il suo interesse non è soltanto pratico, sì anche erudito: c'è la passione del collezionista che tutto vuol sapere e descrivere, informandosi oltreché dell'oggetto o del fenomeno, anche dell'uso che gli uomini ne han fatto o possono farne, della storia, dei racconti, delle leggende che vi si riferiscono. Plinio non ha tanto spirito positivo da arrestarsi davanti alle favole, ma ne parla con qualche prudente riserva:

« In Etiopia e in India sono uccelli di diversi colori; fra gli altri in Arabia è la fenice, la quale, non so se favolosamente, dicesi unica al mondo e si vede di rado ». [1])

Del contenuto dell'opera così scrive l'autore stesso, nella prefazione:

« In trentasei libri abbiamo incluso ventimila cose degne di considerazione — perché, come dice Domizio Pisone, devono essere tesori piuttosto che libri — le quali si ricavano dalla lettura di circa duemila volumi di cento eccellenti autori, cui pochi studiosi attingono per l'oscurità della materia; e vi abbiamo aggiunto notizie ignorate dai nostri predecessori o scoperte più tardi ».

L'informazione che si reca in tal guisa sulla civiltà e sulla scienza antica, è veramente della più alta importanza: da rammaricare soltanto che il trattatista non raccolga sempre dagli autori citati di prima mano, ma si valga spesso di estratti men chiari e precisi e talora fraintenda le sue fonti specie nelle questioni più difficili dell'astronomia e della fisica.

Fra i trentasei libri nominati non si computa il libro I che dà un indice generale degli argomenti trattati. In calce all'indice di ogni libro si trova la nota bibliografica degli autori consultati, latini e greci: in tutto oltre 200. Notiamo a questo proposito che Plinio si oppone al mal vezzo vigente di non citare le fonti, e fa rilevare la scarsa correttezza di un tale procedimento.

[1]) *N. H.*, X, 2.

Ecco ora l'indice generale:

L. II *De mundo et elementis.* Astronomia, meteorologia, ecc.

L. III-VI *Situs, gentes, maria, oppida, portus, montes, flumina, mensurae, populi qui sunt aut fuerunt.*

L. VII *Hominum generatio et institutio, atque inventio artium.*

L. VIII-X *Terrestrium animalium, aquatilium, volucrum natura.*

L. XI *Insectorum animalium genera. Animalium omnium per singula membra naturae et historiae.*

L. XII-XXVII Botanica e farmacologia: XII *Arborum naturae,* XIII *de peregrinis arboribus et unguentis,* XIV *fructiferae arbores,* XV *naturae frugiferarum arborum,* XVI *silvestrium arborum naturae,* XVII *sativarum arborum naturae,* XVIII *naturae frugum,* XIX *lini naturae et cultus hortensiorum,* XX *medicinae ex his quae seruntur in hortis,* XXI *natura florum et coronamentorum,* XXII *auctoritas herbarum et frugum,* XXIII *medicinae ex arboribus cultis,* XXIV *medicinae ex arboribus silvestribus,* XXV *naturae herbarum sponte nascentium et auctoritas,* XXVI *reliquae ex herbis per genera morborum medicinae,* XXVII *reliqua genera herbarum et medicinae.*

L. XXVIII-XXXII *Medicinae ex animalibus.*

L. XXXIII-XXXVII Mineralogia, lavorazione dei metalli e delle pietre: XXXIII *Metallorum naturae,* XXXIV *aeris metalla,* XXXV *de pictura et coloribus,* XXXVI *lapidum natura,* XXXVII *gemmae.*

Chi guardi alla enormità del materiale accumulato da Plinio, non stenta a comprendere che la sua enciclopedia tecnica, non superata fino ai nostri giorni, sia valsa a conservare per secoli le più preziose conoscenze dell'antichità. Nel Medio Evo essa fu la somma delle scienze naturali; dal 1469 ad oggi ne furono ristampate oltre 200 edizioni.

Speciale importanza conservano i trattati sulla Zoologia: non che possano confrontarsi a quelli d'Aristotele per la profondità dei criteri classificatorî (la distanza è ben grande!), ma essi ci recano notizie di osservazioni molteplici fatte nel periodo storico susseguente a quel sommo naturalista: nel quale si ricordano un *Catalogo di uccelli* compilato da Callimaco di Cirene (circa 310-235 a. C.); uno scritto *Sugli animali* di Aristofane di Bi-

sanzio (circa 257-180 a. C.); e una *Raccolta di storie mirabili* di Antigono da Caristo, che ci è pervenuta.

Da questi e da altri predecessori che spesso amano le cose strane o favolose, Plinio cita largamente, e ne raccoglie pure fatti degni di nota ed interessanti. Si può dire che ovunque attinge, fuorché alla natura stessa. Però, anche il meraviglioso di certe notizie valse a tener desta la curiosità per le scienze naturali e quindi a riaccendere, nel Rinascimento, l'amore per tali studî.

La produzione di enciclopedie non si esaurisce a Roma coll'opera di Plinio; anzi l'interesse per questa letteratura si prolunga anche nei secoli della decadenza. Ma delle enciclopedie della bassa latinità, che più immediatamente tramandano al Medio Evo il sapere antico, parleremo nel Cap. XXXIII.

Ora ci conviene passare in rassegna le trattazioni, gli sviluppi o le applicazioni che ebbero dai latini le discipline particolari: tralasceremo la medicina per cui l'ambiente romano è condizione essenziale di un particolare periodo della sua evoluzione; ché — appunto in vista di ciò — se ne è discorso di proposito al Cap. XXII.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Su Catone e Varrone e in generale sui primordi della trattatistica latina cfr. la storia di M. Schanz, già citata. Inoltre F. Harrison, *Roman Farm Management*, Londra, 2.ª ed. 1918. Su Celso cfr. M. Wellmann, *Aulus Cornelius Celsus, eine Quellenuntersuchung* e il proemio alla trad. italiana di S. De Renzi, citata a suo luogo.

Il testo di Seneca: *L. A. Senecae Naturalium Quaestionum libri VIII*, ed. A. Gercke, Lipsia, 1907. Trad. francesi col testo a fronte di Charpentier e Lemaistre, Parigi, 1873-1879, e di D. Nisard, Parigi, 1877.

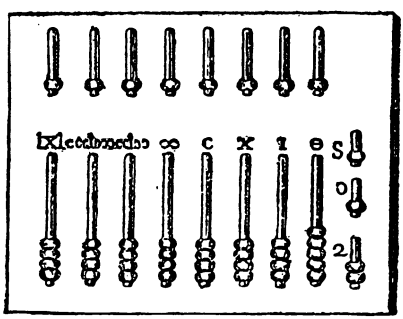
Le edizioni di Plinio sono, come abbiamo detto, innumerevoli. Si veda l'elenco pubblicato da E. W. Gudger, in *Isis*, 1924, che ne dà 222, di cui 190 pubblicate tra il 1469 e il 1799. La prima edizione latina è di Joh. Spira, 1469; la seconda è a Roma, presso Sweynheym e Pannartz, 1470. È dunque fra le prime cose che furono stampate. L'edizione critica attuale è la teubneriana. La prima traduzione italiana è quella del Landino (Venezia, N. Jenson, 1476). Citiamo ancora quelle di due altri cinquecentisti: Antonio Brucioli e Lodovico Domenichi.

Ricorderemo infine i capitoli che si riferiscono a Plinio e Seneca nell'opera di Lynn Thorndike, *A history of magic and experimental science*, Londra, 1923. Di Seneca in particolare si occupa J. Clarke, *Physical science in the time of Nero*, con nota di Sir Archibald Geikie, particolarmente interessanti per la geologia e la meteorologia.

XXVIII.

SCIENZA E TECNICA

LE MATEMATICHE E IL CALENDARIO. — Lo spirito pratico dei Romani non s'interessò mai delle matematiche per se stesse: soltanto in vista delle applicazioni l'aritmetica e la geometria entrano nell'Enciclopedia di Varrone. Per gli usi dell'Agrimen-



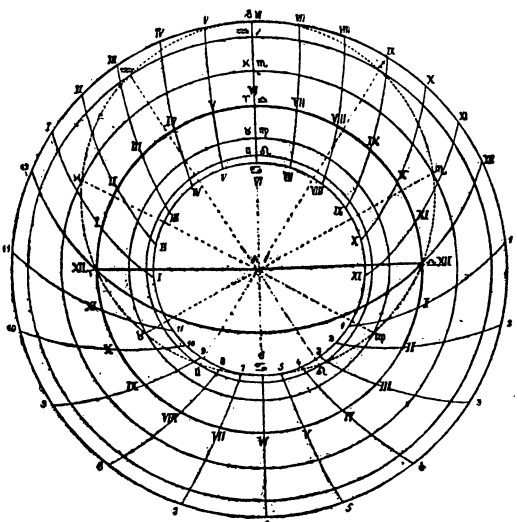
Abaco romano di epoca tarda.

sura[1]) Columella ne raccoglieva notizie specialmente da Erone; per l'architettura faceva loro qualche posto Vitruvio, come ve-

[1]) Fra i matematici agrimensori romani citiamo Balbo e Celsio vissuti sotto il regno di Traiano (98-117), il primo dei quali ha scritto una *ad Celsium expositio et ratio omnium formarum* che si riattacca pure alla fonte di Erone. Cfr. M. Cantor, *Die römischen Agrimensoren und ihre Stellung in der Geschichte der Feldmesskunst*, Lipsia, 1875. Lucio Apuleio — lo scrittore del *De magia*, fiorito a Cartagine intorno al 125 — tradusse per primo in latino l'*Aritmetica* di Nicomaco. Infine si occuperà di matematiche intorno al 500 Severino Boezio; cfr. cap. XXXIII. Fra le più belle opere lasciateci dagli agrimensori romani è certamente la rete di strade e canali che ancor oggi costituisce la ricchezza dell'Emilia e della Romagna.

dremo più avanti. Ma la più alta scienza greca doveva esser messa in valore a fini pratici di somma importanza nei problemi della misura del tempo e nelle grandi opere d'ingegneria.

Il primo ordine di problemi si collega all'Astronomia: vero è che il maggior interesse di Roma (specialmente nei secoli dell'impero) andò all'astrologia e alle leggende che si riferiscono alle costellazioni;[1]) pure qualche notizia scientifica positiva penetrò i circoli della cultura, siccome appare in Plinio.



Quadrante dell'orologio descritto da Vitruvio (sec. Bilfinger). La curva 12-XII-XII-XII dà l'orizzonte (di Roma) che divide il giorno dalla notte sui 7 cerchi stagionali.

Plinio[2]) racconta come il primo orologio solare sia stato collocato nel Foro Romano: era stato tolto a Catania nel 265 a. C. e occorse un secolo perché ci si accorgesse dell'inesattezza proveniente dal diverso grado di latitudine. Ma qualche nozione astronomica si deve riconoscere al consolare Sulpicio Gallo, che nel 168 ebbe a prevedere o piuttosto a spiegare alle truppe l'eclisse avvenuta durante la battaglia di Pidna.

[1]) Così per es. nella *Sphaera graecanica et barbarica* di Nigidio Figulo. Nello stesso tempo i *Fenomeni* di Arato erano tradotti da Cicerone, e Cesare componeva un poema *De Astris*.

[2]) *N. H.*, VII, 213.

Il problema del calendario fornì occasione ad adoperare le conoscenze scientifiche più elevate.

La sovrapposizione del calendario solare e del lunare dava luogo a difficoltà e irregolarità: calcolando 12 mesi di 29 giorni e mezzo ciascuno, si otteneva l'anno di 354 giorni. I Romani correggevano questo difetto intercalando ogni due anni, fra Febbraio e Marzo, un mese di 22 o 23 giorni alternativamente. Ne resultava quindi un anno di 366 giorni: un mese di avanzo ogni trent'anni. I pontefici mal rimediavano a questo stato di cose disponendo ad arbitrio delle intercalazioni secondo conveniva a certi interessi commerciali, e facendo annunziare il principio di ogni mese a suon di tromba, sicché la confusione era grande. Dice Voltaire: « Les généraux romains triomphaient toujours, mais ils ne savaient pas quel jour ils triomphaient ».

Così stavano le cose, quando Giulio Cesare intraprese la sua celebre riforma nel 46. I calcoli furono affidati al matematico greco Sosigene.[1]) Si cominciò col rimediare al ritardo di 67 giorni in cui ci si trovava in quel momento, aggiungendo all'uopo due mesi fra il Novembre e il Dicembre. Fu disposto quindi che 10 giorni supplementari fossero aggiunti ai mesi lunari di 29 giorni, aumentandone 3 d'un giorno e 4 di due; e per ovviare alla differenza di un quarto di giorno all'anno che ancora rimane, si introdusse la correzione d'un giorno ogni quattro anni: l'anno bisestile.

Così l'anno era riconosciuto indipendente dal ciclo della luna.

Tuttavia la riforma non fu subito compresa dai pontefici che dovevano applicarla, e un curioso errore nella sua interpretazione fu corretto soltanto da Augusto nell'anno 8 dell'e. v.: il regolamento portava *quarto quoque anno*, ed essi avevano compreso: al principio di ogni quarto anno, cioè ogni tre anni.

Il calendario giuliano durò come è noto fino alla riforma gregoriana del 1582: il calcolo di Sosigene fa l'anno più lungo del vero di 11 minuti, ciò che portava un giorno di più ogni 129 anni: 10 giorni al momento della riforma, e 14 oggi, come si vede dalla differenza del calendario russo. La riforma, oltre a ristabilire l'equinozio di primavera al 21 Marzo, corresse anche

[1]) Plinio, *N. H.*, XVIII, 57. Cfr. Censorino *De die natali*, 22 (238 e. v.).

le intercalazioni quadriennali, col sopprimere il bisestile negli anni secolari che non sieno multipli di 400.

LA TECNICA. — Le grandi opere d'ingegneria della civiltà romana dettero luogo alle più vaste applicazioni delle conoscenze matematiche: per le quali i Romani ebbero spesso ad organizzare il lavoro di artisti greci.

La Repubblica aveva già dato impulso a due categorie di opere pubbliche: strade e acquedotti.[1])

La prima strada romana in grande stile, la Via Appia, *longarum regina viarum*, che risale al IV secolo a. C., era già un capolavoro. Da allora non cessò il moltiplicarsi delle arterie che vennero coprendo l'Italia e l'Europa occidentale di una rete ben concepita e organizzata. Con l'ardita sicurezza del suo tracciato, le sue pietre miliari che scandivano l'estendersi dell'impero in ogni senso, i suoi ponti, i suoi viadotti, la sua quintuplice massicciata che sfidava il logorìo dei secoli, la strada romana era un poderoso strumento di civiltà. Le rapidità che essa concedeva, grazie a un buon sistema di posteggi, non furono più eguagliate fino all'avvento delle ferrovie. La velocità media delle poste verso la fine della repubblica era 120 km. al giorno: in 100 ore si poteva andare da Roma ad Aquileia. Si ricorda il caso di un corriere che coprì 332 miglia (oltre 500 km.) in 36 ore. Ma tutto questo organismo era riservato ai servizi statali, o ai privilegiati cui veniva rilasciato volta per volta un diploma imperiale. Per il pubblico gli spostamenti erano lenti e laboriosi, come possiamo vedere dalla arguta descrizione che ce ne ha lasciato Elio Aristide. Le grandi ditte e i ricchi dovevano tenere sempre in moto squadre di tabellari o schiavi corrieri. E alcuni giunsero fino a costruire a proprie spese delle stazioni di posta e di riposo lungo le vie da essi usate.

In fatto di comunicazioni private, si era quindi ancora in piena anarchia. Ma l'influenza della strada era pur sempre profonda. Non diminuiva soltanto le distanze; spezzava i confini

[1]) Ricordiamo fra i grandi lavori del tempo dei re e della repubblica: la Cloaca Massima, l'emissario del lago di Albano, i ponti sul Nera e sul Tevere, gli acquedotti dell'acqua Marcia (146), dell'acqua Tepula (127), dell'acqua Iulia (35). Sui precedenti preistorici o protostorici della sistemazione idraulica della campagna romana, v. p. es. l'art. *Cuniculus* nel *Dictionnaire des antiquités* di Daremberg e Saglio.

tradizionali, e creava in Italia nuove correnti d'interessi, che facevano capo a Roma. « Ricostruire nella sua interezza il disegno delle strade di una provincia romana, significa comprendere la base fisica di quel potere imperiale centralizzato cui si aggrappò la disperata volontà di sopravvivenza dell'Europa; significa afferrare le relazioni da città a città, da guarnigione a guarnigione, da vescovado a vescovado. Esso spiega il passaggio degli eserciti, del commercio e delle idee per oltre un millennio ». [1])

Nell'Italia ormai romana, gli aggruppamenti etnici si venivano disfacendo, si preparava la loro incorporazione nelle tribù elettrici. Nell'89 a. C. si poté compiere il passo decisivo: tutti gli Italici furono proclamati cittadini romani. I confini dell'Urbe si estendevano fino al Po.

Con l'avvento d'Augusto, col regno della *pax romana,* le energie del governo vanno sempre più dirette alla realizzazione di un grandioso programma di lavori.

A Roma, la nuova Babilonia, vengono dall'Oriente l'oro, i prodotti, gli artefici e forse anche qualche motivo del nuovo stile imperiale.

L'architettura greca si era mantenuta nella sua tradizionale limpida uniformità. Le dimensioni dei suoi locali eran ridotte a quanto consentivano i travi del soffitto; o altrimenti si doveva ricorrere a pilastri intermedi (tipo originario della basilica). Con l'arco e la volta, i Romani portavano una soluzione essenzialmente nuova; e seppero svolgere tutte le possibilità tecniche ed artistiche dell'architettura spaziale.

Le costruzioni colossali, templi, palazzi e terme, che suscitano ancor oggi il nostro stupore, hanno una certa affinità coi monumenti d'Asia. Le ampie volte, le proporzioni immense e pur armoniose, la struttura salda e massiccia ci dicono la potenza dell'Impero e le sterminate risorse di mano d'opera. Strutture quali il Pantheon o il Colosseo ci mostrano, coi loro complessi problemi di statica, la maturità tecnica degli architetti romani, tratta, come direbbe Vitruvio, *ex fabrica et ratiocinatione.* Ma è merito precipuo e caratteristico dello spirito romano di non essersi fermato ad opere di pura magnificenza, anzi di aver

[1]) H. Belloc, *The Stane Street.*

concepito e curato tutto un vasto programma organico di opere pubbliche.

La strada romana era costosa (circa 60.000 lire al chilometro); l'esecuzione dell'insieme di lavori descritti nell'Itinerario degli Antonini deve essere costata oltre 25 miliardi nostri; ma la preveggenza dei Cesari aveva dotato l'Impero di una rete stradale di prim'ordine, dalla Persia alla Britannia, in cui si teneva conto non solo delle necessità militari, ma anche dei bisogni locali; con poste ogni cinque miglia, sorveglianza militare, abbondanza di cavalli e di rifornimenti; e a tali strade erano necessari opere e ponti spesso giganteschi, come quello di Druso sul Reno, quelli di Traiano ad Alcantara, a Salamanca, alle Porte di Ferro.[1])

Altre opere colossali erano prodigate per l'acqua. Roma al tempo di Tiberio era già alimentata da oltre 400 km. di acquedotti: ma le nuove città di Gallia, di Spagna, d'Africa, richiedevano grandi lavori. Ricorderemo ad esempio il ponte dell'acquedotto sul Gard in Provenza, e quello di Segovia. Né era trascurata la navigazione interna. Al tempo di Adriano, l'Italia notoriamente povera in questo ramo contava quasi 4500 km. di vie navigabili. V'è da stupire dell'audacia degli idraulici romani. Di fronte alle disastrose piene del Tevere i *curatores alvei* avevano proposto un tempo di deviare i fiumi e i laghi per cui esso ingrossa: la proposta fu respinta solo per motivi religiosi.[2]) Augusto fece scavare un canale lungo la Via Appia, da Terracina a Roma: e per ordine suo, Agrippa congiunse il lago Lucrino col lago d'Averno. Druso con l'unire il Reno al lago Flevo e Corbulone col tracciare il canale dal Reno alla Mosa (circa 30 km.), dettero inizio a quel miracolo di tecnica che è la sistemazione idraulica dei Paesi Bassi. Nerone a sua volta non esitò a intraprendere lo scavo di un canale da Pozzuoli a Roma, per evitare alle navi il pericoloso cabotaggio lungo la costa; iniziò un altro canale dalla Saône alla Mosella, e riprese l'antico progetto del taglio dell'Istmo di Corinto. Ma le sue grandi im-

[1]) Quest'ultimo ponte fu costruito da uno dei più grandi ingegneri dell'antichità, Apollodoro di Damasco. Il ponte di Alcantara è opera di C. Julius Lacer. Sui precedenti presso le grandi monarchie orientali, cfr. p. es. Preisigke, *Die Ptolemäische Staatspost*, in *Klio*, VII, p. 241; Mommsen, *Röm. Gesch.* V, pur ammettendoli, espone anche la continuità della tradizione romana.

[2]) Tac. *Ann.*, I, 79.

prese rimasero a mezzo: mentre sotto Claudio era già stato realizzato quello che Plinio considerava il capolavoro dell'ingegneria romana, il canale per il prosciugamento del Fucino.

L'insuccesso finale di questa opera gigantesca, le aspre e non sempre fondate critiche che ne fa Tacito sessant'anni dopo, non debbono diminuirne ai nostri occhi il valore, anzi servono a far maggiormente rifulgere l'ingegnosità e la dura tenacia dei tecnici romani.

Il lago Fucino, negli Abruzzi, con le sue brusche variazioni di livello costituiva un pericolo continuo per la piana che oggi è d'Avezzano. Si trattava di scavare attraverso il Monte Salviano, in direzione del fiume Liri, un emissario che provvedesse subito a regolarne il livello, e in un certo tempo ad assicurare il prosciugamento del lago: due miliardi di metri cubi da evacuare, quindicimila ettari da riconquistare alla coltura.

Giulio Cesare fu il primo a esaminare il progetto. Il lavoro fu iniziato sotto Claudio. Per undici anni, trentamila operai faticarono a scavare ed armare un cunicolo, di 10 metri quadri di sezione, lungo 5600 metri, attraverso la montagna. Quaranta pozzi d'aerazione, profondi da 18 a 122 metri, numerosi cunicoli secondari, assicuravano la circolazione dell'aria e quella dei materiali. A prova della scienza tecnica dei dirigenti, si è notato il regolarissimo allineamento delle varie sezioni del cunicolo, determinate attraverso i pozzi da operazioni trigonometriche, e il perfetto incontro degli avanzamenti sotto il monte Salviano. Se si nota qualche deviazione, essa fu ingegnosamente escogitata per rimediare a frane avvenute durante i lavori. E certamente l'emissario avrebbe funzionato, come effettivamente funzionò per un certo tempo, non fosse stata l'irresistibile spinta laterale e verticale degli strati argillosi, che tendeva a schiacciare e riempire il cunicolo. La sezione normale adottata, quella di un rettangolo sormontato da un semicerchio, non poteva resistere, anche se rinforzata dalla più robusta armatura. Non si pensò a quanto sembra alla sezione circolare, e ancora meno a quella policentrica, di resistenza illimitata, che fu adottata dagli ingegneri del principe Torlonia nel 1876. Unico rimedio che si tentò fu quello di diminuire la sezione nei punti più difficili, nella speranza che il minor contorno, e i piedritti più corti, resistessero più facilmente alle enormi pressioni laterali. Fu vana la speranza: ma da questo rimedio di fortuna sorse la diceria che il liberto greco Narcisso, impresario generale, avesse voluto rubare sui lavori di scavo: ipotesi per molte ragioni inverosimile. Come che sia, il canale, malgrado gli sforzi e i tesori profusi, durò in esercizio solo pochi anni.

Vitruvio e Frontino. — Fra i trattatisti latini che scrissero d'ingegneria ricorderemo solo Vitruvio e Frontino.

Vitruvio Pollione, architetto e ingegnere, fiorì a Roma all'epoca di Augusto. I suoi *De Architectura libri X* sono rimasti

come opera classica, nella quale gli artisti del Rinascimento trovarono l'esposizione dei criterî di razionalità architettonica e degli « ordini », e preludono a quel purismo classicistico che ha la sua più perfetta espressione nel Palladio.

Ma Vitruvio è ancora importante per la storia dell'ingegneria, e i suoi scritti completano Erone.[1]) I primi 7 libri del *De Architectura* parlano degli edifici, l'VIII degli acquedotti, il IX della misura del tempo e il X delle macchine. I criterî a cui s'informa il trattato consistono in un giusto contemperamento della teoria con la pratica.[2])

« La pratica resulta da un'applicazione prolungata dei procedimenti usuali.... La teoria dimostra e spiega l'esecuzione delle opere coll'intelligenza e il ragionamento.... L'architetto che senza teoria, cerca soltanto la pratica, non riesce mai a procurarsi un'autorità proporzionata ai suoi sforzi.... E chi unisce teoria e pratica è bene armato e riesce al di là di ogni speranza ».

Ma per ciò l'architetto deve essere istruito, non solo nelle lettere, sì anche nella geometria, nell'aritmetica, nell'ottica e nell'astronomia. Vitruvio rammenta gli usi elementari di tali scienze ed aggiunge che chi non le possiede non potrà comprendere i trattati di Ctesibio, d'Archimede e di altri autori di cui ha spesso occasione di riferire i resultati. Uomo d'ingegno mediocre e confuso, ma pieno di buona volontà, Vitruvio tributava il debito onore ai grandi scienziati e avrebbe voluto meglio riconosciuta l'opera loro. Ricordando il culto che già i Greci avevano per gli atleti si meravigliava che

« somiglianti onori, ed anche di maggiori non sieno stati accordati a quegli scrittori, che in ogni secolo recarono giovamenti immemorabili alle genti tutte.... Gli atleti rendono i corpi più forzuti coll'esercizio della ginnastica, ma gli scrittori non solo rendono perfetto l'intelletto di se medesimi, ma anche quello d'ogni altro qualunque, apprestandoci ne' libri degli insegnamenti per apprendere e per aguzzare lo spirito ».[3])

Tipiche sono le considerazioni matematiche da lui premesse all'esposizione dei canoni architettonici. Abbiamo visto (Capi-

[1]) Particolare interesse dal punto di vista meccanico ha il libro V, in cui si descrivono i metodi per porre fondazioni sotto il livello dell'acqua. Si usavano cassoni a paranco (*taleae et catenae*) da cui l'acqua veniva estratta con la noria, la coclea di Archimede, fors'anche la pompa di Ctesibio (vedi anche X, 7). [2]) *De Arch.*, I, 1.

[3]) *De Arch.*, IX, proemio. Trad. di B. Orsini (1802); cfr. Mieli, *Manuale*, p. 233.

tolo XXIII) come il pitagorismo regnasse fra gli architetti greci. Ma non si sa nulla di preciso sulle loro armonie geometriche. Vitruvio seguendo la tarda scuola di Alessandria, afferma che la chiave dell'armonia architettonica sta nelle proporzioni del corpo umano. Ma non ci sa dire se questo significhi soltanto che vi è un qualche ordine interno di proporzioni, paragonabile a quello dell'uomo, o se invece le proporzioni da adottarsi siano appunto quelle del corpo.

Tutto si deduce, secondo lui, dai « numeri perfetti »; ma non sa se sia perfetto il sei oppure il dieci. E dal suo parlare oscuro nascerà molta confusione fra gli artisti del Rinascimento. [1])

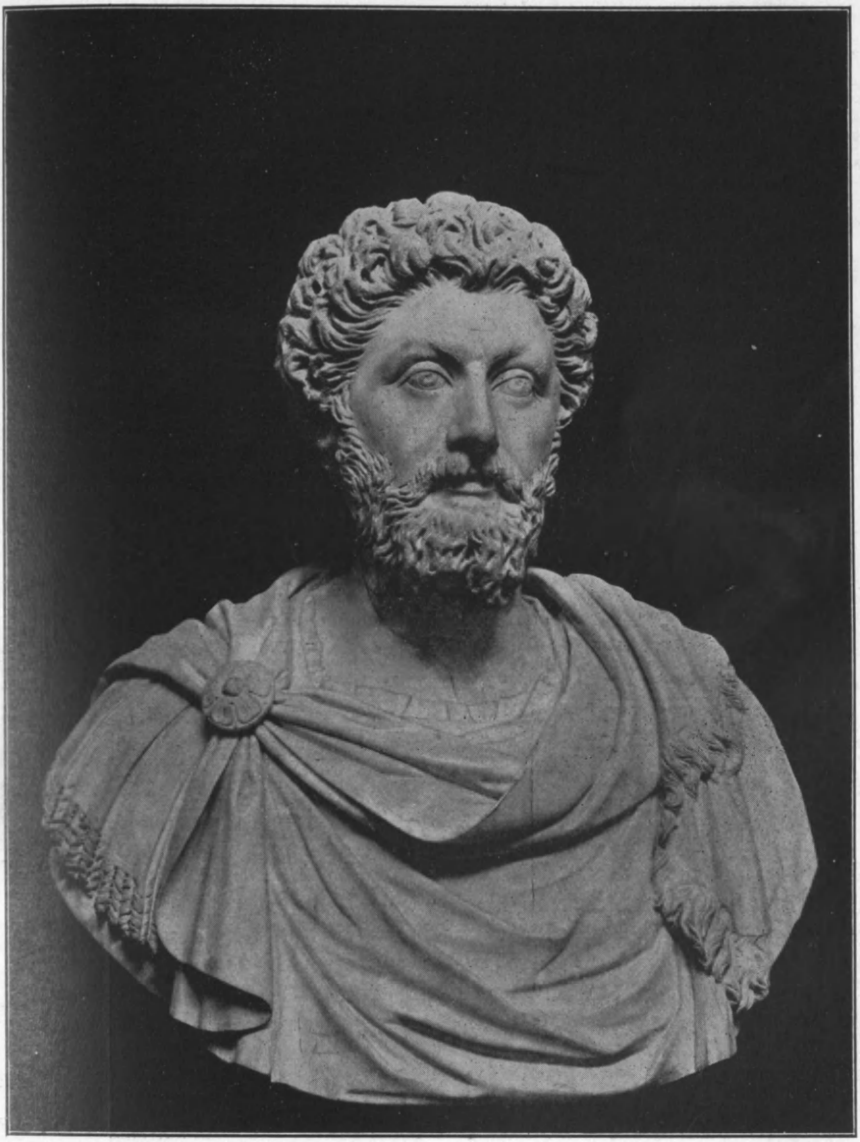
Del resto Vitruvio non ha saputo cogliere lo spirito essenziale, il ritmo, la profonda unità delle creazioni architettoniche dell'Ellade. Tutto si riduce per lui a ordini, a ricette, a regole per la disposizione delle colonne e degli intervalli; nelle sue costruzioni predomina l'ordine corinzio, fastoso e un po' volgare. L'ordine dorico, fiore dell'architettura greca, gli sembra povero, egli richiama le critiche di chi vi scorgeva certe *mendosae et inconvenientes symmetriae.* [2]) La purezza dell'arte greca è definitivamente morta.

