

BIBLIOTECA DI «TECHNAI»

★

1.

Progetto PRIN 2006
Coordinatore Nazionale
Paola Radici Colace

Responsabili di Unità

Paola Radici Colace (Messina), Silvio M. Medaglia (Salerno),
Livio Rossetti (Perugia), Sergio Sconocchia (Trieste)

Curatori di Area

AGRICOLTURA: Emanuele Lelli	LOGICA: Flavia Marcacci
AGRIMENSURA: Lucio Toneatto	MATEMATICA: Flavia Marcacci
ALCHIMIA: Carmelo Lupini	MECCANICA: Philippe Fleury
ALIMENTAZIONE: Eugenia Salza Prina Ricotti	MEDICINA: Sergio Sconocchia
ARCHITETTURA: Paola Radici Colace	MINERALOGIA: Annibale Mottana
ASTROLOGIA: Paola Radici Colace	MUSICA: Simonetta Grandolini
ASTRONOMIA: Carlo Santini	NAUTICA: Pietro Janni
BOTANICA: Emanuele Lelli	OTTICA: Silvio M. Medaglia
COSMOLOGIA: Livio Rossetti	PNEUMATICA: Jean-Yves Guillaumin
DIRITTO: Giuliano Crifò, Livio Rossetti	POLEMOLOGIA: Lucio Benedetti
FILOSOFIA: Livio Rossetti	PSEUDO-SCIENZA: Francesco Cuzari
FISICA: Silvio M. Medaglia	TOSSICOLOGIA: Livia Radici
FISIOGNOMICA: Fabio Stok	VETERINARIA: Violetta Scipinotti
GEOGRAFIA: Pietro Janni	ZOOLOGIA: Antonino Zumbo
IDRAULICA: Gilbert Argoud	

Collaboratori

Maurizio Baldin	Stefania Giombini	Piergiorgio Parroni
Aroldo Barbieri	Anna Maria Ieraci Bio	Rosario Pintaudi
Carlo Beltrame	Maria Nicole Iulietto	Shara Pirrotti
Carlotta Benedetti	Massimo Lazzeri	Francesco Prontera
Cristiana Bernaschi	Pietro Li Causi	Francesco Ragni
Serena Bianchetti	Oddone Longo	Annalisa Romano
Francesca Boldrer	Marcella Giulia Lorenzi	Elisa Romano
Maria Caccamo Caltabiano	Giuseppe Lupini	Vincenzo Russo
Nadia Cacopardo	Claudia Maggi	Matilde Serangeli
Fabio Cavalli	Giulio Magli	Giuseppe Solaro
Maria Antonietta Cervellera	Brigitte Maire	Piero Tarantino
Daria Crismani	Manuela Martellini	Vincenzo Tavernese
Alberto De Angelis	Francesco Moliterno	Paola Tempone
Daniela Di Petrillo	Daniele Monacchini	Giulia Tozzi
Chiara Diomedè	Rosa Otranto	Mario Vegetti
Francesco Fiorucci	Dmitri Panchenko	Emmanuele Vimercati
Mauro Francaviglia	Giangiaco Panessa	Valentina Zanusso
Francesco G. Giannachi	Giorgia Parlato	

Redazione

Emanuele Lelli (coord.)	Anna Cipri	Giorgia Parlato
Carmelo Lupini (coord.)	Fernando La Greca	Livia Radici
Daniele Monacchini (coord.)	Flavia Marcacci	Francesco Ragni
Maurizio Baldin	Alfonso Natale	Vincenzo Tavernese
Nadia Cacopardo	Paola Paolucci	

DIZIONARIO
DELLE SCIENZE
E DELLE TECNICHE
DI GRECIA E ROMA

A CURA DI
PAOLA RADICI COLACE, SILVIO M. MEDAGLIA,
LIVIO ROSSETTI, SERGIO SCONOCCHIA

DIRETTO DA
PAOLA RADICI COLACE

· I ·
A - L



PISA · ROMA
FABRIZIO SERRA EDITORE
MMX

Volume pubblicato con il cofinanziamento del MIUR e delle Università di Messina, Perugia, Salerno, Trieste: Progetto PRIN 2006 *Dizionario della Scienza e della Tecnica in Grecia e a Roma. Autori e testi, Realien, saperi alle radici della cultura europea.*

Coordinatore Nazionale

Paola Radici Colace

*

Sono rigorosamente vietati la riproduzione, la traduzione, l'adattamento, anche parziale o per estratti, per qualsiasi uso e con qualsiasi mezzo effettuati, compresi la copia fotostatica, il microfilm, la memorizzazione elettronica, ecc., senza la preventiva autorizzazione scritta della *Fabrizio Serra editore*[®], Pisa · Roma. Ogni abuso sarà perseguito a norma di legge.

*

Proprietà riservata · All rights reserved

Edizione aggiornata: 2010

© Copyright 2010 by
Fabrizio Serra editore[®], Pisa · Roma

www.libraweb.net

Uffici di Pisa: Via Santa Bibbiana 28, I 56127 Pisa,
tel. +39 050542332, fax +39 050574888, fse@libraweb.net

Uffici di Roma: Via Carlo Emanuele I 48, I 00185 Roma,
tel. +39 0670493456, fax +39 0670476605, fse.roma@libraweb.net

*

ISBN 978-88-6227-184-4 (BROSSURA)

ISBN 978-88-6227-203-2 (RILEGATO)

SOMMARIO

<i>Introduzione</i>	9
<i>Nota del Coordinatore</i>	15
<i>Elenco generale delle voci</i>	17

DIZIONARIO	21
------------	----

<i>Bibliografia</i>	1039
<i>Glossario (a cura di Paola Radici Colace)</i>	1187
<i>Gli autori</i>	1275

SAGGI

LIVIO ROSSETTI, <i>Alle origini dell'idea occidentale di scienza e tecnica</i>	1291
PAOLA RADICI COLACE, <i>Metafore della scienza e della tecnica: contributo alla lingua ed all'immaginario</i>	1317
VINCENZO TAVERNESE, <i>Fortuna e valutazioni della scienza e della tecnica antiche nel pensiero medievale, moderno e contemporaneo</i>	1323

l'interesse per la cura della persona e l'attenzione all'aspetto fisico, poco presenti in epoca arcaica, sono progressivamente aumentati, sino a divenire pratica quotidiana al suo tempo sia per gli uomini che per le donne, almeno nelle classi agiate. I rinvenimenti archeologici testimoniano un largo uso, nell'area del mediterraneo, di strumenti utili per mantenersi in ordine, quali specchi generalmente costituiti di materiale metallico, pettini, rasoi in bronzo di varie forme e con manici lavorati, forbici, strigili per i massaggi con unguenti, arricchiacapelli, forcine, lime per unghie.^[3]

2. Igiene personale. – Sebbene la distribuzione e lo scarico delle acque nelle abitazioni private fossero assai difficoltosi,^[4] sia gli uomini che le donne mostravano particolare attenzione alla pulizia del corpo; eccetto che per chi abitava le dimore più ricche,^[5] infatti, era diffuso l'uso dei bagni pubblici. Anche gli uomini, dopo i bagni, usavano idratare la pelle applicando olio d'oliva e frizionandola con appositi strumenti.

3. Trucco. – I prodotti cosmetici dell'antichità erano, il più delle volte, frutto di tritura di erbe o minerali e dell'aggiunta di eccipienti; le donne greche utilizzavano prodotti differenziati per le guance (*ζωγραφία παρειῶν*), per colorare le labbra (*χειλέων βαφή*),^[6] per dare colore alla pelle (*μίλτος*), per tingere le palpebre (*ὑπογραφή ὀφθαλμῶν*)^[7] e per marcare i lineamenti del viso (*ἀσβόλη*)^[8]; le donne corinzie e, in particolare, quelle ateniesi, usavano uniformare e schiarire la pelle del viso con il carbonato di piombo o biacca (*ψιμύθιον*)^[9] e identificavano con questa pratica l'appartenenza a uno stato sociale elevato. Tuttavia, la biacca è uno di quegli elementi utilizzati nell'antichità a fini estetici che, per le loro caratteristiche, talora danneggiavano l'epidermide (→VELENI E CONTRAVVELENI, 2). Anche le donne romane utilizzavano balsami, paste dentifricie, tinture per capelli, ciprie, rossetti e unguenti di diverso tipo conservati talora in scatole a scomparti separati.^[10] Inoltre, tra i profumi personali erano molto utilizzati l'incenso, la mirra (→VELENI E CONTRAVVELENI), il finocchio e le rose essiccate.^[11]

4. Acconciature. – Sia le donne greche che quelle romane usavano acconciare i loro capelli in trecce o in semplici code, sebbene a Roma, in età imperiale, fosse diffusa la moda delle acconciature elaborate sulla sommità del capo e quella dell'utilizzo di parrucche. In epoca arcaica, sia in Grecia che a Roma gli uomini

usavano lasciar crescere sia la barba che i capelli, mentre a partire dal v sec. a.C. in ambito greco e dal III a.C. in ambito romano si diffuse la moda dei capelli corti e del viso sbarbato.^[12]

NOTE. [1] Vd. GRILLET 1975, 13. – [2] Vd. *Ov. medic.* 11-22. – [3] Vd. WRIGHT-VICKERS 1996, 404. – [4] Vd. GINOUVÈS 1962, 33. – [5] Vd. FLACELIÈRE 1959, 180. – [6] Vd. Philostr. *Ep.* 22. – [7] Vd. Xen. *Cyr.* 1, 3; per un ricco elenco dei *κόσμοι* femminili cfr. Ar. fr. 332, 1-5 K.-A. – [8] GRILLET 1975, 50. – [9] Vd. GRILLET 1975, 33-35. – [10] Vd. WRIGHT-VICKERS 1996, 404. – [11] Vd. *Ov. medic.* 83-94. – [12] Vd. WRIGHT-VICKERS 1996, 404-405.

BIBLIOGRAFIA. FLACELIÈRE 1959; GINOUVÈS 1962; GRILLET 1975; WRIGHT-VICKERS 1996.

LIVIA RADICI

Cosmologia. 1. Considerazioni introduttive. –

1.1. Il termine 'cosmologia' è moderno (in italiano è attestato sin dalla fine del Cinquecento, mentre si presume che il primo trattato di *Cosmologia generalis* sia stato quello di Chr. Wolff, pubblicato a Verona nel 1731) ed ha avuto una vita piuttosto travagliata via via che l'ambito è stato ritenuto rilevante non tanto per la filosofia quanto per l'astronomia e, più in particolare, per l'astrofisica. Anche nel mondo classico la nozione di c. (*peri physeos, de rerum natura*, più che *peri kosmou*) si è variamente intrecciata con la filosofia, la fisica e l'astronomia. Nondimeno la parola chiave è *kosmos*, termine che ha conosciuto una cospicua evoluzione del suo campo semantico. In Omero ed →ESIODO con *kosmos* si indica un ordine o ordinamento, mentre Erodoto e Tuciddide se ne servono per indicare tanto l'ordinamento di una città quanto l'onore, →ARISTOTELE per indicare l'ornamento del discorso così come il firmamento, la sfera celeste, l'ordine cosmico. Nonostante questa relativa instabilità, ad usare il termine nell'unica accezione in cui si parla tuttora di cosmo, ossia per indicare l'ordinamento del mondo fisico nel suo complesso, cominciarono senza alcun dubbio i →PRESOCRATICI.^[1] Quel che più conta, l'antichità greca e latina ha investito grandi energie nel tentativo di elaborare una meditata rappresentazione dell'universo non solo in termini di definizione dei rapporti spaziali (tentativi di 'dire' come è fatto il mondo, quanto è grande...) ma, sin dall'inizio, anche nella elaborazione di congettture sugli equilibri dinamici, e perfino sul-

le trasformazioni grazie alle quali il sistema è arrivato a darsi quell'assetto stabile che a noi è dato osservare. Ha potuto prendere forma, in tal modo, un settore di ricerca piuttosto ben identificato, con sviluppo di uno specifico sapere sui corpi celesti, sulla terra e sulla logica che presiede al sistema terra-cielo.