Vitruvio ebbe senza dubbio grande influenza su certi indirizzi architettonici dell'età nostra. Ma è luogo comune errato il fare di lui l'espositore della grande architettura dell'Impero. Contemporaneo di Cesare e di Augusto, non poté vederne che gli inizî. Nella sua teoria degli ordini, un primo incerto tentativo di riportare sulle strutture romane gli schemi decorativi della Grecia termina nelle non felici soluzioni del nostro neo-classicismo. Le imponenti costruzioni pubbliche di cui l'impero si popola dal I al V secolo sono ben altre cose; e il loro spirito più che nel Palladio rivive nelle visioni del Piranesi: *De Romanorum Magnificentia et Architectura.*

Dal tempo di Adriano in poi si diffonde la volta a crociera, che porta a una costruzione più leggera e nel tempo stesso più razionale, in quanto consente una migliore ripartizione delle spinte laterali. Nelle Terme Diocleziane, nella Basilica di Massenzio (312 e. v.), sono delineate tutte le soluzioni che ritroveremo

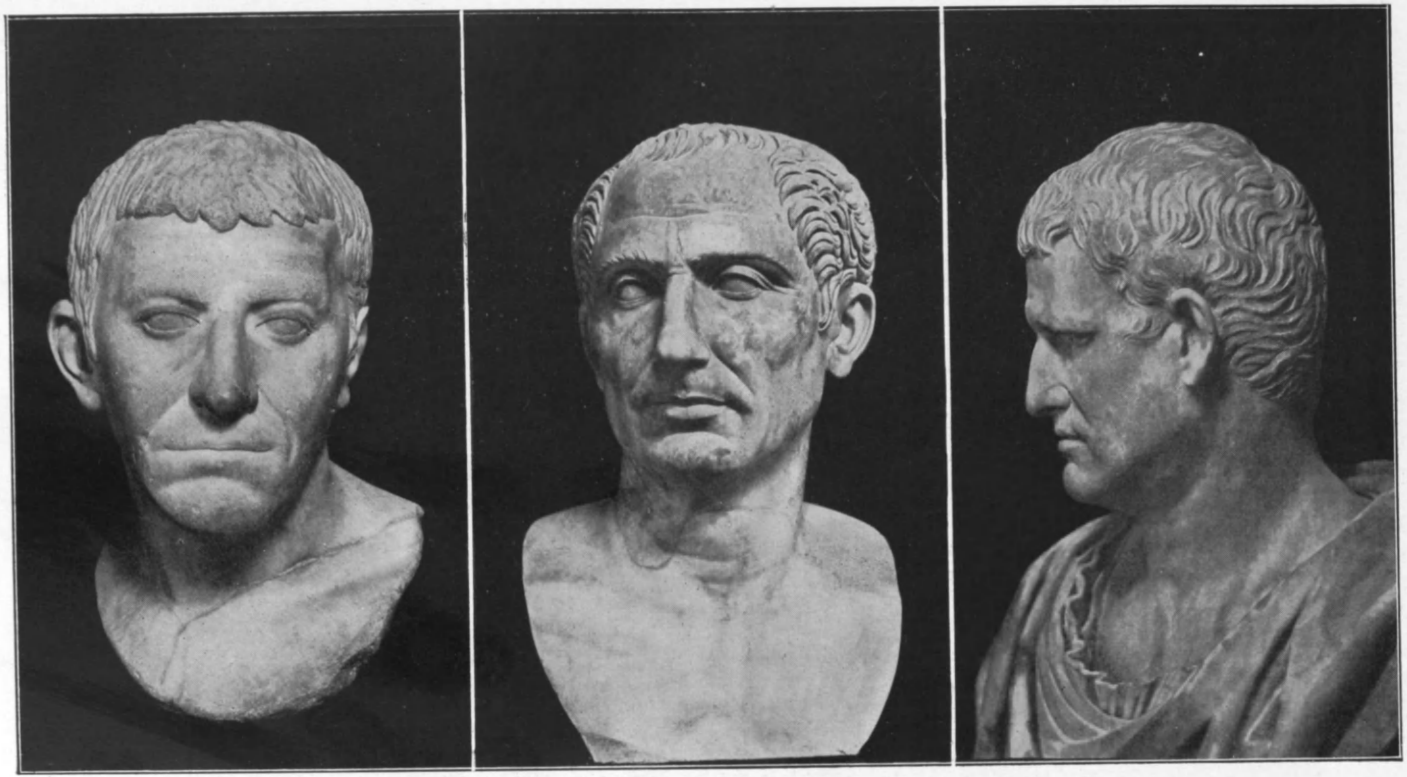
[1]) Fra i meriti dossografici di Vitruvio ricordiamo l'esposizione della teoria di Posidonio sull'influenza dei climi (L. VI) che ebbe così grande fortuna.

[2]) *De Arch.*, III, 1.



MARCO AURELIO.

Napoli. (Foto F.lli Alinari.)



Corbulone.
Museo Capitolino. (Fot. Anderson.)

Cesare.
Museo Nazionale. (Fot. Alinari.)

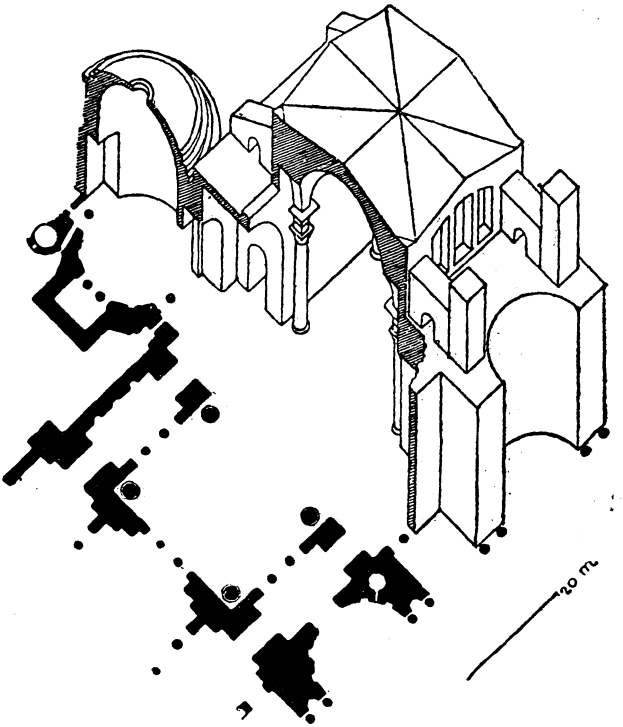
Agrippa.
Louvre. (Foto ed. Bruckmann *Griech. u. röm. Portraits.*)

ORGANIZZATORI DELL'IMPERO.

nelle grandi chiese romaniche, e che il gotico non farà che riprendere con ardimento nuovo.

Di Sesto Giulio Frontino diremo solo che ha lasciato un'opera di idraulica, *De aquaeductibus urbis Romae,* che costituisce il più importante trattato d'ingegneria dell'antichità.

L'autore è nato circa nel 40 e morto nel 103 dell'e. v.



Le Terme Diocleziane.

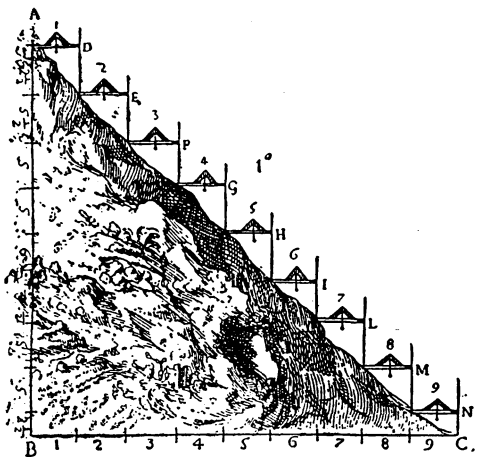
Fu ingegnere e soldato, autore anche di un libro sugli *Stratagemmi* militari; e *curator aquarum* dell'Urbe, cioè sovraintendente agli acquedotti.

A differenza di Vitruvio, egli sa esporre il suo soggetto con ordine e chiarezza, e sono preziosi i suoi ragguagli sui metodi di misura e di livellazione.

I Romani ricorrevano solo in casi eccezionali ai sifoni e alle condotte forzate. Preferivano attenersi alla soluzione più

semplice delle condotte a livello e profondevano quindi sforzi enormi in grandi opere in muratura, e in gallerie come quella che attraversa la montagna per due chilometri e mezzo, fra la valle del Liri e l'antica Angitia. I metodi escogitati per regolare l'efflusso sono piuttosto primitivi (p. es. angoli acuti per diminuire la velocità): certe brusche variazioni di pendenza ci dicono che non sempre gli strumenti di livellazione erano usati con la dovuta cura.

Tali strumenti erano la *groma* (che aveva le funzioni del



Antico metodo di livellazione già noto agli egiziani, e adoperato poi dagli agrimensori greci e romani. Dalla *Geometria Prattica* del Pomodoro, 1624.

nostro squadro), la *libra aquaria* o livello ad acqua, e il *chorobates,* un grande livello con filo a piombo: tutti mezzi assai rudimentali, e che richiedevano attenzione minuziosa. V'era, sì, la *dioptra,* descritta da Erone, e che si avvicina per ingegnosità e precisione al nostro teodolite. Ma da un accenno di Vitruvio pare che i tecnici romani non si fidassero di un apparecchio così complicato.[1])

L'acquedotto romano richiedeva manutenzione continua e paziente per assicurarne la perfetta tenuta. Così che appena il meccanismo amministrativo dell'impero cominciò a disgregarsi, i

[1]) *De Arch.*, VIII, 5.

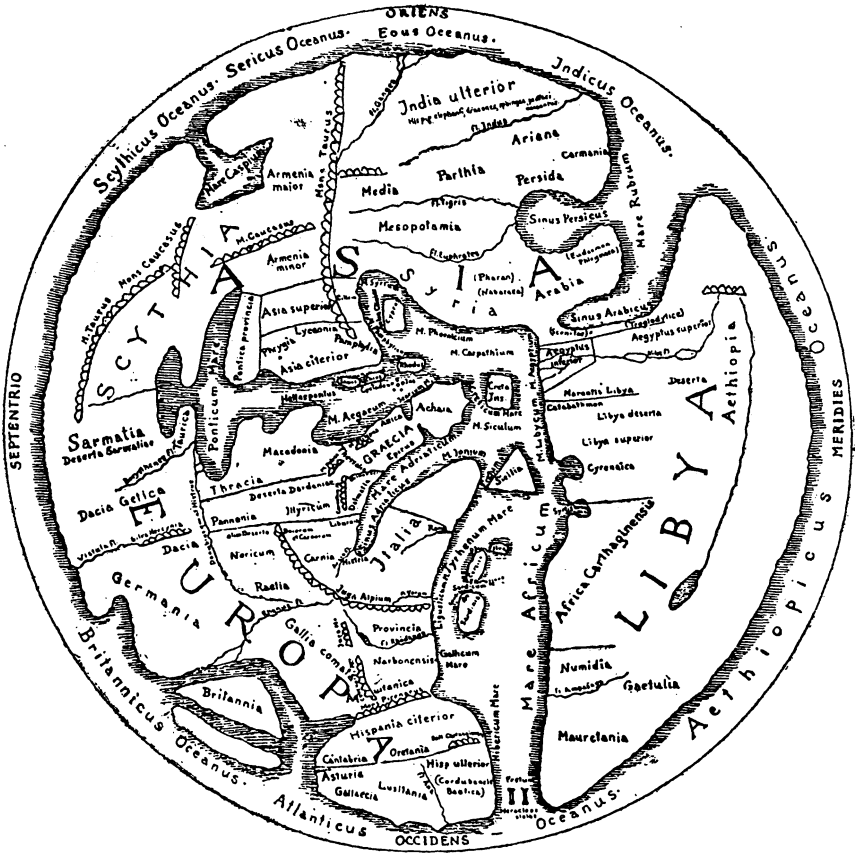
grandi centri si trovarono privi d'acqua; e Roma in particolare, priva dei 1.200.000 metri cubi d'acqua al giorno cui era usa durante l'impero, si dovette ridurre per forza di cose a una misera borgata vegetante alla meglio lungo le rive limacciose del Tevere.

Geografia. — La geografia, e specie la geografia antropologica, ebbe dallo sviluppo della romanità un grande incremento. Ma fu merito principalmente dei geografi greci che si valsero delle comunicazioni dell'impero per viaggiare e raccogliere notizie. Pochi e insufficienti furono gli sforzi fatti dai romani per portare la geografia all'altezza dei loro problemi imperiali. La loro prima manifestazione indipendente è l'*Itinerarium*, o catalogo delle strade, i cui lavori furono iniziati per ordine di M. Vipsanio Agrippa, l'amico di Augusto, il grande organizzatore tecnico dell'Impero.

L'ossatura della geografia romana non è costituita, come presso i greci, dalla struttura fisica delle regioni e delle coordinate geografiche, bensì solo dalle miglia misurate sulle strade. Se presso di noi una poligonale stradale non può pretendere a sostituire il rilievo trigonometrico, quanto maggiormente non sarà stato sensibile il difetto dati i metodi primitivi dei Romani. Quando si aggiunga che i dati erano raccolti piuttosto a caso, e senza elaborazione critica, si comprenderà che i grandi *Itineneraria*, prezioso e monumentale mezzo di volgarizzazione di alcune conoscenze elementari, non possano essere considerati scientificamente che come materiale greggio per la sintesi ulteriore di Tolomeo. Le corografie che vi si costruirono su, i commentari che al dire di Plinio le accompagnavano, le descrizioni di viaggi come quelle di Rutilio Namaziano del V secolo, appartengono tutte al piano pratico o letterario, e hanno per modello l'*Ephemeris navalis*, scritta da Varrone nel 77 a. C. per guidare Pompeo nel suo viaggio in Spagna.

Nell'aspetto generale, la carta di Agrippa doveva essere circolare (*orbis terrarum*) come lo saranno le carte di Giulio Onorio e di Dionisio Periegete; e non doveva differire molto dal disegno che riproduciamo, e che è stato ricostruito da K. Miller sulla *Divisio et dimensuratio orbis*, documento della bassa latinità.

Ma più di queste grandi raffigurazioni didattiche e dimostrative, che furono affrescate nelle scuole in varie parti dell'Impero, si erano venuti diffondendo gli *Itineraria* o libri stradali (ve ne erano di *picta* e di *scripta*) dei quali ci è rimasto un

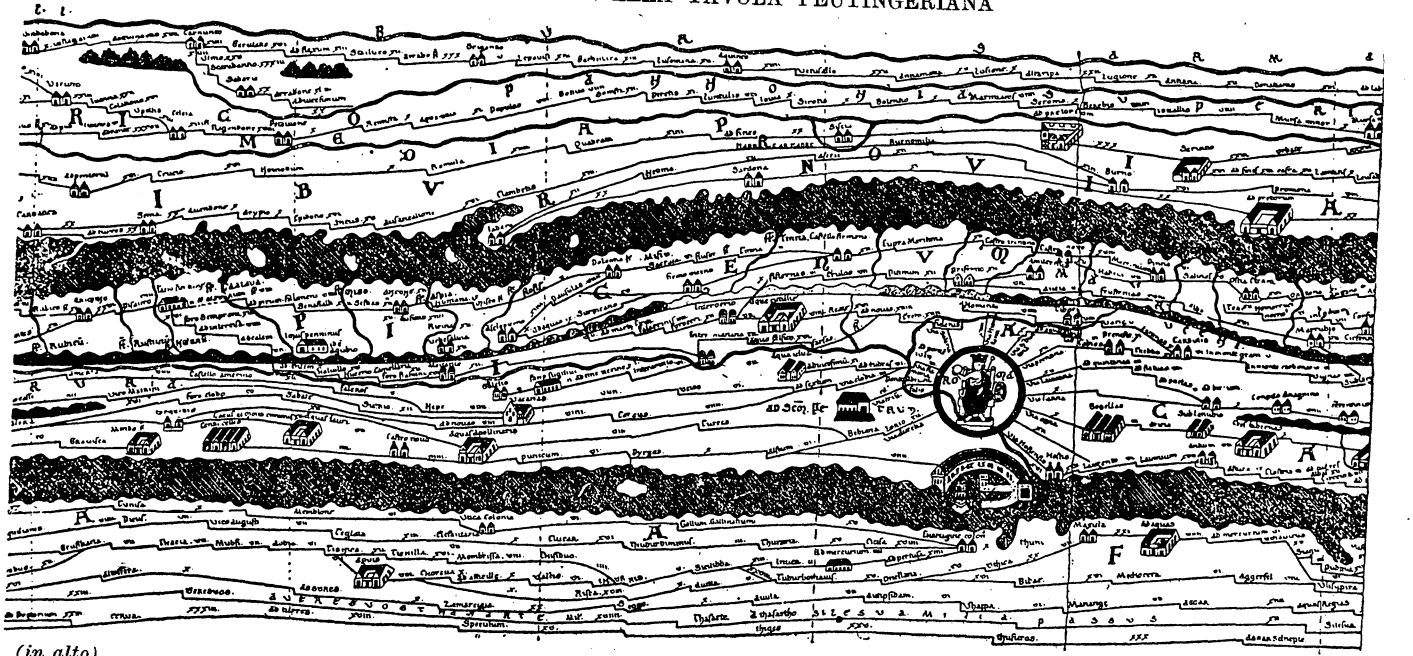


L' Orbe secondo la *Dimensuratio et divisio* (ric. K. Miller).

bell'esemplare. È una copia del sec. XII (l'originale è probabilmente del IV sec. ed è attribuito ad un certo Castorio) che va sotto il nome di Tavola Peutingeriana, dal nome di Conrad Peutinger, un banchiere di Augusta che ne fu possessore al sec. XV.

Questa striscia di pergamena lunga 7 metri, alta 30 cm., adorna di vignette, piena di sproporzioni infantili, può essere

UNA SEZIONE DELLA TAVOLA PEUTINGERIANA



(in alto)
Vienna

Zara
Ancona
Pesaro
Ascoli P.
Fermo
Cupramarittima
Carsoli
Ortona
Fossombrone
Urbisaglia
Rieti
Subiaco
Tarquinia
Gubbio
Bevagna
Terni
Boville
(Frattocchie)
Civitavecchia
Bagni di Stigliano
S. Pietro
in Vaticano
Roma
Anzio
Ferentino
Astura
Sardegna
Cartagine
Utica
Al Mansur
Tozeur

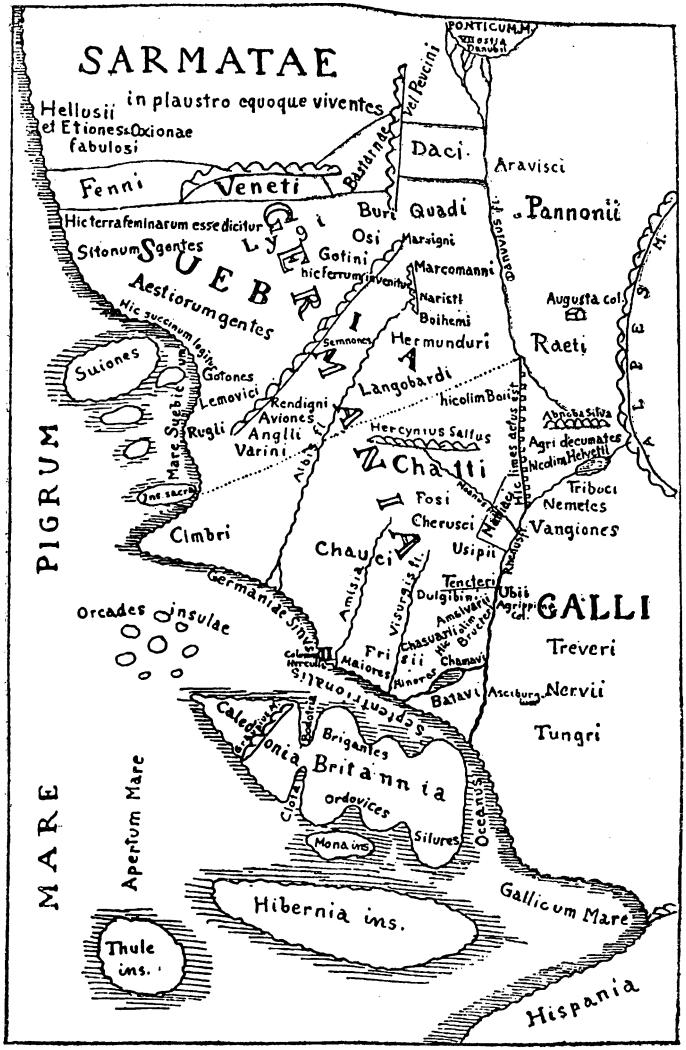
utile come guida al viaggiatore, ma non ha più nulla in comune con la geografia scientifica.

Unico trattato romano che si distacchi un po' dagli *Itineraria* è l'opera in tre libri di Pomponio Mela spagnolo (circa 43 d. C.). La sua descrizione dei continenti è ordinata secondo la linea delle coste: si ritorna così al carattere antico del periplo, che aveva già ispirato gli *Ora maritima* di Varrone. La trattazione è schematica e antiquata: si sente la mancanza assoluta di conoscenze matematiche: non si dànno neppure le distanze approssimative. Pomponio Mela non è uno scienziato; è un retore, che si scusa di dover trattare un soggetto così poco propizio ai fiori dell'eloquenza: *orbis situm dicere aggredior, impeditum opus et facundiae minime capax.* Dopo di lui, non vi sono più di nuovo che guide e itinerarî.

I Greci si affidavano alle stelle per descrivere la superficie della Terra: i Romani non badavano che alle pietre miliari.[1]) « Gli scrittori romani, dice Strabone, seguono i Greci.... non portano mai a queste cose una vera curiosità. Ne viene che là ove gli scrittori greci son privi di notizie, gli altri non offrono quasi nulla per colmare la lacuna ».[2]) Non si accusi Strabone di parzialità. Prendiamo per esempio il Reno, baluardo dell'Impero. Nessun fiume era meglio noto agli amministratori, agli ufficiali, agli ingegneri romani. Eppure Strabone non riesce a sapere se sia lungo 1000 km. come afferma Asinio Pollione, o soltanto la metà: se si getti nel mare per una o per due foci. Fra il Reno e l'Elba, i romani avevano percorso il paese in ogni senso, vi avevano costruito strade, fondato campi e città; il testamento di Augusto proclama la Germania pacificata fino all'Elba. Ma la distanza fra i due fiumi è data a Strabone in 3000 stadi (532 km.) e più tardi Velleio la stimerà a 400 miglia (576 km.). Ora la distanza vera oscilla fra i 3 e i 400 km. Tacito nella sua *Germania* non ci sa dare alcun riferimento esatto. La Geografia, priva di base, al tempo suo già comincia a dissolversi: « L'Elba, dice, nome celebre un tempo, oggi quasi non si conosce più ».

Di fronte ai problemi d'azione posti dalle grandi migrazioni di popoli, il governo romano si è trovato disorientato per man-

[1]) L'espressione è di Partsch. Cfr. Schanz, *op. cit.* II, 1, p. 460.
[2]) Strab. III, 4, 19.



Germania e Britannia secondo Tacito (ricostr. K. Miller).

canza degli elementi di giudizio: l'eroismo degli ultimi imperatori non varrà a rimediare al difetto iniziale di concezione.[1])

[1]) Sotto l'impero non furono intraprese esplorazioni a scopo scientifico, se non da qualche privato. Nel regno di Nerone però, abbiamo uno dei pochi esempi di spedizione geografica governativa, a scopo politico naturalmente, perché l'imperatore progettava una spedizione in Etiopia. I due centurioni che la comandavano si spinsero su su per il Nilo Bianco, nella regione delle paludi impenetrabili, fin sotto la confluenza del Bahr el Ghazal.

Agricoltura. — Come le matematiche per le applicazioni tecniche, così la botanica fu considerata a Roma essenzialmente per quanto riguarda l'agricoltura.

Le relazioni di questa con la scienza antica possono apparir dubbie a chi rifletta come anche oggi essa stenti ad entrare nel campo delle scienze applicate. Eppure nell'organismo del pensiero romano è così profonda l'impronta delle preoccupazioni agricole, che non ci apparirebbe naturale il lasciarla da parte in questo nostro sguardo d'insieme.

Vero è che la teoria e l'idealizzazione del lavoro dei campi risalgono a tempi ben anteriori. Se l'uomo è un animale domestico, dice Platone, lo deve al nutrimento domestico.[1]) Dal dono di Demetra sorge la vita civile, sorgono la famiglia e le istituzioni religiose. La Dea concesse all'uomo la legge fondamentale dell'ordine sociale, è Θεσμόφορος, *Legifera*. Tutta la stirpe ellenica fin nei suoi rami più lontani si trova accomunata nelle feste solenni delle Tesmoforie. Il genio greco intuisce l'universalità di questa sua conquista, come ci mostra il mito di Trittolemo, principe di Eleusi, il quale avendo appreso da Demetra a seminare il campo di Rharos, si slancia per il mondo sopra un carro alato a diffondere fra gli uomini il dono divino.

Non pochi furono i dotti greci che vollero scrivere di agricoltura, e fra questi abbiamo già nominato Archita. I trattatisti latini non sono certo i primi in questo campo. Eppure vi è in essi qualcosa che li fa vivere nei secoli, una nota originale che sta più nella intuizione che nella teoria. Osservava già Humboldt come i greci non descrivano mai la natura di per se stessa, bensì come sfondo a composizioni in cui stanno al primo piano le figure e le azioni degli uomini.[2]) La loro *physis* non è la nostra « natura »: vi è nella visione italica un senso romantico della terra, una profonda affinità col mondo vegetativo (si ricordi la parola di Alfieri sulla « pianta uomo »), che è forse uno dei segreti della eterna giovinezza della stirpe, che vibra nei versi di Lucrezio e di Virgilio come in quelli di Dante e di Petrarca, che orna il piano discorso di Varrone, e ci fa dimenticare fin le ricette disadorne e la gretta rapacità del Censore di Tuscolo: ai Latini fu concesso di sentire e cantare la *divini gloria ruris*.

[1]) V. anche Aristotele, *Pol.* II, 5; Varrone, *R. R.* I e II.
[2]) Cfr. l'ampia monografia in proposito nel II vol. del *Cosmos*.

L'agricoltura romana restò per lungo tempo allo stadio patriarcale, chiusa in sé e lontana dal mondo. Solo verso il 500 venne dalla Grecia l'olivo, attraverso i Sicelioti. Ma questa epoca è anche quella che ebbe influenza formativa sul carattere romano: ogni padre di famiglia era *adsiduus*, a un tempo cittadino, colono e milite. A difetto di scienza, la stirpe aveva una straordinaria intuizione delle forme di coltura che meglio si adattavano alla sua terra. Non è facile carpire il segreto di questa oscura simbiosi, dire precisamente perché, a parte ogni variazione climatica intercorsa, il suolo fosse più generoso a chi sapeva solo grattarlo coi suoi miseri strumenti a chiodo (*rastrum, ligo, sarculum*) che a noi che veniamo a sommuoverlo con le arature profonde. Ma il fatto rimane, ed è stato documentato recentemente:[1]) i primi Romani hanno saputo evolvere completamente quel sistema di coltura arida che è stato reimportato ai giorni nostri d'oltre oceano col nome di *dry-farming*: i loro strumenti erano di gran lunga più adatti dei nostri a un tal tipo di coltura.

Con le guerre di espansione, la struttura patriarcale dell'economia romana si altera profondamente. L'oro permette ai ricchi di estendere le operazioni usurarie, di sconvolgere il mercato, di distruggere le piccole proprietà a favore della loro economia speculativa. Non spetta a noi ritracciare la marcia degli eventi, che malgrado il generoso e vano tentativo dei Gracchi doveva condurre alle carneficine fratricide del primo secolo, e alla fine della Repubblica. Ma ci importa piuttosto di seguire i tentativi razionali diretti ad evitare o attenuare un tale stato di cose.

A questa epoca appartiene il primo trattato autenticamente latino, il libro *Sull'Agricoltura* scritto da Catone il Censore verso il 160. Non è questo, come si suol dire, la prima rozza codificazione di pratiche immemoriali; è piuttosto uno sforzo cosciente

[1]) « Coltivare — dice Columella con sintesi efficace — altro non è che sciogliere e mettere in fermento il terreno ». In questa definizione è implicita la risposta all'accusa di taluni storici moderni, come al dubbio di certi antichi, che i metodi romani abbiano « esaurito » il suolo. Occorre chiarire. La felice intuizione degli agricoltori romani sta appunto nell'aver saputo sfruttare la fertilità « circolante » del suolo, dovuta al ciclo dell'azoto, anziché dover ricorrere alle riserve inorganiche degli stati profondi, difficili ad estrarsi e a regolarsi. Recenti esperimenti con un *rastrum* ricostruito hanno provato quanto lo strumento fosse razionale, e adatto al clima caldo-arido. Con le ripetute lavorazioni, con avvicendamenti e riposi, il suolo si poté mantenere in condizioni di fertilità certo non grande, ma costante e sufficiente a comunità non troppo dense (cfr. *N. H.* XVIII, 6). Quando invece al piccolo coltivatore succedettero i capitalisti rapaci, cominciò la serie degli errori, e nelle provincie annonarie si accusò l'esaurimento della terra.

di organizzare un nuovo stato di cose. È un grido di allarme: il primo « richiamo alla terra ».

Il commercio e la politica avevano indotto i proprietari a stabilirsi a Roma, e a lasciare in mano a fattori (*villici*) l'amministrazione delle aziende in cui sui coloni predominava ormai il bracciantato servile o libero. Cura principale dei *villici* era naturalmente di tenere il reddito a un livello magari basso, ma uniforme, onde evitar dispiaceri. Contro questo malvezzo insorge Catone, e chiama a raccolta la classe ancor forte dei medi e piccoli proprietari: « Quando i nostri padri volevano lodare un buon cittadino, lo dicevano buon colono ». Ma più che sui metodi di coltura, Catone insiste sull'arte del comprare e soprattutto del vendere, su una razionale e magari spietata utilizzazione della mano d'opera.

Catone non era il solo a sentire l'urgenza del problema. Fin dalla seconda guerra punica, il Senato aveva nominato commissioni di studio sui metodi agricoli dei vicini e dei nemici, per vedere di intensificare la produzione. Si era fatto pubblicare un trattato dell'etrusco Sáserna; Tremelio Scrofa, uno dei *XX viri ad agros dividendos campanos*, scrisse un libro a noi perduto; nel 146 il Senato fece tradurre il libro del cartaginese Magone, da Columella detto *pater rusticationis*.

Ma l'afflusso d'oro, di grano e di schiavi consecutivo alle guerre d'Oriente segnava fatalmente la via all'economia agraria, e quindi alla tecnica. La granicoltura in Italia recede a favore delle provincie più specializzate che sono adibite a rifornire gratuitamente la plebe dell'Urbe. Un tentativo di industrializzare l'agricoltura su vasta scala vi fu certamente, e durò a lungo nelle provincie: lo spreco di schiavi cui diede luogo condusse alle sanguinose guerre servili (139-99 a. C.).

Malgrado ogni più duro sfruttamento della mano d'opera, la granicoltura intensiva non poteva rendere industrialmente. I trasporti su grande scala erano più onerosi di quanto lo fossero tre secoli fa, e si potevano tentare solo per via di mare. Non si sapevano nemmeno conservare le masse di grano prodotte.[1]) La terra si esauriva sotto i raccolti ripetentisi senza tregua.

[1]) Gli insettifughi adoperati (morchia d'olio, gesso, marne polverizzate) non valevano quasi nulla, così che immense erano le quantità che si dovevano gettare. Cfr. Tacito, *Ann.* XV, 8.

Ma la ragione principale è sempre quella intuita da Plinio: « È pessima cosa far coltivare i possessi da schiavi in catena, perché male riesce ogni cosa fatta da disperati ».[1])

Di questo molti romani intelligenti si rendevano conto nel primo secolo a. C., e preferivano variare il tipo delle colture. Il nuovo indirizzo ci è illustrato dal *De re rustica* di Varrone, un trattato pieno di buon senso e di larghe vedute: « Taluni, dice, come io stesso, dànno la preferenza ai buoni prati, perché non richiedono nessuna spesa ».[2]) Nella gradazione delle colture, il grano è battuto dalla vite, dal prato e dal pascolo, inevitabile rifugio di una economia capitalistica utilitaria. Lo schiavo, se era pessimo agricoltore, poteva essere buon pastore.

Quando Augusto prese le redini dell'Impero, si trovò di fronte a una situazione irrimediabilmente compromessa. Se anche, come vogliono gli storici, scorgeva il pericolo, sapeva che le annone erano ormai per l'Urbe una necessità vitale, e dové lasciare che le cose andassero per il loro verso: « *Latifundia Italiam perdidere,* dice mestamente Plinio, *iam vero et provincias* ».

L'imperatore sperava che la sua riforma sociale potesse bastare a tutto. Si predicava il ritorno alla terra e alle buone usanze dei padri, si proteggevano le comunicazioni, si organizzava e regolamentava. L'agricoltura in Italia era diventata lo sport dei ricchi, i quali importavano alberi nuovi come il susino, il noce, il ciliegio. Il sistema delle colonie protette rimetteva per un tempo in piedi il piccolo coltivatore, che si avviava ad essere il collaboratore (affittuario o mezzadro) del latifondista. I poeti di corte, Orazio, Virgilio, Marziale, Giovenale, auspicavano il ritorno dell'età dell'oro, e pastoreggiavano dottamente:

> *O fortunatos nimium, sua si bona norint*
> *agricolas....*

Per opera dello stesso colonato che al tempo d'Augusto aveva fatto rifiorire tutto il versante tirrenico del nostro paese, l'agricoltura africana prese uno sviluppo quasi miracoloso. I *vasta inculta* che aveva trovato Sallustio, la zona che gli arabi e i beduini rifecero poi deserto, verso il tempo di Traiano fioriva di colture e città. Cateratte e cisterne sotterranee captavano

[1]) *N. H.* XVIII, 6. [2]) *De re rustica,* I.

le acque, verzieri di fichi, olivi e viti le conservavano e regolavano. Quando i musulmani invasero l'Africa, percorsero da Tripoli a Tangeri una strada che si svolgeva ininterrottamente all'ombra degli alti oliveti.