1.2. La fase di avvio di questa riflessione è strettamente legata a quello straordinario laboratorio che fu Mileto ai tempi di →TALETE e allievi e, di riflesso, agli scambi con il sapere elaborato nell'area mesopotamica e in Egitto. In quel piccolo centro sicuramente arrivarono, e qualcuno seppe apprezzare, una serie di informazioni sul modo in cui Babilonesi ed Egizi si rappresentavano il cosmo ed effettuavano specifiche misurazioni, talora di grande precisione. La passione di Talete per le misurazioni^[2] e, più in generale, il tipo di sapere che prese forma a Mileto fanno pensare che nel suo ambiente si ebbe notizia di non poche acquisizioni disponibili in alcune altre culture. Come è noto, non molto riesce ad emergere sul conto di questi scambi, ed è un peccato. Possiamo cominciare col ricordare che, all'inizio di un suo libro, il sofista Ippia enunciò il proposito di riferire sia cose cantate dai poeti sia cose di cui si parla «nelle *sungraphai* (compilazioni, testi in prosa), alcune dei Greci, altre dei barbari» (86B6 D.-K., dalle *Stromati* di Clemente Aless.), ma purtroppo le nostre informazioni si fermano qui. Un altro sofista, Crizia, si dedicò, in una sua elegia (88B2 D.-K.), a riconoscere la paternità di specifiche invenzioni (anche l'invenzione di particolari oggetti d'uso quotidiano, come ad es. il sedile installato sul carro) ai popoli più diversi – Etruschi, Fenici, Cari... – così come ad alcune etnie elleniche. Un buon mezzo secolo più tardi Isocrate, parlando degli Spartani, ebbe occasione di dichiarare che i barbari «sono allievi e maestri di molte scoperte» (*Panat.* 209) e Filippo di Opunte ebbe modo di dichiarare che i Greci portano alla perfezione tutto il sapere che acquisiscono presso i 'barbari' (*Epin.* 997e). A sua volta Aristotele ha occasionalmente annotato che Egizi e Babilonesi seppero rendere conto del passaggio della luna davanti ad alcune 'stelle errabonde' sulla base di osservazioni effettuate per lunghissimi periodi di tempo, osservazioni «dalle quali deriva molto di ciò che noi sappiamo intorno a singole stelle» (*Cael.* 2, 12, 292a 6-9). L'insieme (ma vd. anche →ASTRONOMIA, 15) è più che

promettente; e non a caso ricerche minuziose sono state condotte nel tentativo di trovare dei riscontri. I parallelismi fin qui rivenuti^[3] rimangono però dei parallelismi a distanza e d'altra parte, per il periodo che qui interessa, non siamo in condizione di identificare nessun tentativo greco di dire cose specifiche intorno al sapere elaborato dai sapienti di altri paesi, così come non siamo in grado di documentare il cammino inverso del sapere, dalla Grecia all'Egitto e/o alla Persia. Che tutto ciò dipenda unicamente da un deficit di conoscenze da parte nostra è certamente possibile, ma lo stato attuale delle nostre conoscenze induce piuttosto a pensare che i *sophoi* di Mileto (e, più in generale, delle *poleis* greche dell'Asia Minore) *utilizzarono* conoscenze provenienti da altre culture per poi costruire un sapere eminentemente greco, per poi inventare cioè un modo plausibile – e intelligibile per i parlanti greco – di rendere conto dei fenomeni 'celesti' e di altri argomenti, senza preoccuparsi di precisare se e in che misura una data teoria fosse debitrice di competenze allotricie. Si può capire che, in queste condizioni, il sapere di provenienza non ellenica sia rimasto un substrato, non un elemento costitutivo del nuovo che ha preso forma tra i Greci.^[4] In questo loro costruire un sapere che gli stessi *sophoi* di Mileto non poterono non percepire come profondamente innovativo, risalta anche l'uso di abbandonare il tradizionale registro narrativo, le metafore, i nomi propri, il sovraccarico mitologico di cui anche la Grecia era ricca, investendo energie nel tentativo – mediamente riuscito – di costruire un linguaggio e di ideare una forma di scrittura che ne sapesse fare a meno, a tutto vantaggio di quegli elementi conoscitivi che vennero giudicati difendibili o tali da dar luogo ad accertamenti non troppo aleatori. Conviene ricordare, a questo punto, che nella Grecia del VII-VI secolo a.C. l'invenzione di un'alternativa alla narrazione poetante ha avuto come protagonisti da un lato i redattori di atti fondativi delle colonie e gli autori delle prime leggi scritte, dall'altro proprio i *sophoi* di Mileto, che misero mano a testi non poetici in cui procedere alla presentazione del loro sapere sul mondo. Si osservi, al riguardo, che la comunicazione di tipo narrativo-affabulatorio presuppone una modesta vigilanza dell'uditorio intorno alla plausibilità e fondatezza di quanto viene narrato, e anzi sviluppa una strutturale tendenza ad

attenuarla.^[5] Invece il *sophos* ci tiene ad essere giudicato attendibile, quindi cerca spiegazioni per quanto possibile non fantasiose e si adopera per far sì che l'uditorio possa farsi almeno un'idea delle ragioni per cui sostiene una determinata teoria e spiega i fenomeni in un certo modo; inoltre cerca spiegazioni diverse per fenomeni diversi. Per queste vie vengono fatti passi decisivi nella direzione del sapere e della scienza. Anche perché il contesto non è soltanto una società di liberi, di benestanti che dedicano tempo e denaro a ricerche più o meno peregrine, in presenza di un pubblico disposto ad apprezzare. È anche una società molto competitiva, in cui raggiungere qualche forma di eccellenza costituisce un'aspirazione diffusa (basti pensare alle Olimpiadi) e in cui anche una scoperta può rendere famosi (si cerca il *protos heuretēs*). A loro volta questi antichi *sophoi* ben presto cominciarono a dar luogo a dispute e a fare il nome dei propri 'colleghi'. È in particolare Erodoto a parlare di competizione fra teorie rivali allorché (in 2, 20-23) passa a discutere le teorie precedentemente emesse dai sapienti greci per spiegare la dinamica delle piene periodiche del Nilo.^[6] D'altra parte →ERACLITO non si è limitato a menzionare e criticare Omero ed Esiodo ma, oltre a parlare espressamente di *ὁκόσοων λόγους ἤκουσα* (nel fr. 108 D.-K.), ha fatto riferimenti precisi anche a persone cronologicamente a lui vicine o molto vicine. La lista include infatti →PITAGORA, →SENOFANE, Ecateo, Ermodoro, Bianta figlio di Teutameno, Archiloco, Alceo (lo riferisce Diog. Laert. 1, 76 = F 142 Mouraviev) e, congetturabilmente, Talete.^[7] Inoltre egli ha avuto occasione di riferire che Pitagora si procurò una selezionata scelta di compilazioni (*συγγραφαί*). Il termine *sungraphai* qui usato si direbbe particolarmente significativo in quanto fa pensare alla raccolta di molti nuclei di sapere, magari anche un po' eterogenei, con attitudine a giustificare il riferimento polemico di Eraclito alla *polymathia* di Pitagora (in Diog. Laert. 8, 6 = 14A19 D.-K. = 23B129 D.-K.). Nell'insieme, queste circostanze depongono a favore dell'idea che a Mileto sia iniziata una decisiva fase di incubazione di quella che poco a poco divenne filosofia, scienza e scienze. Proprio i *sophoi* seppero dar vita, oltretutto, a un tipo – e quindi a un primo gruppo – di trattazioni specifiche in prosa: i →PERI PHYSEOS, autentico prototipo del trattato scientifico. E, per l'appunto, la co-

smologia costituì, per questi *sophoi*, un banco di prova elettivo fin dai primordi.

1.3. Ciò premesso, proviamo a identificare le grandi tappe della costituzione della cosmologia greca. Sono cinque o sei:

- abbiamo dapprima il fondamentale apporto di Talete e →ANASSIMANDRO ai primi tentativi di elaborare un'immagine 'moderna' del cosmo e di altri aspetti del reale (§ 2);

- viene poi elaborata la teoria delle sfere o corone concentriche (→PARMENIDE e →FILOLAO: § 3) mentre altri autori tornano a valorizzare la teoria del vortice cosmico;

- prende quindi forma il modello geometrico adottato per 'salvare i fenomeni' spiegando, in particolare, l'anomala condotta di alcune 'stelle erranti', con il conseguente decollo della stagione 'aurea' della ricerca astronomica in Grecia, con il contributo di Filolao, →PLATONE, →EUDOSSO, Callippo, →ARISTOTELE e altri: § 4);

- segue l'elaborazione di un modello alternativo, il sistema eliocentrico (→ERACLIDE PONTICO e →ARISTARCO) che però non riuscì a mettere radici nella cultura cosmologica ellenistica e successiva (§ 5);

- inizia la lunga fase in cui il sistema a sfere concentriche viene retrocesso a generico quadro di riferimento, da precisare e ridefinire nei dettagli alla luce di ciò che ora maggiormente mobilita e gratifica una nuova generazione di esperti: la sempre più accurata mappatura delle stelle, la sempre più accurata rilevazione di tempi e posizioni dei corpi celesti 'mobili', la sempre più accurata predizione degli eventi astrali fino alla produzione di sofisticatissime tabelle, l'uso sapiente di nozioni geometriche e trigonometriche innovative (§ 6).

È forse appropriato osservare che, rispetto ad altri modi di raccontare questa stessa storia (es. altre storie della cosmologia greca), il profilo qui offerto privilegia la fase iniziale, da Talete fino al modello cosmologico delineato da Parmenide, mentre passa con mano leggera sulle ricerche di epoca ellenistica e imperiale, ritenendo che esse rientrino piuttosto nell'ambito dell'→ASTRONOMIA.

2. I difficili inizi. Le grandi intuizioni dei Milesi. – Che un passo decisivo sia stato compiuto a Mileto, da Talete e Anassimandro, nel corso del sec. VI a.C. è cosa difficilmente contestabile. Furono infatti loro ad avanzare per primi una serie di 'ipotesi difendibili' (e quindi anche

discutibili) sul sistema dei corpi celesti, ed è significativo che ci siano convincenti indizi per supporre che la novità relativa del sapere di cui fu portatore Talete sia stata percepita dagli stessi suoi contemporanei.

2.1. Esempio è la storia di Mandrolito di Priene. La nostra unica fonte (Apul. flor. 18 = 11A19 D.-K.) dapprima ricorda che, già prossimo alla vecchiaia, Talete *divinam rationem de sole commentus est*, pervenne cioè a spiegare la 'divina proporzione' concernente il sole, cosa che io stesso, dice Apuleio, *experiundo comprobavi*. Ciò premesso, Apuleio narra che Talete *edocuit Mandrolytum Prynensem, qui, nova et inopinata cognitione impendio delectatus, optare iussit quantam vellet mercedem sibi pro tanto documento rependi: satis, inquit, mihi fuerit mercedis ... si id quod a me didicisti cum proffere ad quondam coeperis, tibi non adscriberis, sed eius inventi me potius quam alium repertorem praedicaris*. Apprendiamo dunque che un contemporaneo di Talete seppe ravvisare nella misurazione dell'ampiezza angolare del sole una scoperta sensazionale. La notizia sembra avere un suo impensato riscontro in Eraclito allorché questi si compiace di affermare che è facilissimo misurare l'ampiezza apparente del disco solare dato che essa corrisponde, per l'appunto, all'ampiezza dei nostri... piedi. Infatti la frase di Eraclito è sensata solo a condizione di ipotizzare che l'osservatore stia sdraiato e sollevi il piede, così da porlo di fronte al disco solare, perché in tal caso il piede arriva a nascondere il sole per intero, a volte anche con apprezzabile precisione. Ora, se →ERACLITO non fosse stato a conoscenza di ricerche volte a stabilire quanto è ampio il disco solare e del successo arriso per questo a Talete, difficilmente avrebbe potuto pensare al piede come strumento empirico per la misurazione. Ne scaturisce un ottimo indizio per presumere che la misurazione fosse avvenuta e avesse fatto notizia, non senza dar luogo anche a un po' di ironia.^[8] Coerenti con queste indicazioni sono lo status di *sophos* (Talete venne considerato uno dei Sette Sapienti) e, soprattutto, la notevole ricchezza delle informazioni pervenute fino a noi. L'abbondanza di notizie su Talete è infatti convincente indizio di notorietà dell'antico ricercatore, notorietà verosimilmente raggiunta soprattutto grazie ai numerosi accertamenti 'impossibili' di cui egli era stato capace, accertamenti che i comuni mortali nemmeno provavano a effettua-

re. Infatti a Talete è ascritto anche un numero ragguardevole di altre misurazioni, di carattere sia spaziale sia temporale, tutte accomunate dalla speciale difficoltà dell'impresa. In questa sede interessano le misurazioni temporali che riguardano la durata dell'anno e l'osservazione di ben due anomalie nel sistema degli eventi cosmici: quella, davvero minima, tra i giorni che intercorrono fra solstizio e solstizio (181-182 e 183-184 giorni rispettivamente) e quella riguardante il numero delle notti senza luna, che varia continuamente. Naturalmente non conosciamo le quantificazioni fatte da Talete nei due casi ma, grazie a un papiro pubblicato nel 1986, sappiamo che egli seppe sollevare il problema e che →ERACLITO seppe pronunciarsi anche sulla seconda anomalia, almeno nel senso di far notare che, quando la luna nuova 'ritarda' di una notte, quella notte viene puntualmente recuperata, senza mettere in discussione la regolarità del ciclo lunare nel suo complesso.^[9] Veniamo ora alla questione, di decisiva rilevanza per la cosmologia, della previsione di una eclissi, argomento oggetto di una secolare controversia tra chi ritiene verosimile una previsione così impegnativa e chi, ritenendo la cosa impraticabile, declassa la notizia a leggenda. È stato peraltro osservato che, se fosse una leggenda, bisognerebbe spiegare come la si è potuta inventare. Ma «allo scopo di inventare la predizione di una eclissi solare bisogna prima accettare che una eclisse solare sia un evento predeterminato, non un evento che accade su comando divino. La gente comune dell'epoca non avrebbe inventato una storia del genere né ci avrebbero creduto, a meno di non dubitare del fatto della predizione».^[10] Sul fatto, pertanto, è difficile nutrire seri dubbi, mentre resta da capire come sia stato possibile arrivare alla previsione. Un dettaglio del medesimo papiro di cui sopra è, probabilmente, chiarificatore. Leggiamo infatti che «Talete ha detto che il sole è eclissato quando la luna si trova davanti ad esso, cosicché [l'oscuramento ad opera della luna?] segna il giorno in cui si verifica l'eclissi».^[11] L'affermazione concorda con la testimonianza di Esichio – «scopri che l'eclissi di sole dipende dalla *hypodromē* della luna», cioè ha luogo quando accade che la luna passi lì sotto (o, per meglio dire, lì davanti: *schol. in Plat. Remp.* 600 A = 11A3 D.-K.) – e soprattutto con quella di Erodoto: aveva predetto l'eclisse «fissando come termine proprio

l'anno in cui l'eclisse ebbe effettivamente luogo» (1,74,2). La combinazione di queste tre informative sembra idonea a sbloccare storiche riserve sul conto di una misurazione tanto controversa. Cosa emerge, infatti? che Talete forse non pretese di dire che l'eclissi 'avverrà domani' o 'il giorno x', ma si accontentò di dire: 'avverrà durante uno dei prossimi noviluni'. D'altronde, se non avesse avuto nemmeno una vaga idea della ricorsività del fenomeno e dei relativi conteggi, anche l'indicazione di un anno sarebbe stata temeraria e, in ultima istanza, velleitaria. Appare pertanto ragionevole presumere che egli abbia avuto almeno idea dell'*exeligmos* o del *saros*,^[12] ma non addirittura il dato preciso (oltre alla presumibile difficoltà di accedere con precisione a simili conteggi, si consideri il residuo tasso di labilità che grava su tali previsioni). Ora, per l'appunto, Erodoto suggerisce una valutazione più prudente e approssimativa (del tipo: 'siamo nel diciottesimo anno, quindi...'). Pertanto, in forza di quanto addotto nella precedente nota 10, inclino a ritenere che Talete non possa aver previsto addirittura una data. Ma, posto che avesse indicato un anno, egli sarebbe stato in grado di restringere la previsione a soli 13 giorni su 365, ossia a escluderne ben 352, e ciò avrebbe costituito un autentico sapere in quanto istituiva una effettiva capacità di predizione e – cosa non meno importante – permetteva di ricordare la previsione ad alcuni nuclei di sapere, dunque a conferirle quel valore aggiunto che permise poi alla notizia di avere una grande eco. Il riferimento al novilunio permette di pensare che Talete sia stato capace di ravvisare, nel dischetto scuro che, ad ogni eclissi, va a coprire per qualche tempo il disco solare, proprio la luna al novilunio. Le fonti non ce lo dicono, ma non sembra avventato ipotizzare che le irregolarità osservate nei noviluni sia stata da lui associata alla relativa irregolarità delle eclissi di sole, nel senso che solo di tanto in tanto il disco lunare opaco va a porsi esattamente sulla traiettoria del disco solare, così da causare il suo momentaneo oscuramento. Ciò, d'altronde, non ci obbliga a pensare né che Talete abbia elaborato, con l'occasione, anche l'idea che la luna non brilla di luce propria ma è illuminata dal sole, né che egli sia pervenuto anche a interpretare le fasi lunari come effetto della triangolazione terra-luna-sole. A rigore non sappiamo nemmeno se egli ravvisò nella eclissi un fatto

meramente meccanico, tale da autorizzare il declassamento di un evento per lo più percepito come impressionante a fenomeno del tutto privo di significati reconditi perché dipendente da un mero 'ostacolo' materiale e temporaneo (l'interposizione della luna che si trova a svolgere la funzione del diaframma). Di questo si può solo dire che è verosimile. Infatti, nel caso particolare non si sarebbe potuto parlare di un evento rigorosamente regolato, dato il tasso di imprevedibilità che lo stesso Talete ravvisava nel fenomeno della luna nuova. I contributi di Talete sui quali si è fin qui riferito danno motivo di ritenere che egli abbia inteso accertare, misurare e prevedere, più che avventurarsi a dire come è fatto qualcosa o perché accade qualcosa.^[13] In compenso i suoi accertamenti impongono di pensare che per Talete il mondo fosse qualcosa di ordinato, regolato, prevedibile, ma anche impersonale e privo di soggettività, per cui è ammesso anche modificare il corso di un fiume. È quanto meno possibile che perfino la sua teoria più famosa, quella dell'acqua intesa come *archē*, debba essere intesa come espressione dell'idea che all'origine di tutte le cose non dobbiamo immaginare chissà che cosa, ma una cosa semplice, la semplice acqua.^[14]

2.2. Passiamo ora ad →ANASSIMANDRO. L'allievo di Talete dà la netta impressione di essere partito dall'insegnamento del maestro per poi procedere secondo direttrici sensibilmente diverse da quelle. Appare inoltre evidente che il tentativo di costruire una rappresentazione relativamente organica del cosmo abbia costituito una sua primaria ambizione. Per inquadrare il suo apporto alla cosmologia si procederà dunque a dare anzitutto un'idea delle sue teorie specifiche. Ecco alcuni nuclei dottrinali particolarmente significativi:

- la terra, situata al centro dell'universo, è in equilibrio e quindi ferma, ed è comprensibile che sia così perché, se ci si pone dal punto di vista cosmico, emerge immediatamente l'impossibilità di indicare una direzione privilegiata verso cui possa aver luogo la sua ipotetica caduta (in altre parole, perché la terra non saprebbe da che parte cadere);^[15]
- la terra ha (si è trovata ad avere) forma cilindrica, a mo' di colonna di pietra,^[16] in quanto, in un lontanissimo passato, da essa si è distaccata una fascia infuocata, paragonabile a una gigantesca corteccia d'albero, fascia che si

è poi frantumata, finendo per formare il sole, gli astri e la luna; il distacco è avvenuto per effetto di un vortice di dimensioni cosmiche (in greco δίνη, poi δίνος);^[17]

- noi abitiamo una delle due superfici piane del cilindro ed è possibile che anche l'altra superficie piana, quella collocata agli antipodi, sia non solo abitabile ma abitata;^[18]

- si possono stimare le dimensioni del cosmo: il sole si muove a una distanza di ventisette o ventotto volte il diametro terrestre, mentre la luna dista diciotto volte (o, forse, diciannove; quanto poi alle stelle, esse potrebbero distare nove volte);^[19]

- si può effettuare anche una prima stima delle dimensioni dei principali corpi celesti avvalendosi dei confronti effettuabili in occasione delle eclissi e del passaggio di Hermes e Afrodite davanti a sole e luna;^[20]

- la teoria delle cavità (o sfiatatoi) spiega le dinamiche di eclissi e fasi lunari;^[21] molteplici fenomeni atmosferici sono interpretabili quali effetti del vento (in ciò Anassimandro sembra anticipare qualche idea di Anassimene); in particolare le piogge «si formano dal vapore che si leva dalla terra assolata» (trad. Reale); l'umidità, che è progressivamente diminuita per effetto delle radiazioni solari, ha creato le condizioni appropriate per la formazione dei primi esseri viventi. A margine ricordiamo inoltre che le fonti parlano anche di mondi, di infinità dei mondi e di futuro collasso del sistema. Si intuisce la difficoltà di raccordare questi punti con le considerazioni fin qui riportate. Si consideri inoltre che il repertorio delle teorie emesse da Anassimandro comprende anche molti altri 'insegnamenti' – fra l'altro sulla formazione degli esseri viventi, l'acclimatazione di alcuni animali marini all'aria e alla superficie terrestre, la gestazione dei primi uomini^[22] – e così pure il famoso *pinax* sulle terre e sui mari dell'area mediterranea, una rappresentazione grafica, verosimilmente corredata da un testo di accompagnamento: temi sui quali si sovrasterà dato l'oggetto della presente trattazione (ma vd. →GEOGRAFIA, 3). La trattazione dei temi cosmologici appare straordinariamente innovativa, anche in confronto con le ricerche condotte da Talete, e può così essere sommariamente caratterizzata. Anassimandro fu capace non solo di rappresentarsi la terra, i corpi celesti, fin quasi a visualizzarli, ma anche di pensare le dinamiche grazie alle quali il mondo

è potuto esistere, si è formato ed ha progressivamente assunto l'assetto attuale, prevedendo per giunta la sua dissoluzione. Le informazioni appena proposte sono inequivocabili nel rappresentare la totalità spazio-temporale, fino ad abbozzare una descrizione coerente del mondo, dei rapporti spaziali e, quel che più conta, della vicenda macro-storica che abbraccerebbe la storia del cosmo, dalla sua formazione alla sua dissoluzione, passando per gli equilibri presenti, che vengono concepiti come stabili nel breve periodo ma, chiaramente, non anche nel lungo o lunghissimo periodo. Infatti, se si eccettua qualche possibile intuizione di Talete, non si ha notizia di nulla di comparabile né tra i Greci né presso altri popoli, ed è appena il caso di sottolineare la distanza rispetto al racconto fatto da Esiodo nella sua *Teogonia*. Il mondo di Anassimandro è conoscibile nel suo *modus operandi* e nelle regole che presiedono al suo funzionamento. Non ci sono entità sovrumane che decidono, non accadono eventi strani, non si fa appello a circostanze straordinarie ed irripetibili: tutto appare comprensibile e conoscibile. Nella peggiore delle ipotesi, abbiamo difficoltà a capire perché accade qualcosa, ma – così sembra di poter intendere – si tratta di difficoltà non insuperabili. Si direbbe pertanto che Anassimandro abbia mantenuto ben ferma l'idea di natura – impersonale, regolata, prevedibile – che era stata accreditata, utilizzata e, forse, elaborata da Talete, anche se rigettò alcune delle idee accreditate da quest'ultimo (quanto meno affermò che del sole vediamo solo ciò che un foro ci permette di vedere). Pure significativo è che Anassimandro abbia parlato di un proto-mondo che ruotava su se stesso e che, per effetto della velocità e della conseguente spinta verso l'esterno, avrebbe letteralmente perso dei pezzi per distacco (è come se facessimo ruotare a velocità crescente, su un fuso, un ammasso di terra umida: prima o poi avverrebbe il distacco di qualche grumo dalla parte centrale, ossia dalla zona che noi diremmo equatoriale). Con la medesima logica egli avrebbe insegnato che i frammenti staccatisi hanno mantenuto il moto rotatorio nella stessa direzione iniziale (sia pure con delle variazioni per quanto riguarda il processo di assestamento delle masse, la velocità ed altre caratteristiche), mentre il nucleo centrale si sarebbe fermato, raggiungendo una condizione

di fissità o staticità al centro del sistema. Ma accanto al mero distacco per eccessiva velocità rotatoria abbiamo anche la stabilità della terra per effetto di un dubbio che fa pensare all'asino di Buridano (il grande ammasso non saprebbe da che parte cadere!), il calore come condizione non solo necessaria ma anche sufficiente per la comparsa di forme di vita, il mero disseccarsi delle scaglie nei 'pesci' che riescono a sopravvivere anche fuori dal mare, e così di seguito. Ogni volta la spiegazione sorprende per la sua straordinaria elementarità. Misteri insondabili, misteri che i poeti erano soliti spiegare in modo fantasioso, ora vengono spiegati ipotizzando dinamiche che sorprendono per il fatto di non presentare assolutamente nulla di strano o eccezionale, insomma per la loro rassicurante quotidianità, «che non introduce nessuna differenza tra i corpi terrestri e celesti, anzi conserva l'unità dinamica dell'insieme».^[23] Un'altra grande benemerita di Anassimandro, che in questa sede ha senso solo richiamare, è l'allestimento di una esposizione in prosa del suo sapere. È anzi probabile che il suo *Peri physeos* abbia addirittura inaugurato la serie delle trattazioni così denominate – 'trattati scientifici' in prosa che si sono rapidamente susseguiti con il medesimo titolo – nel qual caso egli avrebbe anche fissato le grandi linee della tipologia di simili scritti.^[24]