La teoria dell'agricoltura romana ricevette nel I secolo d. C. uno svolgimento completo nel *De re rustica* in XII libri di Giunio Moderato Columella, uno spagnolo di Gade, contemporaneo di Seneca. Plinio riprende l'argomento nella *Storia Naturale*, con una trattazione che ci dà veramente la misura della sua capacità.

E all'agricoltura del secolo d'oro è dedicato anche il gioiello della poesia latina, le *Georgiche* di Virgilio. Dei 2188 esametri del poema, circa 1400 son dedicati alla decorazione letteraria e mitologica. Ma in 700 esametri, Virgilio ha saputo ammassare tutte le cognizioni agrarie del suo tempo, una vera enciclopedia agraria con il trattato delle coltivazioni erbacee ed arboree, pedologia, climatologia, geografia agraria, economia rurale, zootecnia, agricoltura, veterinaria, ecc. Ogni più umile aspetto della vita dei campi è illuminato di poesia dall'arte sobria, delicata e sicura del Mantovano, che assurge ad altezze solenni nel cantar le lodi dell'antica terra d'Italia.

Ma accanto alla visione creativa del poeta, sussiste la dura realtà; e pone problemi non dissimili da quelli che assillano l'agricoltore britannico di oggi: problemi tipici di un impero a libero scambio interno.

Dai dati di Columella e di Plinio ci è dato intuire che la coltura del grano era nettamente peggiorata. Esistevano in paesi progrediti, come la Gallia Cisalpina, aratri robusti tirati da otto paia di buoi. Ma i metodi nuovi e gli antichi sono applicati troppo spesso a caso. Lo stato di evoluzione tecnica dell'agricoltura è sempre un indice delle condizioni intellettuali delle masse. Il generale decadimento si vede ora in atto. Viene abbandonato gradualmente il sistema classico basato sulle ripetute arature e sarchiature: si fa strada l'espediente nefasto della semina col solo erpice.[1]) Il rendimento diminuisce, mentre allo stesso tempo i coloni non trovano prezzi remunerativi per i loro prodotti: i più vanno ad aumentare la plebe oziosa del-

[1]) *N. H.* XVIII, 48.

l'Urbe. L'organismo sociale si dissesta, sotto l'azione combinata della schiavitù e del pauperismo. Il latifondo estende la sua malefica influenza, solo in parte corretta dai metodi suggeriti da Varrone e Columella. L'Italia è divenuta un paese di parchi e di pascoli.

Non aveva torto il Re Ierone, di invocare un secondo Archimede. Se fosse lecito giudicare col senno del poi un processo storico così complesso e, nell'insieme, così poco noto, come l'evoluzione dell'agricoltura nel mondo antico, se ne ricaverebbero conclusioni poco favorevoli per il Senato e per i suoi consiglieri tecnici. Certo, causa preponderante del male fu l'ignoranza delle leggi economiche. Troppo era facile vivere dei tributi dei vinti, senza preoccuparsi della produzione indigena: questa si trovò presto dissestata dal prezzo politico del grano. Molti ed assurdi furono gli espedienti tentati, mentre i lungimiranti progetti dei Gracchi e di Cesare rimanevano lettera morta. Ma i fattori politico-economici non valgono a spiegar tutto in questa grande crisi. Si è giustamente osservato da vari critici che le stesse difficoltà dei trasporti proteggevano in larga misura la granicoltura italica dalla concorrenza d'oltremare: e quand'anche si tengano nella dovuta considerazione le molte vicende che ebbe a subire la classe agraria, rimane sempre il fatto non discutibile che la tecnica non seppe essere all'altezza dei bisogni.

L'agricoltura, aveva detto il vate, è stata una delle principali fonti della scienza, « aguzzando coi pensieri la mente dei mortali ». Ma pur senza addentrarci in una disamina tecnica per la quale rimandiamo alle opere speciali citate in appresso, si può affermare che in nessuna fase dell'agricoltura antica si trova un tentativo di applicazione sistematica del vero e proprio metodo scientifico, come abbiamo visto farsi in altri rami d'attività. Beninteso, non era tenuta a inventare la concimazione artificiale una civiltà che mancava di chimica. Ma nulla avrebbe impedito a priori ai Greci o ai Romani di creare metodi come la « siderazione », cioè l'avvicendamento basato sull'impianto pluriennale di leguminose induttrici di azoto nel terreno impoverito dalla coltura granaria; processo che fu presso di noi adottato da un non scienziato, il Solari, circa un secolo fa (si noti che proprio verso quel tempo riappariva la preoccupazione demografica) e che ha permesso la coesistenza della granicoltura e dell'alleva-

mento, ambedue allo stato intensivo. Perché un tal passo si facesse diciotto secoli prima, sarebbero bastati il metodo e la buona volontà.[1])

Ma fino a tanto pare non si spingessero l'astrattezza ellenica e l'empirismo romano; onde alla glorificazione del poeta vengono presto a contrapporsi le gravi parole di Tiberio al Senato degenere: « Le vittorie sullo straniero ci appresero a sperperare la roba degli altri, le guerre civili anche la nostra. Però vivaddio nessuno ci fa presente che le risorse d'Italia sono all'estero, che la vita del popolo romano sta ogni giorno in balìa del mare e delle tempeste; e se non fosse l'abbondanza delle provincie a rifornire di grano e padroni e schiavi e campi, bel sostentamento avremmo dai nostri parchi e ville.... ».[2])

[1]) Si noti che la rotazione più o meno razionale delle colture era già in uso da lungo tempo: cfr. Catone 37, 2; Columella II, 15; Plinio XVIII, 134. Durante l'Impero si imparò anche a correggere i terreni con marne e calce. Ma quello che dice Varrone (I, 18) sull'opportunità della sperimentazione pare non fosse mai applicato.

[2]) Tacito, *Ann.* 3 11, 53. Effettivamente la vita di Roma finì per dipendere esclusivamente dai rifornimenti d'oltre mare. Quando il Governo di Bisanzio l'abbandonò alla sua sorte, l'Urbe dovette aprire le porte ad Alarico per fame. Cfr. Oliva, *La politica granaria di Roma*, 1930.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Il testo del *De Architectura* di Vitruvio nell'edizione critica di F. Krohn, Lipsia, 1912. Trad. italiana di B. Orsini, Perugia, 1802, e di L. Marini, Roma, 1837. Traduzione francese illustrata da A. Choisy, 4 vol., Parigi, 1909.

Il testo di Frontino, *De aquaeductibus urbis Romae*, nell'ed. F. Krohn, Lipsia, 1922. Una bella edizione con ampio commento di R. Lanciani negli *Atti R. Acc. dei Lincei*, serie 3ª, vol. IV, 1880.

Il *De re rustica* di Varrone è edito, insieme col testo di Catone da H. Keil, 1884-1902. Traduzione inglese di Ll. Storr-Best, 1912. Il testo di Columella, ed. da W. Lundström, Upsala (incompleta); traduzione tedesca di H. Oesterreicher, 2 vol., Stuttgart, 1914.

I testi degli agrimensori romani in Lachmann, Blume, Rudorff e Mommsen, *Die Schriften der Römischen Feldmesser*, Berlino, 1848-1852. Il manoscritto del Codice Arceriano è stato pubblicato dal Cantor nella memoria citata più sotto.

Delle *Georgiche* esistono molte edizioni critiche e per uso delle scuole. Citiamo fra le prime quella del Güthling, fra le seconde quella del Mancini, Palermo, 1922. Una bibliografia Virgiliana completa si troverà negli «Atti e Memorie della R. Accademia Virgiliana» di Mantova a partire dal 1882.

Sulla tecnica romana si troverà il materiale nel *Manuale per le antichità romane* di Mommsen, Marquardt e Krüger. Sul servizio delle acque in particolare cfr. E. De Ruggero, in *Dizionario epigrafico delle antichità romane*, art. *Aqua*.

Opere generali sulla tecnica e sull'architettura: A. Choisy, *L'art de bâtir chez les Romains*, Parigi, 1873; Durm, *Baukunst der Römer*, in *Handb. d. Arch.* II, 2; Rivoira, *Architettura Romana*, Milano, 1921; C. G. de Montauzan, *La science et l'art de l'ingénieur aux premiers siècles de l'Empire*, Parigi, 1909; G. Cozzo, *Ingegneria romana*, Roma, 1928; e l'articolo di G. Giovannoni nella *Legacy of Rome*, già citata. Inoltre i capitoli corrispondenti delle opere già citate di Blümner, Merkel, Feldhaus.

Sull'agricoltura: E. H. F. Meyer, *Geschichte der Botanik*, T. I., 1854; V. Niccoli, *Saggio storico e bibliografico della agricoltura italiana*, Torino; L. Savastano, *Contributo allo studio degli scrittori agrari italici. I latini*, Acireale, 1917; G. Acerbo, *Studi riassuntivi sulla agricoltura antica*, Roma, 1927; *Le basi dell'economia agraria nell'Africa Romana*, Roma, 1929: e il recentissimo I vol. della *Storia agraria dei Romani in Italia;* inoltre l'opera già citata di Harrison. E ancora: A. Oliva, *La Politica granaria di Roma*, Piacenza, 1930; C. Ulpiani, *Le Georgiche* (studio di agricoltura e di economia politica) in « Ann. R. Sc. Sup. di Agricoltura di Portici », 1917. Intorno alle *Georgiche* intese come trattato di agricoltura e di botanica vi è del resto una buona letteratura; p. es. S. Consoli, *Neologismi botanici nei carmi bucolici*, Messina; T. F. Royds, *The Beasts, Birds and Bees of Virgil*, con una bella prefazione di W. Warde Fowler, Oxford, 1922; Sir A. Geikie, *The Love of Nature among the Romans*, Londra, 1912. Sull'influenza posteriore di Virgilio cfr. D. Comparetti, *Virgilio nel Medio Evo*, Livorno, 1872.

Sugli Agrimensori romani cfr. M. Cantor, *Die Römischen Agrimensoren und ihre Stellung in der Geschichte der Feldmesskunst*, Lipsia, 1875; e la dotta memoria in proposito dello Schiaparelli, negli *Scritti*, P. I. T. II.

LIBRO SESTO

LA FINE DELLA SCIENZA ANTICA

Σπούδασον οὖν, ὦ ψυχή, Θεοῦ οἶκος γενέσθαι:
FILONE, *De somniis*, I. 23.

XXIX.

IL TRAMONTO DELLA CIVILTÀ ROMANA

La crisi dell'Impero. — Il declinare della scienza col terzo secolo dell'era volgare, rappresenta soltanto un aspetto di quel fenomeno complesso, che è il fallimento di tutta la civiltà antica. I diversi aspetti inscindibili di questa storia sono: nell'ordine materiale il dissolvimento dell'economia dell'impero e la sua distruzione politica; nell'ordine spirituale il distacco degli uomini dalle miserie e dagli orrori della vita circostante, che importa una fuga da tutta la realtà sensibile, il ripiegarsi delle anime sopra di sé in un più intenso bisogno religioso, quale si esprime cogli sviluppi dell'ultima filosofia antica e finalmente si appaga nella fede cristiana.

Questa evoluzione spirituale, legata strettamente alla decadenza scientifica e tecnica, riceve lume dalle circostanze materiali che l'accompagnano, nelle quali si spiega il dissolvimento del mondo antico.

All'epoca dell'impero corrisponde il più lungo periodo di pace che il mondo abbia conosciuto: la *festa pax* dei Romani è conseguenza delle ultime grandi guerre combattute da Augusto (e per lui dai suoi valorosi figliastri Druso e Tiberio), mercé cui i confini dello Stato, vengono portati al Danubio. Col presidio di poche truppe diventava quindi possibile contenere la pressione esterna dei barbari. Nella sicurezza della pace e nella consociazione di popoli diversi, attorno al bacino del Mediterraneo, l'im-

pero godeva i benefici del più largo libero scambio, solo temperato da dogane e divieti d'importazione sulle linee dei fiumi che chiudevano il mondo civilizzato: sul Reno, sul Danubio, sull'Eufrate. E frattanto crescevano nuove prospere città in tutte le provincie: in Spagna ed in Gallia, in Africa ed in Asia; alle città costiere, viventi già del commercio marittimo, si erano aggiunti popolosi centri urbani nell'interno, spesso cospicui centri industriali, massime nell'Oriente ellenistico. Nondimeno assai presto si rende visibile che codesto immenso sistema economico portava in sé i germi della decadenza: l'indagine delle cause ha già affaticato nei tempi antichi Plinio e, fra gli studiosi moderni, il Mommsen, lo Schmoller e il Bonfante. Questo almeno si può dire: che i grandi servizî dell'impero non rispondevano ai bisogni del commercio; la posta era bene organizzata solo per gli scopi politici; i trasporti delle merci per terra erano soverchiamente onerosi, per mare lunghissimi. L'uso degli schiavi degradava il lavoro libero, e toglieva ogni incentivo al perfezionamento tecnico dell'industria; l'esistenza stessa della schiavitù produceva un impoverimento demografico.[1])

L'economia romana, dopo che le si erano aperti i tesori dell'Oriente — il cui saccheggio fu moderato soltanto dall'impero — era divenuta essenzialmente malsana; poiché nemmeno concepiva la differenza fra impieghi produttivi e impieghi usurari. Era troppo facile ai ricchi speculare in grande sulle concessioni di terre conquistate, o prestare ai piccoli proprietari e poi espropriarli. Prestavano tutti, liberti e senatori. Prestava Pomponio Attico, il letterato elegante, l'amico di Cicerone, al 75 %; Bruto, « l'ultimo Romano », si contentava del 48 %. Il tasso minimo pare che fosse del 12. L'economia romana non oltrepassò mai la fase fiduciaria per diventare capitalistica nel senso moderno.[2]) Le Banche emettevano e scontavano delle specie

[1]) Cfr. Wiskemann, *Die antike Landwirtschaft und das von Thünensche Gesetz*, 1859. La popolazione di tutto quanto l'impero romano ai tempi di Augusto si è valutata a una cinquantina di milioni, cioè circa 16 al Kmq. di fronte ai 24 della Russia Europea d'oggi: e i più in uno stato di economia assolutamente primitiva. Solo i mezzi moderni permettono l'affermarsi di un'economia espansiva in un ambiente di così scarsa densità demografica. Cfr. Beloch, *Die Bevölkerung der griechisch-römischen Welt*, 1881 e anche Cavaignac, *Population et capitalisme dans le mondo méditerranéen antique*, 1923.

[2]) Cfr. K. Marx, *Das Kapital*, Amburgo, 1890-94, t. III, p. 107; W. Sombart, *Das moderne Kapitalismus*, t. II, p. 107; e l'opera del Salvioli citata in bibliografia.

di assegni, ma non raccoglievano capitale per la produzione.[1]) La grande industria propriamente detta non esisteva, né poteva esistere, date le condizioni della mano d'opera, dei trasporti e dei mercati.[2])

Restava, a dir vero, l'industria chiave, l'agricoltura. Augusto aveva promosso con ogni sforzo il « ritorno alla terra » dei capitali disponibili: impresa difficile fra tutte, come ci mostrano anche le odierne vicende delle trasformazioni agrarie e delle bonifiche. I primi grandi tentativi di agricoltura industrializzata fallirono miseramente. La mancanza di fondamenti scientifici, il perdurare dei sistemi primitivi sopra la terra esaurita, la scarsità dei mercati di sbocco, la mano d'opera servile, tutto, come abbiam visto, li condannava all'insuccesso.[3]) Di grandi centri di consumo non ve n'era che uno: l'Urbe, la città tentacolare, che rimandava più lontano l'oro raccolto dalle provincie d'Oriente, per averne merci di lusso; che assorbiva nel suo risucchio i lavoratori cacciati dalla terra, e ne faceva plebaglia schiamazzante, mantenuta dalle sportule dei ricchi e dalle annone d'Africa e di Sicilia. Il « secolo d'oro » dell'economia italica non durò in realtà più di due generazioni.

Plinio deplora lo sperpero insensato e l'imprevidenza delle classi colte che vuotavano Roma e le provincie del loro capitale: « Dall'impero, anche secondo un minimo calcolo, mandiamo in India ogni anno cento milioni di sesterzi ».[4]) Si può discutere il vero significato economico di questo fenomeno; ma non è dubbio l'immiserimento in cui cade l'Italia col terzo secolo. La campagna è ridotta a pascoli e paludi; tutto il paese non

[1]) Dobbiamo però ricordare una forma interessante di credito agrario, che nacque sotto Nerva e Traiano dall'amministrazione delle fondazioni pie. Lo Stato prestava denaro ai proprietari (soprattutto ai grandi) a un tasso che di solito era il 5 per cento. Gli interessi dei mutui erano devoluti alle autorità locali per gli *alimenta* agli orfani e ai fanciulli indigenti. Tale fondo di circa due miliardi nostri fu in seguito distrutto dall'inflazione.

[2]) In Poehlmann-Oertel, *Gesch. d. Sozialismus in d. antiken Welt,* la cosa è spiegata principalmente con la diversa organizzazione del lavoro. Ma questo è un corollario dei difetti del sistema economico, e soprattutto dell'*insufficienza tecnica*. Si ammette del resto esplicitamente (Vol. II, p. 516): « La esistenza di grandi aziende (cioè di piccola industria ampliata) dipendeva da certe premesse, in particolare dalle disponibilità di materiale schiavi a prezzo ridotto. Le medie aziende sembrano essere state più redditizie delle grandi. Di un sistema industriale che crescesse da sé non può essere questione ».

[3]) Il tentativo finisce con misure assurde. Domiziano nel 92 ordinò la distruzione di tutti i vigneti e oliveti situati fuori d'Italia. Era come decretare la morte della Gallia Narbonense e della provincia d'Africa. Il decreto non ebbe seguito.

[4]) *N. H.*, XII, 18.

comprende più che 7 milioni di abitanti. L'estendersi dei latifondi, retti dai « potenti », preparava il Medio Evo.

Intanto la sicurezza dell'Impero, adagiato nella pace, era turbata una prima volta, sotto Marco Aurelio: il fiotto dei barbari, spinti a loro volta da altre migrazioni di popoli, traboccò dalle porte non sufficientemente difese. L'imperatore filosofo, per 13 anni sul campo, riaffermò la supremazia romana ristabilendo ed allargando le frontiere: senonché i nuovi confini venivano abbandonati dal suo successore.

Nel 235, dopo la morte di Alessandro Severo, il pericolo si ripeté più grave. L'impero si trovò minacciato contemporaneamente dai Parti in Asia, e dai Germani in Europa. Le incursioni di questi barbari sparsero ovunque il terrore. Un periodo di anarchia, in cui il governo fu diviso fra 18 imperatori militari (la cosidetta epoca dei Trenta Tiranni), parve preludere alla dissoluzione. L'impero fu di nuovo salvato e unificato dagli imperatori illirici, Claudio II, Aureliano, Probo, e riemerge più solido dalle riforme di Diocleziano.

Ma questo sforzo, compiuto per virtù d'una razza che non era l'italica, finiva con l'abbassare questa ed insieme col degradare la civiltà romana. Di romano l'impero non conserva che il nome. Scompaiono, con i privilegi del Senato, le ultime vestigia delle istituzioni repubblicane. L'imperatore è ormai un despota del tipo orientale, con gli attributi, il cerimoniale, la corte di un re di Persia. Lo Stato romano, negli sviluppi degli ultimi secoli, era cresciuto lentamente come una federazione di Città sottomesse all'Urbe. In mancanza di istituzioni politiche ben definite, unico legame fra le parti è il potere assoluto del Capo; e questi, non potendo più reggere un meccanismo così gigantesco, sarà costretto a riformare e centralizzare l'esercito, l'amministrazione, la magistratura: a scindere il potere (tetrarchia) e finalmente, con Costantino, l'Impero in due parti. Con ciò è segnato il destino del mondo occidentale; poiché la *Pars Orientis,* più ricca e meno esposta, abbandonerà a se stessa la parte latina, che verrà presto sommersa dai barbari.

Ma insistiamo su questo: la distruzione politica dell'impero non è che un aspetto della rovina di tutta la società antica, quale si palesa col progressivo impoverimento del mondo medi-

terraneo, già in epoca in cui persisteva una relativa tranquillità e sicurezza.

Non vi è dubbio: l'economia monetaria vigente da molti secoli andava verso il fallimento. Il denaro si sviliva, perdeva titolo, fino a ridursi nel II e III secolo a veri « assegnati metallici » (Mommsen). I prezzi salivano alle stelle: la crisi era generale. Diocleziano e Costantino, con sforzi eroici, ristabilirono il regime monetario, ma le necessità sempre crescenti dell'esercito, della burocrazia, degli organismi di controllo (« ci sono più impiegati che tassati », dice Lattanzio) li costringevano a torchiare il contribuente, ad accentrare i poteri civili nelle loro mani, a limitare sempre più la libertà dei cittadini.

Contro la resistenza passiva del popolo, il fisco infieriva. L'esazione delle tasse dava luogo a scene tragiche: « Imposta d'oro e d'argento, imposta insopportabile che fa rabbrividire tutti quanti all'avvicinarsi del quinto anno.... Le città erano in lacrime e desolazione. Allo scadere del tempo, fruste e tortura erano usati contro quelli la cui estrema povertà non poteva fronteggiare l'imposta. Le madri vendevano i bambini, i padri prostituivano le figlie ».[1]) I ricchi corrompevano gli esattori, i negozianti speculavano; la povera gente pagava per tutti: « *tot curiales, tot tyranni* », dice Salviano. I pagamenti in natura, resi necessari dalla scarsità di numerario, rendevano ancor più facile la mostruosa corruzione della burocrazia. E più questa infieriva con la delazione e l'inquisizione, più si inaridivano le fonti della ricchezza. Ognuno cercava di fuggire la propria condizione. Il contadino abbandonava la sua terra, l'operaio il suo mestiere, il funzionario la sua carica. A tal punto che nel IV e V secolo le autorità sono costrette a militarizzare, inchiodare le categorie sociali. Il latifondo aveva già soffocato in gran parte la piccola proprietà. Ma al lavoro servile, che si era rarefatto perché le guerre non fornivano più schiavi a sufficienza, era succeduto il colonato, la piccola affittanza. Adesso il colono abbandonerebbe volentieri casa e bestiame, pur di sfuggire alle tasse. L'imperatore glielo vieta: « Che i coloni siano trattenuti per diritto d'origine, e benché di condizione libera, siano ciononostante considerati servi della terra ove son nati ». « Ognuno deve subire il suo destino ».

[1]) Libanio e Zosimo, in Lot, *op. cit.* p. 201.

Il poveretto subisce poiché almeno in cambio gli è assicurata la *sua* terra; è servo della gleba; ma da quella gleba trae sostentamento.

Le cariche municipali erano divenute un onere tale, che i cittadini tentavano in ogni modo di sottrarvisi. E lo Stato interviene a sequestrare le sostanze, a garanzia della loro funzione. Il magistrato diviene funzionario. Al proprietario non è più concesso abbandonare questa o quella proprietà che siano divenute passive, pena la confisca generale. I *convicani* che vogliono comprare la terra del vicino, dovranno prendersi insieme anche i tratti abbandonati (*adjectio*). I *praedia deserta* sono attribuiti d'ufficio ai curiali. E questi sono tenuti ad accettarli. Si rifaranno altrove. Il professionista, il negoziante, abbandonando la città, cercano di rifugiarsi nelle ville dei potenti: contro « l'esodo empio verso la campagna » l'imperatore Arcadio minaccia la confisca dei beni e la perdita della condizione. Le piccole città d'Italia, — come già le greche ai tempi di Polibio, — si vuotano, si restringono, diventano cadaveri di città, «*deserti et squallidi loci*»; le grandi vedono perire le industrie, riempirsi le vie di una plebe oziosa, chiassosa, petulante, che chiede al *Basileus* e ai suoi « potenti » la sportula e i giochi. Il prefetto dell'Urbe chiede disperatamente pane. Lo Stato deve provvedre a tutto, estendere a dismisura il suo personale, moltiplicare i suoi servizi.

Ai funzionari è assicurata la vita; in compenso, sono sfruttati come un gregge, legati al servizio dello Stato finché reggano le forze, « *conditionum laqueis irretiti* »; gli impiegati e gli operai delle imprese statali, che si vanno sostituendo ovunque alle imprese private, sono condannati alla loro condizione, che diviene anche ereditaria. L'artigiano dovrà sposare la figlia di un artigiano dello stesso mestiere; il figlio sarà costretto al mestiere del padre. I *fabricenses, bastagarii, carpentarii, mulomedici, hippocomi, hydrophylaces aquarii,* gli operai di tutte le categorie (*collegia*) di pubblici servizi sono segnati a fuoco, costretti alla fatica finché muoiano *exhausti laboribus*. I *collegia* o sindacati di operai così detti liberi sono organizzati, costretti, spremuti dallo Stato.

La miseria uccide anche le arti. Costantino accorda l'esenzione dalle cariche pubbliche (337) a 58 professioni liberali o industrie artistiche, perché gli « *artifices* » possano perfezionarsi nei me-

stieri.[1]) Rimedi *in extremis*. Nulla è più rivelatore degli innumerevoli editti, decreti,[2]) calmieri, « gride » di ogni genere, in cui si vede l'Impero reagire con disperata energia al dissolversi della vita civile, e tentar di supplire con la minuziosa regolamentazione al mancare dell'iniziativa privata. Le sanzioni infieriscono: contro l'impiegato prevaricatore, lo scriba che conceda esoneri, lo schiavo che si unisca a una libera, il complice dei Barbari; contro gli attentatori alla castità, i falsari, i creditori che manomettano i bovi e l'aratro del debitore; è decretato il rogo. Leggi che quanto più si fanno feroci, tanto più diventano inefficaci.

Una tale situazione, in cui lo Stato dovrebbe fare da provvidenza e per forza diventa nemico dei privati, non è la più propria per conservare le virtù civiche e risvegliarle in momenti difficili. Quando la cosa pubblica cessa di essere considerata bene comune dei cittadini e la stessa salute della patria sembra soltanto la salute dell'imperatore, un senso di indifferenza pervade le masse e, in diverse forme, guadagna anche i più eletti.

Vedremo più oltre in qual modo gli spiriti si distacchino dai motivi del pensiero classico. Ma è facile capire che le miserie e gli orrori del Basso Impero debbono distoglier gli animi da un mondo d'ingiustizia: « Non più schiavi né liberi — dice San Paolo — tutti figli d'Iddio ». I padri della Chiesa nascente si ribellano a una saggezza che porta con sé tale ordine di cose: « *dives aut iniquus aut iniqui heres* ». « Non si può diventar ricchi senza ingiustizia » dicono Giovanni Crisostomo e San Girolamo. Sant'Ambrogio prende a testo le parole di Cristo sui gigli del campo e sugli uccelli dell'aria, per tonare contro i possidenti: « La Natura ha posto tutto a disposizione di tutti. Solo l'usurpazione ha creato la proprietà.... Ecco, il popolo preferisce che la terra non produca più nulla, piuttosto che vedere voi ricchi speculare sulla fame pubblica ». Ma i cristiani lasciano che i morti sotterrino i morti; tutte le loro speranze sono riposte nel Giudizio imminente.

« Beati gli umili, perché erediteranno il mondo. Beati coloro

[1]) *Cod. Theod.* X, 64, 1, 1.

[2]) Di particolare importanza è il grande *Editto sul prezzo delle cose venali* di Diocleziano (v. p. es. l'analisi nella *Storia del commercio* del Bonfante). Naturalmente la conseguenza fu che i mercanti imboscarono la merce, e l'Editto dovette essere ritirato.

che soffrono per amor della giustizia, perché loro è il regno dei cieli ». La promessa dell'Evangelo distoglie gli uomini da tutti i valori della realtà circostante: dalla vita politica, dagli onori, anche dalla difesa del suolo patrio: « Per noi non c'è altro Stato che il mondo », ripete Tertulliano dopo gli stoici.

Per i credenti, Roma era la nuova Babilonia, l'abominazione delle genti, la sede dell'Anticristo. « Siamo di ieri, e già riempiamo i vostri quadri, le vostre città, le vostre fortezze, i campi, le tribù, le decurie, il palazzo, il senato, il foro. Non vi lasciamo che i templi. Non abbiamo bisogno di ricorrere alle armi, alle quali non siamo adatti; ci basterebbe distaccarci da voi, rimarreste atterriti della vostra solitudine, di un silenzio che parrebbe lo stupore di un mondo morto ».[1]) Il focoso apologeta naturalmente esagera: ma vediamo Celso allarmarsi perché la nuova religione distrugge lo spirito militare.[2]) Il soldato di Cristo preferisce talvolta il martirio al servizio comandatogli. La legge del perdono indebolisce fin la resistenza civile contro i delinquenti.

Costantino nel 312 tenta di rimediare alla radicale indifferenza dei Cristiani verso la cosa pubblica, facendo del Cristianesimo la religione dello Stato. Ma invano. E la stessa reazione di Giuliano l'Apostata dimostra che gli uomini intenti ad un ideale ultraterreno non potevano ricostituire il baluardo della civiltà antica. Del resto l'esercito era minato nella sua compagine, avendo accolto nelle proprie file i barbari. Assai presto era invalso l'uso di assoldare questi forti combattenti. Già Tacito aveva detto: *nihil validum in exercitibus nisi quod externum.* E a poco a poco, dopo i gregari, si erano presi tra gli stranieri anche gli uomini di comando. I quadri, i metodi bellici si germanizzano. Alla fine anche il comando supremo cade in mano a barbari quali Ezio, Merobaudo, Arbogasto, Ricimero, Stilicone, Odoacre: quest'ultimo deporrà — com'è noto — Romolo Augustolo, ultimo fantasma imperiale (476). La lotta contro le popolazioni germaniche si è ridotta all'urto di barbari, federati o assimilati, contro barbari nomadi. E quando questi spezzeranno le ultime barriere e dilagheranno nelle provincie d'Europa e in

[1]) Tertulliano, *Apol.* 1, 21, 37, 41, 42.
[2]) Origene, *Contra Celsum*, VIII, 73-75.

Italia, le popolazioni apatiche si accorgeranno appena di aver cambiato padrone.

Insieme con l'economia, anche la coltura romana, già resa sterile dalla plutocrazia, fu soffocata negli ultimi secoli dal paternalismo statale. Nello stesso modo — dice il retore Longino — che certi bambini rimangono nani, per esser state le loro giovani membra troppo costrette nelle fasce, così alle menti, imprigionate nei pregiudizi e nelle abitudini di una giusta servitù, riesce impossibile espandersi naturalmente « e raggiungere quella grandezza di belle proporzioni che tanto ammiriamo negli antichi, ai quali, vivendo in tempo di governo popolare, era dato scrivere con la stessa libertà con cui agivano ».

La rettorica era divenuta passatempo di sfaccendati, unica palestra ove i ricchi potessero mostrare la loro bravura, saziare la loro *laudum immensa cupido*. Le *Vite dei sofisti* di Filostrato ci dànno un'immagine viva di questo mondo raffinato e inane, pieno di goffa ostentazione e di dotte futilità. Ricchi dilettanti come Erode Attico, intellettuali nevrastenici come Elio Aristide, legulei come Polemone, maestri insuperati nell'arte della pubblicità, portavano a spasso per il mondo romano la loro vanità rumorosa, con le improvvisazioni declamatorie su temi obbligati e stantii. L'eredità di un grande passato letterario, il culto cieco dei grandi modelli, sono cause di decadenza a Roma come in Cina. L'incomprensione, il timore delle nuove correnti porta all'irrigidimento e alla pedanteria. « Se perdiamo l'eloquenza — diceva Libanio — che cosa ci distinguerà più dai barbari? »[1] Il terzo secolo è per la romanità « un Sahara letterario ».[2]

La classe dirigente bamboleggia. L'arte decade. Il mondo romano è ormai entrato in letargo. In tanta povertà intellettuale, gli animi piegano alle influenze dell'Oriente: tutto il vigore del pensiero sembra rifugiarsi nella mistica di Plotino, nel fervore rivoluzionario dei cristiani.

[1]) Boissier, *La fin du paganisme*, I, 230. Cfr. quel che già dice Cicerone della *ingenita levitas et erudita vanitas* dei Greci d'Asia (*Pro Flacco* 17).

[2]) Lot, *op. cit.*, p. 173.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Oltre alle storie generali già citate, e al vecchio e classico GIBBON, *Decline and fall of the Roman Empire*, 1781, si veda anche la sintesi chiara ed efficace di F. LOT, *La fin du monde antique et les débuts du Moyen âge*, Parigi, 1928; G. GRUPP, *Kulturgeschichte der römischen Kaiserzeit*, 2 vol. Monaco, 1904; S. DILL, *Roman society in the last century of the Roman Empire*.