2.3. Il terzo *sophos* di Mileto, →ANASSIMENE sembra aver concentrato la sua attenzione sulle dinamiche trasformative terrestri, che qui non interessano. Ma c'è pur sempre qualche punto che merita di essere ricordato. Egli avrebbe teorizzato la forma concava (*tympanooides*: cfr. PERILLI 1996, 30-34) del 'piatto' in cui noi ci troviamo a vivere: la nostra area mediterranea con al centro un grande avvallamento occupato dai mari e segnata da alti monti sui bordi. In questo caso egli sembra affidarsi alle notizie, certo alquanto approssimative, sulle molte catene montuose che, sia pure da lontano, 'guardano' l'area del Mediterraneo da quasi ogni lato. Con ciò, si direbbe che egli esprima diffidenza verso le ardite e inverificabili congetture cosmologiche di Anassimandro, preferendo ipotesi più circoscritte a fronte delle quali sia disponibile un certo numero di indicatori di carattere osservativo. Egli sostenne inoltre che la terra non cade perché poggia sull'aria con modalità analoghe a quelle di un coperchio con bordi che stia su una pentola in ebollizione o,

in alternativa, «come l'acqua nelle clessidre». Questa seconda comparazione, documentata in Aezio (= 13A20 D.-K.), è decodificabile se facciamo riferimento, come dobbiamo, al tipo di clessidra di cui parla →EMPEDOCLE nel fr. 100 D.-K.^[25]

2.4. Anassimandro e Anassimene hanno fatto scuola. Non si può spiegare diversamente l'ingresso in scena, a distanza di pochi decenni, di Senofane di Colofone ed Eraclito di Efeso. L'apporto di Senofane alla cosmologia è poveramente documentato dalle fonti. Nondimeno egli fu autore del primo *Peri physeos* in esametri epici ed è nel suo caso che, per la prima volta, le informazioni di origine dossografica trovano riscontro in sue esplicite dichiarazioni pervenute fino a noi: non si riesce a farsene un'idea complessiva, possiamo contare solo su tessere difficili da raccordare. Sembra che egli abbia prestato grande attenzione all'elemento marino. Suo è il frammento nel quale per la prima volta viene chiaramente descritto il ciclo delle acque dal mare al mare (D.-K. 21B30); sua è la tesi secondo cui, se si trovano dei fossili di pesce sui monti di Paro, Malta e altrove, si deve intendere che ci fu un tempo in cui la terra era fangosa e solo in epoche successive si è progressivamente prosciugata ed essiccata (21A35 D.-K.): inequivocabile ripresa di intuizioni svolte da →ANASSIMANDRO. Ma soprattutto egli sostenne che i corpi celesti, incluso il sole, sono sì infuocati, ma emergono dall'acqua, anzi letteralmente si spengono e si riaccendono ogni giorno (cfr. 21A33,3, A38, A40, A41 D.-K.). Farebbe eccezione la luna per il fatto di spegnersi e dissolversi, sia pure solo per breve tempo (e sempre per il venir meno di congrue evaporazioni), soltanto una volta al mese (21A43). L'idea che i corpi celesti possano originare da vapori non manca di lasciare perplessi, al pari dell'idea che la parte inferiore della terra sia *apeiron*, illimitata (21B28 e A47 D.-K.). È tuttavia possibile che Senofane abbia inteso ricercare una maniera semplice di rendere conto dei fenomeni, senza fantasticherie né voli pindarici: accettiamo che il sole si spenga la sera e le stelle si spengano la mattina, accettiamo che gli astri sorgano dal mare al pari delle nubi, salvo ad assumere forme molto più caratterizzate. Ugualmente rinunciamo a immaginare che la terra possa essere cilindrica e situata al centro dell'universo: basti dire che sta 'sotto', che è ciò-che-sta-sotto. In questo at-

teggimento è quanto meno possibile ravvisare una forma accentuata di riduttivismo, da degno emulo dei milesi.^[26] Un diverso ardimento sembra invece connotare l'informazione, di origine dossografica, secondo cui Senofane avrebbe insegnato che il sole segue un percorso circolare solo in apparenza, trattandosi di un errore percettivo dovuto alla sua grande distanza perché, in realtà, il sole avanza verso l'infinito (τὸν ἥλιον εἰς ἄπειρον προίεναι: 21A41a D.-K.) cioè, si direbbe, si muove di moto rettilineo. Lo stato di completo isolamento in cui rimane la notizia dissuade da ogni tentativo di elaborare una interpretazione.

2.5. Quanto poi a Eraclito, nuovi elementi sono emersi grazie alla recente pubblicazione dei suoi *Placita*.^[27] Da questa documentazione, per molti versi nuova, emergono una molteplicità di riferimenti alla nozione di esalazione (*anathumia*), intesa quale origine dei corpi celesti, che costituiscono una manifesta ripresa di idee di →SENOFANE. Manifestamente affine è anche la tesi secondo cui il sole nascerebbe ogni giorno dal mare (per cui «è nuovo ogni giorno»: 22B6 D.-K.) e in esso si spegnerebbe ogni sera. Degna di nota è anche la ripetuta caratterizzazione di sole, luna e stelle come *σκαφαί* («conche», «nicchie»). Si ha pertanto l'impressione che Eraclito abbia proposto un certo numero di idee più o meno innovative in stretto dialogo – e talvolta in polemica – con Senofane e i *sophoi* di Mileto. E probabilmente si è trattato di un contributo di modesta portata, sostanzialmente marginale se paragonato ai temi a lui più cari, quasi che egli avesse dovuto occuparsi di queste cose in quanto se ne erano occupati, e a fondo, molti degli intellettuali con i quali non poteva non confrontarsi.

3. *La fatica dell'avanzamento del sapere per i physeos. L'apporto di Parmenide.* – La lenta moltiplicazione dei trattati *Peri Physeos* poté verosimilmente favorire il progressivo consolidamento di questo sapere costruito pezzo per pezzo da molti *sophoi* a dispetto delle residue divergenze (che non tardarono a manifestarsi) e della conseguente moltiplicazione di teorie e congetture. È pertanto significativo che nelle sue *Nuvole* Aristofane abbia tratteggiato una bella parodia dei *meteorologi* che interrogano il cielo e una competente parodia del modo in cui i meteorologi spiegavano gli eventi naturali (es. sostenendo che a mandare i fulmini sono le nubi, non Zeus).^[28] A sua volta la parodia

non è solo indizio di notorietà, ma anche di un diminuito prestigio delle tante teorie emesse nel frattempo. In effetti la riflessione sul vortice e sulla formazione di oggetti astrali più o meno infuocati (e, ormai, definitivamente collocati a immensa distanza dalla terra) non poté non correre il rischio di arenarsi di fronte alla difficoltà di arrivare a una rappresentazione credibile delle trasformazioni a seguito delle quali il mondo sarebbe pervenuto ad assumere la forma che a noi appare. Sembra che, all'epoca, un ostacolo particolarmente grave fosse rappresentato dall'avvenuta individuazione dei pianeti, le cinque «stelle errabonde» note anche in Mesopotamia. Per lungo tempo, la loro anomalia non seppe dar luogo ad alcuna spiegazione plausibile. →ALCMEONE, per esempio, provò ad affermare che i pianeti si muovono in direzione opposta rispetto alle stelle fisse (24A4 D.-K., da Aezio). Con ciò egli intese chiaramente affermare che i pianeti non fanno corpo con il sistema delle stelle fisse ma si muovono in qualche altra direzione, ma affermare che i cinque corpi si muovono tutti in direzione opposta costituisce una semplificazione senza dubbio eccessiva. Si può capire, tuttavia, la difficoltà di dare un senso a questi spostamenti, percepiti come irregolari, imprevisi, inspiegabili. È anzi possibile che il problema sia stato percepito come un vero rovello, perché le anomalie contrastavano con l'idea di natura regolata e prevedibile nelle sue manifestazioni. D'altra parte la ricerca di una soluzione adeguata ha costituito un oggetto di ricerca addirittura millenario, che ha condizionato perfino la disputa su geocentrismo ed eliocentrismo. È pertanto significativo che, nel periodo in esame, si sia almeno pervenuti a sospettare che *Phosphoros* (lat. *Lucifer*) e *Hesperos* siano, in realtà, la medesima stella errabonda, ma non molto di più.^[29]

3.1. A fronte di una possibile impressione di stallo, fu Parmenide a dare un impulso importante, in grado di smuovere le acque e innescare effetti di lunga gittata, e non certo a causa della sua famosa ontologia, bensì per via dei contributi specifici – e di rilievo – che egli sembra aver dato alla rappresentazione del sistema delle relazioni cosmiche. Infatti si ha motivo di ritenere che nella seconda parte del suo famoso poema, ossia nella macro-sezione in cui, con ogni verosimiglianza, vennero concentrate molteplici teorie e congetture sugli aspetti

più diversi del mondo fisico, trovassero posto, accanto ad altri, svariati nuclei dottrinali rilevanti per l'argomento che stiamo trattando.^[30] È anzi altamente significativo che Parmenide abbia anche trovato il modo di enunciare espressamente il proposito di delineare una cosmologia, ossia di costruire un sapere specifico intorno al cosmo. Lo dimostrano due dei suoi frammenti.

(fr. 10, da *Clemente Alessandrino*, trad. G. Reale)

Tu conoscerai la natura dell'etere e nell'etere tutte
[quante
le stelle, e della pura lampada del sole lucente
le invisibili opere e donde ebbero origine,
e apprenderai le azioni e le vicende della luna
[errabonda dall'occhio rotondo
e la sua natura; e conoscerai così il cielo che tutto
[circonda,
dove ebbe origine, e come Necessità lo costrinse
a tener fermi i confini degli astri.

(fr. 11, da *Simplicio*)

(...) come la terra il sole la luna
e l'etere tutto avvolgente e la lattea via del cielo
[e l'Olimpo
estremo e l'ardente forza degli astri ebbe impulso
[a formarsi.

Come si vede, la dea di Parmenide annuncia una sub-trattazione espressamente dedicata ai temi della cosmologia e cosmogonia, parla di 'venire a sapere' come stanno le cose e, con ciò stesso, parte dal presupposto che sia disponibile – o almeno si stia costruendo – un vero e proprio sapere sul conto del cosmo e della sua 'architettura'. Pure significativo è l'uso, in questo contesto, della parola 'Olimpo', che non significa un'entità fantastica (e tanto meno un determinato monte) ma viene usato come metafora per parlare di ciò che è situato agli estremi limiti dell'universo e che non può non essere pensato come un ingrediente costitutivo del sistema dei corpi celesti. Già questi sono indizi convincenti di una più matura elaborazione del sapere cosmologico. A fronte di così incoraggianti premesse, spiace constatare che la cosmologia parmenidea sia affidata, per gran parte, a informazioni di seconda mano, non diversamente da ciò che accade con i cosmologi di Mileto. Gli apporti di Parmenide vertono sulla sfericità della terra al centro dell'univer-

so, le fasce climatiche terrestri, la luce lunare, l'identificazione del pianeta Venere e le fasce o corone cosmiche.

Partiamo dal nucleo dottrinale che, nella prospettiva di queste pagine, parrebbe presentare un interesse minore: le fasce climatiche. → POSIDONIO avrebbe sostenuto che Parmenide divideva la terra in cinque zone o fasce climatiche, con una fascia torrida, due fasce temperate e due altre zone fredde (lo riferisce Strabone in 2, 2, 2 = D.-K. 28A44a). Il riferimento a cinque zone, di cui una molto calda, due molto fredde e, in mezzo, due temperate, autorizza a pensare che Parmenide, degno emulo di Anassimandro, sia pervenuto a rappresentarsi gli emisferi sud e nord (come simmetrici), e soprattutto a rappresentarsi il sole come un corpo che riscalda questa terra sferica da molto lontano, per cui i raggi colpiscono la sua superficie in maniera più o meno obliqua a seconda del grado di curvatura della stessa. secondo un criterio comprensibile o addirittura intuitivo. Viene con ciò a definirsi e consolidarsi l'immagine della terra, concepita come sferica e collocata al centro dell'universo, mentre si precisano le modalità con cui il sole la illumina e riscalda.^[31] Coerente con questa formidabile intuizione è la teoria secondo cui la luna non brillerebbe di luce propria ma sarebbe illuminata dal sole (come si legge nel famoso fr. 14 D.-K.: *συκτιφαές περί γαίαν ἀλόμενον ἀλλότριον φῶς*). Parmenide è esplicito, in due frammenti, nel precisare e codificare l'origine riflessa della luce lunare. Ora la dinamica da cui dipenderebbe l'illuminazione parziale e mutevole della luna chiaramente presuppone idee non troppo vaghe sulla triangolazione sole-luna-terra: idee non troppo vaghe, ma difficili da precisare. Sembra che si debba postulare in Parmenide, quanto meno, una intuitiva capacità di spiegare che il mutevole tasso di illuminazione della sfera lunare dipende dall'angolo in cui è verosimile che si trovi, di volta in volta, il sole già tramontato. Ciò non è la stessa cosa dell'aver capito esattamente come, perché e quando, ma può ben aver rappresentato un avanzamento rispetto a Talete e una premessa di tipo intuitivo per l'elaborazione teorica della quale sembra che sia stato capace → ANASSAGORA (su cui vd. più avanti, sez. 2.3). Naturalmente non siamo capaci di affermare che Parmenide sia stato capace di dedurre la posizione del sole a partire

dalla porzione di luna che noi vediamo di volta in volta, né che abbia chiaramente compreso che il sole illumina sistematicamente metà della superficie sferica della luna, né che egli sia stato capace di costruire un funzionale modello esplicativo di tipo fisico, con la luna che, in pieno giorno, viene spostata e fatta girare lentamente attorno all'osservatore, in modo che questi possa osservare la corrispondenza tra la porzione di volta illuminata e la porzione di volta in volta non lambita dai raggi solari, e quindi anche il momento in cui la luna va a collocarsi proprio davanti al sole. Spingersi ad immaginare tutto questo sarebbe sicuramente eccessivo. Ma ciò non impedisce di pensare che Parmenide possa aver correttamente intuito la logica delle fasi lunari.^[32] Viene con ciò ripresa l'idea, già familiare ad Anassimandro, secondo cui la terra non solo fa sistema con gli altri corpi celesti, ma è essa stessa uno di questi corpi di proporzioni gigantesche, immensamente distanti l'uno dagli altri, che coesistono sulla base di rapporti stabili (o almeno: rapporti che nel frattempo si sono stabilizzati) i cui segreti non sono del tutto inaccessibili alla mente umana. A rigore, quanto è stato appena affermato è solo una inferenza a fronte della quale si cercherebbero invano delle dichiarazioni esplicite di Parmenide. Ma esattamente nella stessa logica si colloca la già ricordata identificazione di Fosforo/Lucifero e Espero, ossia della 'stella del mattino' con la 'stella della sera'.^[33] Ora si consideri che "à partir du moment où l'on admet que le mouvement du soleil pendant la journée et celui de la lune et des étoiles pendant la nuit est un seul et même mouvement, il devient possible d'affirmer que la lumière du jour est due uniquement au soleil, et que la nuit n'est que l'absence de celui-ci".^[34]

Ciò che si delinea è, in altri termini, una più che meditata congettura sulle relazioni spaziali che intercorrono fra la terra e i principali corpi celesti. Veniamo ora alla tessera più problematica di questo significativo insieme. Una molteplicità di fonti ci riferiscono che Parmenide ha anche teorizzato l'esistenza di una serie di 'corone' (*stephanai*) verosimilmente concentriche che formano il cielo e rendono conto del moto dei vari corpi celesti. In materia prevale da sempre la convinzione che egli intendesse parlare, in realtà, di *sfer*e concentriche. A farlo pensare è, in primo luogo, l'insistenza con cui egli parla di sfera, e ne parla in positivo, in altri con-

testi (in particolare ai vv. 42-45 del fr. 8 D.-K.); in secondo luogo gli indizi base ai quali alcuni pensano che di sfera parlassero già i pitagorici del suo tempo; in terzo luogo l'intuitività dell'idea di sfera celeste. È dunque molto attraente spingersi a pensare che Parmenide abbia potuto parlare di una molteplicità di strutture *sferiche*,^[35] ma non dobbiamo dimenticare che contro una simile congettura sta l'uso di un termine come *stephanai*.^[36] In effetti l'evocazione delle 'corone' non può non richiamare i *kukloi*, simili a immense ruote, di cui aveva parlato Anassimandro. A prendere questo termine come sinonimo (o sostituto) di *sphairai*, bisognerebbe pensare a un tasso di metaforicità decisamente alto, forse troppo alto. Ciò premesso, osserviamo che mentre Anassimandro e Anassimene si erano rappresentati il cielo come una superficie tra solida e infuocata, Parmenide ha provato a introdurre una maggiore complessità, ipotizzando una molteplicità di strutture concentriche: all'esterno una sorta di muro solido, poi una corona di fuoco, poi una corona buia ('di tenebre'), poi ancora una corona infuocata e una buia. Se ne deduce, per cominciare, che egli ha mutuato dai milesi l'idea di una superficie opaca che impedisca di vedere il fuoco cosmico. Egli sembra anche aver ripreso da Anassimandro l'idea di cerchi cosmici colossali. Rimaniamo invece spiacevolmente nel vago per quanto riguarda la più precisa configurazione di queste 'corone' e il motivo per cui Parmenide può aver desiderato di teorizzare una successione di strati. Infatti non siamo in grado di affermare che due apposite 'corone' presiedessero al moto del sole e della luna, né che egli attribuisse un moto differente a singole 'corone', né che egli si sia proposto di dare un senso anche alle anomalie del moto grazie alle quali alcuni corpi celesti vengono detti 'erranti'.^[37] Non così problematico è interpretare il silenzio di Parmenide sul vortice cosmico. L'ordine da lui delineato sembra comportare l'abbandono della teoria del vortice e dell'idea stessa di cosmogonia. Anziché proporsi di rispondere alla domanda: 'come ha fatto il mondo a raggiungere l'attuale punto di equilibrio e che cosa potrà accadere in futuro?', egli sembra riconoscere come legittima una domanda differente: 'quale ordine regna nel cosmo?' Nel primo caso viene ipotizzato un equilibrio dinamico che sarebbe stato raggiunto grazie al progressivo assestamento del-

le spinte centrifughe e centripete generate dal vortice cosmico; nel secondo caso si delinea un equilibrio statico, un sistema con centro e periferia che non ha una storia (o preistoria). Questo nuovo modo di accostarsi ai fenomeni celesti è una modalità inaugurata, per quanto se ne sa, da Parmenide e costituisce l'antenato dei modelli elaborati, in altre epoche, da Euodosso e Aristotele.

3.2. L'insegnamento di Parmenide ha avuto una fortuna singolare. L'impatto fu sicuramente molto grande: a lui si richiamarono e di lui scrissero, prendendo le distanze in misura maggiore o minore, un numero sorprendentemente alto di intellettuali di appena una generazione posteriore, dando luogo a orientamenti di pensiero molto diversi tra loro e molto caratterizzati.^[38] Il contributo di →EMPEDOCLE si segnala per la decisa ripresa dell'idea di vortice e di un approccio chiaramente diacronico al cosmo. La sua c. è eminentemente dinamica e, più precisamente, ciclica. Dato che egli mostra di conoscere molto bene il testo di Parmenide, si deve pensare che la determinazione nel parlare di vortice cosmico implichi una specifica presa di distanza rispetto al suo autore di riferimento.^[39] Empedocle appare impegnato ad accreditare l'idea che il vortice, regolato dall'alternanza di Amore e Odio nell'occupare il suo centro (fr. 35,4), dia origine agli assetti cosmici così come al loro scompaginamento nel lungo periodo. Il cielo deriva dall'aria ed è fatto di aria; il sole è connesso al fuoco ma ne è piuttosto un riflesso; la luna è fatta di aria solidificata; il movimento dipende dall'aumento della pressione che si determina in certe zone in virtù dell'eccessivo calore. A fronte di una discontinuità piuttosto netta da Parmenide, le sue idee sembrano configurarsi come una elaborazione a partire dal tipo di c. che era stato proposto da Senofane.^[40]

3.3. Un maggiore investimento nello studio del cielo si deve ad un altro intellettuale vicino a Parmenide, →ANASSAGORA. Osserviamo, per cominciare, che questi sarebbe stato «il primo ad affidare agli scritti una teoria più chiara e ardita sulle fasi e gli oscuramenti della luna» (σφέςτατον ε θαρραλέωτατον: Plu. Nic. 23 = 59A18 D.-K.), arrivando a sostenere che sulla luna ci sono «abitazioni, e così pure colline e vallate» (59A1.8 D.-K.) e, in secondo luogo, che il sole, più grande del Peloponneso (*ibid.*), è un ammasso di pietre – o di metalli – incandescenti

ti e che il meteorite caduto ad Egospotami nel 466 a.C. è una di queste pietre di origine solare (59A11-12 D.-K.). Anassagora mostra di aver impostato una ricerca – diremmo noi oggi – sulla fisica dei corpi celesti che si è significativamente estesa anche alla tesi secondo cui la luna si riscalda fino a dotarsi di un minimo di luminescenza anche nella zona buia e alla curiosa identificazione di un indizio per pensare che la terra possa essere piatta: se fosse sferica, la linea che segna il sorgere e il tramonto del sole avrebbe dovuto mostrare una curvatura che invece non appare.^[41] Con ciò ha preso forma un bell'apparato di congetture propriamente inverificabili ma tali da delineare una maniera di rendere conto dei corpi celesti che si caratterizza per una forte spinta a pensare che sole e luna siano enormi ammassi fisici non troppo diversi dalla terra: un modo molto concreto di prendere sul serio l'insegnamento di Anassimandro sull'origine terrestre dei corpi celesti. Su un altro versante Anassagora è impegnato a rilanciare l'idea di una cosmogenesi dovuta al vortice e, quel che più conta, retta da una razionalità cosmica. Infatti egli insegna che tanto il primo impulso al vortice, quanto la formazione di tipi diversi di mescolanze e, in particolare, la formazione – e disposizione nello spazio – dei corpi celesti dipendono dal *Nous* (59B12 D.-K.), esprimono cioè una razionalità che prende forma a seguito di un processo solo perché sin dall'inizio ha retto e guidato il processo medesimo. In questo modo viene a delinarsi una singolare miscela di due maniere di rappresentarsi il cosmo che continueranno a coesistere come radicalmente diverse: da un lato l'attitudine a studiare i corpi celesti in quanto ammassi di materia ognuno avente le sue caratteristiche (il sole incandescente, la luna solo leggermente arrossata anche nelle parti in ombra...) e risultante di forze che producono effetti nel lungo periodo; dall'altro la propensione a rappresentarsi il mondo, e in particolare i corpi celesti, come qualcosa di ordinato, razionale e ben disposto, quindi armonico, sostanzialmente stabile e espressione di una specifica intenzionalità sovrumana. La prima modalità rinvia ad Anassimandro, la seconda esprime una prossimità con la cosmologia di Parmenide, se è vero che questi ha completamente messo da parte l'idea di vortice. Tra le due modalità sembra delinarsi però una coesistenza, senza vere e proprie saldature.

Leggiamo, ad esempio, che il cielo è composto di pietre le quali «si accumulerebbero per il forte movimento vorticoso» (τῆ σφοδρᾷ περιδινήσει: 59A1, 12 D.-K.), per cui ricadrebbero se quel movimento subisse un rallentamento. Sarebbe stato il *nous* a istituire e garantire un equilibrio che dipenderebbe peraltro da come grandi ammassi di materia si sono venuti (e si vengono) configurando per effetto di forze e spinte di enorme portata. Va ad appuntare la sua attenzione proprio su questo problema il dilemma impostato da una famosa pagina del *Fedone* platonico: che tipo di raccordo e coordinamento si determini (o si debba ipotizzare) tra cause materiali e ruolo del *Nous*. In effetti lo schema di Anassagora finisce per spiegare il fatto come frutto di una intenzionalità (il *Nous* che realizza un suo progetto) e come risultato di una combinazione di cause materiali (è semplicemente accaduto che le cose andassero in questo e non in altro modo), e il raccordo tra i due punti di vista non manca di sollevare qualche bel problema.^[42]