Sull'aspetto economico e tecnico della decadenza: P. BONFANTE, *Lezioni di storia del commercio*, Milano; C. BARBAGALLO, *Contributo alla storia economica dell'antichità*, Roma, 1907; A. DOPSCH, *Wirtschaftliche und soziale Grundlagen der europäischen Kulturentwicklung aus der Zeit von Cæsar bis auf Karl den Grossen*, 2ª ed., Vienna, 1923; E. CICCOTTI, *Il tramonto della schiavitù in Grecia e a Roma*, Torino, 1899; R. POEHLMANN, *Roemische Kaiserzeit und Untergang der antiken Welt*, nella *Weltgeschichte* di Pflugk-Harttung; dello stesso autore *Die Uebervölkerung der antiken Grosstädte*, Lipsia, 1884, e la storia del socialismo già citata; A. W. PERSON, *Staat und Manufaktur im römischen Reiche*, Lund, 1923; G. SALVIOLI, *Capitalismo antico*, Bari, 1929; G. SCHMOLLER, *Die geschichtliche Entwicklung der Unternehmung*, in *Jahrbuch für Gesetzgebung* XI; A. SEGRE, *Storia del commercio*, 2ª ed., Torino, 1923; W. L. WESTERMANN, *The economic basis of the decline of ancient culture*, in *Amer. hist. Review*, t. XX, 1914-15; O. EFFERTZ, *Antagonismes économiques*, Parigi, 1906; M. P. CHARLESWORTH, *Trade routes and commerce of the Roman Empire*, Cambridge, 1924; H. NISSEN, *Der Verkehr zwischen China und dem roemischen Reiche*, in *Bonner Jahrbücher*, t. XCV, 1894. Sulle questioni di popolazione, oltre alle opere già citate di POEHLMANN, BELOCH e CAVAIGNAC, cfr. CALZA, *La statistica delle abitazioni e il calcolo della popolazione in Roma imperiale*, in *Rendic. R. Acc. dei Lincei*, vol. XXVI, serie V, fasc. 2, 1920.

XXX.

LA FILOSOFIA

Ebrei e neopitagorici. — La Grecia aveva dato al mondo mediterraneo l'unità della coltura; Roma, l'unità del governo. Ma nel progressivo intristire e isterilire della civiltà antica, nell'oscuro turbamento delle anime, e nella confusa ricerca di un nuovo bene, si fa strada e s'impone via via lo spirito di una stirpe fino allora rimasta in un isolamento millenario; del popolo che si era detto del Signore, che si era proclamato eletto e primogenito in terra e a Lui aveva consacrato ogni manifestazione del suo genio, e le più alte espressioni del suo pensiero, e la sua volontà perpetuamente tesa come un arco, e la sua fede ardente, chiusa e fanatica.

Già nella filosofia del Portico abbiamo visto entrare qualche cosa di estraneo alla mentalità greca, che si riflette in una forma particolare di esaltazione morale. « Fu come passare dagli uomini agli dei » disse un allievo del Liceo che era passato a Crisippo; da una scuola che chiedeva la disciplina intellettuale ad una che prometteva la beatitudine.

L'influenza del pensiero orientale ed ebraico si spiega in maniera più precisa ad Alessandria fin dal primo secolo dell'e. v. In quel vasto crogiuolo di razze, gli Ebrei, che costituivano una fiorente colonia, si avvicinano ai Greci, e dall'incontro deriva anzitutto il movimento della filosofia mistica, neopitagorica e neoplatonica. Intorno a questo moto c'è un alone oscuro di accostamenti e di sviluppi religiosi. La ellenizzazione dell'Oriente non è riuscita a cambiare l'anima di quei popoli, attaccata alle

fedi tradizionali, in una continua aspettazione dei cenni del Signore. La ragione greca offre ad essi soltanto un mezzo di scambio intellettuale: è un linguaggio comune che permette di dar nome alle intuizioni oscure e di riconoscervi forme di pensiero comparabili. Così le diverse fedi vengono ad urtarsi in controversie, nelle quali i teologi semiti, *assidue tumultuantes* come ce li mostra Tacito, profondono i tesori di una dialettica capziosa e contorta. E, traverso agli urti, tendono a fondersi in vasti moti sincretistici. Ma il concetto greco della « verità » universale ha perduto il suo proprio valore scientifico: non mira più alle leggi dell'armonia del Cosmo, bensì alla ricerca d'un significato assoluto che si presume debba essere ascoso nei libri sacri, nei riti e nelle tradizioni diverse.

Opera degli ebrei ellenizzanti d'Alessandria era stata la traduzione greca della Bibbia, detta dei Settanta, e poi il libro apocrifo sulla *Sapienza di Salomone* che sembra composto un secolo prima dell'e. v. Ma un vero accostamento del pensiero ebraico alla filosofia greca s'inizia con Filone giudeo (circa 40 a. C.-40 d. C.). Il quale, da una parte supponeva negli autori greci una certa conoscenza di Mosè, e dall'altra interpretava allegoricamente le scritture ebraiche secondo il pensiero greco: metodo che abbiamo già visto usato dagli Stoici d'Oriente quali Cratete e Posidonio.

Filone distingueva nelle scritture il significato letterale da quello spirituale: e attraverso alla figurazione antropomorfica insegnava a scorgere il sistema filosofico rivelato dalla Divinità. Il compito della teologia è quindi per lui di creare la dottrina scientifica che permetta di interpretare con sicurezza i documenti religiosi. Si continua così la dottrina stoica del *logos* e dell'anima razionale come emanazione della Ragione universale. Premessa fondamentale comune è la identità dell'autorità con la conoscenza razionale.

La comunità ebraica respinse le dottrine conciliatrici di Filone, le quali si accordavano invece con altre filosofie contemporanee esprimenti la stessa tendenza, come il neopitagorismo rinnovato ad Alessandria da Nigidio Figulo nella seconda metà del primo secolo a. C., e continuato poi da Apollonio di Tiana, Moderato di Gade e Nicomaco di Gerasa, di cui menzionammo già l'opera matematica. Apollonio di Tiana fu una personalità

indubbiamente notevole, e professò una elevata filosofia religiosa. La leggenda gnostica posteriore ha fatto di lui un taumaturgo dotato dell'ubiquità, un grande iniziato, Pitagora redivivo.

La scuola neopitagorica confluisce quasi naturalmente nel neoplatonismo. Essa è continuata agl'inizii del II secolo da Plutarco di Cheronea, il celebre autore delle *Vite parallele* e poi da Apuleio di Madaura, l'autore del romanzo detto *L'Asino d'oro* e da Numenio d'Apamea. La filosofia platonica, secondo le tendenze mistiche del tempo, diventa una teosofia, e Numenio cerca di mostrare che la vera dottrina di Platone s'accorda non solo con Pitagora ma anche coi saggi orientali ed ebrei. Platone diventa un « Mosè attico ».

Plotino e il neoplatonismo. — Attraverso ai platonici eclettici si prepara il sistema neoplatonico propriamente detto, fondato da Ammonio Sacca alessandrino (175-240). Il suo discepolo Plotino è il massimo rappresentante di questa dottrina, ed uno dei filosofi mistici più ricchi di pensiero di tutti i tempi.

Egli nacque a Licopoli in Egitto nel 204 e fu discepolo d'Ammonio per 11 anni, dal 232 al 243. Accompagnò l'imperatore Gordiano nella infelice spedizione contro i Persiani e venne poi a Roma, dove rimase maestro ascoltato da numerosi discepoli, fino a pochi anni prima della morte, seguita nel suo ritiro presso Minturno, il 270. Il suo scolaro Porfirio, che ne ha ritratto la vita, ha raccolto i suoi trattati manoscritti distribuendoli nelle sei *Enneadi* (Novene).

Plotino si afferma interprete di Platone; e in verità la sua dottrina si innesta sulle tarde speculazioni di questi e porta a compimento la teoria delle Idee in un'imponente costruzione del tipo platonico. Ma quanto più si accostano le due dottrine nell'origine e nella forma, tanto più chiaro si scorge l'abisso che le divide.

Platone cercava la definizione delle essenze: come si determinino e si delimitino fra loro. Egli contempla la gerarchia delle Idee, enti di un mondo intelligibile fuori del suo pensiero; e a capo di essa vede l'idea del Bene, ch'è la natura della suprema realtà, corrispondente all'ultimo grado dell'intelletto. Qualcosa di più alto non è concepibile e Platone non osa spingervisi. Tutt'al più, in quel modo duttile e inafferrabile che gli è

proprio, adombra in forma di mito un possibile legame della filosofia con la religione dei misteri, ovvero — nella teoria dell'amore — lascia capire che occorrerebbe distaccarsi dal sommo grado dell'intelletto per giungere alla sfera del divino. [1])

Questi accenni quasi incidentali che scoprono il misticismo nascosto del filosofo ateniese, diventano il motivo principale della filosofia di Plotino. Il quale non è pago di contemplare fuori di sé una realtà data estranea al pensiero, ma — come i veri mistici — sente il bisogno di confondersi e immedesimarsi con essa perdendosi nel Tutto, e perciò vuol trascendere la perfezione dell'Idea, e sollevarsi con uno slancio dell'anima verso un Assoluto, dove pensiero e pensato si congiungano in una unità d'ordine superiore.

« La dialettica — dice Plotino — si ferma, né si dà più da fare (οὐδὲν ἔτι πολυπραγμονεῖ) quando ha attraversato tutto il regno dello spirito, fino ai primi principii »; ma questi essendo conoscibili, cioè oggetto di contemplazione, si scinderanno in qualche modo dallo spirito che li contempla.

« Lo spirito è insieme νοῦς e νοητόν (intelletto e intelligibile) cioè due cose al tempo stesso. E se sono due, occorre trovare qualcosa che venga prima di questa dualità. Che cosa può essere? L'Intelletto medesimo? No, perché non vi è intelletto senza intelligibile.... E se non è l'Intelletto, perché non sarebbe l'Intelligibile? Perché l'Intelligibile è legato all'Intelletto in modo che nessun dei due potrebbe esistere senza l'altro. Quale sarà dunque questo principio? La fonte dalla quale procedono tanto l'Intelletto che l'Intelligibile ». [2])

Essa dovrà essere, in senso stretto, non intelligibile, inesprimibile, al di là di ogni categoria del nostro pensiero, oltre l'Essenza ed oltre l'Intelletto. [3])

« *Deus per excellentiam non immerito Nihilum vocatur* » dirà, più tardi, Scoto Erigena. Solo nell'intuizione dell'Unità assoluta, che assomma in sé l'Universo, lo spirito si potrà acquetare, « come fera in lustra », direbbe Dante. Ma per giungere a questa meta suprema non basta più l'attività razionale: dopo aver percorso la prima tappa indispensabile che porta alla contemplazione delle pure Idee, bisogna distaccarsene, e il distacco (ἀπόστασις)

[1]) P. es. nella *Repubblica*, il bene è definito come ἐπέκεινα τῆς οὐσίας.
[2]) *Enn.* V, 5, 4. [3]) *Ibid.* V, 4, 2; I, 7, 1.

è l'estasi religiosa, per cui l'anima riesce, un momento, ad entrare in contatto con ciò che la trascende. Plotino, — secondo il racconto del suo discepolo prediletto Porfirio — avrebbe raggiunto tale estasi solo quattro volte nella sua vita. E di se stesso dice Porfirio:[1]) « A questo Dio che non ha forma né figura, che si erge al disopra del pensiero e di tutto ciò che è pensabile, io, sappiatelo, non mi sono avvicinato che una volta, in modo da unirmi a lui; e questo fu nell'anno sessantesimo ottavo della mia vita ».

Non altrimenti parleranno i grandi mistici della Chiesa.

L'Infinito. — L'Uno di Plotino, impensabile e ineffabile, viene considerato anche come « infinito »: « non perché sia immisurabile come grandezza o come numero, ma perché centro di energia inesauribile e inconcepibile ».[2])

C'è qui un tratto caratteristico dell'irrazionalismo plotiniano. Antichi fisiologi, già a cominciare da Anassimandro, avevano introdotto l'idea dell'infinito nell'universo della materia: spazio infinito, infiniti mondi figuravano in ispecie nel sistema democriteo e poi in quello d'Epicuro. Però nessuno aveva mai immaginato come infinito Dio o un mondo. Anzi per i Pitagorici, per Platone, per Aristotele e per gli Stoici — cioè per i filosofi a cui più volentieri si richiama Plotino — l'idea dell'infinito si associa sempre all'imperfetto e al Male, come il finito al Bene. Ma si opera un'inversione di motivi estetico-morali, che rivela una profonda trasformazione dello spirito antico, quale si esprime nelle nuove forme dell'arte col senso romantico dell'indefinito. Gli animi che avevano mirato a ciò che è chiaro e distinto — al concetto, all'ordine, alla misura — si levano ora affascinati dal mistero, verso l'inconoscibile.[3])

Nell'evoluzione del significato filosofico dell'Infinito si scorge anche un'influenza ebraica. Nei salmi biblici che parlano dell'eternità (se pur si voglia scorgervi qualche motivo platonico) quest'idea è associata ad un sentimento particolare: non è più l'intelligenza logica che afferma invariabile ciò che esiste, ma è

[1]) Porfirio, *Vita Plotini*, 23. Porfirio era un puro orientale, e il suo vero nome era Melekh o Malchos. [2]) *Enn.* VI, 9, 6.

[3]) Cfr. Jonas Cohn, *Geschichte des Unendlichkeitsproblems*, Lipsia, 1896.

l'ansia dell'infinito religioso, la passione dell'anima che cerca un assoluto di là dalle fuggitive apparenze terrene. L'eterno (*ŏlam*) in ebraico suona originariamente « il nascosto »: termine della fede e della speranza che non si appaga del visibile: « Prima che fossero nate le montagne, e formata la Terra e disegnato il circolo della Terra, dall'eternità all'eternità sei Tu, o Signore ».[1])

Filone Giudeo è uno dei primi filosofi a predicare l'infinità di Dio. Da lui la dottrina passa in Plotino. L'infinito perde quindi il suo originario significato matematico per diventare l'Assoluto o l'Incondizionato o lo Spirito. Per analogia con ciò che non ha rapporto colle grandezze finite, si pensa a qualcosa che comprende e supera tutti i concetti foggiati dalla mente umana, e non è definito in relazione ad altro.

L'Uno e le sue emanazioni. — Plotino è il primo filosofo dell'antichità che ponga esplicitamente l'antitesi spirito-materia, come vero spiritualista: giacché le due tendenze opposte della mente umana si erano espresse fin allora in forme diverse; per esempio nel contrasto delle dottrine stoica ed epicurea, ambedue costruite su base materialistica.

Dall'Uno-spirito derivano nel sistema plotiniano, per emanazione, le successive ipostasi o forme della realtà: la ragione e il mondo intelligibile delle Idee, l'Anima cosmica che si riflette similmente nella molteplicità delle anime, e infine il mondo sensibile che ha per relitto la materia assolutamente povera e indeterminabile; qualcosa che è — almeno in senso relativo — il non essere, e che per l'incapacità di ricevere una forma o un ordine, per le contraddizioni o l'incertezza inerenti alla sua natura, costituisce il principio del male.[2]) Il disprezzo del sensibile è anche espresso nella teoria del bello: il bello non è nell'oggetto che si vede, non sta nell'ordinamento obiettivo dei componenti, ma è riflesso di una idea che trascende la sensazione.[3])

La Natura occupa necessariamente un posto subordinato: è effetto della contemplazione dello Spirito. I *logoi* creatori che da esso emanano dànno alla materia la sua organizzazione. Non sono però essi stessi « né percezione spirituale, né visione: ma un potere che agisce sulla materia, inconscio e soltanto attivo ».

[1]) Salmo 90, 2. [2]) *Enn.* I, 8, 3. [3]) *Sul Bello*, I, 6.

Le leggi della natura saranno quindi razionali: ma in quanto sono una emanazione dell'Intelletto.[1])

La molteplicità delle determinazioni per le creature non è un arricchimento, bensì il contrario, poiché esse divengono in tal modo sempre più relative e dipendenti. Ne sia prova la scala dei viventi: man mano che perdono potenzialità vitale, essi hanno bisogno di organi sempre più numerosi e differenziati.[2]) Il pensiero greco fa ora a ritroso il cammino della scienza.

Nel sistema di Plotino, secondo il criterio platonico, v'è gerarchia ben definita e degradazione di valori. Ma non v'è più nulla di quella rigidità geometrica che talvolta si sente negli schemi del maestro ateniese: è superato il distacco postulato da Filone fra Idee e fenomeni, fra Creatore e creatura. Un dinamismo grandioso anima le correnti ascendenti e discendenti del gran mare dell'essere, e domina la realtà contingente insieme coi suoi problemi. La vita dello Spirito Divino trabocca in un fluire perpetuo di attività creativa, che va a perdersi agli estremi confini del reale, in modo che ogni possibile manifestazione dell'energia divina, ogni nota della gamma infinita si effettui in qualche parte. Ogni parte dell'universo, vivificata, tramanda a sua volta la vita, fin alle ultime vibrazioni, nelle oscure latebre della materia. E accanto a questo « procedere » della vita dal centro alla periferia, vi è una corrente centripeta che riporta le creature verso la sorgente dell'essere, dirige lo sforzo delle anime individuali, dalla vegetale all'umana, che lottando ed errando nelle tenebre cercano la via che le riconduca al principio d'ogni bene.

Astrologia e culti popolari. — È palese come la costruzione metafisica che abbiamo descritto porti il razionalismo in un campo estraneo alla scienza.

Il filosofo che, al dire di Porfirio, quasi si vergognava di avere un corpo, non poteva guardare la realtà con gli occhi del naturalista. E se li apre sugli astri, scorge dietro la loro immagine la divinità di esseri celesti.

Plotino scrisse un libro che non ci è pervenuto *Sull'azione*

[1]) *Enn.* II, 3, 17. Cfr. anche III, 2, 15 e III, 2, 4. Particolarmente importante è l'esposto in III, 8.

[2]) *Enn.* VI, 7, 9 *s. fin.*

degli astri, in cui però, secondo Macrobio, « dice che niente accade agli uomini per forza o potere degli astri, ma il cammino dei sette pianeti.... ci fa conoscere gli eventi preordinati dal destino, così come gli uccelli, progredendo o fermandosi nel volo, ci significano con le piume e col gorgheggio cose future che essi stessi ignorano ».[1]) Le tendenze astrologiche si ritrovano più accentuate negli studî dei neoplatonici posteriori, quali i commenti a Tolomeo di Porfirio, di Teone Alessandrino e di Proclo, e il grande trattato di astrologia, *Matheseos Libri VIII,* del siciliano Firmico Materno, più tardi convertitosi al Cristianesimo. Questi uomini serbano per le matematiche il tradizionale rispetto pitagorico, ma ne vedono essenzialmente il lato mistico ed estetico. Ricordiamo le opere sulla mistica dei numeri di Giamblico di Calcide (m. circa 330), fondatore della scuola siriaca.[2])

Il significato dell'astrologia nella coltura decadente del mondo romano, dev'essere chiarito come prodotto di una mentalità in cui i motivi scientifici s'incrociano e interferiscono con le tendenze religiose dei nuovi culti popolari propagati nell'Urbe. Con la venuta di Plotino sorge a Roma un centro vivo di pensiero, intorno a cui si raggruppano le sette mistiche pullulanti dall'Oriente. Il neoplatonismo tende ad aggregarsi e ad organare in un sistema scientifico la nuova religione sincretistica che si forma con la fusione di queste sette. In particolare il culto del Sole, già adorato nei misteri di Mithra, trova in codesto sistema un'interpretazione simbolica: poiché nel Sole, materiale e visibile, si viene a scorgere l'immagine o il riflesso di un altro Sole, che i nostri occhi non posson cogliere, e da cui promana la gerarchia degli esseri spirituali e corporei.

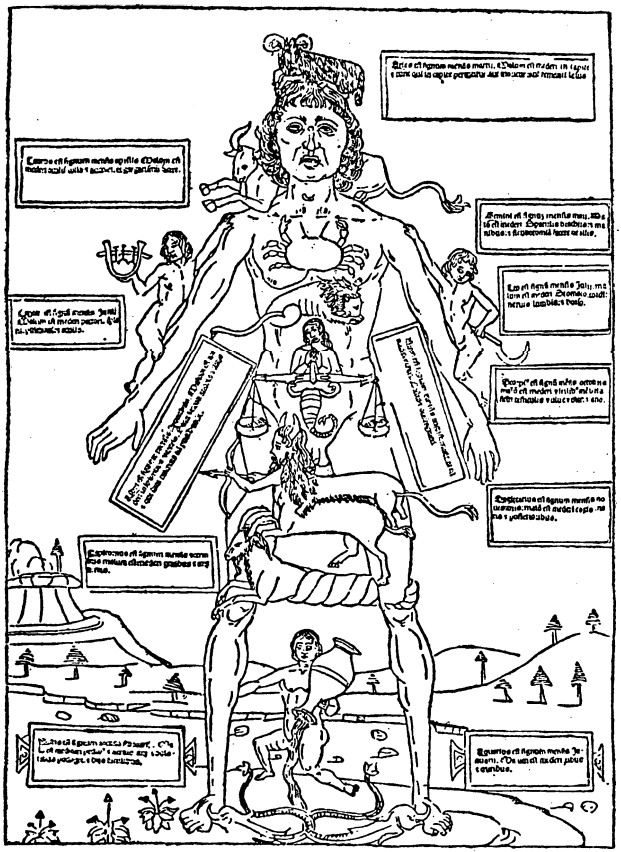
In verità, il sistema neoplatonico prende dalla scienza l'idea della solidarietà cosmica e del determinismo universale, a contrastare il culto dilagante della cieca Fortuna: *Vaticinatio probat fati necessitatem.*[3]) Ma le forme del pensiero non sono più

[1]) Macrobio, *In Somnium Scipionis Commentarium,* I, 19.

[2]) Giamblico ha generalizzato il metodo dell'*epantema* di Timarida estendendolo ad altri problemi indeterminati. Nelle sue opere si trova anche menzionata la prima coppia di « numeri amici », 220 e 284, che però dovevano essere noti da lungo tempo ai pitagorici. La seconda coppia, 17 296 e 18 416, fu scoperta solo nel 1636 da Fermat.

[3]) Crisippo in Arnim 934, 44. La stessa convinzione anima la forte poesia dell'astrologo stoico Manilio: « *Fata regunt orbem, certa stant omnia lege* ».

quelle del razionalismo scientifico, anzi tornano alla maniera originaria del mito: dietro le apparenze fisiche si cerca l'interpretazione simbolica e spirituale, un significato mistico che con le pratiche rituali offrirà la liberazione e la purificazione del-



L' « uomo zodiacale ».
Corrispondenza fra le costellazioni e le parti del corpo umano.
Dal disegno di Ketham, 1491.

l'anima, o invece l'assoggettamento delle forze evocate alle operazioni del teurgo (magìa). La rappresentazione dell'universo, tutto penetrato d'influenze simpatiche, disconosce, anzi nega, le leggi elementari della meccanica. Così Plotino vede nel mezzo materiale che separa l'occhio dall'oggetto visibile, non già un

mezzo trasmettitore della luce, ma un ostacolo alla sua azione.[1]) Il ragionamento, che non aderisce più ad alcuna realtà sensibile, si smarrisce nel viluppo inestricabile delle spiegazioni analogiche: la scienza si perde nel metodo universale dell'allegoria.[2])

Fine della Scuola d'Atene. — La lotta dell'ellenismo contro il cristianesimo volgeva ormai alla sconfitta definitiva, e tutte le forze della tradizione classica si collegavano attorno alla Scuola neoplatonica in un ultimo tentativo di resistenza: che si è espresso come è noto nel regno di Giuliano l'Apostata (361-366).[3]) Anche per questo la scienza greca, fattasi alleata di quella religione, doveva essere avversata dal cristianesimo trionfante che nella sua reazione tendeva a disperdere con i templi ed i riti tutte le idee del mondo antico. Il neoplatonismo è perseguitato ad Alessandria dal vescovo Atanasio; la vergine Ipatia, figlia di Teone, è trucidata da una turba fanatica, istigata forse dal vescovo Cirillo (415). Plutarco d'Atene, figlio di Nestorio (morto nel 433) riporta il centro della filosofia ad Atene fondandovi una scuola privata al posto di quelle pubbliche che vi erano ai tempi di Adriano e di Marco Aurelio. In codesta Scuola — dopo Ierocle e Siriano — insegnò Proclo, che amò considerarsi come il diadoco, « successore » per eccellenza di Platone.

Con questo personaggio che mescolava stranamente ed oscuramente i diversi aspetti di un'epoca di decadenza e di transizione — facoltà astratta, fantasia, bisogno di sapere e di credere, misticismo, culto superstizioso degli incanti e dei presagi — si

[1]) *Enn. IV*, 5.

[2]) Tipico rappresentante di questo indirizzo è Giamblico. Cfr. in proposito Cumont, *Rev. Hist. litt.*, VIII (1903) p. 429 seg. Per gli stessi apologeti pagani come Sallustio, l'autore del *De Dis et Mundo*, astrologia e matematica sono tutt'uno. Celso, che pur attraverso l'aspra polemica di Origene si rivela a noi come una bella mente e un pensatore interessante, confonde in uno astrologia, musica, storia naturale, magia e divinazione. Tutto, per un verso o per l'altro, volge all'apologia. *Videant irreligiosi*, dice Apuleio, mostrandosi tanto più benpensante quanto meno lo era in fondo, *videant et errorem suum recognoscant*. Gli scritti cosiddetti naturalistici di Eliano sono una raccolta di storielle edificanti, come quella del gallo che rende lode a Esculapio della sua guarigione (fr. 89, 98 ed. Hercher).

[3]) Questa reazione, notevole sotto più aspetti, ha trovato studiosi imparziali che ne hanno ricercato i profondi motivi: cfr. p. es. le opere di Negri, Rostagni, Geffcken, Bidez, citate nella bibliografia del Cap. XXXI. È interessante vedere il deismo fondarsi sulla filosofia e la storia delle religioni. Si notino acute riflessioni psicologiche; p. es. la teoria di Sallustio sull'origine del sacrificio come «scarica di tensioni» è quella stessa proposta dai moderni antropologi (cfr. Hubert et Mauss, *Mél. Hist. des Rel.*, 1909).

chiude per sempre il ciclo del pensiero ellenico. L'uomo tanto celebrato dai contemporanei e dai discepoli spese una intensa attività ad elaborare una specie di scolastica del neoplatonismo. Scrisse sul Male e sulla teologia, commenti ai dialoghi di Platone, ad Aristotele, ad Euclide e a Tolomeo. Marino di Neapoli Flavia (Nablus), suo biografo, gli successe come scolarca. Ma la scuola d'Atene non doveva durare a lungo. Sotto lo scolarcato di Damascio di Damasco, l'imperatore Giustiniano, nel 529, dichiarò ogni discussione filosofica incompatibile con l'ortodossia cristiana e ne decretò la chiusura. Damascio e il suo scolaro Simplicio con altri cinque compagni, emigrarono in Persia alla reggia di Cosroe, donde poterono tornare venti anni dopo, avendo il Sassanide vittorioso stipulato la loro incolumità. Ma la tradizione dell'insegnamento fondato da Platone era finita per sempre.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Per le opere dei filosofi stoici ed epicurei di questo periodo si veda la bibliografia del cap. XXV. Qui daremo i testi dei neoplatonici:

Plotino, *Enneades*, colla *Vita* scritta da Porfirio, testo greco e versione francese di E. Bréhier, coll. Budé, Parigi, 1924-25.

I commenti di Proclo, editi nella collezione teubneriana di Lipsia sono: *Sulla Repubblica* (Kroll, 1899-901), *Sul Timeo* (Diels, 1900-904). *Sulle Ipotesi astronomiche* (Manitius, 1909), *Istituzioni di Fisica* (Ritzenfeld, 1912), *Sull'Euclide* (Friedlein, 1873).

L'enciclopedia pitagorica di Giamblico è edita a Lipsia: *De vita Pythagorica* e scritti minori, con trad. latina, da Th. Kiessling, 1815-16; il *Protrepticos*, da H. Pistelli, 1888; *De communi mathematica scientia*, da N. Festa, 1891; *Theologumena Arithmeticae*, da F. Ast, 1817.

Il trattato di Firmico Materno, è stato edito da W. Kroll e F. Skutsch, Lipsia, 1898-1913. Il suo *De errore profanarum religionum*, scritto dopo la conversione, è stato edito da K. Ziegler, Lipsia, 1907.

Sulla filosofia giudaica: J. Drummond, *Philo Judaeus or the Jewish Alexandrian philosophy*, Londra, 1888. Cfr. anche il bel libro di Robertson Smith, *The religion of the Semites*, 2ª ed., Londra, 1894, che porta molte idee fondamentali. Su provvidenza e determinismo cfr. Wendland, *Philo's Schrift über die Vorsehung*, Berlino, 1892.

Opere speciali sul neoplatonismo: A. Drews, *Plotin und der Untergang der antiken Weltanschauung*, Jena, 1907; W. R. Inge, *The philosophy of Plotinus*, 2ª ed., Londra, 1923. (Esposizione apologetica del neoplatonismo da parte del dotto ecclesiastico anglicano). Sul lato gnoseologico e scientifico cfr. in particolare Duhem, *Le système du monde*, II, p. 309; buone idee in A. Covotti, *Il Cosmos Noetos di Plotino*, Roma 1898.

Per la filosofia sincretistica, vi sono ottime opere d'insieme: Wendland, *Hellenistisch-römische Kultur*, già citato; Reitzenstein, *Die hellenistischen Mysterienreligionen;*

FARNELL, *The evolution of religion*, Londra, 1905; DIELS, *Elementum*, Berlino, 1899; G. MURRAY, *Five stages of Greek religion*, Oxford, 1925, con in appendice la traduz. del *De dis et mundo* di SALLUSTIO. Una teoria della «selezione a rovescio» delle classi dirigenti e intellettuali negli ultimi secoli è esposta da SEECK, *Geschichte des Unterganges der antiken Welt*, e in particolare nel t. III. Si veda anche l'efficace sintesi di CUMONT, *Les religions orientales dans le paganisme romain*, Parigi, 1909 (tr. it. di L. Salvatorelli); un'esposizione sintetica, con buona bibliografia, si ha pure in S. REINACH, *Orpheus*, Parigi, 1909. Per consultazione, GRUPPE, *Griechische Religion und Mythologie*, e in partic. pp. 1458-1676.

Sulla scienza dei sacerdoti egiziani all'epoca ellenistica si può consultare OTTO, *Priester und Tempel im hellenistischen Aegypten*, 1905-1908, t. II, p. 211-234. Un'esposizione non storica ma sistematica e piuttosto subiettiva dell'ermetismo ha dato recentemente J. EVOLA *La tradizione ermetica*, Bari, 1931.

Sulle teorie magiche e astrologiche cfr. bibliografia del cap. seguente.

XXXI.

ELLENISMO E CRISTIANESIMO

Contro la scienza. — La scuola neoplatonica, pur deviando dalla mentalità scientifica verso la mistica, serba almeno un certo culto per la ricerca e la ragione scientifica: anzi la sua visione dell'ordine cosmico in cui rifulge il divino, ha potuto riaccendere il fuoco della scienza nei secoli della Rinascita. La tradizione della coltura resta sempre venerato retaggio di questi epigoni che — pur accogliendo taluni motivi del pensiero orientale — sono ancora sulla linea di evoluzione del pensiero greco.

Ben diversamente si oppone alla scienza il movimento cristiano: qui c'è una vera rivoluzione, un completo rovesciamento di valori; non soltanto il disinteresse del pensiero dalla realtà sensibile, e l'aspirazione ad una verità più alta, sì la fede che questa trascenda insieme tutto ciò che la ragione umana può concepire; e che non sia neppur conquistabile con lo sforzo della ragione di superare se stessa, ma venga dalla pura grazia di Dio. Ora se la parola del Vangelo ci offre la verità assoluta cui invano tentava di pervenire il menzognero intelletto, qual senso può serbare per il cristiano la ricerca della verità, cioè la filosofia? Perciò gli apologeti respingono con disprezzo tutta la scienza pagana. « Per noi non c'è curiosità dopo Gesù Cristo, né ricerca dopo l'Evangelo » dice Tertulliano.

La fede cristiana che si diffonde nel mondo antico uscendo dalla Giudea colla predicazione di Paolo, è — nelle sue origini — uno stato d'animo che non ha nulla che vedere colla scienza.

Ma la pura religiosità di orientali affatto estranei alla cultura greco-romana, incontrandosi con questa cultura, diventa necessariamente opposizione: sia che si atteggi ad una radicale negativa, come accade più specialmente di vedere negli apologeti e nei Padri latini, sia che le stesse esigenze della lotta e della apologetica suscitino un pensiero cristiano che fa propria e rivolge alla preparazione del dogma la stessa filosofia greca, siccome accade nell'ambiente ove codesta filosofia ha le più profonde radici, fra i Padri greci. Ai teologi ellenizzanti, che seguono le traccie di Filone e cercano di conciliare la nuova fede con l'antica filosofia, i riformatori cristiani rispondono con le parole di Isaia e di San Paolo: « *Perdam sapientiam sapientum, et prudentiam prudentum reprobabo* ». « Se i filosofi potevano, col natural procedere del loro pensiero, salvare da soli il mondo, a che pro è venuto Cristo? A che pro è stato crocifisso? »[1]) Nessun compromesso con la sapienza del mondo.