3.4. Occupiamoci ora di Leucippo e →DEMOCRITO, non senza precisare subito qualche aspetto della cronologia. Democrito di Abdera potrebbe essere stato appena più giovane di Socrate e sarebbe stato particolarmente longevo, per cui si presume che sia vissuto fin verso il 370-360 a.C. Si presume tuttavia che l'atomismo sia stato elaborato, sulla scia di Leucippo, in età relativamente precoce, quindi, orientativamente, prima del 430 a.C. Uno degli indizi più convincenti in tal senso è la traccia di alcune teorie di Diogene di Apollonia nelle *Nuvole* di Aristofane. Se nel 423 a.C. Aristofane già aveva notizia della relativa notorietà di alcune teorie di Diogene di Apollonia e questi si ispirò, come pare, all'insegnamento di Anassagora e Democrito (oltre che di Anassimene milesio), allora anche importanti nuclei dell'insegnamento di Democrito dovrebbero risalire a epoca anteriore.^[43] Lo schema atomistico adottato da maestro e allievo ha attitudine a superare il dilemma nel quale sembra essere rimasto impigliato Anassagora in quanto gli effetti dell'interazione tra gli atomi sono, per definizione, sia razionali (logici, non fortuiti, non arbitrari) sia necessari. Le due connotazioni si saldano assieme perché gli atomi non conoscono altra razionalità che quella espressa dalla meccanica dei singoli contatti o urti in cui ciascun atomo, muovendosi nel vuoto, viene ripetutamente coinvolto. Di

nuovo, pertanto, viene a delinarsi una cosmogenesi ricondotta al mero intreccio – e, si direbbe, 'selezione naturale'^[44] – degli atomi in base alla loro maggiore o minore attitudine a saldarsi insieme e muoversi in modo sempre più solida. Centrale, in questo schema, è il vortice che, a sua volta, sembra scaturire dal mero moto degli atomi, quale forma primaria di combinazione dei moti individuali. Da simili premesse era difficile che potessero derivare contributi specifici sulla effettiva configurazione del cosmo, in quanto la soluzione ideata dagli atomisti è fin troppo radicale. Infatti la dinamica del sistema è tale da spiegare tutto a priori e una volta per tutte; d'altra parte l'impercettibilità dei singoli atomi impedisce di provare a dire come specificamente si determina un singolo fenomeno, chi e come si aggrega o per quale ragione l'aggregato risultante è quello che è, e non un altro. A fronte di questo sapere a priori, che produce una spiegazione teorica di tutto non suscettibile di tradursi in spiegazioni circostanziate di qualcosa, Democrito ha notoriamente sviluppato un vasto sapere su questioni particolari, sapere consegnato ai suoi molti trattati e trattatelli (tutti molto mal conosciuti). Gli ulteriori contributi attinenti alla cosmologia, qualunque sia l'opera in cui comparivano, includono le seguenti dottrine particolari:

- 68A40 D.-K.: i mondi sono infiniti e diversi fra loro, cosicché ve ne sono anche alcuni privi di sole e luna (probabilmente si deve pensare a una pluralità di vortici) che non hanno né animali né piante né umidità; alcuni sono così grandi che non potrebbero accrescersi ulteriormente; accade che alcuni di questi agglomerati si dissolvano o si scompongano a seguito di collisione; i pianeti non si trovano alla stessa altezza;

- 68A90 D.-K.: nella luna ci sono alture e avvallamenti, quindi ombre (che verosimilmente spiegano il diverso grado di luminosità di ciò che vediamo);

- 68A91 D.-K.: la via lattea è costituita di tanti piccoli astri vicini tra loro; la loro luce è affievolita dall'ombra che vi proietta la terra; essi ci appaiono adiacenti l'uno all'altro solo per effetto della grande lontananza;

- 68A92 D.-K.: quando i pianeti vanno in congiunzione fra di loro si formano le comete (che sono dunque, anch'esse, una mera apparenza); nell'universo ci sono molte più stelle di quelle che noi vediamo;

- 68A94 D.-K.: la terra ha la forma di un disco concavo (pieno d'acqua), peraltro ha una forma allungata;

- 68A95-97 D.-K.: in origine, quando ancora era piccola e leggera, la terra, che è stata sottoposta a un progressivo prosciugamento sotto l'effetto dei raggi solari, si muoveva (di moto rotatorio?), ma poi, essendo divenuta troppo pesante, si è fermata; ha subito una inclinazione 'verso mezzogiorno' e si muove (nel senso che hanno luogo dei terremoti) quando un eccesso di acque genera squilibri.

Nell'insieme, questo sapere sul cosmo, che si distingue per la cura nel discernere l'apparente dal reale, non sembra spingersi particolarmente lontano, ma non dobbiamo dimenticare che l'elenco delle sue opere – un elenco che, per essere dovuto a quel Trasillo che predispose anche il *Corpus Platonicum* e per il fatto di presentare, opportunamente distinti, titoli di opere ritenute attendibili e titoli di opere di dubbia autenticità, non può non essere ritenuto mediamente affidabile – includeva anche un trattato specifico sui pianeti.^[45]

3.5. Di qualche interesse è poi il confronto fra gli atomisti e Diogene di Apollonia in quanto, come si è già avuto modo di far presente, questo intellettuale verosimilmente noto ad Aristofane (per cui si presume che abbia raggiunto una considerevole notorietà ad Atene già intorno al 425 a.C.) non parlava di atomi bensì di aria, ma si è trovato ad accreditare una cosmologia davvero molto vicina a quella di Democrito: mondi innumerevoli e suscettibili di distruzione (64A1 e A10 D.-K.); la luna e gli astri hanno l'aspetto della pietra pomice (64A12 e A14 D.-K.); in cielo circolano anche pietre invisibili a occhio nudo che talvolta collidono con gli astri e così finiscono per cadere sulla terra (64A12 D.-K.); la terra è ferma al centro del sistema, avendo assunto la conformazione attuale in virtù del caldo e del freddo (64A1 D.-K.). Non è senza significato che, col mutare delle ipotesi intorno alla materia prima del cosmo, non siano cambiate significativamente le congetture su punti particolari. Oltretutto la circostanza incoraggia a dubitare che la cosmologia di Democrito possa essersi spinta molto oltre gli orizzonti di ciò che anche noi veniamo a sapere sull'argomento.^[46]

3.6. Occupiamoci ora di Filolao, il pitagorico di Crotona che fu coetaneo di Socrate. Non ci soffermeremo su temi di per sé rilevanti, come

la relazione tra illimitato, limitante e armonia, il ruolo attribuito al numero, le oscure indicazioni disponibili intorno alla condizione originaria del cosmo, la dinamica della sua futura distruzione e la possibile identità del numero uno con il fuoco centrale (il quale viene denominato, con nostra sorpresa, *hestia*, termine che evoca non soltanto il focolare domestico in quanto luogo e apparato per la produzione della fiamma e del calore, ma anche il focolare inteso come fulcro delle relazioni tra i membri della medesima famiglia). Anche la sua astronomia è relativamente mal conosciuta, ma il poco che sappiamo è tale da evidenziare delle idee fortemente originali. Il primo punto è lo 'spodestamento' della terra dalla posizione, divenuta già tradizionale, al centro del cosmo a favore di un fuoco che noi non vediamo. Due testi, uno dei quali dovuto ad Aristotele (si tratta di 44A16 e 58B37a D.-K.), sono inequivocabili nel farci sapere che, secondo Filolao, anche la terra ruota attorno a un fuoco centrale al pari di ogni altro corpo celeste, ed è bilanciata da una anti-terra collocata dalla parte opposta del fuoco centrale, verosimilmente per evitare che le enormi dimensioni della terra (in quanto corpo anch'esso eccentrico) introducessero uno squilibrio troppo grande nel sistema dei corpi celesti. Si delinea, con ciò, una focalizzazione dell'attenzione sul sistema delle relazioni tra i corpi celesti, l'idea che essi debbano essere organizzati e disposti in modo armonico, così da formare un sistema stabile. Di una simile idea si cercherebbe invano una traccia anche labile negli autori precedenti, segno che in ambiente pitagorico si era elaborato un approccio considerevolmente innovativo e indipendente da ciò che veniva comunemente asserito da altri *sophoi*. Apprendiamo inoltre (da Aezio: 44A16 D.-K.) che Filolao si rappresentava il cosmo come una serie di nove corpi celesti che ruotano attorno al fuoco centrale. Nell'ordine, si tratta di anti-terra, terra, luna, sole e i "cinque pianeti" errabondi^[47] più, all'esterno, le stelle fisse. I suoi corpi celesti si muovono ordinatamente nello spazio cosmico, ognuno a una velocità differente dagli altri. La terra e l'anti-terra alla velocità più alta (un giro attorno al fuoco centrale in un giorno, voltando 'le spalle' al fuoco centrale e quindi anche l'una all'altra) e gli altri con velocità minori, fino alle stelle fisse che si muovono solo lentissimamente. Complicano le cose gli indizi che impongono

no di ravvisare, nel sapere di Filolao, non solo il tentativo di costruire un sapere positivo e in qualche misura controllabile, ma anche l'espressione di intendimenti *lato sensu* religiosi, mitologici, rituali. Appare infatti difficile spiegare altrimenti l'affermazione che la luna è abitata da uomini quindici volte più grandi di noi uomini e il giorno, sulla luna, dura quindici dei nostri giorni, oppure l'enfasi nel denominare il fuoco centrale non solo *hestia*, ma anche «casa di Zeus», «madre degli dei» e «altare» (in 44A16 D.-K.). Sta di fatto, però, che Filolao ha potentemente contribuito ad avviare una approfondita riflessione sulla collocazione e le 'regole di funzionamento' dei corpi celesti, forse non senza far tesoro di qualche idea di Parmenide. Appare inoltre evidente egli sia espressione di una cultura astronomica discontinua rispetto alle speculazioni dei cosiddetti Pluralisti proprio in quanto si mostra interessato soprattutto a individuare i fattori di equilibrio tra i vari corpi celesti in movimento. Che la nuova impostazione sia debitrice della particolare cultura espressa dal pitagorismo è sostanzialmente pacifico, anche se da una simile affermazione è virtualmente impossibile procedere a più circostanziati accertamenti.^[48] Resta da aggiungere che Filolao, se è l'ultimo dei cosmologi presocratici, da alcuni non secondari punti di vista è anche antesignano del nuovo che prenderà forma ai tempi di Platone.

4. *La stagione 'aurea' della cosmologia greca: Platone, Eudosso, Callippo e Aristotele.* – 4.1. Standoci ora al IV secolo, sarà il caso di cominciare con la eloquente testimonianza di alcuni famosi non-specialisti, come →SENOFONTE e lo stesso →PLATONE, perché è la loro testimonianza a parlarci del nuovo che si stava affermando nei primi decenni del IV secolo. Ciò che essi lasciano intravedere è un nuovo tipo di sapere intorno ai corpi celesti che già si iscrive nell'orizzonte dell'astronomia, più che della cosmologia, in quanto ora gli sforzi dei ricercatori appaiono orientati a capire come i corpi celesti si interconnettono e fanno sistema pur preservando ciascuno la sua particolare maniera di muoversi nello spazio. In effetti i testi che ora verranno brevemente richiamati documentano l'affermarsi di maniere inedite di impostare la ricerca sugli astri. Possiamo incominciare con un passo dei *Memorabili* di →SENOFONTE: in 4, 7, 5 l'autore ha modo di riferire, di passaggio, che Socrate dissuadeva

i suoi frequentatori abituali dallo spingere lo studio dell'astronomia «fino alla conoscenza dei corpi celesti che non stanno nella medesima orbita (ἐν τῇ αὐτῇ περιφορᾷ), i pianeti, e le stelle non fisse, e sciupare il tempo per cercare le loro distanze dalla terra e i loro percorsi (περίοδους) e le cause di queste cose» (trad. A. Santoni). L'indicazione non è generica, perché al centro del discorso viene posto il tentativo di rappresentarsi il percorso compiuto dai corpi celesti 'instabili', ossia la specificità del loro anomalo moto; in secondo luogo si parla di orbite, ossia di tracciati regolari che dovrebbero rendere conto dell'apparente anomalia del moto dei pianeti; in terzo luogo si fa un esplicito riferimento ai tentativi sia di misurare e quantificare, sia di capir bene come funziona il sistema. Ora che Senofonte abbia delle competenze astronomiche è escluso. Ciò significa che egli ha notizia, e notizia non troppo vaga, di persone – verosimilmente di astronomi diversi da Filolao – che coltivavano l'astronomia in modi innovativi e con qualche successo, e così pure della direzione che questi nuovi studiosi stavano dando alla loro ricerca. A chi stava dunque pensando nello scrivere queste righe? Non lo sappiamo, ma in questo caso non è tanto importante arrivare a fare un nome, quanto registrare la notizia e rilevare che l'informazione di queste nuove ricerche è arrivata fino a Senofonte, forse intorno al 370-360 a.C.^[49] Anche →PLATONE ha avuto più volte occasione di lanciare delle idee intorno alla natura del cosmo. Ricordiamo, per cominciare, che nel *Fedone* (109a) egli ha trovato il modo di riproporre, e con grande maestria, l'idea di Anassimandro secondo cui la terra se ne sta ferma al centro dell'universo semplicemente perché è in equilibrio (ossia per mancanza di ragioni o spinte che possano indurla a precipitare nell'una o nell'altra direzione). Ma nella pagina seguente egli ha anche provveduto a elaborare un'idea non solo inedita, ma anche illuminante, quantunque manifestamente fantasiosa: è probabile, ha affermato in *Phaed.* 109e-110a, che l'aria stia alla terra e ai suoi abitanti esattamente come l'acqua sta al fondo marino e ai pesci che vivono negli abissi. In tutti e due i casi, per chi giace nel fondo, è straordinariamente difficile riuscire a farsi un'idea di quale ambiente può prendere forma alla superficie dell'acqua e, rispettivamente, alla superficie dell'aria. Chi sta sotto, immerso nell'acqua o nell'aria, magari

arriva a intuire che sopra ci sarà un tipo di ambiente o ecosistema completamente diverso, non descrivibile con le categorie di chi sa vivere solo 'sotto', ma non è in grado di rappresentarselo, non se lo sa immaginare. Se le idee lanciate nel *Fedone* andavano chiaramente nella direzione di un sistema di relazioni fisiche completamente diverso da quello che caratterizza il nostro ambiente di vita, nel settimo libro della *Repubblica* – dunque, si può presumere, nemmeno un decennio più tardi – viene a delinearsi un'astronomia ideale ricondotta a modelli matematici (προβλήμασιν ... χρώμενοι, «servendoci di problemi», come si legge in 7, 530b 6) e sottoposta a forme molto accentuate di astrazione. Grazie a una simile impostazione, Platone mostra di intravedere una concreta possibilità di individuare l'ordine nascosto – e immutabile – che presiede ai moti apparentemente disordinati dei pianeti. Ma è nel decimo libro che egli entra in dettagli particolarmente interessanti, in particolare allorché scrive che «stando al racconto di Er, bisogna pensare [che il fuso cosmico sia] fatto in modo che in un solo grande fusaiolo, cavo e forato da parte a parte, ne fosse inserito un altro, simile ma più piccolo, che gli si adattava come quei vasi che si infilano gli uni dentro gli altri; e così poi un terzo, un quarto e altri quattro. Infatti i fusaioli erano in totale otto, inseriti l'uno nell'altro, e ne erano visibili dall'alto i bordi circolari, che costituivano la superficie continua di un unico fusaiolo intorno al fusto; questo si estendeva, attraversando da parte a parte, nel centro, l'ottavo fusaiolo. Il primo fusaiolo, il più esterno, aveva il bordo circolare più largo, secondo per larghezza era quello del sesto, terzo quello del quarto, quarto quello dell'ottavo, quinto quello del settimo, sesto quello del quinto, settimo quello del terzo, ottavo quello del secondo. Il bordo del maggiore era trapunto, quello del settimo era il più splendente (etc.). Il fuso girava tutto in un moto circolare uniforme, ma, all'interno della rotazione dell'insieme, i sette cerchi giravano lentamente in senso contrario a quello dell'insieme; di questi l'ottavo si muoveva più velocemente, secondi per velocità e simultanei erano il settimo, il sesto e il quinto, terzo nel suo moto circolare retrogrado appariva loro essere il quarto (etc.)» (10, 616d-617b, trad. M. Vegetti).

In questo caso il contesto è indiscutibilmente costituito dal tentativo di suggestionare il

lettore con una bella fantasmagoria astronomica, malgrado il tutto sia concettualmente piuttosto labile. Basti dire che qui si parla di vasi collocati uno dentro l'altro, tutti forati, che si muovono con velocità differenti in un contesto retto da un grande fascio di luce che, a sua volta, costituirebbe l'asse dell'universo. A suscitare una intuitiva perplessità è proprio la forma attribuita a questi corpi cosmici: una forma a vaso o tazza, una imprecisata via di mezzo tra la emisfera e il cilindro che manifestamente scade nell'arbitrario a scapito della possibilità di attribuire a simili fantasticherie un qualunque valore conoscitivo. Ma il riferimento ai vasi non può che attenere alla dimensione fantastica del brano,^[50] mentre l'idea che ciascuna struttura 'vascolare' ruoti con velocità decrescente e, quel che più conta, in direzione opposta a quella del recipiente al cui interno è collocata ci parla di un sistema di enormi cavità concentriche, invisibili ma non opache (dunque trasparenti), che si muovono in maniera indipendente l'una dall'altra, ma entro un sistema di regole. Infatti il movimento è 'opposto', la velocità è 'decrescente', i vari recipienti sono concentrici e l'asse di rotazione è il medesimo per tutti. Il riferimento all'asse attorno al quale ruotano tutti questi recipienti è significativo, perché nasconde e, insieme, rivela una riflessione non banale: il sistema mostra chiaramente di ruotare attorno al medesimo asse, quindi di funzionare come una struttura che fa riferimento a tale asse. Il suo asse, pur configurandosi come una struttura di base (tanto che tutti i recipienti fanno riferimento ad essa), è a sua volta invisibile e si può provvisoriamente caratterizzare come un fascio di luce che noi non vediamo ma che a suo modo detta legge all'intero sistema. Ancora, a ogni recipiente concentrico corrisponde un corpo ruotante visibile anche a occhio nudo, e ciò significa che il recipiente 'trasporta' un particolare corpo, anzi trova la sua ragion d'essere nel bisogno di capire come mai ogni corpo celeste possa muoversi attorno al medesimo asse ma non allo stesso modo degli altri corpi celesti: la spiegazione (non dichiarata) è che esso si trova incastonato in questa colossale struttura trasparente. A sua volta il sistema dei recipienti serve a far capire (quindi dimostra che si è capito) che i moti di ciascun pianeta, moti che non sono meno sistemici dei moti di sole e luna, possono apparirci ancor più devianti rispetto

al moto di stelle, sole e luna perché si sono dati una direzione e una velocità differenti nel pieno rispetto delle regole del sistema. Infine le velocità non sono crescenti o decrescenti, ma variano quasi liberamente di livello in livello. Con ogni evidenza, chi ha ideato una così elaborata fantasmagoria può anche non essere stato un astronomo professionista e non essersi personalmente dedicato al calcolo di traiettorie e velocità, ma doveva certamente sapere molte cose ed essere molto ben informato su un modo profondamente innovativo di rappresentarsi i moti celesti. Da qui il desiderio di dare un nome al professionista echeggiato da Platone, desiderio che rimane inappagato. Comunque il dato primario è che, intorno al 370, Platone e altri avevano idea di un nuovo schema di 'lettura' del cielo al quale uno o più astronomi stavano lavorando. Capiamo che questo schema doveva essere fondato su un sistema di strutture sferiche trasparenti e coassiali, ma con moto difforme, ciascuna delle quali avrebbe fatto da supporto per il sistema delle stelle o uno dei sette corpi celesti 'irregolari' (sole, luna e pianeti) che sono anche visibili a occhio nudo. Se fin dai tempi, ormai remoti, di Anassimene (o addirittura di Esiodo) si è parlato di stelle conficcate nella sfera esterna, opaca, che costituisce la volta del cielo, se Anassimandro e Parmenide avevano almeno intravisto un sistema di grandi 'fasce' cosmiche chiamato a rendere conto proprio del moto dei corpi non solidali con le stelle,^[51] è ora per la prima volta che si squarcia il velo su un intero apparato di strutture sferiche (o semisferiche) concentriche e trasparenti che avrebbero il compito di 'trasportare' i corpi celesti.^[52] Quanto poi al grado di prossimità fra questa pagina della *Repubblica* e il breve testo di Senofonte sopra richiamato, sembra appropriato osservare che Senofonte non parla di strutture di supporto dei corpi in movimento, ma parla pur sempre di orbite (percorsi di spostamento) differenti e di persone che si dedicano alla loro più precisa determinazione. Se ne ricava l'impressione che nei due casi vengano richiamati aspetti diversi di un medesimo orientamento che lascia da parte ogni tentativo di spiegare l'assetto attuale in termini evolutivi (a partire dal vortice cosmico) e si concentra in modo esclusivo sulla specificità di questi moti differenti ma ordinati e inseriti in una sorta di logica unitaria.

Passiamo ora ai due brevi passi che incon-

triamo nel *Timeo*, e che pure forniscono molti dettagli degni di nota. Nel primo leggiamo che colui che costituisce il mondo (δ συνιστάς) assegnò al cosmo in quanto tale uno solo dei sette movimenti,^[53] il moto circolare, che è «quello che soprattutto conviene all'intelligenza e alla saggezza. Perciò, appunto, facendolo ruotare allo stesso modo e nello stesso luogo e in se medesimo, fece sì che si muovesse con movimento circolare, gli tolse tutti gli altri sei movimenti e lo fece immobile rispetto ad essi» (Ti. 34a). «Affinché il tempo si generasse, furono fatti il sole la luna e i cinque altri astri, che hanno nome di pianeti (...) Dio li collocò nelle orbite nelle quali si muoveva il circuito circolare del Diverso. Essendo sette gli astri, sette sono le orbite» (Ti. 38cd, trad. G. Reale). In questo caso Platone appare impegnato non solo a introdurre e accreditare quell'idea di perfezione del moto circolare che diverrà un cardine della c. aristotelica, ma anche ad accreditare l'idea che la chiave dell'astronomia sia da ricercarsi nell'apparato concettuale della geometria. Si fa notare inoltre il riferimento ai 'sei movimenti'. In tal modo prende forma, quanto meno, un contesto particolarmente favorevole per le ricerche condotte, grosso modo nello stesso periodo, da Eudosso. Spiace constatare la mancanza di indizi per capire se le ricerche di quest'ultimo presero forma nell'Accademia o in maniera indipendente, perché i rari cenni platonici all'astronomia, indiscutibilmente vaghi e non informativi, lasciano capire soltanto che Platone sa o potrebbe sapere qualcosa delle sue ricerche e vede con favore la possibilità di squarciare il mistero dei cieli che in tal modo si delinea, ma questo è tutto, o almeno si cercherebbero invano gli indizi di una inequivocabile conoscenza delle idee di Eudosso da parte di Platone. Quanto poi alla supposta competenza astronomica di quest'ultimo, è verosimile che egli abbia cercato di accreditarsi come "architect of mathematical sciences" e svolto una funzione di indirizzo e incoraggiamento, senza sviluppare particolari competenze lui stesso.^[54] Resta da aggiungere qualche considerazione sul *Timeo*, dialogo-monologo che manifestamente si richiama alla tradizione dei *Periphyseos* e nel quale avremmo potuto aspettarci di trovare una dottrina cosmologica nemmeno troppo acerba. In realtà l'opera sviluppa la trattazione soprattutto sul versante antropologico e della fisiologia umana, mentre del cosmo si

tratta in relazione al costituirsi di una struttura fisica complessa (a partire dai triangoli e dai cinque solidi geometrici regolari), ma avendo cura di non sfiorare nemmeno la rappresentazione dei corpi celesti in movimento.^[55]

4.2. Venendo ora a trattare delle teorie di →EUDOSSO di Cnido, cominciamo col ricordare che la sua breve vita si colloca tra il 408 e il 355 oppure tra il 391 e il 338 a.C., e che ben poco si riesce ad appurare sull'epoca del suo arrivo ad Atene, sui fecondi sedici mesi che avrebbe trascorso in Egitto e sui contatti avuti con Platone.^[56] La famosa teoria delle sfere omocentriche costituisce solo uno dei molti campi di specializzazione di questo versatile intellettuale, ma ovviamente è quanto qui interessa. Sappiamo che l'argomento venne trattato in un'opera non pervenuta che si intitolava *Sulle velocità* (Περὶ ταχυῶν, cioè sulle differenti velocità con cui si spostano i corpi celesti). La nostra principale fonte di informazione è Aristotele il quale, nel libro XII della *Metafisica*, esordisce piuttosto bruscamente con queste affermazioni: «Ma che il numero dei movimenti di traslazione superi quello dei corpi che si spostano localmente, è una cosa evidente anche a chi abbia una modesta competenza in questo campo di studi (infatti, ciascuno degli astri non fissi compie più di uno spostamento); comunque, per quanto concerne il numero di queste traslazioni, noi ora, tanto per darne un'idea, intendiamo riportare le teorie di alcuni matematici...» (12, 8, 1073b 7-11, trad. A. Russo).