« Noi affermiamo, aveva detto San Paolo, ciò che per gli Ebrei è scandalo, per i Greci è follìa ». « Salutare imprudenza, giusta follìa » ribadirà Tertulliano. Perché fidarci della intelligenza degradata dal peccato originale? *Crucifixus est Dei filius: non pudet, quia pudendum est. Et mortuus est Dei filius; certum est, quia impossibile est.*[2]) È questo il cosiddetto *credo quia absurdum.* Lo spirito orientale lungo tempo tenuto in soggezione dalla *sophrosyne* e dalla ragione greca prende adesso ampia vendetta: i filosofi diventano « i patriarchi dell'eresia ».

Che cosa vi è di comune fra Atene e Gerusalemme? — dice Tertulliano. — Socrate non ha forse ammesso di esser guidato da un demone? Platone dice che è cosa ardua e difficile scorgere l'architetto dell'Universo: invece ad ogni povero ignorante cristiano Dio ha rivelato tutta la scienza. I filosofi si contraddicono fra di loro e fingono la verità, ma il Cristo la possiede. Che osi fare, temeraria Accademia? Sradichi l'esistenza dai fondamenti, distruggi l'ordine della Natura e annienti la Provvidenza di Dio, quando dici che Egli ha aggiunto alle sue opere dei sensi che ci ingannano sulla loro conoscenza e sul loro uso....[3]) O miserando Aristotele, che hai insegnato agli eretici la dialettica, l'arte del costruire e distruggere, che tutto discute e soppesa per non concludere nulla....

[1]) Cfr. Giustino, *Apol.*, II, 10. [2]) Tertulliano, *De carne Christi*, 5.
[3]) Questo punto prelude all'argomento cartesiamo della « véracité de Dieu ».

In verità l'attacco di Tertulliano prende di mira non tanto le scuole ufficiali già agonizzanti, quanto le teorie dei suoi stessi compagni di fede, i filosofi gnostici. L'intransigenza si spiega solo pensando all'ambiente caotico che nasceva dal conflitto di tendenze opposte, al groviglio di tradizioni, costumi, spiriti di razza, fanatismi di setta, che agitava l'Oriente ellenistico. Era naturale che gli uomini attratti nell'orbita delle idee cristiane tentassero di assimilarle nel vasto sincretismo religioso del tempo, e di organizzare il cristianesimo con idee direttive ispirate alla tradizione razionalistica. Intellettuali con tendenze esoteriste, gli gnostici del II secolo (Marcione, Basilide, Valentino) furono i primi teologi del cristianesimo, ed ebbero anche un'influenza profonda sui pagani Ammonio Sacca, Plotino, Numenio. Essi distinguevano nelle Scritture tre interpretazioni: quella corporale per il volgo, quella dell'anima per le anime religiose, quella dello spirito (pneumatica) riservata agl'intelletti superiori. La loro teologia vuol condurre dal « Cristianesimo della carne » alla luce spirituale dell'« Evangelo Eterno ».

Valentino, il più ellenizzante tra di essi, insegnava che i due primi principî, il Padre e la Conoscenza, avevano generato l'Intelletto e la Verità, e che questi quattro sono la *Tetraktys* che regge il mondo attraverso le creature delle sue creature, i trenta *Eoni* o « eternità ». Il più giovane di essi, Sophia, o la Scienza, avrebbe voluto avvicinarsi al Padre fino a scorgerlo direttamente e divenir creatrice di verità, ma il suo sforzo non la portò che a perdersi nel caos della materia, finché i due principî supremi ne emanarono un terzo, il Cristo, il quale venne a riscattarla. Sophia è salvata per aver creduto in Cristo prima di vederlo. Tale il punto di partenza di una strana mitologia monoteista in cui le essenze divine si scindono via via in attributi personalizzati. Gli Gnostici avevano un libro sacro, dal titolo *Pistis Sophia,* che narrava le vicende della Sophia, il suo smarrirsi, il suo soffrire, la sua liberazione.

In tutte queste dottrine prevale l'interesse per la scienza, sia pure sotto la forma di *gnosis,* che sarà anche in fondo quella concepita da Proclo. Sono tentativi di inquadramento del pensiero nei nuovi schemi religiosi. Si premette sempre l'essenziale identità della rivelazione e della conoscenza razionale: ma il fon-

damento scientifico è troppo esile per sorreggere l'ambizioso e fantastico edificio.

La filosofia ellenistica della natura, svolta in forma mitica come dramma cosmogonico, è base comune dei sistemi gnostici. In essi vivono ancora i concetti fondamentali della scienza. E questo appare particolarmente nelle teorie di un geniale siriano, Bardesane (Bar Daisan) di Edessa (153-224). Gli argomenti con cui egli combatte il determinismo semplicistico degli astrologi alessandrini, per cui gli abitanti di ciascuna zona terrestre deriverebbero il loro carattere delle costellazioni che occupano il luogo corrispondente in cielo, sono quegli stessi di Carneade. La sua cosmologia è ispirata in parte alla *Genesi*, in parte al *Timeo*. Il suo umanismo caratteristicamente posidoniano lo porta a voler risvegliare la coscienza nazionale della sua gente, e a creare le forme della poesia siriaca. Bardesane ebbe per discepolo il persiano Mani, il quale, unendo le teorie gnostiche al dualismo iranico, fondò la setta eretica detta *manicheismo* secondo cui l'essenza dell'universo sarebbe un contrasto fra il principio del Bene e quello del Male.

Di contro a questa e a molte altre oscure speculazioni, sta lo sforzo organizzatore dei Padri della Chiesa Occidentale. Chi passi dalla lettura dei libri gnostici a quella dell'*Ottavio* di Minucio Felice o dell'*Epistola a Diogneto*, si ritroverà di colpo nella chiara atmosfera greco-latina. La propaganda degli apologeti mette in evidenza soprattutto il nuovo elemento morale del Cristianesimo. Ma la lotta contro lo gnosticismo conduce i Padri, volenti o nolenti, sul terreno filosofico. Lo stesso Tertulliano, con tutto che fulmini contro la « sapienza dei dèmoni », conosce a fondo le varie scuole morali. Dal materialismo stoico in particolare, prende varî concetti che rimarranno nel pensiero medievale. Col sistema dell'ortodossia in cui fatalmente si inseriscono numerosi elementi gnostici, sorge anche la propaganda e la polemica coi pensatori pagani. L'ateniese Marciano Aristide, il palestinese Flavio Giustino (100-160) erano stati i primi rappresentanti di questa tendenza. Alla piena verità del *Logos*, e quindi al Cristo, dice Giustino, tutti partecipano, perché ogni verità è cristiana; una rivelazione cristiana di Dio illumina già i grandi pensatori ellenici ed ebrei: Eraclito e Socrate, Mosè e i profeti sono egualmente cristiani. È la trasposizione nel campo delle idee della parola dell'E-

vangelo: « L'ora è venuta in cui non si adorerà né da questa montagna né da Gerusalemme.... Ma i veri adoratori adoreranno il Padre da ogni luogo in spirito e verità ». [1]) Tale è il senso del Messaggio di Atenagora a M. Aurelio, della garbata polemica di Minucio Felice, il primo apologeta propriamente latino. La sua discussione degli argomenti scientifici addotti da stoici ed epicurei meriterebbe un più ampio esame. Basterà una frase a sintetizzare il nuovo punto di vista: *nisi divinitatis rationem diligenter excusseris, nescies humanitatis.*

Panteno, stoico convertito al cristianesimo, fonda ad Alessandria il didascaleo ove insegnano successivamente Clemente Alessandrino (160-225) e Origene (180-254), già scolaro di Ammonio Sacca e sistematore della teologia ortodossa, il quale risponde al celebre *Discorso Vero* di Celso contro i Cristiani. L'opera di questi teologi, come anche di Ireneo e più tardi di Agostino, è essenzialmente chirurgica e chiarificatrice: essi portano la scure nella selva selvaggia delle allegorie e delle costruzioni intellettualistiche; impediscono al Cristianesimo di confondersi con le altre religioni, di volatizzare la figura di Gesù in simboli e in miti, e lo riportano alla sua realtà umana e universale. La loro azione crea un nucleo stabile, una *regula fidei*, in confronto alle opinioni estreme di Ario e degli gnostici, e delle tante sette che si accapigliano sui rapporti tra le persone della Trinità. La Chiesa che vuol essere cattolica, cioè universale, sente il bisogno di raffermare la sua unità cercando la conciliazione degli opposti nella definizione dei dogmi: Costantino, il quale l'ha proclamata religione di Stato, fa convocare nel 325 il Concilio di Nicea. Nondimeno il dibattito delle idee continua nelle scuole d'Alessandria e d'Antiochia, e in Occidente trova la sua più alta espressione nel grande teologo platonizzante che fu Aurelio Agostino.

Sant'Agostino. — Agostino è il santo che la Chiesa venera come Dottore della Grazia. Nato a Tagaste in Numidia nel 354, educato a sentimenti cristiani dalla madre Monica, diviene maestro di retorica. Dopo una gioventù tempestosa, desiderando amare, come egli dice, senza trovare l'oggetto del suo amore,

[1]) Giov. IV, 21-23.

è commosso dalle prediche di Sant'Ambrogio a Milano, si converte e riceve il battesimo nel 387.

È importante per la filosofia il fatto che la lettura delle opere di Plotino (nella traduzione latina di Mario Vittore) abbia preparato la conversione del retore africano, riconducendone l'animo alla religione della sua infanzia. La parentela dei Platonici o neoplatonici con lo spirito cristiano lo ha vivamente colpito. Anche i neoplatonici superavano la scienza comune. Ermeia d'Alessandria, compagno di Proclo, distingueva la « filosofia umana » — la matematica, la fisica e l'etica impropriamente designate come filosofia — dall'iniziazione del platonismo, perché solo l'entusiasmo dell'iniziato contiene in sé « la teologia, la filosofia intera e la follia amorosa ».

In tutte le sue speculazioni posteriori Agostino si ispirerà ai Platonici, ma sentirà la distanza che lo separa dalle loro dottrine: « Vi ho letto — dice in un passo celebre delle *Confessioni*[1]) — non proprio in questi termini, ma la stessa idea provata con ragioni molteplici: che in principio era il Verbo, e che il Verbo era presso Dio e che era Dio..., che il Verbo non nacque dalla carne, né dal sangue, né dalla volontà dell'uomo...; ma non vi ho letto che si è fatto carne per abitare in noi.... che si è abbassato facendosi schiavo e umiliato obbedendo fino alla morte, e alla morte sulla croce ».

Ciò che conferisce un profondo interesse alla personalità d'Agostino e dà un alto valore alle sue opere[2]) è la straordinaria ricchezza delle esperienze religiose da lui vissute, in particolare la lotta sostenuta per liberarsi dalle credenze dei Manichei ed il senso vivo che traverso a questa si è sviluppato in lui dei problemi del male, della predestinazione e della grazia; i grandi temi della speculazione medioevale.

Nuovi motivi del pensiero cristiano. — Tutto lo sviluppo del pensiero cristiano prende forma dalla filosofia greca; ma resterà sempre estraneo agli interessi scientifici propriamente detti: anzi ostile. « La stessa ampiezza della loro scienza profana — dice San Basilio dei dotti — richiede talvolta contro

[1]) *Confessioni*, VII, 9.

[2]) Fra queste sono specialmente celebri il *De Civitate Dei* e le *Confessiones* che il lettore italiano può leggere oggi nella bella traduzione di Angelica Valli Picardi.

di loro una condanna più grave; perché, dotati di una vista penetrante per le cose vane, sono divenuti volontariamente ciechi per la verità. Misurano le distanze delle stelle.... osservano con gran cura le retrogradazioni, le stazioni, le declinazioni e il movimento di tutti gli astri.... a loro sfugge soltanto la scoperta d'Iddio, creatore dell'Universo, il giusto giudice, rimuneratore e compensatore delle azioni fatte durante la vita ». Confondendo la scienza con la superstizione, che trovavano mescolate nella pratica del tempo, i Padri cristiani sentono di fronte ad essa anche più timore che disprezzo: « Il buon cristiano, dice Sant'Agostino, deve guardarsi dai matematici e da tutti coloro che si dànno alle empie divinazioni, sopratutto quando le loro predizioni sono veritiere, per paura che codesta gente, d'accordo coi demoni, non inganni il suo spirito e stringa la sua persona nei lacci d'un patto diabolico ».[1])

Agostino può ben dichiarare che la fede è il principio dell'intelligenza — *credo ut intelligam,* dirà Anselmo d'Aosta — questa intelligenza mira ad una *sophia* che non ha più alcun rapporto con la filosofia umana, che è la scienza naturalistica. E pertanto l'interesse scientifico di tutte le speculazioni cristiane, nel periodo delle origini, sembra ridursi al valore dossografico dei documenti che, a scopo polemico, richiamano o commentano le opinioni dei fisici e degli altri filosofi anteriori.

Al di là della dossografia si scorgono solo alcuni motivi suscettibili di comunicare un nuovo impulso al pensiero, preparando un sia pur lontano avvenire della scienza. Anzitutto la passione religiosa della verità concepita in un tono più alto, non più come oggetto di contemplazione estetica o di mera ricerca curiosa, ma come problema di vita o di morte in cui l'anima impegna la propria salute. E poi la visione drammatica del divenire del mondo che si solleva sul sistema immutabile della natura quale era nel pensiero dei Greci (sul ritorno ciclico di tutte le cose o sul regno statico delle Idee platoniche) introducendo la fede in un ordine nuovo, in una redenzione o in una ascesa dell'umanità: che apre la via ad un nuovo concetto razionale della storia.

[1]) *De Genesi ad litteram liber secundus XVII,* 37, citato in Duhem, *Système du monde,* II, pg. 406.

Infine anche il rovesciamento dei valori che porta ad identificare Dio o il Bene con l'infinito, là dove la tradizione pitagorica classica aveva scorto soltanto l'imperfetto o il male. Si è visto come la nuova idea s'introduca nella filosofia neoplatonica. Similmente, e con un accento anche più alto, l'infinità d'Iddio si ritrova nei Padri della Chiesa, acquistando il più profondo significato in Sant'Agostino e nella sua concezione affatto spirituale dell'infinito. L'idea che Agostino si forma della scienza divina è specialmente caratteristica del suo razionalismo, come si rivela nella polemica contro Origene. Nella quale il dottore della Grazia ha occasione di dichiarare privo di luce il pensiero che Dio non possa concepire nel suo insieme l'infinità dei numeri e vederla in atto nella sua mente, senza trascorrere la serie di passo in passo, al modo dell'intelletto umano: « *Mentem divinam omnino immutabilem cuiuslibet infinitatis capacem et innumera omnia sine cogitationis alternatione numerantem* ».[1]) Pensieri che si ritroveranno in Galileo Galilei.

1) *De Civitate Dei*. XII, 17. Cfr. G. Cantor, *Zur Lehre von Transfiniten* in *Math. Annalen*, 1890, Bd. 43.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Gli scritti apologetici dei Padri della Chiesa sono raccolti in Migne, *Patrologiae latinae cursus completus*. Per le opere di Celso e Giuliano cfr. Rougier, *Les maîtres de la pensée antichrétienne. Celse*, Parigi, 1928; J. Bidez, *Julien, Œuvres complètes, texte et traduction française*, Parigi, 1924 e l'opera del Rostagni citata più sotto.

Sui rapporti del cristianesimo con l'ellenismo, e sugli elementi filosofici nelle dottrine cristiane si veda: A. v. Harnack, *Mission und Ausbreitung des Christentums in den ersten drei Jahrhunderten*, 2ª ed., 1907, 2 vol.; dello stesso autore il grande *Lehrbuch der Dogmengeschichte*. Lipsia, 1897 (trad. franc. Choisy, 1893), e la *Geschichte der altchristlichen Litteratur*, Lipsia, 1893-94. Altre opere da consultarsi: A. Dufourcq, *Histoire ancienne de l'Eglise*, Parigi, 1925; Renan, *Marc-Aurèle*, 1882; A. Puech, *Les apologistes grecs de notre ère*, Parigi, 1912; C. Elsee, *Neoplatonism in relation to Christianity*, Cambridge, 1908; Corbière, *Le christianisme et la philosophie antique*, 1921; P. Gerosa, *Sant'Agostino e la decadenza dell'Impero romano*, Torino, 1916; Ch. Guignebert, *Le christianisme antique*, 1921; A. Manaresi, *L'impero romano e il cristianesimo*, Torino, 1914; J. Réville, *La religion à Rome sous les Sévères*, Parigi, 1886; Th. Trede, *Das Heidentum in der römischen Kirche*, 4 vol., Gotha, 1889; E. Troeltsch, *Augustin, die christliche Antike und das Mittelalter*, Monaco, 1915; Aug.

KIND, *Teleologie und Naturalismus in der altchristlichen Zeit*, Jena, 1875. E ricordiamo ancora la già citata storia della filosofia del Bréhier.

Sulle teorie gnostiche: BOUSSET, *Hauptprobleme der Gnosis*, 1907, con ottima bibliografia; E. DE FAYE, *Introduction à l'histoire du gnosticisme*, Parigi, 1903. La ricostruzione di SCHULTZ in *Dokumente der Gnosis* è molto subiettiva.

Sulla reazione pagana cfr.: A. ROSTAGNI, *Giuliano l'Apostata. Saggio critico con le operette politiche e satiriche*, tradotte e commentate, Torino, 1920; G. NEGRI, *Giuliano l'Apostata*, Milano, 1902; G. MAU, *Die Religionsphilosophie Kaiser Julians*, Lipsia, 1907; J. GEFFCKEN, *Kaiser Julianus*, Lipsia, 1914; J. BIDEZ, *Julien l'Apostat*, Parigi, 1931. Curiosa, se pur molto ardita, la tesi di R. ANTHONY, il quale scorge in Giuliano un precursore di Lamarck; *Julien et la question du déterminisme morphologique en biologie*, in *Revue anthropologique*, Janv. 1919.

XXXII.

L'ALCHIMIA

PHYSICA ET MYSTICA. — La mentalità teurgica, magica e mistica, che affiora nelle più alte dottrine della filosofia neoplatonica, e pervade la gnosi ed è sempre viva nel conflitto dell'ellenismo col cristianesimo, si esprime in una maniera caratteristica con le speculazioni sull'Alchimia, legate del resto alle vedute astrologiche. È assai interessante rilevare come codesta mentalità primitiva, sovrapponendosi ad un corpo di ricerche sperimentali, dia origine a dottrine che proseguono come una corrente sotterranea della coltura medioevale, e metteranno capo, infine, ad una scienza.[1])

Le operazioni pratiche — trasformazioni della materia — su cui si esercita la speculazione alchemica, hanno la loro origine nei processi della tecnica egizia, di cui già abbiamo discorso (Cap. XXIII). Si è pure accennato come a codesta tecnica forse già soggiacente una veduta vitalistica che si ritrova agl'inizii dell'antica scienza babilonese. Ora i motivi religiosi e magici dell'Oriente si fondono nelle scuole ellenistiche colle dottrine dei filosofi, e ne deriva una nuova teorizzazione delle conoscenze sperimentali, che esercita il suo influsso su tutto lo sviluppo ulteriore della Chimica.

La prima opera che appare in questa corrente è un'aperta

[1]) Sull'origine del nome di «Alchimia» si è molto speculato anche dagli antichi. Le ultime e ben fondate conclusioni di Hoffmann e Reitzenstein ci mostrano come χημεία significhi un'attività, nello stesso senso di μαγεία e ταριχεία e precisamente «la pratica del nero» (in egiziano *chemi*.) È dunque l'arte di preparare quella *nigredo perfecta* che sta alla base della trasmutazione. Il suffisso *Al* è arabo.

falsificazione: il *Physica et Mystica*, che si discute se appartenga al I o al III secolo dell'e. v., e che va sotto il nome di Democrito. È assai usuale, nella storia di questo periodo, che cose nuove si nascondano al pubblico sotto l'autorità di nomi antichi e venerabili. Ma nessun nome è stato tanto adoperato dai falsarî come quello di Democrito. Cominciò, pare, l'egiziano Bolo di Mende a valersene nei suoi scritti di medicina, d'agricoltura, d'astrologia, ecc., fra i quali è specialmente noto il trattato *Sulla simpatia e l'antipatia;* il falso è già denunziato dal suo contemporaneo Callimaco.

Alla reputazione di grande viaggiatore che aveva sempre avuto il filosofo d'Abdera, ai rapporti che gli si attribuiscono coi sacerdoti dell'Egitto e coi magi della Persia, si era venuta intrecciando la leggenda che fosse, egli stesso, mago e taumaturgo, forse perché «avendo indagato quasi ogni cosa» come dice Aristotele, era considerato la somma autorità nelle scienze naturali. Gli si attribuiva tradizionalmente un ricettario tecnico dal titolo Χειρόκμητα (*Manipolazioni*) che è verosimilmente di Bolo.[1]) Ma lo scritto *Physica et Mystica* sembra un'elaborazione posteriore di altri libri alchemici (sulle tinture, sull'oro, sull'argento, ecc.) che a quello si collegano. Qui però la forma rivela subito l'intrusione di un elemento non tecnico. Lo Pseudo-Democrito si richiama alla saggezza del suo maestro, Ostane, ad un tempo mago persiano e sacerdote egizio: questi avrebbe condensato la sua scienza, risalente a tradizioni più venerabili, nel detto: « La Natura gode della Natura, vince la Natura, domina la Natura ». Spetta ai discepoli trarre pieno frutto dalla formula universale.

I problemi considerati sono quelli dei papiri di Stoccolma e di Leida citati nel capitolo sulla Tecnica: *tingere* in argento, in oro, in porpora, *generare* metalli nobili da metalli vili.

E tali sono anche i problemi che ricompaiono negli altri trattati del tempo: di Maria l'Ebrea, di Cleopatra, di Pammene e di Commario. Nei quali si trovano anche interessanti descrizioni di processi di sublimazione e distillazione, cogli apparecchi relativi. Ma il tono è diverso da quello dei papiri sopra menzio-

[1]) Fra gl'innumerevoli passi di Plinio relativi a Democrito ne ricorderemo due: *N. H.*, XXX, 2; XXIV, a. Cfr. anche Seneca, *Epist.* 90, dove si vede che già Posidonio attribuiva a Democrito la scienza di « rammollire l'avorio, e far dalle pietre lo smeraldo » (cioè vetro colorato).

nati. L'esposizione tecnica si perde in oscure elucubrazioni mistiche. Più dell'operazione chimica vale il simbolo, più delle sostanze le affinità e le allegorie ad esse collegate:

«Prendi mercurio, fissalo col corpo della magnesia o con stimmi italico, e con zolfo non riscaldato, o con afroselinon, o con allume di Milo, o con arsenico, o con qualunque cosa ti sembri opportuna; proietta la terra bianca sul rame, otterrai rame lucente; se vi proietti l'argento avrai oro.... lo stesso effetto è dato dall'arsenico giallo, o dalla sandracca trattata come si deve, o dal cinabro ben trasformato; il rame lucente si ha solo per mezzo del mercurio. La Natura vince la Natura.» [1])

Lo scopo concreto del chimico si va perdendo nella speranza di cose più grandi. I fantasiosi nomi popolari delle sostanze adoperate, le operazioni chimiche più semplici, suggeriscono meravigliose associazioni. Il minio è « sangue di Saturno », gli ossidi metallici sono « le ossa del drago ». L'aggiunta (ἐπιβάλλειν) di sostanze è divenuta «proiezione» fluidica; non a caso, dicono gl'iniziati, « acqua solforosa » [2]), θεῖον ὕδωρ, in greco significa anche « acqua divina ». La « grande opera » non è più semplice cerimonia magica, ma *telesma* metafisico; le fasce di lino in cui si avvolgono le sostanze coloranti diventano le fasce della mummia di Osiride, la quale dovrà risorgere « trasfigurata » in metallo nobile: la modificazione (ἀλλοίωσις nel papiro di Stoccolma) è divenuta transustanziazione. Tale è il resultato della confluenza della teurgia orientale con la tarda filosofia greca.

Il nuovo sviluppo della chimica è certo profondamente significativo. Gli « elementi » dell'Alchimia sono simboli di una nuova civiltà, di una nuova forma di pensiero che sta sbocciando, e che riporterà l'Oriente all'avanguardia nel periodo che va dalla nascita di Cristo alle Crociate. Di qui l'importanza fondamentale che assume la nuova scienza nel quadro della « gnosi ». Le sostanze magiche degli alchimisti, che passano da una materia all'altra, inafferrabili e proteiformi, apparenti e scomparenti secondo gl'influssi delle anime e degli astri, traspongono tutti i fenomeni della realtà in quella determinata chiave spirituale

[1]) Berthelot, *Coll.*, II, 43.

[2]) «L'acqua solforosa» era un miscuglio di polisolfuri di calcio che attaccava anche l'oro.

che sola è accetta al pensiero dell'Oriente. La forma, la concretezza plastica delle cose diventano un'ombra di fronte alle potenze, alle qualità misteriose che sole determinano gli eventi. Le immaginazioni lungo tempo costrette dalla disciplina greca si dànno libero corso. Scienza, filosofia e religione si trasmutano insieme. Allo stesso modo come la preparazione dei metalli è divenuta un'operazione spirituale, si può dire che le interminabili controversie sugli attributi e le persone della divinità prendano aspetto essenzialmente alchemico.

Zosimo e Sinesio. — I personaggi principali che sono autori delle opere alchemiche negli ultimi secoli del mondo antico, sono uomini di coltura mistica, imbevuti delle dottrine gnostiche o neoplatoniche. Zosimo (circa 300 dell'e. v.) fu della scuola ermetico-gnostica del « Poimandres », e — secondo la tradizione egiziana — si mette sotto la protezione del grande maestro, architetto e mago egizio, Imhotep (personaggio storico del 3000 a. C.). A una trattazione ispirata allo Pseudo-Democrito fa seguire 4 libri mistici, in cui si assiste alla piena trasformazione dell'alchimia in teologia. Condotto da un gran sacerdote, l'iniziato assiste alla morte e alla resurrezione dei metalli attraverso la prova del fuoco. Il corpo dei metalli riceve pneuma [1]) e psiche e ascende alla perfezione: i loro resti terrosi discendono nello abisso, gli spiriti liberati appaiono come omuncoli, quello del piombo vecchissimo, a significare che il grigio piombo è antenato dei metalli; Zosimo estatico vede lo Spirito Santo, figlio di Dio, che scende nella materia, si libera da essa e si trasfigura in ogni forma per salvar le anime: simile al « Pastore » degli ermetisti, a Thot, Orfeo, ecc.

Non diverso è l'atteggiamento spirituale di un altro alchimista, un certo Sinesio, autore della *Lettera a Dioscoro* e d'un commento allo Pseudo-Democrito, che non si ha indizî sicuri per identificare o per distinguere dal filosofo neoplatonico, che finì cristiano e vescovo di Tolemaide in Cirenaica, dopo il 410.

[1]) Lo *pneuma*, che era per gli ionici «soffio» e «anima», per gl'Ippocratici significava «alimento del fuoco» e più tardi il contenuto gassoso delle arterie, veicolo della vita. Nella concezione vitalistica degli Stoici, abbiamo visto come esso diventasse, in qualche modo, anche l'anima degli oggetti materiali, energia di coesione o principio d'unità delle cose: rimanendo sempre però «sostegno meccanico della funzione psichica» (Diels).

L'introduzione al grande trattato di Zosimo ci darà un esempio della forma esoterica che gli alchimisti davano alla loro dottrina. Si noti come tutto avviene in sogno: ultima svalutazione delle facoltà razionali. [1])

.... Mi addormento, e vedo un sacrificatore che stava in piedi dinanzi a me su un altare in forma di fiala. All'altare si accedeva per quindici gradini. Il sacerdote stava in piedi, e udii una voce dall'alto che mi diceva: «Ho compiuto il processo di scendere i quindici scalini, andando verso il buio, e quello di rimontarli andando verso la luce. È il sacrificatore che mi rinnovella, togliendo la densità del corpo. Quindi, fatto sacerdote per necessità, divengo uno spirito».

Udita così la voce di quegli che stava su l'altare in forma di fiala, io gli volli domandare chi fosse. Ed egli con voce fioca mi rispose dicendo: «Io sono colui che è (o va?), il sacerdote dei santuari, e subisco una violenza non tollerabile. Uno è qui venuto correndo questa mattina e mi ha fatto violenza spaccandomi con un coltello e mi ha smembrato secondo le regole della combinazione. E con la spada che teneva mi ha asportato la pelle dalla testa, ha mescolato le ossa con la carne, e le ha fatte bruciare al fuoco del trattamento. In tal modo ho appreso, attraverso la trasformazione del corpo, a divenire spirito. Tale è la violenza intollerabile che ho subìto». E mentre così diceva, e io lo forzavo a parlarmi, gli occhi suoi divennero sangue. E vomitò tutte le sue carni. E lo vidi mutato in un omuncolo contraffatto; e con i propri denti sbranava se stesso e cadde.

Spaventato mi svegliai e pensai: «Ma non è questa la composizione delle acque?» Convinto di avere ben compreso, mi riaddormentai. E vidi lo stesso altare a forma di fiala, e in alto dell'acqua bollente, e molta gente che vi andava senza posa....

E mi appare un omuncolo, un barbiere incanutito dagli anni che mi dice: «Che cosa guardi?» Gli risposi che stupivo sull'ebollizione dell'acqua e sugli uomini bruciati e viventi. Ed egli mi rispose dicendo: «Lo spettacolo che vedi è l'entrata, e l'uscita, e la trasformazione». Ed interrogando io nuovamente: «Quale trasformazione?» mi rispose dicendo: «Quello è il luogo della macerazione. Gli uomini che vogliono ottenere la virtù entrano qui e divengono spiriti dopo aver fuggito il corpo». Ed io gli dissi: «E tu, sei uno spirito?» Ed egli rispose dicendo: «Sono uno spirito e un guardiano di spiriti». Mentre dicevamo queste cose e il bollore andava crescendo, e la gente si lamentava, vidi un uomo di rame che teneva in mano una tavoletta di piombo. Ed egli mi disse questo guardando la tavoletta: «Ordino a tutti quelli sottoposti al tormento di acquetarsi, di prendere in mano una tavoletta di piombo, e di scrivere con la propria mano, e di tenere gli occhi rivolti in alto e le

[1]) Cfr. Berthelot, *Collection*. Il seguito del passo in Mieli, *Manuale*, pag. 511.

bocche aperte fino a che la vostra vendetta non sia compiuta». L'ordine essendo stato obbedito il Signore del Tempio mi disse: «Hai visto? Hai drizzato il collo verso l'alto e hai visto ciò che si è compiuto?» E dicendogli io che vedevo, rispose: «Quel che tu vedi è l'uomo di rame; è il capo dei sacrificatori e dei sacrificati, quegli che vomita le proprie carni. Egli ha avuto il comando di quest'acqua e delle genti punite. »

Filosofia e Alchimia. — Vi è particolare interesse a cercare quale sia il motivo scientifico originale su cui fiorisce tutta questa torbida speculazione. Non si tarderà a ritrovare la teoria aristotelica della materia, con la soggiacente ideologia platonica, e le sue qualità. Mentre la fisica ionica che mette capo a Democrito era riuscita a negare le qualità della materia ritenute irreali, cioè semplici apparenze d'una sostanza estesa, Aristotele riduceva la materia prima ad una mera possibilità, sostrato indifferente di forme o qualità sovrapposte. Era quindi assai naturale d'interpretare le trasformazioni chimiche come trasporto di qualità da un corpo ad un altro. « La qualità oro è (per gli alchimisti) indipendente dalla sostanza metallica che ne è il supporto. Quando si possiede una materia in cui questa qualità risiede, così come il principio essenziale d'una materia colorante, abbiamo la pietra filosofale, e allora si può tingere in oro gli altri metalli e fare del vero oro ».[1]) Non è dunque un caso che il peripatetico Alessandro di Afrodisia (circa nel 200 dell'e. v.) si veda speculare tra i primi sulle reazioni chimiche. Ma, già imbevuto dei principî stoici della simpatia cosmica e delle teorie astrologiche, egli non dubita che le sostanze corporee del mondo sublunare sieno regolate nelle loro trasformazioni dall'influsso degli astri fissi ed erranti, che appartengono al cielo incorruttibile; e — in uno speciale trattatello — si chiede « quale sia il potere generato dal moto del corpo divino nel corpo contiguo » sottoposto alla nascita e alla morte.

È poi chiaro che il rifiorire del platonismo doveva dare impulso a codeste speculazioni, portando a vedere nelle qualità, delle *Idee* incorporee: « finché non avrai reso incorporee le cose corporee e corporee le incorporee.... nulla di quello che aspetti potrà accadere », dice Maria l'Ebrea. E il neoplatonismo

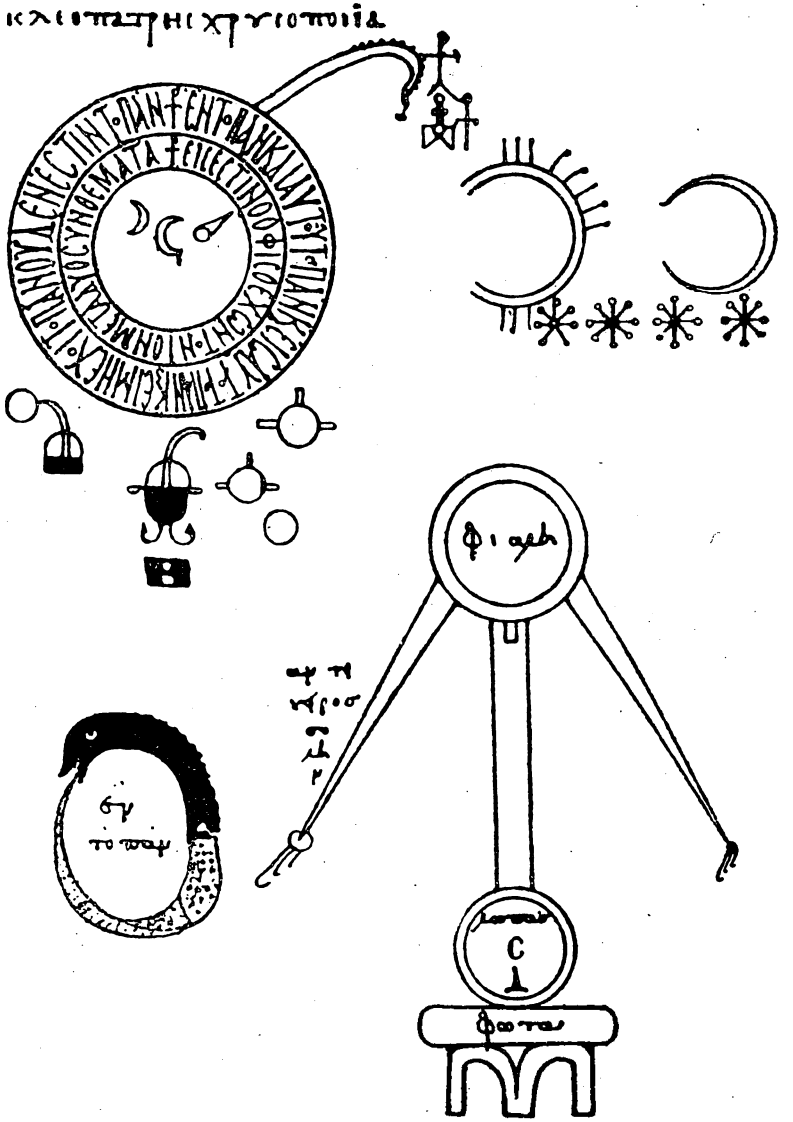
[1]) Berthelot, *Collection*, p. 134, nota.

promuove anche di più il senso mistico delle Idee, che per esso riflettono l'unità del mondo intelligibile specchiato nell'Anima cosmica, ed emanano, in ultima analisi, dal potere divino.

Tale il punto di partenza, il tronco su cui si innestano le speculazioni magiche. Ma, negli sviluppi della più tarda coltura ellenistica è ormai difficile distinguere i diversi motivi che confluiscono in un vasto movimento eclettico e sincretistico, tutto ravvicinando, confondendo, unificando, quello che avevano dato le varie civiltà sui problemi dell'Universo, tutto abbracciando, dalla religione alla fisica. Thot, il dio egizio della saggezza, s'identifica con Ermete: dio della nascita e della morte, trasformatore delle anime e della materia, distruttore del male che nasce spontaneamente « come il verderame sul metallo ». L'uovo originale, il Phanes degli orfici, il Zervan Akarana della dottrina zendica, diventa l'uovo filosofico, la sintesi di tutti i semi universali, Ermete Ctonio, Ermete Psicopompo, il *Logos* universale da cui derivano i *logoi seminali* che fecondano la materia amorfa. Quel *logos* che per i neoplatonici è l'ipostasi spirituale dell'Uno, è anche l'ordinatore dei moti celesti, l'anima dei viventi e la causa delle trasformazioni della materia. Alla virtù specifica d'un metallo corrisponde la virtù d'un astro; la purificazione dell'anima e la trasmutazione chimica si ottengono con processi analoghi. I mezzi che servono all'un fine ci indicano i mezzi che serviranno all'altro: i particolari del processo alchemico ci guideranno sulla via della perfezione spirituale. Ritroviamo le leggi del pensiero primitivo: affinità, animismo, analogia.

Il sistema alchemico. — Dopo i neoplatonici, il sistema alchemico ha preso forma completa e definitiva. Alla base di esso sta il ciclo naturale, « la via in alto e la via in basso » di Eraclito, implicante in ogni campo un processo di purificazione e degradazione.

La natura produce l'oro dall'argento, dal rame e dal ferro: l'uomo potrà fare altrettanto, se avrà in suo possesso la *pietra filosofale* o la *polvere di proiezione,* che agiscono, diremmo oggi, per catalisi. Il primo stadio necessario è la perdita delle qualità proprie, il ritorno alla materia indifferenziata, l'*anneri-*



" La fabbricazione dell'oro di Cleopatra. „

Illustrazioni di un testo alchemico del V sec. e. v., coi simboli dell'uovo filosofico, e del serpente Uroboros che si morde la coda. Inoltre un alambicco e i simboli del mercurio, dell'argento e dell'oro. Fra i circoli concentrici è scritto: " Uno il tutto, e per mezzo suo il tutto, e verso lui il tutto, e se esso non contiene il tutto, il tutto è nulla »; " Uno è il serpente, quello che ha il veleno con le due mescolanze „. Manoscritto greco N. 299 della biblioteca di San Marco a Venezia (da Berthelot).

mento. Mercurius philosophorum est nigredo perfecta.[1]) Da un tale stato caotico, oscuro, informe, si risale per *tintura* o aggiunta di qualità a nuove sostanze. I *semi* di queste qualità sono tutti contenuti nella pietra filosofale, immagine dell'uovo filosofico che contiene in sé i principî di ogni cosa. Basta quindi attivare questo o quel principio della pietra filosofale, della quale una traccia vale a provocare la trasformazione.

Ma questa pietra filosofale, come si otterrà? Per unione della materia prima, vergine, oscura, col principio attivo del *Logos* maschile: essa è un microcosmo simile all'uomo, un *homunculus*. I suoi *logoi* seminali sono spiriti, semi, quintessenze della materia, l'oro, l'argento « filosofici ». La pietra filosofale contiene in sé il principio di ogni purificazione; l'« oro potabile » servirà tanto all'anima quanto al corpo. Gli spiriti che presiedono a queste mistiche trasformazioni sono identificati agli spiriti dei pianeti, prime emanazioni del *Logos* supremo.

Nei libri di Thot e di Enoch e nel Corpo Ermetico troviamo compiuta la fusione con la religione orientale: « santi e divini precetti » dice Zosimo, che guidano l'alchimista, gli schiudono attraverso lo studio degli astri il segreto della trasformazione dei metalli, e purificano l'anima sua come conviene per compiere la « grande opera ». Solo colui che è ritualmente puro potrà essere perfetto (τέλειος). E questo dopo esser passato per la mistica μεταβολή, dopo essere sceso nell'oscuro abisso degli inferi a resuscitare i morti, a disciogliere le ὕλαι calate al fondo come piombo; dopo averle riportate alla luce grazie all'aiuto degli « spiriti » divini, e a dispetto degli sforzi dei demoni del male, in cui sono simboleggiate le passività della natura e dell'anima: il serpente ctonico Agathodaimon, che è poi anche Anubi, Chnum, il drago Uróboros che si morde la coda, il demone Ofiuco, il Cancro distruttore, e il peggiore di tutti, l'Avversario (ἀντίμιμον πνεῦμα). Sempre uno in tutto, tutto in uno: rinascita

[1]) Quando nel IV secolo si scoprì la distillazione del mercurio, si attribuì il suo *pneuma* a Ermete; contemporaneamente lo stagno, già metallo di Ermete, fu attribuito a Giove, e l'«elettro» sparì dal novero dei metalli planetari. Come il pneuma ermetico animava l'universo, così lo spirito del mercurio apparve l'anima dei metalli, e l'agente delle loro trasformazioni. « Il mercurio è ovunque »; fluido e lucente, è anche, per l'identità dei contrari, la *nigredo* amorfa, e si oppone al principio maschile dell'arsenico (poiché ἄρρην = ἄρσην significa maschio).

dell'uomo dall'oscurità della matrice; del metallo nobile dal caos del substrato; dello spirito dalla voragine del male; redenzione dell'universo sotto la guida sapiente di Ermete, duce delle anime.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

I testi alchemici sono stati raccolti dal BERTHELOT e dai suoi collaboratori nella *Collection des anciens alchimistes grecs*, Parigi, 1888.

Della storia dell'alchimia si sono occupati non solo gli eruditi, ma anche varî chimici di grande valore. Fra i moderni fu pioniere il KOPP: *Die Alchemie in älterer und neuerer Zeit*, Heidelberg, 1886. (Cfr. anche la *Geschichte der Chemie*, Braunschweig, 1843, coi suoi *Beiträge*). Dopo di lui il BERTHELOT prese a ricostruir di fondo la storia dell'alchimia, cominciando col pubblicarne i testi, grazie alla collaborazione di orientalisti quali RUELLE, DUVAL, HOUDAS e altri. L'opera di Berthelot (*Introduction à l'étude de la chimie des anciens et du moyen âge*, 1889; *Les origines de l'alchimie*, 1885; *La chimie au moyen âge*, 1893) è senza dubbio imponente, e porta molti elementi nuovi: disgraziatamente il chimico francese non seppe render giustizia né ai suoi predecessori né ai suoi collaboratori. E la sua opera pecca sopratutto per ignoranza del pensiero greco. Basti dire che secondo lui, le dottrine stoiche erano ignote ad Alessandria.

L'opera moderna fondamentale è adesso E. O. v. LIPPMANN, *Entstehung und Ausbreitung der Alchemie*, Berlino, 1919, in cui è fatto largo posto ai precedenti religiosi e filosofici. Importanti notizie storiche si troveranno nella *Storia della chimica* del GUARESCHI (Torino, 1905), in TSCHIRSCH, *Handbuch der Pharmakognosie*, Lipsia, 1912 e nei *Beiträge* di WIEDEMANN.

Sulla relazione delle teorie alchemiche con la filosofia greca: H. DIELS, *Elementum*, 1899; dello stesso autore: *Das physikalische System des Straton*, Berlino, 1893. La teoria delle «ragioni seminali» da Eraclito fino al Medio Evo è tratteggiata in: K. MEYER, *Geschichte der Lehre von den Keimkräften, von der Stoa bis zum Ausgange der Patristik*, Bonn, 1914.

Sulle relazioni dell'alchimia con le religioni sincretistiche, cfr. BRUGSCH, *Religion und Mythologie der alten Aegypter*, Lipsia, 1891; WIEDEMANN, *Altägyptische Sagen und Märchen*, Lipsia, 1906; PRINZ, *Altorientalische Symbolik*, Berlino, 1915; CHWOLSOHN, *Die Ssabier und der Ssabismus*, Pietroburgo, 1865; BRANDT, *Die mandäische Religion*, Utrecht, 1889; USENER, *Götternamen*, Bonn, 1906; E. KROLL, *Die Lehre des Hermes Trismegistos*, Münster, 1914; LEPSIUS, *Ueber die Götter der vier Elemente bei den Aegyptern*, Berlino, 1856. In favore di possibili influenze indiane (molto contestate) si pronuncia GARBE, *Samkhya-Philosophie*, Lipsia, 1894.

Sull'astrologia cfr. l'opera d'insieme di F. BOLL, *Sternglaube und Sterndeutung*, Lipsia, 1926; dello stesso autore *Die Erforschung der antiken Astrologie*, in *Neue Jahrbücher*, Lipsia, 1908; inoltre KUGLER, *Sternkunde und Sterndienst in Babel*, Münster, 1907; BEZOLD, *Astronomische Himmelsschau und Astrallehre bei den Babyloniern*, Heidelberg, 1911; SCHNABEL, *Berossos*, 1927; ED. MEYER, *Der Papyrusfund von Elephantine* (sulla prima introduzione dell'astrologia nella Ionia); PFEIFFER, *Studien zum antiken Sternglauben*, Lipsia, 1915 (sul problema se gli astri siano cause o segni).

Sulle teorie magiche cfr. le già citate opere di FRAZER e LYNN THORNDIKE. Inoltre: A. LANG, *Magic and Religion*, Londra, 1901; WIEDEMANN, *Magie und Zauberei im alten Aegypten*, Lipsia, 1905; FOSSEY, *La magie assyrienne*, Parigi, 1902; V. HENRY, *La magie dans l'Inde antique*, Parigi, 1904; WUNDT, *Völker-Psychologie*, Lipsia, 1909; ROSCHER, *Enneadische Studien*, Lipsia, 1907; REITZENSTEIN, *Hellenistische Wundererzählungen*, Lipsia, 1906; BLAU, *Das Altjüdische Zauberwesen*, Budapest, 1898; l'art. *Magia* di HUBERT e quello *Superstitio* di MICHEL nel *Dictionnaire des antiquités* di Daremberg e Saglio e l'ottimo articolo di RIESS, *Alberglaube*, nell'enc. Pauly-Wissowa.

XXXIII.

LE ULTIME OPERE

EDITORI E COMMENTATORI. — Il pensiero filosofico e scientifico è consapevole della sua decadenza. Un segno di ciò si ha nel fatto che anche le nuove e più vigorose correnti d'idee si presentano come ripetizione di dottrine più antiche; così Plotino di Platone. Si hanno anche molte pubblicazioni apocrife in cui le voci del presente si nascondono sotto nomi di autori celebri del passato, come si è visto per le pubblicazioni alchemiche messe sotto il nome di Democrito. Contemporaneamente le opere antiche vengono fatte oggetto di illustrazione e di studio: *quae philosophia fuit, philologia facta est,* dice Seneca.

Il movimento degli eruditi — raccoglitori, editori, commentatori di antichi testi — s'inizia sopratutto nella scuola peripatetica che, fin dalle sue origini, spiegò un interesse per la storia del sapere. Andronico di Rodi pubblica le opere d'Aristotele verso il 50 a. C. Si comincia presto a discuterne l'interpretazione: Adrasto fin dall'epoca d'Adriano e Alessandro d'Afrodisia, alla fine del II secolo dell'e. v., scrivono i celebri commenti che sono rimasti i primi per noi, ed anche per ciò offrono un interesse particolare agl'interpreti dello Stagirita.

Quindi lo studio d'Aristotele e dei suoi commentatori entra nella scuola neoplatonica: spesso Plotino, nelle Enneadi, prende le mosse da queste letture. Porfirio scrive la famosa *Isagoge* o introduzione al libro aristotelico delle *Categorie,* tradotta poi in latino da Boezio.

Seguono i commenti di Temistio e di Siriano (alla fine del IV sec. e agl'inizî del V) e poi di Simplicio (nella prima metà

del VI secolo): in particolare quest'ultimo ci dà abbondanti delucidazioni e informazioni su la *Physica* e sul *De Caelo*. Giovanni Filopono, ancora nel VI secolo, continuerà quest'opera: e la tradizione non s'interrompe, essendo raccolta dai commentatori siriaci e bizantini, e poi dagli arabi, donde torna in Occidente nel secolo XIII.

Anche i dialoghi di Platone hanno cominciato presto a trovare editori e commentatori. Essi sono stati ordinati da Trasillo, che pubblicava similmente anche le opere di Democrito. Fra gli stoici platonizzanti, Posidonio commentava il *Timeo*, e il suo lavoro ha esercitato molta influenza sulle idee cosmologiche del Medioevo: insieme al testo del primo libro del Dialogo originale nella traduzione di Calcidio, che è pure accompagnata da commento. Questo Calcidio è un personaggio poco noto; alcuni rilievi del Duhem porterebbero a supporre che sia un ebreo neoplatonico degli inizî del IV secolo.

Fra i commenti neoplatonici ai Dialoghi abbiamo già menzionato quelli di Proclo e di Ermeia. Ma la scuola ha fornito anche importanti commenti sulle opere di Matematiche e d'Astronomia, di alcuni dei quali abbiamo parlato nel cap. XIX. Tutta questa produzione è in rapporto coll'insegnamento, che comprendeva sempre un corso di studî scientifici, cominciando con Euclide e terminando con Tolomeo. Per tale scopo sembra che sia cominciata sùbito dopo Plotino, con Porfirio, autore d'un'introduzione all'astronomia e d'un lavoro sulla musica.[1])

Oltre ai commenti menzionati nella storia delle Matematiche, dobbiamo ancora ricordare di Proclo la *Institutio physica*, che vuole spiegare la teoria aristotelica del moto, e almeno il più importante dei suoi lavori d'Astronomia, sulle ipotesi astronomiche, la *Hypotyposis astronomicarum positionum*. Nella quale l'autore espone il giusto pensiero che i moti ipotetici dei pianeti su eccentrici ed epicicli sono pura finzione; e che si costruiscono a scopo semplificativo per rendere accessibili i fenomeni celesti.

Dossografi. — Accanto ai commentatori, l'epoca della decadenza scientifica vede fiorire le raccolte di opinioni (*doxai*) dei

[1]) In *Harmonica Ptolemaei Commentarium*, pubblicato per la prima volta nelle *Opera mathematica* di John Wallis, 1695.

fisici e dei filosofi. Di queste raccolte abbiamo già parlato discutendo in breve le fonti della nostra storia, e ne abbiamo anche dato un quadro sinottico al quale rimandiamo. Là si trattava di valutare le testimonianze per il loro valore di ricostruzione delle antiche dottrine; qui diremo qualcosa delle ispirazioni e dei motivi di questa letteratura decadente.

Sappiamo che tali raccolte appartengono originariamente alla scuola peripatetica e — per quel che concerne i filosofi anteriori a Platone — discendono da un'unica fonte, che è la storia di Teofrasto. Il lavoro del discepolo di Aristotele mirava in realtà ad uno scopo storico-scientifico; perché il maestro aveva insegnato a considerare la propria dottrina più progredita, come sintesi conciliatrice delle opinioni precedenti, fra loro diverse e contraddittorie.

Sembra che i primi estratti di codesto antico lavoro appartengano agli Accademici dell'età di mezzo. Clitomaco avrebbe voluto esporre in tal guisa le contraddizioni dei filosofi, per uno scopo scettico. Quindi l'epicureo Filodemo si compiaceva similmente ad opporre le une alle altre le opinioni degli antichi sugli Dei. E Cicerone ha utilizzato questi scritti. Anche più tardi siffatte esposizioni di tesi contraddittorie sono predilette dagli scettici come Sesto Empirico e, in un senso che finisce con l'essere concordante, dai polemisti cristiani. Ma, indipendentemente dal detto scopo, l'uso introdotto di ricapitolare le dottrine dei filosofi, attingendo di prima o di seconda mano a Teofrasto e completando le notizie per gli autori successivi a Platone, conveniva ad un'epoca di divulgazione della scienza. Spesso i compilatori miravano senza più ad offrire un estratto condensato e facilmente comunicabile di quelle teorie, che interessavano ormai soltanto come oggetto di curiosità erudita. Si capisce quindi che tali estratti divenissero sempre più miseri.

Il tentativo di ricostruire le prime raccolte di questo genere (importanti per la valutazione dei giudizî contenuti) ha condotto, come accennammo nell'introduzione, H. Diels a riconoscere l'opera di un certo Aetius, che sembra essere stato un mediocre peripatetico eclettico del I secolo dell'e. v., il quale a sua volta dovette attingere da qualche altra raccolta più antica. I resti di questi *Placita philosophorum* si ritrovano in compilazioni di dubbio autore, come quella che va sotto il nome di Plutarco (e che perciò

si dice dello Pseudo-Plutarco) che sembra appartenere alla prima metà del II secolo e. v., cioè proprio al tempo del poligrafo di Cheronea (m. fra il 120 e 125). E poi nelle *Ecloghe* di Giovanni Stobeo, scritte nel V secolo.

Questo trattato, così indicato dai copisti medioevali (*Eclogae physicae et ethicae*), sembra costituito dai primi due libri di una più vasta Antologia, opera enciclopedica, in cui l'autore ha raccolto oltre 500 estratti di autori greci di tutti i tempi.

Fra le raccolte a noi pervenute, una delle più antiche (che si ritiene appartenere agli inizî del III secolo) è quel libro dei *Philosophumena*, che è stato falsamente attribuito ad Origene e di cui non pare che possa dimostrarsi con sicurezza l'autore, secondo alcuni Sant'Ippolito. È un esempio caratteristico di questa letteratura, ove si ripete generalmente lo stesso ordine delle materie. Gli argomenti trattati sono: Principio, Dio, mondo, terra, mare, fiumi, Nilo, astri, Sole, Luna, Via Lattea, stelle filanti, vento, pioggie, grandine, neve, tuono, arco-baleno, terremoti, animali.

Accanto a codesta raccolta conviene almeno nominare la *Historia* falsamente attribuita a Galeno e che perciò si designa dello Pseudo-Galeno. Inoltre la vasta opera d'Oribasio di cui ci resta quasi intera la *Sinopsi*, così importante per la storia della medicina.

La più larga copia di scritti dossografici che sono a noi pervenuti, appartiene ad apologeti cristiani, e si ricongiunge — come già abbiamo notato — allo scopo perseguito dagli scettici; si vuol mostrare, colle contraddizioni, la vanità della scienza pagana. Ricordiamo di questa vasta letteratura alcuni nomi, già incontrati nel corso della nostra storia: Ireneo (n. a Smirne in Asia Minore c. 130, m. alla fine del secolo vescovo di Lione) scrisse una refutazione della gnosi, conosciuta col titolo *Contra omnes haereses;* Clemente d'Alessandria (principale fondatore della scuola cristiana di Alessandria, m. verso il 220) scrisse gli *Stromateis* (« sacchi » variopinti per tappeti, cioè intreccio di varî motivi); Ippolito (che visse a Roma fino al 235 e fu poi deportato in Sardegna) è presunto autore dei *Philosophumena;* Eusebio, vescovo di Cesarea dal 313 al 340, autore della *Praeparatio Evangelica;* Epifanio (m. 403 vescovo di Costanza in Cipro) del *Panarium: Contra haereses*. Più tarda (forse del V o

del VI secolo) sembra l'opera dell'apologeta Ermia: *Gentilium philosophorum irrisio.*

A tutte queste esposizioni di opinioni conviene aggiungere le *successioni* e le biografie dei filosofi. L'opera più completa — la prima storia che tratti insieme di tutte le scuole — è quella su *Le vite, le dottrine e le massime dei filosofi illustri,* di Diogene Laerzio (di Laerte in Cilicia, principio del III secolo), continuamente adoperata nella nostra esposizione. È un ammasso di estratti ordinati solo in parte. Si sospetta che sotto il nome di Diogene Laerzio si nascondano più persone: ma certo una meno intelligente dell'altra.

Le enciclopedie della bassa latinità. — Mentre la tradizione della cultura greca non si spense mai del tutto nell'impero bizantino, l'Occidente fu sommerso dalle invasioni dei barbari. Il patriziato romano, che si era nutrito alle fonti dell'ellenismo e si era formato un abito proprio degli studî umanistici, difese quanto fu possibile la civiltà da quella rovina.

Sotto il regno di Teodorico vi fu un estremo tentativo di assimilazione. Manlio Severino Boezio (480-525) è l'ultima grande figura dell'aristocrazia latina. Filosofo, educato ad Atene, mantenne rapporti coi centri della filosofia ellenistica. Tradusse infatti, come accennammo, l'*Isagoge* di Porfirio ed altri scritti di Logica, commentando Aristotele e Cicerone, ed espose l'*Aritmetica* e la *Musica* di Nicomaco. L'importanza della sua opera si può desumere dal tono di una lettera, che Teodorico re gl'inviava, come al suo più dotto consigliere: « Nelle tue traduzioni, — dice il re, — si possono leggere in latino l'astronomia di Tolomeo, e la geometria di Euclide. Platone, l'indagatore delle cose divine, e Aristotele il logico, disputano ormai nella lingua di Roma. E ci hai restituito in latino anche Archimede il meccanico. Quante scienze ed arti la Grecia feconda produsse, Roma per tuo merito le accolse nella patria favella ».[1])

Ma fra il romano e il barbaro non vi poteva essere intesa duratura. Per aver voluto difendere la *romanam libertatem,* Boezio cadde in sospetto di Teodorico e — dopo lunga detenzione — fu messo a morte per ordine del re goto; in prigione scrisse quel *De*

[1]) Cassiod. *Varia,* I, 45.

Consolatione philosophiae che doveva essere compagno di dolore a molti afflitti nei secoli successivi.

Quind'innanzi l'Italia stremata dalla miseria, dalle invasioni, e dalla peste sopraggiunta, finirà anche per essere isolata dalla coltura orientale. Di tutto il patrimonio scientifico dell'antichità non le sarà dato serbare che le briciole. La scienza propriamente detta si raccomanda ora ad alcune enciclopedie. I latini non hanno mai perduto il gusto di questa letteratura.

L'opera più importante del genere è quella del cartaginese Marziano Capella (verso la metà del 5° secolo) che — dopo un'introduzione *sulle nozze di Mercurio colla filologia* — tratta delle sette *Arti liberali* di cui, nel maggior tirocinio scolastico del Medio Evo, la grammatica, la retorica e la dialettica formarono il *trivio*, l'aritmetica, la geometria, l'astronomia e la musica il *quadrivio*. La stessa classificazione delle scienze — che in fondo risale ai Pitagorici e a Platone — si trova in un altro diffuso manuale enciclopedico, le *Saeculares Lectiones* del calabrese Aurelio Cassiodoro Senatore (circa 490-580), fondatore del convento di Castello presso Squillace; le quali contengono un sunto dell'aritmetica di Boezio e degli elementi di Euclide. Isidoro di Siviglia (m. nel 636) continuò Boezio e Cassiodoro coi XX libri del vocabolario delle *Etimologie*. A lui attinse i *Compendii* Beda il Venerabile di York nelle isole britanniche (673-735), che doveva accendere un nuovo focolare proprio della coltura medioevale.

Nella terra che era stata la patria dell'umanesimo, sede dell'impero del mondo, tutti i valori sembrano annullati dalle devastazioni dei Barbari, sommersi dalla nera miseria. La maggior parte delle opere degli antichi vanno perdute per sempre, altre rimangono nascoste e mutilate nei vecchi codici polverosi dei monasteri, dove già Cassiodoro ordinava ai monaci di copiare e riassumere manoscritti.

La Chiesa che si costituisce erede delle forme gerarchiche dell'impero, raccoglie ormai tutte le reliquie spirituali della morente civiltà, come per serbarle ad un'epoca di rinnovamento.

NOTA BIBLIOGRAFICA.

Gli scritti dossografici sono raccolti nei *Doxographi graeci* di DIELS. Per i dossografi cristiani v. anche la *Patrologia latina* e la *Patrologia graeca* di MIGNE. Cfr. anche in generale KARST, *Die griechischen christlichen Schriftsteller der ersten 3 Jahrhunderte*, Lipsia, 1911. Per le opere di PROCLO cfr. Cap. XXX. Sulle raccolte che interessano particolarmente la medicina cfr. le bibliografie dei cap. corripondenti; si troveranno anche indicazioni nel *Manuale* di MIELI, p. 527. Le opere di SIMPLICIO nell'edizione di Berlino, a cura di HAYDUCK, HELBERG, KALBFLEISCH, DIELS. Le opere di BOEZIO, di CASSIODORO e di ISIDORO DI SIVIGLIA sono pubblicate in MIGNE, *Patrologia latina*. Quelle di MARZIANO CAPELLA sono edite da F. EYSSENHARDT, Lipsia, 1886. Il commento di CALCIDIO è stato pubblicato dal MULLACH nei *Fragmenta philosophorum graecorum*.

Oltre le opere generali già citate, si veda: A. APPUHN, *Das Trivium und Quadrivium*, I, Erlangen, 1900; E. STEINHEIMER, *Untersuchungen über die Quellen des Chalcidius* (Progr.), Aschaffenburg, 1912; DUHEM, *Le système du monde*, t. II, p. 417, sqq. e t. III, p. 47, sqq.

INDICI DEI NOMI

I

Indice dei personaggi della storia (filosofi, scienziati, artisti....) [1]

Abel, 371.
Abil-Istar, 50.
Acrone, 456.
Acusilao, 47.
Adrasto d'Afrodisia, 397, 418, 652.
Aetius, 15, 58, 64, 108, 132, 136, 198, 264, 268, 272, 300, 445, 654.
Agatarco, 488.
Agatodemone, 453.
Agesilao, 290.
Agostino, S., 220, 519, 549, 575, 637-40.
Agrippa, 529, 537, 589, 595.
Airy, 50.
Alceo, 34.
Alcidamante, 176.
Alcmeone, 127, 248, 308, 310, 319, 329, 337, 458.
Aldrovandi, 327.
Alessandro d'Afrodisia, 243, 245, 390, 418, 646, 652.
Alessandro Magno, 15, 78, 227, 228, 348-49, 436.
Alessandro Polistore, 19.
Alessandro Severo, 614.
Alessandro di Tralle, 475.
Al Fergani, 423.
Aliatte, 29, 30.
Amafinio, 551.
Ambrogio, S., 617.
Ameinia, 98.
Amicle, 222.
Ammonio d'Alessandria, 393.
Ammonio Sacca, 623, 635, 637.
Anarizio, 358, 385.
Anassagora, 13, 61, 116, 117, 120-30, 133-36, 138-39, 140, 142, 145, 150, 162, 179, 180, 239, 267, 268, 270, 273, 289, 314, 427, 444, 478, 483, 556.
Anassarco, 153, 530.
Anassimandro, 13, 32, 36, 48, 54, 55-60, 61, 81, 84, 103, 127, 136, 175, 239, 263, 265, 266-69, 274, 288, 289, 331, 335, 424, 426, 434, 486, 625.
Anassimene, 13, 36, 53, 54, 60-61, 82, 88, 127, 129, 139, 268-69, 277, 288.
Anatolio, 390.
Andronico, 230, 243, 652.
Androstene, 438.
Anicia Juliana, 465.
Annone, 435, 436, 440, 454.
Anselmo, S., 166.
Antemio, 394, 496.
Antifilo, 350.
Antifonte, 164, 167-68, 212, 236, 253.
Antigono di Caristo, 443.
Antigono di Macedonia, 349.
Antillo, 465.
Antioco d'Ascalona, 529, 534, 554.
Antipatro, 533.
Antistene doss., 19.
Antistene fil., 180, 189, 190, 197, 212.
Antonio Musa, 462.
Apastamba, 78.
Apelle, 29, 350.
Apollodoro d'Atene, 97, 172.
Apollodoro di Damasco, 589.

[1] Omesse le citazioni puramente dossografiche più frequenti di Aristotele, Platone ecc.

Apollonio di Cizio, 460.
Apollonio di Perga, 16, 17, 251, 252, 358, 362-63, 377-81, 382, 383, 385, 393-94, 400, 403.
Apollonio Rodio, 352.
Apollonio di Tiana, 622.
Apuleio Barbaro, 475.
Apuleio Lucio, 584, 623.
Arato, 403, 585.
Arcadio, 616.
Arcagato, 461.
Arcesilao, 529, 533.
Archelao, 140, 180, 270.
Archigene, 465, 472, 473.
Archiloco, 34.
Archimede, 16, 17, 39, 146, 150, 252, 267, 275, 276, 277, 296, 300, 353, 357, 358-62, 373-77, 379, 380, 382, 383, 384, 387, 389, 396, 423, 480, 492-93, 496, 527, 591.
Archita, 14, 77, 118-20, 185, 186, 203, 250, 251, 257, 276, 293, 479, 489, 551, 600.
Ardi, 30.
Aretco, 465, 466, 473.
Ario, 637.
Aristagora, 426.
Aristarco di Samo, 7, 16, 105, 154, 267, 278-81, 299-302, 377, 395, 397, 405, 408, 416.
Aristarco di Samotracia, 352.
Aristeo, 252, 379, 385.
Aristillo, 352, 404.
Aristippo, 180, 189, 517.
Aristocle, 531.
Aristofane d'Atene, 134, 139, 179, 201, 337, 429, 433, 488.
Aristofane di Bisanzio, 352.
Aristone, 525.
Aristosseno, 41, 78, 83, 118, 243.
Aristotele, 11, 15, 17, 18, 43, 47, 60, 80, 104, 119, 129, 135, 142, 152, 154, 159, 186, 187, 200, 203, 204, 216, 218, 223, 227-46, 255, 265, 268, 273, 274, 295-96, 321, 327-29, 332-39, 342, 347, 348, 363, 366, 370, 376, 387, 393, 415, 420, 436, 439, 440, 447, 454, 456, 457, 479, 480, 481, 502, 523, 535, 568, 600, 625, 634, 647, 652, 656.
Arpalo, 88, 288, 485.
Arriano, 566.
Artemone, 497.
Asclepiade, 460, 462, 543.
Asclepiodoto, 475.
Asinio Pollione, 598.
Asoka, 78.
Assurbanipal, 283.
Atanasio, 630.
Atenagora, 19, 637.
Ateneo di Attalia, 257, 333, 359, 465.
Ateneo di Cizico, 222.
Attalo, 564.
Augusto, 611, 612, 613.
Aulo Gellio, 445, 489.
Aureliano, 614.
Ausonio, 475.
Avieno, 436.

Bacone F., 332, 479.
Bacone R., 497.
Baer v., 338.
Balbo, 584.
Bardesane, 636.
Basilide, 635.
Basilio, S., 638.
Beda il Ven., 657.
Bentham, 518.
Bernoulli D., 149.
Beroso, 302, 528.
Blijenbergh v., 183.
Biante, 71.
Bichat, 457.
Bione, 153.
Bonald, 560.
Boezio, 20, 389, 479, 584, 652, 656-57.
Bolo, 147, 643.
Borel, 555.
Boyle, 7, 244, 507.
Brisone, 530.
Bromio, 520.
Brotino, 80.
Bruto, 569, 612.
Bularco, 29.
Buridano, 60.

Cadmo, 36.
Calandruccio, 333.
Calcidio, 653, 658.
Callicle, 176.
Callimaco, 352, 643.
Callippo, 257, 415.
Callistene, 287, 348.
Campano, 358.
Candaule, 29.
Carneade, 532-37, 545, 636.
Caronda, 32.
Cassandro, 349.
Cassini G. D., 278.
Cassio, 575.
Cassio Felice, 475.
Cassiodoro, 657, 658.
Castorio, 596.
Catone Maggiore, 461, 511, 545-47, 583, 601, 602, 606.
Catone Uticense, 569.
Cavalieri, 374.

Cebete, 118.
Cefalo, 501.
Celsio, 584.
Celso Aulo Cornelio, 16, 20, 325, 326, 341, 459, 460, 463-64, 477, 543, 574, 583.
Celso anticr., 618, 630, 637.
Censorino, 272.
Cercope, 80.
Cesalpino, 320.
Cesare, 585, 586, 605.
Chersifrone, 486.
Cheyne-Stokes, 324.
Cicerone, 18, 19, 20, 56, 148, 297, 321, 361, 418, 438, 445, 517, 518, 519, 524, 534, 540, 547, 553-55, 563, 585, 619, 654, 656.
Cipselo, 32.
Cirillo, 19.
Clavio, 358.
Clearco, 172.
Cleante, 302, 418, 513, 524.
Clemente Alessandrino, 18, 19, 146, 637, 655.
Cleomede, 88, 265, 276, 277, 281.
Cleomene, 427.
Cleopatra alch., 643.
Cleostrato, 288, 485.
Clitomaco, 534, 654.
Colombo, 7.
Columella, 17, 477, 575, 601, 605, 606.
Commandino, 358, 387.
Commario, 643.
Comte, 10.
Conone, 358.
Copernico, 7, 105, 299, 301, 414, 554.
Cosroe, 631.
Costantino, 614, 615, 616.
Cournot, 536.
Crantore, 224.
Cratete, 442, 443, 545.
Crateva, 341, 477.
Cratilo, 68.
Crelle, 386.
Creso, 485.
Crina, 465.
Crisippo, 513, 521, 524-25, 628.
Critia, 171, 202.
Critolao, 545.
Ctesia, 310, 329.
Ctesibio, 493-94, 497, 591.
Curzio Rufo, 443.
Cuvier, 334, 335.

Damascio, 631.
Damaste, 427.
Dario, 177.
Darwin, 59, 153, 331.
Dedalo, 485.
Dedekind, 368.
Deimaco, 438.
Demetrio cinico, 564.
Demetrio Falereo, 243, 350-51.
Demetrio Lacone, 520, 521.
Demetrio Poliorcete, 439.
Democede, 456, 457.
Democrito, 7, 15, 21, 39, 41, 72, 118, 122, 139, 141-55, 161, 162, 167, 170, 184, 192-200, 207, 212, 214, 217, 218, 227, 236, 239, 240, 241, 243, 244, 248, 254, 268, 270, 327, 332, 364, 427, 429, 434, 438, 444, 458, 478, 480, 483, 506, 507, 514, 515, 516, 525, 530, 531, 532, 558, 562, 643, 647, 652, 653.
Demodamante, 438.
Demonatte, 564, 571.
Demostene, 337, 348.
Dercillide, 302, 418.
Descartes, 81, 101, 102, 144.
Deutero-Isaia, 78.
Dexippo, 312.
Diagora, 177.
Dicearco, 243, 274, 403, 437-38, 440, 443, 454, 488.
Dinocrate, 350.
Dinostrato, 222, 257, 384.
Diocle di Caristo, 320, 456, 522.
Diocle di Fliunte, 118.
Diocle mat., 383.
Diocleziano, 384, 508, 614, 615, 617.
Diodoro Crono, 199, 350.
Diodoro d'Aspendo, 75.
Diodoro Siculo, 560.
Diofanto, 383, 390-92, 393.
Diogene d'Apollonia, 129, 139.
Diogene di Sinope, 102, 180, 189, 190.
Diogene di Babilonia, 543.
Diogene Laerzio, 18, 64, 98, 102, 113, 126, 146, 149, 166, 177, 228, 265, 266, 269, 321, 516, 517, 519, 656.
Diogneto, 636.
Diomedonte, 108.
Dione, 203, 569.
Dionisio stoico, 520.
Dionisio di Siracusa, 203, 488, 490.
Dionisio Periegete, 595.
Dioscoride, 341, 464-65.
Domiziano, 564, 566, 613.
Domizio Enobarbo, 547.
Dositeo, 358.
Dracone, 312.
Druso, 589, 611.

Ecateo d'Abdera, 352, 560.
Ecateo di Mileto, 36, 58, 64, 65, 425, 426, 428, 429, 434.

Echecrate, 118.
Ecfanto, 14, 150, 155, 290.
Eforo, 436, 449.
Eliano, 172, 228, 341, 630.
Elicone, 249, 257.
Elio Aristide, 455, 587, 619.
Ellanico, 427.
Elvidio, 564, 569.
Empedocle, 14, 34, 109, 130-33, 136-39, 140, 150, 162, 165, 166, 240, 248, 267, 272, 309, 314, 319, 321, 327, 331, 456, 478, 507, 556.
Enesidemo, 320, 529, 537.
Ennio, 550, 551.
Enopide, 256, 288, 289.
Enriques, 90, 187, 525.
Epicarmo, 80, 551.
Epicuro, 148, 149, 194, 321, 513, 514-20, 555, 556, 557, 562, 578.
Epidio C., 574.
Epifanio, 655.
Epimenide, 47.
Epitteto, 565.
Eraclide Lembo, 75.
Eraclide Pontico, 155, 194, 222, 223, 290, 296-99, 300, 303, 415, 417, 443, 462.
Eraclito, 10, 13, 22, 53, 55, 62, 64-69, 75, 76, 108, 115, 127, 129, 135, 164, 165, 170, 175, 182, 309, 314, 427, 514, 521, 556, 636, 648.
Eraclide di Taranto, 460.
Erasistrato, 16, 320, 338, 341, 350, 458-59, 497.
Eratostene, 16, 155, 249, 251, 257, 280, 281, 293, 352, 357, 358, 374, 385, 403, 424, 438-43, 447-48, 452, 454, 527, 577.
Ermarco, 520.
Ermeia, 638, 653.
Ermia doss., 656.
Ermia tiranno, 227.
Ermippo, 19, 172.
Ermodoro, 32.
Ermotimo, 222.
Erode Attico, 619.
Erodico, 310.
Erodoto, 29, 30, 42, 72, 77, 177, 201, 308, 329, 426, 429, 430, 431, 434-36, 449.
Eronda, 307.
Erone, 358, 376, 386-88, 389, 394, 492, 494-500, 511, 591.
Eschilo, 46, 182, 461.
Esichio, 80.
Esiodo, 42, 44, 45, 47, 63, 65, 66, 79.
Euclide d'Alessandria, 16, 17, 88, 91, 94, 107, 113, 218, 248, 252, 254, 357-58, 363-73, 379, 380, 382, 383, 385, 389, 393, 408, 467, 482, 511, 653, 656.
Euclide di Megara, 180, 190, 203, 530.
Euctemone, 396, 433.
Eudemo, 18, 41, 109, 221, 242, 243, 253, 290, 300, 367.
Eudosso di Cizico, 451.
Eudosso di Cnido, 15, 219, 221, 222, 249, 251, 252, 254, 257, 264, 276, 277, 287, 290, 292-95, 303, 368, 396, 397, 403, 404, 415, 418, 433, 454, 491.
Euforbo, 77.
Eufronio, 305.
Eupalino, 486.
Eurifonte, 310.
Euripide, 126, 167, 171, 176, 177, 201.
Euripilo, 310.
Eurito, 83, 118.
Eusebio, 18, 19, 531, 655.
Eutimene, 429.
Eutocio, 393, 394.
Ezekiele, 78.

Fabiano Papirio, 564.
Fabiola, 477.
Falea, 176.
Farabeuf, 322.
Fatio de Dullers, 151.
Favorino, 269, 489.
Fedone, 190.
Ferecide, 36, 47.
Fermat, 391, 628.
Fidia astr., 278.
Fidia scult., 33.
Filea, 436.
Fileta, 350.
Filino, 324.
Filippo di Macedonia, 15, 227, 348, 357.
Filippo di Medma o d'Opunte, 222.
Filistione, 456.
Filodemo, 19, 519, 654.
Filolao, 14, 80, 86, 105, 118, 146, 203, 217, 272, 289-90, 297, 300, 479, 490.
Filone di Bisanzio, 481, 490, 494, 496, 511.
Filone Giudeo, 609, 622, 626, 634.
Filone di Larissa, 529, 534.
Filopono, 243, 256, 481, 653.
Filostrato,, 257, 407.
Filumeno, 496.
Firmico Materno, 628, 631.
Flavio Vegezio, 475.
Forel, 474.
Fracastoro, 58, 324.
Frontino, 17, 593-95, 606.

Galeno, 16, 17, 338, 341, 465, 466-74, 477, 522, 538, 543.
Galilei, 6, 7, 144, 148, 149, 197, 373, 446, 481, 484, 640.

Gassendi, 515, 518.
Gauss, 386.
Gelone di Siracusa, 357, 359.
Gemino, 300, 358, 364, 385, 394, 417, 418, 527.
Geoffroy St. Hilaire, 336.
Gessner, 327.
Gherardo di Cremona, 358.
Giamblico, 75, 390, 394, 628, 630, 631.
Giordano Nemorario, 387.
Giovanni Crisostomo, S., 617.
Giovanni Damasceno, 445.
Giovanni Evangelista, S., 637.
Giovenale, 571.
Girolamo, S., 555, 578, 617.
Giuliano l'Apostata, 618, 630.
Giulio Onorio, 595.
Giustiniano, 393, 445, 631.
Giustino Flavio, 634, 636.
Glauco di Chio, 33.
Glauco pit., 146.
Goethe, 216.
Gorgia, 14, 122, 161, 162-66, 169, 170, 172, 180, 195, 196.
Gracchi, 605.
Grassi, 333.
Grassmann, 369.
Gudea, 306.
Guidubaldo dal Monte, 387.
Guldino, 385.

Hammurabi, 286.
Harvey, 320, 467.
Helvetius, 518.
Helmholtz, 369.
Hermerus Cl., 475.
Highmore, 341.
Hiram di Tiro, 35.
Hobbes, 518.
Horapollo, 335.
Humboldt, 600.
Hume, 10, 537.
Huyghens, 134.

Iceta, 290, 554.

Ierocle, 630.
Ierone II, 359.
Imilcone, 436.
Ipatia, 390, 393, 630.
Ipparco, 16, 274, 281, 286, 287, 353, 388-89, 396, 397, 403-406, 423, 438, 446-48, 449.
Ippaso, 53, 68, 80.
Ippia, 171, 173, 176, 177, 251, 257, 384.
Ippocrate di Chio, 15, 93, 248, 249, 253, 255, 256, 394.
Ippocrate di Coo, 15, 17, 46, 147, 309, 310, 311, 312-25, 427, 456, 460, 464, 465, 472, 491.
Ippodamo, 174, 350, 488.
Ippolito S., 18, 58, 130, 134, 150, 266, 268, 655.
Ippone, 139.
Ipsicle, 363, 383, 408.
Ireneo, S., 637, 655.
Isaia, 634.
Isidoro di Mileto, 394.
Isidoro di Siviglia, 658.
Isocrate, 161, 203, 433, 449.

Kant, 183.
Kelvin Lord, 143.
Keplero, 7, 278, 292, 363, 414, 535.
Kidennu, 286, 287.

Lacer C. Julius, 589.
Laennec R., 323.
Lamarck, 59.
Larcio Licinio, 579.
Lattanzio, 615.
Leibniz, 144, 219.
Lémery, 144.
Leodamante, 254.
Leonardo da Vinci, 58, 443, 496, 497.
Leone, 221, 255.
Lesage, 151.
Leucippo, 15, 122, 139, 141-55, 167, 239.
Libanio, 615, 619.
Licinio Crasso, 547.
Lico, 438.
Licofrone, 176.
Linneo, 327.
Lisandro, 202.
Liside, 118.
Lisimaco, 349.
Lisippo, 488.
Locke, 144.
Luciano, 426, 519, 571.
Lucrezio, 16, 18, 154, 194, 198, 259, 480, 516, 540, 555-63, 573, 578, 600.

Macaone, 306, 310.
Macrobio, 628.
Magone, 602.
Malpighi, 341.
Mandrocle, 486.
Mani, 635.
Manilio C., 574, 628.
Manilio L., 574.
Manlio Torquato, 551.
Marcello, 360.
Marciano Aristide, 636.
Marcione, 635.

Marco Aurelio, 198, 523, 554, 566, 568, 569-73, 614.
Marco Polo, 329.
Maria l'Ebrea, 643, 647.
Marino di Neapoli, 393, 631.
Marino di Tiro, 452.
Mario Vittore, 638.
Marziano Capella, 657, 658.
Matriceta, 288.
Maundeville, 329.
Maurolico, 387.
Maxwell, 149, 369.
Megastene, 329, 438, 454.
Melisso, 14, 102, 103, 104, 115-17, 122, 141, 311.
Memmio, 556.
Menecmo, 222, 251, 252, 255, 257, 357, 379.
Menelao, 389.
Menodoto, 460, 529, 538.
Menone, 181.
Metone, 260, 288, 396, 485.
Metrodoro acc.°, 534.
Metrodoro di Chio, 198, 530.
Metrodoro epic.°, 534.
Metrodoro antologista, 534.
Milone, 80.
Mimnermo, 34, 48.
Minucio Felice, 636.
Moderato di Gade, 622.
Montaigne, 518.
Moschione, 359.
Musonio Rufo, 566.
Muzio Scevola, 549, 566.

Nausifane, 153, 514.
Nearco, 108, 434, 435, 546.
Necho, 434.
Nectanebo, 290.
Nemesio, 19, 475.
Nerone, 306, 564, 589.
Nerva, 613.
Nestorio, 630.
Newcomen, 497.
Newton, 6, 7, 148, 167, 577.
Nicatore, 458.
Nicia, 350.
Nicocreone, 530.
Nicomaco, 389, 399, 479, 584, 622.
Nicomede, 252, 383.
Nigidio Figulo, 75, 551, 585, 622.
Ningishzida, 306.
Numenio, 533, 623, 635.

Ocello Lucano, 300.
Olimpiodoro, 511.
Omar Khayyam, 24.
Omero, 34, 43, 44, 48, 63, 78, 79, 121, 306, 351.
Onomacrito, 47.
Orazio, 77, 276, 563.
Oribasio, 475, 655.
Origene, 18, 618, 630, 637.
Ortagora, 438.
Ostane, 506, 643.
Ostwald, 5, 142.
Ovidio, 58, 72.

Palladio, 591, 592.
Pammene, 643.
Panezio, 224, 297, 525-26, 527, 554.
Paolo d'Egina, 475.
Paolo Emilio, 450.
Paolo giur., 567.
Paolo, S., 633, 634.
Papin, 496.
Papiniano, 567.
Pappo, 255, 383-85, 392, 394.
Paracelso, 297.
Parmenide, 9, 13, 14, 32, 34, 68, 69, 97-108, 111, 114, 115, 116, 117, 121, 127, 137, 141, 148, 195, 196, 197, 248, 277, 338, 532.
Pascal, 385.
Patrocle, 440.
Pausania, 449.
Péletier, 358.
Periandro, 32.
Pericle, 126, 171, 174, 175, 178, 347.
Perseo, 293, 383.
Petrone, 80.
Petronio, 474.
Peurbach, 414.
Peutinger, 596.
Pindaro, 314, 425.
Piranesi, 592.
Pirrone, 153, 529, 530-32, 537.
Pisistrato, 32.
Pisone L. C., 520, 551.
Pitagora, 13, 32, 37, 41, 42, 47, 58, 63, 64, 65, 71-96, 107, 218, 248, 288, 289, 308, 328, 367, 384, 429, 479, 487.
Pitea, 436-37, 440, 443, 451.
Platone, 10, 11, 14, 17, 18, 41, 45, 57, 69, 80, 104, 117, 119, 147, 149, 152, 153, 159, 162, 165, 186, 187, 190, 195, 196, 201-224, 227, 234, 249, 255, 258, 259, 273, 287, 290, 292, 297, 337, 347, 357, 419, 444, 457, 487, 491, 501, 507, 531, 600, 623, 625, 630, 631, 634, 652, 653.
Plauto, 545.
Plinio il Giovane, 333.

Plinio il Vecchio, 16, 20, 193, 269, 340, 403, 406, 445, 446, 454, 461, 463, 475, 480, 500, 506, 511, 574, 577, 578-83, 585, 603, 604, 606, 612, 643.
Plistonico, 460.
Plotino, 619, 623-28, 631, 635, 638, 652.
Plozio, 547.
Plutarco d'Atene, 630.
Plutarco di Cheronea, 51, 66, 228, 257, 300, 301, 348, 359, 360, 426, 493, 519, 533, 534, 546, 549, 623.
Podalirio, 306, 310.
Polemarco, 257, 295, 297.
Polemone, 223.
Polibio, 355, 359, 360, 438, 448-51, 454, 528, 543, 547, 616.
Polibo, 311.
Policleto, 488.
Policrate, 32, 71, 73, 486.
Polignoto, 33.
Polimnasto, 118.
Polistrato, 118, 520.
Polo, 176.
Pomponio Attico, 531, 612.
Pomponio Mela, 17, 454, 598.
Porfirio, 75, 78, 479, 623, 625, 627, 628, 652, 653, 656.
Posidonio, 280, 281, 297, 385, 417, 418, 444, 452, 453, 465, 526-28, 549, 554, 560, 576, 577, 592, 643, 653.
Prassagora, 320, 458.
Prassitele, 33.
Prisciano, 445.
Probo, 614.
Proclo, 9, 18, 83, 91, 93, 107, 125, 218, 223, 255, 328, 358, 364, 367, 385, 393-94, 400, 422, 527, 628, 630-31, 635, 638, 653, 658.
Prodico, 169.
Protagora, 14, 32, 72, 122, 160, 161, 162-65, 167-72, 177, 178, 180, 195, 196, 201, 209, 532.
Pseudo-Democrito, 643, 645.
Pseudo-Euclide, 511.
Pseudo-Galeno, 19, 655.
Pseudo-Giustino, 19.
Pseudo-Plutarco, 19, 132, 264, 266, 655.

Quintiliano, 575.

Rabirio, 551.
Ramsete II, 504.
Regiomontano, 414.
Roico, 33, 486, 505.
Romolo Augustolo, 618.
Ruffini, 371.
Rufo di Efeso, 466.
Rutilio Namaziano, 595.
Rutilio Rufo, 564.

Saffo, 34.
Sallustio, 603, 630, 632.
Salviano, 615.
Salvio Giuliano, 567.
Sanctorio Santoro, 459.
Sardanapalo, 37.
Sargon I, 283.
Saserna, 602.
Sataspe, 435.
Schmidt, 333.
Schopenhauer, 113.
Scilace, 435, 454.
Scipione Africano, 547.
Scipione Emiliano, 450, 545, 564.
Scoto Erigena, 624.
Scribonio Largo, 474.
Segner, 496.
Seleuco, 301, 416, 443, 445.
Senarco, 418.
Seneca, 16, 18, 20, 291, 429, 446, 519, 554, 564-65, 576-78, 583, 643, 652.
Senocrate, 223, 227.
Senofane, 13, 34, 44, 58, 62-64, 65, 77, 97, 98, 175.
Senofilo, 118, 504.
Senofonte, 191, 202, 427, 449.
Serse, 485.
Sesostri o Ramsete II, 504.
Sestii pit., 564.
Sestio Niger, 477.
Sesto Empirico, 18, 167, 300, 320, 460, 517, 527, 529, 534, 535, 538-39, 540, 654.
Simmia, 118.
Simonide, 48.
Simplicio, 18, 19, 55, 103, 106, 109, 118, 134, 150, 168, 238, 243, 253, 287, 297, 299, 390, 399, 418, 481, 631, 652, 658.
Sindbad, 329.
Sinesio, 448, 645.
Siriano, 630, 652.
Snellio, 483.
Socrate, 14, 97, 135, 159, 161, 171, 179-91, 192, 194, 202, 203, 204, 205, 219, 234, 310, 523, 530, 553, 636.
Sofocle, 46, 182, 201.
Solone, 32, 34, 42, 51.
Sorano, 466.
Sosicrate, 19.
Sosigene, 300, 418, 586.
Sostrato, 350.
Sozione, 19, 98, 564.
Speusippo, 83, 223.
Spinoza, 183.
Stazio, 259, 263.
Stazio Seboso, 574.

Steiner, 362, 380.
Stilpone, 350.
Stobeo, 18, 19, 277, 300, 440, 445, 655.
Strabone, 17, 58, 276, 351, 430, 438, 442, 443, 448, 449, 451-52, 453, 455, 543, 577, 589, 598.
Stratone, 154, 244, 299, 376, 439, 447.
Stuart Mill, 186.
Svetonio, 477, 547.

Tacito, 564, 590, 599, 602, 606, 618.
Talete, 13, 32, 36, 41, 50-53, 139, 262, 264, 265, 268, 288, 396, 483.
Tartaglia, 358, 481.
Taziano, 634.
Teeteto, 15, 185, 218, 219, 222, 254, 256, 257, 371, 373.
Temisone, 462.
Temistio, 652.
Teocrito, 352.
Teodoreto, 19.
Teodorico, 656.
Teodoro di Cirene mat., 185, 203, 254, 256.
Teodoro di Cirene fil., 350.
Teodoro di Samo, 33, 486, 505.
Teodoro Prisciano, 475.
Teodosio, 384, 389, 394, 408.
Teofrasto, 18, 19, 55, 139, 141, 144, 242-45, 272, 306, 339-43, 350, 461, 654.
Teognide, 34, 44.
Teone Alessandrino, 383, 390, 393, 397, 398, 416, 418, 628, 630.
Teone Smirneo, 249, 390.
Teopompo, 449.
Tertulliano, 618, 633, 634, 635.
Tessalo, 312.
Teudio, 222.
Theano, 80.
Thot, 649.
Tiberio, 611.
Timocari, 352, 404.
Timarida, 83.
Timeo di Tauromenio, 425, 438, 443, 449.
Timone, 77, 352, 529, 531, 532.
Timostene, 438.
Tito Aufidio, 462.
Tolomeo Claudio, 16, 17, 274, 281, 287, 388, 389, 393, 397, 400, 401, 405, 406-23, 442, 447, 452-53, 454, 455, 482, 511, 543, 628, 653, 656.
Tolomeo Evergete, 249, 351.
Tolomeo Filadelfo, 243, 351.
Tolomeo Fiscone, 355.
Tolomeo Philopator, 362.
Tolomeo Soter, 243, 350, 351, 357.
Tournefort, 465.
Traiano, 589, 613.
Trasea, 564, 569.
Trasibulo, 32.
Trasillo, 653.
Trasimaco, 176.
Trasideo, 124.
Tremelio Scrofa, 602.
Tuberone L., 551.
Tucidide, 556, 561.
Tycho Brahe, 299, 397.

Ulpiano, 567, 568.
Ulpio Marcello, 567.

Valentino, 635.
Valerio Luca, 373.
Varignon, 384.
Varrone, 16, 297, 437, 549, 561, 574, 583, 584, 600, 603, 605, 606.
Vegezio, 490.
Velleio, 551, 598.
Vespasiano, 579, 580.
Vindiciano Afro, 475, 476.
Virgilio, 541, 563, 600, 604.
Vitruvio, 17, 351, 489, 493, 511.
Volusio Meciano, 568.
Vulfenio, 355.

Wendelin, 279.

Zaleuco, 32.
Zamberti, 358.
Zaratustra, 41, 42, 78, 506.
Zenodoro, 383.
Zenodoto, 350, 351.
Zenone di Cizio, 102, 190, 348, 513, 521-24, 525, 533, 578.
Zenone d'Elea, 9, 14, 97, 102, 105, 108-14, 123, 137, 141, 148, 167, 180, 195, 253, 254, 361.
Zenone Sidonio, 520.
Zopiro, 489.
Zosimo, 645-46.

II

Indice degli storici, filologi e traduttori moderni.

Acerbo, 607.
Acri, 224.
Adriani, 493.
Airy, 50.
Albertario, 567.
Albertotti, 326.
Allman, 96, 258.
Almagià, 443, 454.
Anthony, 641.
Appleton, 23.
Appuhn, 658.
Arldt, 215.
Arnim, 20, 524, 525.
Arnold, 572, 573.
Artom, 381.
Ast, 631.
Aubert, 343.

Bachet de Méziriac, 391.
Bacone F., 332, 479.
Baeumker, 120, 246.
Bailey, 540, 552.
Bailly, 21.
Baldi, 511.
Balss, 343.
Barbagallo, 620.
Barco, 245.
Barozzi, 393, 394.
Barthélemy St. Hilaire, 245.
Baumgarten, 356.
Bayle, 21.
Beck, 326.
Beardslee, 70.
Beare, 173.
Beatty, 95.
Belloc, 588.
Beloch, 49, 188, 191, 612, 620.
Belot, 21.
Berger, 215, 264, 282, 429, 454.
Bergk, 302.
Berlioux, 455.
Bernays, 69.
Bérard, 455.
Berthelot, 644, 646, 651.
Bevan, 540, 572.
Bezold, 302, 651.
Bidez, 630, 640, 641.
Bigourdan, 303, 423.
Bise, 488.
Bignone, 123, 140, 515, 516, 517, 540.
Bilfinger, 585.
Blass, 258.
Blau, 651.
Bloch, 155.
Blume, 606.
Blümner, 511, 607.
Bodrero, 70, 140, 173.
Boeckh, 88, 95, 224, 302, 415.
Bokownew, 155.
Boissier, 572, 619.
Bolchert, 454.
Boll, 95, 302, 407, 423, 651.
Bonald, 560.
Bonasoni, 367.
Bonfante, 512, 552, 567, 612, 617, 620.
Bonhoeffer, 573.
Bono Giamboni, 490.
Borchardt, 25, 38.
Bortolotti, 367, 371, 381.
Bosch-Gimpera, 424.
Bosis de, 49, 183.
Bouché Leclercq, 356.
Bouchet, 454.
Bousset, 641.
Boutroux, 21, 191, 245.
Branca G. B., 496.
Brandis, 287.
Brandt, 651.
Breasted, 40, 52.
Bréhier, 23, 540, 631.
Brentano, 512.
Bretschneider, 96, 258.
Bretzel, 343.
Brieger, 149, 155, 200.
Brochard, 191, 529, 538, 540.
Brugioli, 583.
Brugsch, 651.
Büchsenschütz, 512.
Burckhardt, 326, 343.
Buerk, 78.

Burnet, 22, 52, 57, 59, 66, 69, 70, 108, 115, 129, 145, 149, 151, 188, 191, 197, 224.
Bursian, 18.
Büttner-Wobst, 454.

Cajori, 120.
Calogero, 246.
Calza, 620.
Cantor G., 640.
Cantor M., 96, 386, 584, 607.
Carcopino, 551.
Cardini, 120, 173, 326.
Carlini, 245.
Carra de Vaux, 326, 387, 511.
Carteron, 246.
Carus, 343.
Cary, 454.
Cassarà, 224.
Castiglioni, 326.
Cavaignac, 612, 620.
Cesarini, 476.
Chaignet, 95, 224.
Chapot, 552.
Charpentier, 583.
Chartier, 477.
Charlesworth, 620.
Chasles, 384.
Chiappelli, 246.
Childe, 25.
Chisini, 384.
Choisy, 606, 607, 640.
Chwolson, 651.
Ciccotti, 620.
Clairaut, 282.
Clarke, 583.
Cognetti de Martiis, 95.
Cohn, 625.
Comparetti, 520, 521, 607.
Comte, 10.
Consoli, 607.
Conti, 383.
Coray, 454.
Corbière, 640.
Costa, 522, 573.
Covotti, 95, 631.
Cozzo, 609.
Crasso, 547.
Credaro, 532, 540.
Cumont, 551, 630, 632.
Cuntz, 455.
Cuvier, 21.
Czwalina, 394.

Daebritz, 454.
Dannemann, 23, 511.
Daremberg, 325, 458, 587.
De Bosis, 49, 183.
De Faye, 641.
Delambre, 21, 423.
Delatte, 95.
De Petra, 520.
De Renzi, 326, 459, 463, 477, 575, 585.
De Ruggiero G., 23.
De Ruggiero E., 606.
De Sanctis, 552.
Detlefsen, 454.
Dickson, 394.
Diels,[1]) 18, 20, 23, 66, 69, 70, 83, 119, 123, 145, 155, 173, 198, 218, 385, 443, 458, 477, 485, 489, 490, 511, 573, 631, 632, 645, 651, 654, 658.
Diès, 70.
Dill, 620.
Dindorf, 454.
Domenichi, 583.
Dopsch, 620.
Döring, 95.
Drews, 631.
Dreyer, 302, 407, 415, 423.
Droysen, 356.
Drummond, 631.
Dübner, 454.
Dubois, 455.
Dufourcq, 640.
Duhem, 245, 246, 302, 401, 410, 423, 443, 455, 481, 631, 639, 658.
Dupuis, 394.
Durm, 607.
Duval, 651.
Dyroff, 155, 200.

Effertz, 620.
Eisler, 95, 262, 510.
Elsee, 640.
Endrös, 454.
Enriques, 25, 81, 92, 96, 120, 168, 197, 199, 200, 219, 246, 282, 358, 364, 380, 383, 515.
Epping, 283.
Erdmann, 488.
Ernout, 573.
Eucken, 335.
Eugenio di Siracusa, 511.
Evola, 632.
Eyssenhardt, 658.

Farnell, 532.
Favaro, 380.
Faye, 641.
Feldhaus, 512, 607.
Ferrai, 224.

[1]) Omesse le citazioni dossografiche dei *Vorsokratiker*.

Ferrari, 95.
Ferrero, 552.
Festa, 631.
Filippof, 404.
Fischer, 454.
Flamsteed, 423.
Forti, 134.
Foscolo, 4.
Fouillée, 191, 224.
Fraccaroli, 224.
Frachetta, 562.
Frazer, 49, 651.
Fredrich, 140.
Friedlein, 631.
Frutiger, 215.
Fuchs, 477.
Fuller, 23.
Funaioli, 567.
Fustel de Coulanges, 552.

Garbe, 651.
Gassendi, 515, 540.
Geffcken, 455, 630, 641.
Geikie, 455, 583, 607.
Gerosa, 640.
Giacosa, 326.
Giamboni Bono, 490.
Gianola, 95.
Giarratano, 224.
Gibbon, 620.
Gilbert, 70, 246.
Gillespie, 326.
Ginzel, 303.
Giovannoni, 607.
Gisinger, 454.
Giuliano, 224.
Giussani, 517, 540, 555, 573.
Glotz, 512.
Goedeckemeyer, 540.
Gohlke, 343.
Gomperz, 22, 88, 129, 149, 169, 172, 176, 197, 224, 244, 520, 521.
Gordon Childe, 25.
Gosselin, 21, 454.
Govi, 511.
Graziussi, 224.
Grenier, 552.
Grineo, 393.
Groskurd, 454.
Grote, 49, 159, 163, 224, 245, 425.
Grupp, 620.
Gruppe, 258, 632.
Grynaeus, 393.
Guareschi, 651.
Guarino da Verona, 464.
Gudger, 583.
Guerini, 326.
Guidubaldo dal Monte, 387.
Guignebert, 640.
Gunther, 23.
Guthling, 606.
Guyau, 517, 540.

Haas, 511, 512.
Habenicht, 454.
Halevy, 224.
Hall, 25.
Haller, 326.
Hamelin, 245.
Hankel, 40.
Hansen, 50.
Harnack, 640.
Harrison, 583, 607.
Haverfield, 552.
Hayduck, 658.
Heath, 96, 173, 251, 258, 265, 272, 278, 281, 282, 300, 302, 303, 380, 381, 386, 394.
Hegel, 9, 69, 159, 163.
Hehn, 343, 504.
Heiberg, 23, 112, 380, 381, 386, 411, 423, 511, 658.
Heidel, 70.
Heinze, 21.
Heller, 511.
Henri, 651.
Hevelius, 423.
Hiller, 442.
Hinks, 283.
Hirzel, 95.
Hirschberg, 326.
Hoffmann, 642.
Holtzmann, 391.
Homo, 552.
Hoppe, 511.
Hort, 343.
Houdas, 651.
Howald, 245.
Hubert, 630.
Hugo, 218.
Hultsch, 257, 265, 277, 278, 302, 286, 394, 404, 454.
Humboldt, 600.
Hume, 10.
Huot, 454.

Ideler, 302.
Illmann, 173.
Inge, 631.

Jachmann, 552.
Jacobitz, 426.
Jaeger, 245.
Jan, 88.
Jardé, 49.
Jensen, 283.

Joel, 23.
Johannsen, 326.
Jones, 454.
Jourdain, 454.
Jowett, 215.
Jung, 552.

Kafka, 70.
Kaibel, 172.
Kalbfleisch, 658.
Karsten, 287.
Kaussen, 540.
Keller, 343.
Kiessling, 140, 631.
Kind, 641.
Klausen, 454.
Klussmann, 18.
Knabel, 409.
Kopp, 651.
Koyrè, 168.
Kranz, 140, 507.
Krohn, 606.
Kroll, 631, 651.
Krüger, 606.
Kugler, 283, 404, 406, 651.
Künssberg, 258.

Lachmann, 606.
Laënnec, 323.
Lagrange, 377.
Lanciani, 606.
Landino, 583.
Landsberger, 509.
Lange, 23, 188, 191.
Laporte du Theil, 454.
Lasswitz, 155, 246.
Laue, 200.
Le Batteux, 163.
Le Clerc, 21.
Lee Greene, 343.
Lemaistre, 583.
Lenz, 343.
Leopardi, 573.
Lepsius, 287, 651.
Letronne, 454.
Lévy Bruhl, 49.
Liard, 149.
Liepmann, 149, 155.
Lindemann, 218.
Lippmann, 224, 246, 496, 507, 512, 651.
Littré, 153, 323, 326.
Loewy Cleve, 140.
Lombardini, 282.
Lones, 343.
Loria, 83, 96, 173, 258, 394.
Lot, 615, 619, 620.
Lundström, 606.
Lutoslawski, 224.
Lynn Thorndike, 583, 651.

Maas, 258.
Mabilleau, 149, 155.
Macchioro, 49, 70.
Mackenzie, 78.
Manaresi, 640.
Mancini, 606.
Manitius, 423, 631.
Mansion, 246.
Marchesi, 573, 576.
Marchetti, 573.
Marini, 606.
Marquardt, 606.
Martellotti, 579.
Martha, 572.
Martin, 282, 416.
Martini, 224, 454.
Marx, 612.
Maspero G., 52, 262, 265.
Maspero H., 264.
Mau, 641.
Mauss, 630.
Mayer, 191.
Mc Crindle, 454.
Meini, 224.
Meissner, 49, 509.
Melli, 540, 565.
Merckel, 512, 607.
Meyer Ed., 25, 651.
Meyer E. H. F., 343, 607.
Meyer-Steineg, 318, 326.
Michaud, 573.
Mieli, 20, 24, 59, 140, 246, 265, 306, 317, 324, 399, 448, 490, 591, 658.
Migne, 640, 658.
Milhaud, 70, 85, 95.
Miller, 282, 435, 441, 595, 596, 597, 599.
Milne, 477.
Mommsen, 552, 589, 606, 612, 615.
Montelius, 25.
Montucla, 21.
More, 224, 540.
Morizeau, 18.
Mullach, 20, 118, 258, 332, 532, 658.
Müller C., 454.
Müller J., 59.
Müller K., 436, 453, 454.
Munz, 540.

Natorp, 200.
Negri, 630, 641.
Neuburger A., 511.
Neuburger M., 326.
Neugebauer, 37, 49.
Niccoli, 607.
Nisard, 583.

Nissen, 620.
Nix, 511.
Nizze, 394.
Nobile, 245.
Noble, 454.
Nolle, 258.
Nordenskjöld, 343.

Oertel, 512, 613, 620.
Oesterreicher, 606.
Ogle, 343.
Oliva, 607.
Olivieri, 66.
Oppert, 283.
Ornato, 573.
Orsini, 591, 606.
Osborn, 343.
Otto, 632.
Overbeck, 319.
Ovio, 511.

Pais, 455, 552.
Paget, 326.
Parentucelli, 464.
Partsch, 454, 598.
Pater, 573.
Paton, 454.
Pauly-Wissowa, 258, 290, 302.
Pavolini, 224.
Perozzi, 567.
Persson, 620.
Pesenti, 78, 95.
Peters, 407.
Petrarca, 496.
Petrie, 25.
Pettazzoni, 49, 262.
Peutinger, 596, 597.
Pfeiffer, 651.
Pistelli, 631.
Poeplmann, 512, 613, 620.
Poland, 49, 356.
Porro, 303.
Prächter, 21.
Prantl, 246.
Preisigke, 589.
Preller, 20.
Prinz, 651.
Probst, 575.
Prou, 512.
Puccinotti 326.
Puech, 640.
Puini, 264.

Quételet, 208.

Rabelais, 468.
Radet, 49.
Raeder, 224.
Radl, 342.
Ramusio, 454.
Ravaisson, 223.
Rawinson, 283.
Rech, 326.
Rehm, 423.
Reinach, 95, 632.
Reinhardt, 486, 540, 560.
Reitzenstein, 552, 631, 642, 651.
Renan, 572, 573, 640.
Réville, 640.
Rey, 40, 49.
Reymond, 22.
Rhind, 38.
Riccobono, 567.
Rid, 455.
Riedorff, 606.
Riess, 651.
Ritter, 20.
Ritzenfeld, 631.
Rivaud, 215, 246.
Robertson Smith, 631.
Robin, 22, 191, 215, 224, 540.
Rochas d'Aiglun, 512.
Rodier, 343, 540.
Rohde, 49, 145, 194, 215.
Roscher, 265.
Ross, 231, 245, 342, 343.
Rostagni, 95, 630, 640, 641.
Rougier, 96, 640.
Royds, 607.
Rudio, 258.
Ruelle, 651.
Rufini, 258, 366, 374, 376, 380.
Rusch, 575.
Ruscelli, 448.
Rylands, 455.

Sachs, 217, 218.
Saglio, 587.
Salvatorelli, 632.
Salvioli, 512, 620.
Sarton, 24, 394.
Savastano, 607.
Sayce, 283.
Scala, 455.
Schanz, 552, 583, 598.
Schiaparelli, 11, 24, 153, 258, 278, 281, 283, 286, 287, 293, 300, 302, 303, 401, 417, 423, 607.
Schloessinger, 326.
Schmidt zool., 333.
Schmidt W., 394, 487, 496, 511.
Schmoller, 612, 620.
Schnabel, 524, 651.
Schoene H., 403, 511.
Schoene Th., 455.
Schoff, 455.

Schrader, 343, 504.
Schramm, 490.
Schricker, 326.
Schulten, 424, 436.
Schwanbeck, 454.
Schwartz, 455.
Seeck, 632.
Segre, 620.
Serbin, 455.
Siebeck, 245.
Singer, 307, 324, 326, 341, 459, 473, 476, 477.
Skeel, 455.
Skutsch, 631.
Smith D. E., 96, 258.
Smith E., 40.
Smith G., 50, 51.
Smith I. A., 245.
Smith Robertson, 631.
Sombart, 612.
Soury, 326.
Stallbaum, 215.
Stein H. v., 224.
Stein O., 454.
Steinheimer, 658.
Sterret, 454.
Strassmeyer, 283.
Strong, 552.
Stroux, 567, 568.
Struve, 38.
Sudhoff, 326, 475, 477.
Susemihl, 257, 356.

Tannery, 11, 23, 24, 54, 69, 81, 83, 95, 101, 111, 120, 140, 155, 224, 258, 262, 265, 273, 290, 300, 302, 386, 394, 395, 498, 511.
Taylor, 191, 394.
Teichmüller, 54, 57, 64, 70.
Thévenot, 511.
Thompson W. D'A., 334, 343.
Thomson W. (Lord Kelvin), 143.
Thorndike, 583, 651.
Tilgher, 223, 512.
Tittel, 386.
Tocco, 224.
Togliatti, 373.
Tozer, 454.
Trede, 640.
Troeltsch, 640.
Tropea, 454.
Tschirsch, 651.
Tylor, 49.

Ueberweg, 21.
Ulpiani, 607.
Untersteiner, 120.
Usener, 20, 95, 215, 244, 651.
Ussani, 77, 552.

Vacca, 264, 371, 380, 381.
Vailati, 187, 245, 376, 387.
Valgimigli, 224, 257.
Valli Picardi, 638.
Ver Eecke, 394.
Vidal de la Blache, 455.
Virolleau, 509.
Vogt, 224, 407.
Voltaire, 586.
Voss, 303.

Wagner, 49.
Wallis, 361, 653.
Warde Fowler, 552, 607.
Warmington, 454.
Weidler, 423.
Weidner, 37, 49.
Wellmann E., 140, 290.
Wellmann M., 326, 458, 463, 477, 575. 583.
Wells, 454.
Wendland, 356, 631.
Westermann, 620.
Wiedemann, 49, 511, 651.
Wilamowitz, 224.
Wilcken, 501.
Wimmer, 343.
Windelband, 22, 23, 149, 164, 176, 224, 540.
Wiskemann, 612.
Wobst, 454.
Wolff, 486.
Wright, 326.
Wundt, 651.

Zabarella, 245.
Zambaldi, 224.
Zaniboni, 22.
Zariski, 369.
Zech, 50.
Zeller, 21, 52, 116, 148, 149, 193, 199, 224, 517, 540.
Zeuthen, 11, 23, 24, 91, 252, 254, 367, 378, 381.
Ziegler, 631.
Ziller, 173.
Zimmern, 509.
Zuccante, 191, 197,
Zuretti, 224.

INDICE DELLE ILLUSTRAZIONI

Pag.

Statua di Anassimandro (da Diels, *Antike Technik*, Leipzig, Teubner) 56
Anassimandro, bassorilievo ellenistico (da J. J. Bernoulli, *Griechische Ikonographie* con permesso della casa ed. W. de Gruyter, Berlino) 57
Eraclito, moneta di Efeso (da Diels, *Fragmente der Vorsokratiker*, con permesso della casa ed. Weidmann, Berlino) 64
Pitagora, dall'Aritmetica del Calandri (da D. E. Smith, *History of Mathematics*, con permesso della casa Ginn & C. New York) 73
Pitagora, moneta di Samo (da Diels, *Vorsokratiker*) 74
Pitagora e Filolao, dalla *Theorica musice* del Gafurio (da Smith, *op. c.*) 79
Un caso cinese del teorema di Pitagora (da Smith, *op. c.*) 91
Il Pentalfa 91
Un caso antichissimo del teorema di Pitagora 92
Il caso irrazionale del teorema di Pitagora 93
Lo « Stadio » di Zenone 111
Anassagora, moneta di Clazomene (da Diels, *Vorsokratiker*) 135
Pressione corpuscolare secondo gli atomisti 151
Metodo di Antifonte per quadrare il cerchio 168
Costruzione di Archita per il problema di Delo 250
Lunule d'Ippocrate 253
Cosmologia babilonese (da Schiaparelli, *Scritti sulla Storia dell'astronomia antica*, Bologna, Zanichelli) 261
Illuminazione della Terra 266
Triangolazione del sole secondo Anassimene 269
Il ciclo delle nostre latitudini 276
Metodo di Aristarco per la distanza del Sole 279
Metodo di Posidonio per la grandezza del Sole (da Schiaparelli) 280
Lo Zodiaco e i domicili dei pianeti 284
Schema dei reggenti planetarii 284
Zodiaco di Dendera 285
Percorso apparente dei pianeti (da Berry, *History of astronomy*) 291
L'ippopede di Eudosso (sec. Schiaparelli) 294
Achille fascia la ferita di Patroclo (Museo di Berlino) 305
Una clinica greca (da F. Pottier, *Une clinique grecque au V^e siècle*, in « Fondation Eugène Piot, Monuments et Mémoires ». XIII, 149, Paris 1906) 309
Strumenti chirurgici di Pompei (Overbeck) 319
Riproduzioni di pesci (Morin, *Le dessein des animaux en Grèce d'après les vases peints*, Paris, Renouard 1911) 329
La classifica aristotelica 342

Pag.

La città di Alessandria, da una stampa secentesca 347
La biblioteca e il Museo di Pergamo (da Springer-Michaelis, *Storia dell'arte antica*, München, Seemann, sec. Rees) 353
Strumenti matematici dagli scavi di Pompei (sec. Overbeck) 357
Applicazione delle aree 367
Area del segmento di parabola 375
Le coniche 378
Sezioni del cono obliquo 379
Paradosso peripatetico 388
Un problema algebrico di Diofanto (da Smith, *op. c.*) 392
Eccentri ed epicicli 398
Moto epicicloidale di un pianeta (sec. Mieli, *Manuale*) 399
Equivalenza fra eccentri ed epicicli 400
La Diottra di Ipparco (da W. Schmidt, *Heronis Opera Omnia*, Leipzig, Teubner) . . 403
Coordinate celesti 405
Sfera armillare 407
Teoria dell'equante 411
Moti di Mercurio e della Luna 413
Meccanismo delle sfere cristalline 421
La Terra per i Greci del VI sec. (da Herrmann) 427
La tripartizione della Terra 430
La Terra secondo i Pitagorici (da Berger, *Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen*, Lipsia, Teubner) 431
Divisione della Terra in zone 435
Il periplo di Annone (da K. Miller, *Die aeltesten Weltkarten*, Lipsia) 435
La zona temperata e l'Oceano Atlantico (da Berger, *op. c.*) 440
Il mondo abitabile secondo Erastotene (da Miller, *op. c.*) 441
La triangolazione d'Ipparco (da Miller, *op. c.*) 447
Le terre abitate secondo Strabone (da Berger, *op. c.*) 451
Il sistema fisiologico di Galeno (Richet-Singer, *op. c.*) 469
Ospedale militare romane (da Singer, *op. c.*) 476
L'acquedotto di Eupalino (da Diels, *Antike Technik*, Leipzig, Teubner) 487
Caricamento di un onagro (Diels, *op. c.*) 489
« Palintonon » (Diels, *op. c.*) 491
Pompa aspirante e premente di Ctesibio (da Singer, *The Legacy of Rome*, con permesso della Clarendon Press, Oxford) 493
Costruzione della vite di Archimede (da W. Schmidt, *Heronis Opera Omnia, cit.*) . . 494
Le macchine di Erone (da Schmidt, *op. c.*) 495
L'odometro di Erone (da Singer, *op. c.*) 497
L'eolipilo di Erone (da Schmidt, *op. c.*) 498
Meccanismo per l'apertura delle porte del tempio (da Schmidt, *op. c.*) 499
Anassarco (da una moneta) 530
Abaco romano (da Singer, *op. c.*) 584
Quadrante dell'Orologio di Vitruvio (da Bilfinger, *Die Zeitmesser der antiken Völker*) . 585
Le Terme Diocleziane (da G. Giovannoni, in *The Legacy of Rome*, *op. c.*) 593
Antico metodo di livellazione (da Schmidt, *op. c.*) 594
L'Orbe secondo la *Dimensuratio et divisio* (da Miller, *op. c.*) 596
Una sezione della tavola Peutigeriana (ed. Miller, *Die Weltkarte des Castorius*, Otto Maier Verl., Ravensburg) 597
Germania e Britannia secondo Tacito (ric. Miller, *Die aeltesten Weltkarten*) . . . 599
L'« uomo zodiacale » (Old Ashmolean Museum, Oxford) 629
La « Fabbricazione dell'oro di Cleopatra » (Berthelot, *Collection des anciens alchimistes grecs*, Paris 1888) 649

TAVOLE FUORI TESTO

Pag.

Carta del mondo greco 17
Le grandi colture (tavola cronologica) 27
I pensatori dell'antichità (tavola cronologica) ivi
La Scuola d'Atene di Raffaello 65
Ferecide (?) ivi
Eraclito (?) 81
Archita (?) ivi
Crotone 129
Avanzi di Elea ivi
Agrigento 145
Democrito (?) ivi
Atene 177
Socrate ivi
Un moralista 193
Platone ivi
Aristotele 257
Teofrasto ivi
Costellazioni del Nord secondo gli Egiziani 273
Sfera armillare in bronzo dell'osservatorio di Pechino, risalente al 1279. Ricorda quella che fu l'antichissima astronomia cinese ivi
Avanzi dell'Asclepieo di Coo ivi
Asclepieo di Epidauro ivi
Ippocrate di Coo (?) 337
Monumento funerario di un medico (II sec. d. C.) ivi
Acquedotto di Tarragona 353
Tolomeo I Soter ivi
Il sito dell'antica Siracusa 433
Astrolabio ivi
Osservatorio di Jeypore (India) ivi
Tolomeo o L'Astronomia, di Andrea Pisano 449
La Terra abitata secondo Tolomeo ivi
Asclepiade 497
Illustrazioni botaniche del V sec. e v. (M. S. « Anicia Juliana ») copiate da originali del I secolo ivi
Epicuro 513
Zenone di Cizio (?) ivi
Crisippo 529
Posidonio (?) ivi
Carneade 545
Cicerone ivi
Marco Aurelio 593
Costruttori dell'Impero: Corbulone, Cesare, Agrippa ivi

INDICE DEI CAPITOLI

Pag.

INTRODUZIONE 1

I. Scienza e Storia 3

II. Luoghi e tempi della scienza antica 12

III. Le fonti 17

1) I testi, 17 - 2) Le storie, 20.

LIBRO PRIMO

DE NATURA RERUM

I. Gli inizi della civiltà ellenica 29

1) La Ionia, 29 - 2) La nuova civiltà, 31 - 3) L'eredità orientale, 36 - 4) Religione, 43 - 5) Dal mito alla scienza, 45 - 6) Nota bibliografica, 49.

II. I primi naturalisti ionici 50

1) Talete e l'unità della materia, 50 - 2) L'infinito, 54 - 3) Anassimandro, 55 - 4) Anassimene, 60 - 5) Relativismo, 61 - 6) Senofane, 62 - 7) Eraclito, 64 - 8) Nota bibliografica, 70.

III. I Pitagorici 71

1) L'Italia « illustre », 71 - 2) Pitagora e la scuola italica, 73 - 3) Religione, 75 - 4) Teoria delle monadi, 79 - 5) Aritmetica e mistica dei numeri, 83 - 6) Razionalismo e misticismo, 89 - 7) Geometria, 90 - 8) Nota bibliografica, 95.

IV. Gli Eleati 97

1) Parmenide, 97 - 2) Le Parole della Verità, 98 - 3) La materia estesa, 99 - 4) È possibile cambiamento o moto?, 101 - 5) Le Parole dell'Opinione, 105 - 6) Geometria razionale, 107 - 7) I paradossi di Zenone, 108 - 8) Analisi infinitesimale, 111 - 9) Origini della logica, 112 - 10) Psicologia delle sensazioni, 114 - 11) Melisso, 115 - 12) Influenza sui circoli pitagorici, 117 - 13) Nota bibliografica, 120.

Pag.

V. Risposte al paradosso eleatico: Empedocle e Anassagora . . . 121

1) Le tre risposte, 121 - 2) Pluralismo, 122 - 3) Il profeta e lo scienziato, 124 - 4) Tratti comuni, osservazioni ed esperienze, 126 - 5) Materia e forza: sistema cosmico d'Empedocle, 130 - 6) Sistema cosmico d'Anassagora, 133 - 7) Il *Nous*, 135 - 8) Sopravvivenza dei più adatti nell'evoluzione della vita, 136 - 9) Analisi delle sensazioni, 137 - 10) Epigoni eclettici, 139 - 11) Nota bibliografica, 140.

VI. La teoria atomica di Leucippo e di Democrito 141

1) Atomi e vuoto, 141 - 2) Proprietà della materia, 144 - 3) Leucippo, 145 - 4) Democrito, 145 - 5) La teoria cinetica del mondo, 147 - 6) Peso e gravitazione, 150 - Caso e legge, 151 - 8) Biologia, 152 - 9) Influenza storica, 153 - 10) Nota bibliografica, 155.

LIBRO SECONDO

IL PROBLEMA DEL CONOSCERE EMPIRISMO E RAZIONALISMO

VII. I Sofisti e la teoria empirica della conoscenza 159

1) Chi erano i sofisti, 159 - 2) Che cos'è la verità, 161 - 3) Empirismo e relativismo, 164 - 4) Pensare ed esistere, 195 - 5) Polemica antimatematica, 166 - 6) Logica e analisi del linguaggio, 168 - 7) Protagora, 170 - 9) Gorgia, 172 - 9) Nota bibliografica, 173.

VIII. Reazione alla sofistica: Socrate 174

1) Filosofia dei lumi, 174 - 2) Reazione, 177 - 3) Socrate, 179 - 4) La definizione come problema scientifico, 184 - 5) Il mito di Socrate, 187 - 6) Nota bibliografica, 191.

IX. Il razionalismo di Democrito 192

1) Morale e religione, 192 - 2) Esistenza degl'intelligibili, 194 - 3) La scienza « opinione vera », 196 - 4) Razionalismo, 198 - 5) Nota bibliografica, 200.

X. Platone 201

1) Il dramma della filosofia, 201 - 2) Evoluzione del pensiero platonico, 204 - 3) Teoria delle idee, 207 - 4) Confutazione dell'empirismo, 209 - 5) Che cos'è la scienza, 211 - 6) Essere o divenire, 213 - 7) Mito e spiegazione analogica, 214 - 8) Teoria degli elementi, 216 - 9) L'ideale logico, 218 - 10) Valore formativo delle matematiche, 219 - 11) Accademia, 221 - 12) Nota bibliografica, 224.

LIBRO TERZO

ENCICLOPEDIA DEL SAPERE E SVILUPPO DELLE SCIENZE PARTICOLARI

Pag.

XI. Aristotele e l'enciclopedia del sapere 227

1) L ideale del professore, 227 - 2) Le opere, 230 - 3) Logica, 231 - 4) Ideologia, 233 - 5) Finalismo, 234 - 6) Fisica, 236 - 7) Biologia, 240 - 8) Veduta storica della scienza, 242 - 9) Il Liceo: Teofrasto e Stratone, 242 - 10) Nota bibliografica, 245.

XII. Sviluppo delle scienze particolari: Le Matematiche 247

1) Specializzazione delle scienze, 247 - 2) Gl'inizi della geometria superiore, 248 - 3) Analisi infinitesimale, 253 - 4) Rigore, 254 - 5) Logica delle matematiche, 255 - 6) Le persone dei matematici, 256 - 7) Nota bibliografica, 258.

XIII. Astronomia: Forma della Terra e distanza degli astri . . . 259

1) Le origini dell'astronomia, 259 - 2) L'idea della Terra sferica nella più remota antichità, 263 - 3) Ipotesi di Talete e d'Anassimandro, 264 - 4) Anassimene e la triangolazione del Sole, 268 - 5) Distanza e grandezza del Sole per Anassagora e Democrito, 270 - 6) La sfericità della Terra e l'ipotesi pitagorica della luce diurna, 271 - 7) Forma e grandezza della Terra in Platone ed Aristotele, 273 - 8) Misure della Terra di Eudosso e Dicearco, 274 - 9) Distanza del Sole, 277 - 10) La distanza del Sole valutata da Aristarco, 278 - 11) Notizie complementari, 281 - 12) Nota bibliografica, 282.

XIV. Il moto dei pianeti e il sistema del mondo 283

1) Astronomia caldaica, 283 - 2) Inizi dell'astronomia greca, 288 - 3) I pitagorici: sistema di Filolao, 289 - 4) Eudosso, 290 - 5) Sistema aristotelico, 295 - 6) Il moto dei pianeti interni attorno al Sole: Eraclide, 296 - 7) Il sistema eliocentrico di Aristarco di Samo, 299 - 8) Nota bibliografica, 302.

XV. La medicina 304

1) La medicina d'ogni tempo, 304 - 2) Gli Asclepiadi, 306 - 3) I medici filosofi, 307 - 4) Cnido e Coo, 310 - 5) Ippocrate, 312 - 6) Sistema fisiologico, 319 - 7) Terapia, 321 - 8) Clinica, 322 - 9) Nota bibliografica, 325.

XVI. La storia naturale 327

1) Anche qui son gli dei, 327 - 2) I precursori, 329 - 3) La scienza del popolo, 332 - 4) L'opera aristotelica, 334 - 5) *Scala naturae*, 335 - 6) Teorie biologiche, 336 - 7) Teofrasto e la botanica, 339 - 8) Nota bibliografica, 343.

LIBRO QUARTO

LA SCIENZA ELLENISTICA

Pag.

XVII. Il mondo ellenistico 347

Nota bibliografica, 356.

XVIII. I grandi geometri: Euclide, Archimede, Apollonio 357

1) Euclide, 357 - 2) Archimede, 358 - 3) Apollonio, 362 - 4) Gli Elementi d'Euclide, 363 - 5) L'opera matematica d'Archimede, 373 - 6) La teoria delle coniche in Apollonio, 377 - 7) Nota bibliografica, 380.

XIX. Le Matematiche dopo l'epoca dei classici 382

1) Evoluzione del pensiero matematico, 382 - 2) Spunti di nuove ricerche geometriche: la raccolta di Pappo, 383 - 3) Critica dei principi: Gemino, 385 - 4) Erone: Meccanica, 386 - 5) Trigonometria e sferica, 388 - 6) Aritmetica, 389 - 7) Diofanto, 390 - 8) Commentatori: fonti per la storia delle matematiche, 392 - 9) Nota bibliografica, 394.

XX. Il sistema del mondo: Ipparco e Tolomeo 395

1) Ritorno al sistema geocentrico, 395 - 2) I nuovi tentativi, 397 - 3) Eccentri ed epicicli, 398 - 4) Ipparco, 403 - 8) Tolomeo, 406 - 6) L'ideale astronomico di Tolomeo, 409 - 7) Il sistema tolemaico, 410 - 8) Il valore fisico delle ipotesi astronomiche, 415 - 9) L'astronomia fisica di Tolomeo, 419 - 10) Nota bibliografica, 423.

XXI. La Geografia 424

1) Le navigazioni e le prime carte ioniche, 424 - 2) La geografia della sfera, 431 - 3) Le istorie, 433 - 4) Fisica terrestre, 436 - 5) Pitea, 436 - 6) Dicearco, 437 - 7) Eratostene, 438 - 8) Le terre abitate, 440 - 9) Teoria delle maree, 442 - 10) I problemi della geografia matematica, 446 - 11) Polibio e Strabone, 448 - 12) Marino e Tolomeo, 452 - 12) Nota bibliografica, 454.

XXII. Medicina 456

1) La medicina dopo Ippocrate, 456 - 2) La scuola d'Alessandria, 457 - 3) La medicina nel mondo romano, 461 - 4) I metodici, 462 - 5) Celso, 463 - 6) Dioscoride, 464 - Gli eclettici, 465 - 8) Galeno, 466 - 9) L'arte medica, 467 - 10) Le teorie di Galeno, 468 - 11) La patologia di Galeno, 472 - 12) Gli ultimi secoli, 474 - 13) Roma e l'organizzazione sanitaria, 475 - 14) Nota bibliografica, 477.

XXIII. Fisica e Tecnica 478

1) Esiste una fisica dei greci?, 478 - 2) Acustica, 479 - 3) Statica e Dinamica, 480 - 4) Ottica, 488 - 5) Scienza e tecnica nel periodo el-

Pag.

lenico, 484 - 6) Balistica, 490 - 7) Teoria e pratica nella meccanica, 491 - 8) Le realizzazioni del periodo ellenistico, 492 - 9) Economia e tecnica, 500 - 10) Metallurgia, 503 - 11) Tecnologia chimica, 505 - 12) Nota bibliografica, 511.

XXIV. La Filosofia ellenistica nei suoi rapporti con la Scienza . 513

1) Le scuole etico-religiose, 513 - 2) Epicuro, 514 - 3) La morale epicurea, 517 - 4) Sviluppi della dottrina epicurea, 520 - 5) Gli stoici, 521 - 6) Il criterio della verità, 524 - 7) Gli stoici platonizzanti: Panezio e Posidonio, 525 - 8) Gli scettici, 528 - 9) L'ascetismo di Pirrone, 530 - 10) Timone il Sillografo, 532 - 11) « Carneade, chi era costui? », 532 - 12) La filosofia della scienza, 534 - 13) Lo scetticismo dialettico, 537 - 14) I medici empirici, 538 - 15) Conclusione, 539 - 16) Nota bibliografica, 540.

LIBRO QUINTO

LA SCIENZA NEL QUADRO DELLA CIVILTÀ ROMANA

XXV. La coltura a Roma 543

1) L'Impero di Roma, 543 - 2) *Graecia capta*, 544 - 3) Caratteri generali della coltura romana, 549 - 4) Nota bibliografica, 552.

XXVI. La Filosofia 553

1) Cicerone, 553 - 2) Lucrezio, 555 - 3) Gli stoici, 563 - 4) La filosofia stoica e il diritto romano, 566 - 5) Marco Aurelio, 569 - 6) Nota bibliografica, 573.

XXVII. Le Enciclopedie 574

1) Varrone e Celso, 574 - 2) Le Questioni Naturali di Seneca, 576 - 3) Plinio, 578 - 4) Nota bibliografica, 583.

XXVIII. Scienza e Tecnica 584

1) Le matematiche e il calendario, 584 - 2) La Tecnica, 587 - 3) Vitruvio e Frontino, 590 - 4) Geografia, 595 - 5) Agricoltura, 600 - 6) Nota bibliografica, 606.

LIBRO SESTO

LA FINE DELLA SCIENZA ANTICA

XXIX. Il tramonto della civiltà romana 611

1) La crisi dell'Impero, 611 - 2) Nota bibliografica, 620.

XXX. La Filosofia 621

1) Ebrei e neopitagorici, 621 - 2) Plotino e il neoplatonismo, 623 - 3) L'infinito, 625 - 4) L'Uno e le sue emanazioni, 626 - 5) Astrologia e culti popolari, 627 - 4) Fine della scuola d'Atene, 630 - 5) Nota bibliografica, 631.

Pag.

XXXI. Ellenismo e Cristianesimo 633

1) Contro la scienza, 633 - 2) Sant'Agostino, 637 - 3) Nuovi motivi del pensiero cristiano, 638 - 4) Nota bibliografica, 640.

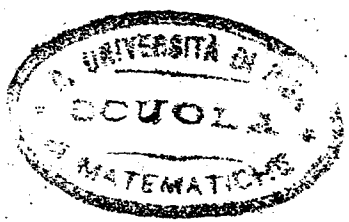
XXXII. L'Alchimia 642

1) *Physica et Mystica*, 642 - 2) Zosimo e Sinesio, 645 - 3) Filosofia e alchimia, 647 - 4) Il sistema alchemico, 648 - 5) Nota bibliografica, 651.

XXXIII. Le ultime opere 652

1) Editori e commentatori, 652 - 2) Dossografi, 653 - 3) Le enciclopedie della bassa latinità, 656 - 4) Nota bibliografica, 658.

Indice alfabetico dei personaggi della storia 659

Indice alfabetico degli storici e filologi 667

Indice delle illustrazioni 673