Aristotele mostra di partire dal presupposto – ritenuto pacifico e, come abbiamo visto, condiviso anche da Platone – che il moto dei corpi fisici sia analizzabile e scomponibile in più tipi di moto. Apprendiamo, in particolare, che i moti obliqui sono pensati come analizzabili con modalità che ricordano fin troppo bene gli assi cartesiani, ossia in sei direzioni: secondo la verticale (direzione verso l'alto e verso il basso) e due direzioni orizzontali pensate come ortogonali fra di loro. Orbene, Aristotele si trova ad affermare – e in maniera piuttosto perentoria – che si potrà riuscire a capire il moto complesso di singoli corpi celesti se si individueranno i moti semplici la cui combinazione da luogo esattamente a un dato moto complesso (il movimento di traslazione effettivo che, almeno in parte, è osservabile da terra), se cioè si riuscirà a scomporre un moto complesso in una serie di moti semplici. Si noti la novità dell'idea e la

sua spiccata attitudine a tradursi in indagini specifiche. Chiarito questo punto, Aristotele prosegue: «Eudosso sostiene che il movimento di traslazione tanto del sole quanto della luna si compie nell'ambito di tre sfere, la più esterna delle quali, secondo lui, è quella delle stelle fisse, la seconda quella che si muove nel cerchio che biseziona longitudinalmente lo zodiaco, la terza è quella che si muove in un cerchio che è inclinato attraverso la latitudine dello zodiaco; ma il cerchio secondo cui si sposta la luna è inclinato secondo un angolo che è maggiore rispetto a quello del cerchio secondo cui si sposta il sole; il moto di traslazione di ciascun pianeta si attua mediante quattro sfere, e le prime due di queste sono identiche alle prime due del sole e della luna (infatti la sfera delle stelle fisse è quella che imprime il movimento a tutte quante le altre sfere, e quella che è disposta in ordine dopo di essa e che compie la propria traslazione nel cerchio che biseziona lo zodiaco, è comune a tutti i pianeti); invece la terza sfera di tutti i pianeti ha i suoi poli nel cerchio che biseziona lo zodiaco (etc.)» (*Metaph.* 12, 8, 1073b 17-28, trad. cit.).

Con ogni evidenza, queste dichiarazioni sono molto impegnative e sembrano presupporre molteplici conoscenze, indicazioni di metodo, impostazione dei calcoli (cfr. →EUDOSSO, 3). A noi viene tuttavia presentato, per giunta in forma narrativa, solo un insieme di conclusioni, che sono comprensibili, ma non sono accompagnate da nessuna indicazione che ci permetta di identificare i moti circolari semplici la cui combinazione renderebbe conto dei moti complessi identificabili per mezzo di prolungate ed accurate osservazioni di specifiche porzioni della volta celeste. Infatti non è difficile capire che Eudosso deve aver lavorato a un metodo con cui reinterpretare i moti apparenti degli astri in base alla combinazione di più movimenti regolari,^[57] e precisamente di una serie di movimenti circolari non coassiali, con dislocazione degli assi in punti diversi della 'sfera' immediatamente più esterna, ossia abbandonando il principio platonico (ma in parte anche di Parmenide e Filolao) delle sfere coassiali. Ma Eudosso avrà intrapreso l'impostazione dei calcoli allo scopo di arrivare a delineare una modalità credibile di scomposizione della complessità in insiemi finiti di moti semplici? Avrà costruito dei modelli specifici? La risposta non è ovvia. Probabilmente non possiamo

limitarci a constatare che la nostra fonte non entra in dettagli, ma si limita a identificare la funzione di ciascun livello: la prima sfera produce o riproduce il moto semplice delle stelle fisse; la seconda introduce una correzione tale da rendere conto pienamente della specificità delle orbite di sole e luna, e solo in parte di quelle dei singoli pianeti; per rendere conto delle ulteriori specificità del moto dei pianeti si devono postulare, per ciascuno, altre due sfere non coassiali. Resta da capire se Eudosso abbia tentato di identificare le specifiche dei quattro moti semplici che, combinati insieme, dovrebbero rendere conto dei singoli moti complessi. In particolare l'individuazione dei punti in cui collocare gli assi delle sfere interne appare un compito proibitivo per lui e, oso presumere, non solo per i matematici di duemila anni fa. In considerazione di quanto esposto, non è impossibile che il modello elaborato da Eudosso si sia fondato sull'idea che, con calcoli appropriati, *si potrebbero* individuare assi e velocità di ciascuna sfera, intendendo che egli potrebbe *non* aver dedicato particolari energie all'impostazione di calcoli e all'effettuazione di prove con appositi modellini. In altri termini: la sua costruzione avrebbe potuto essere di tipo geometrico, più che di tipo matematico, e egli avrebbe potuto ritenere sufficiente arrivare a capire che si potrà arrivare un giorno a rendere conto dei fenomeni esaminati solo a condizione di ipotizzare una meccanica del tipo indicato. Le dichiarazioni di Aristotele impongono inoltre di ritenere che Eudosso elaborò non un mero modello matematico ma un modello fisico, con sfere reali, trasparenti (quindi invisibili), verosimilmente piuttosto sottili, con l'asse di ciascuna collocato in punti funzionali della sfera immediatamente più grande e più comprensiva, in modo che ogni sfera potesse avere poli e velocità sue peculiari. In questo modo si apre definitivamente la strada all'ipotesi che il cielo sia costituito da un grande numero (qualche decina) di sfere trasparenti la cui esistenza non è in alcun modo osservabile, nel presupposto che ogni moto complesso (a) sia la risultante di (e sia quindi scomponibile in) più moti semplici, (b) sia effetto della collocazione del singolo oggetto astrale in un punto determinato di una di queste sfere in movimento che a sua volta abbia gli assi fissati in una sfera più grande, che a sua volta abbia gli assi fissati su una terza sfera, e così via di seguito.^[58]

4.3. Di fronte a tanto ardimento, e anche a tanto ottimismo nel pensare che all'ipotesi esplicativa possa effettivamente corrispondere una fisicità priva del benché minimo riscontro, è ovviamente lecito sospettare che Aristotele abbia involontariamente accentuato i tratti di realismo di uno schema che, in teoria, poteva anche essere stato concepito come una mera modalità di calcolo con cui provare (solo provare) a rappresentarsi i fenomeni. In effetti, anche se mancano evidenze in grado di accreditare o screditare simili congetture, sembra ragionevole supporre che il fascino del modello, combinato con l'impressione che non si diano altre concrete modalità di spiegarsi il moto degli astri, abbia fortemente impressionato Eudosso non meno di Aristotele ed altri, al punto da istituire la possibilità di pensare che effettivamente in cielo ci fossero, e girassero in continuazione, alcune decine di immense sfere sottili e trasparenti, ma al tempo stesso solide e capaci di trasportare, in taluni casi, anche corpi celesti decisamente 'scomodi' come il sole, senza il minimo rischio di destabilizzazione del sistema. Spiace dunque constatare che in proposito disponiamo di informazioni decisamente troppo sommarie. Sappiamo però che, di fronte a tanto ardimento (e anche a un così grande ottimismo nella capacità della ragione umana di dirci come è fatto e come funzione il cosmo), Aristotele mostra di aver apprezzato, ma senza scomporsi. Appena qualche riga più sotto egli prosegue riferendo che un certo Callippo di Cizico, suo contemporaneo e 'collega', ritenne di dover portare la serie dei cerchi trasparenti da 26 a 33 per meglio rendere conto della specificità di taluni fenomeni^[59] e aggiunge: «Ma, perché si possa dare veramente il conto preciso dei fenomeni mediante la combinazione di tutte le sfere, ci devono essere, per ciascuno dei pianeti, ancora altre sfere che, rispetto a quelle sopra accennate, siano di ugual numero meno uno, e devono girare in senso inverso rispetto a quelle e riportare alla medesima posizione la prima sfera dell'astro che, in ogni caso, è disposto in ordine al di sotto di un altro (...) Poiché, pertanto, le sfere in cui si compiono queste traslazioni sono otto per Zeus e Cronos e venticinque per gli altri pianeti (...) le sfere saranno in tutto quarantasette» (*Metaph.* 12, 8, 1073b 37-1074a 13, trad. cit.).

E poco oltre: «Ammettiamo, intanto, che tale sia il numero delle sfere; di conseguenza,

è conforme a ragione supporre che siano di uguale numero anche le sostanze e i principi immobili» (etc.) (12, 8, 1074a 13-15, trad. cit.).

Come si vede, egli ha compiutamente accettato il passaggio, già avviato, dal modello matematico (la risoluzione di un moto complesso nella combinazione di più moti semplici, la sua spiegazione a partire da moti semplici) alla teorizzazione dell'effettiva esistenza di ben quarantasette mega-strutture sferiche e dei rispettivi principi che devono imprimere a ciascuna uno specifico moto (e, prima, collocare gli assi nei punti giusti). Il passaggio ha una sua logica: se i corpi celesti si muovono in base a moti perfettamente regolari (tanto da ritornare periodicamente sulle medesime posizioni), se i moti in questione non possono che essere circolari, e se si tratta di moti reali che, non per nulla, producono effetti osservabili, allora è corretto postulare l'esistenza di strutture materiali in grado di produrre gli effetti desiderati. Ora se queste sfere concentriche non sono coassiali, via via che esse salgono di numero, il moto degli oggetti fissati in qualche punto di singole sfere interne – sole, luna, i cinque pianeti – diverrebbe di una complessità sovrumana, non suscettibile di analisi; inoltre caotico e, quindi, contrario ai dati di osservazione. Da qui l'esigenza, procedendo dall'esterno verso l'interno, di ricostituire ogni volta le condizioni originarie (in modo uguale a quello delle stelle fisse) neutralizzando sistematicamente gli effetti delle combinazioni di sfere che stanno 'a monte'. Si ammetterà che, date le premesse, la conclusione si imponeva con grande determinazione. Semmai sorprende, che nel far ciò, Aristotele non abbia avvertito il bisogno di introdurre nessuna precisazione intorno a svariate questioni collaterali come ad es. le seguenti: come mai, mentre la luna è un corpo celeste relativamente opaco, mentre sole, stelle e pianeti sono dei corpi celesti luminosi, le sfere sono verosimilmente solide ma trasparenti? come si è arrivati (e chi è arrivato) a produrre e montare tutte queste sfere, collocando gli assi di ciascuna sfera interna in appositi punti strategici? che pensare degli assi che, in teoria, dovrebbero sporgere di molto dalla singola sfera, e che pensare del punto di appoggio degli assi sulla sfera pertinente? come si è arrivati (e chi è arrivato) a effettuare, una volta per tutte, il perfetto coordinamento tra i

moti semplici grazie ai quali si genera una traslazione complessa e i moti semplici chiamati a neutralizzare al meglio gli effetti derivanti dalla combinazione di altri moti semplici? Infatti, a rigore, non basta pensare ad altrettanti motori immobili (ognuno pensato come sorgente di un particolare tipo di moto); bisognerebbe pensare a una progettualità complessiva che si rivela immediatamente difficile da accreditare come reale, senza il supporto di uno straordinario atto di fede (in realtà, come si riferirà tra un momento, non si tratta di mera fede nella potenza dell'*epistēmē*). Sta di fatto che, in questo modo, si è venuti a edificare una nuova narrazione inverificabile di come dovrebbe essere fatto il cielo. Potremmo anche dire: un nuovo *mythos*, al cui accreditamento Aristotele diede un contributo di prim'ordine in virtù di altre essenziali tessere della 'sua' cosmologia. Infatti, come è noto, egli ebbe modo di elaborare e accreditare anche una concezione della materia scandita in cinque 'essenze', ossia i quattro elementi empedoclei più un etere (la 'quintessenza') pensato come radicalmente diverso dagli altri quattro: mentre i quattro elementi sono corruttibili, il quinto sarebbe incorruttibile ('sensibile ma eterno'); mentre i quattro elementi sono caratterizzati da un moto eminentemente rettilineo^[60] che deve per forza conoscere dei limiti, il quinto sarebbe caratterizzato dal moto circolare, quindi da un moto regolare e costante, per sua natura idoneo a continuare indefinitamente nel tempo, senza conoscere perturbazioni di sorta. Si intuisce facilmente che la teoria degli elementi appena riassunta ha caratteristiche tali da costituire un vero e proprio volano per l'accreditamento delle congetture sulla supposta successione di sfere trasparenti collocate una dentro l'altra, ciascuna con specifiche particolari quanto ad asse, orientamento, velocità e distanza tra le sfere (tenendo conto della presenza o assenza di corpi che, per essere visibili dalla terra, si presume abbiano dimensioni ragguardevoli).

Alla stabilizzazione di una così vistosa sicurezza nel prendere per buone le conclusioni di un lungo e arduo itinerario inferenziale probabilmente diede il suo bravo contributo, invero, anche la potente suggestione costituita dagli entusiasmi che, come abbiamo visto, provvide Platone ad alimentare con grande efficacia. In effetti la rappresentazione del moto dei pianeti ideata da Eudosso poté essere percepita come

talmente geniale ed 'elegante' da imporsi come una congettura priva di alternative, tale perciò da poter essere accolta senza sostanziali riserve da Aristotele nella sua propria dottrina cosmologica. In effetti in questo laborioso modello il filosofo ha probabilmente ravvisato un vertice insuperabile nei modi possibili di rendere conto del sistema dei moti dei corpi celesti.

Ha dunque un senso leggere, nel medesimo capitolo di *Metafisica* 12, che «lo studio delle traslazioni deve essere rinviato a quella che, fra le scienze matematiche, si approssima di più alla filosofia, ossia all'astronomia [gr. *astrologia*]: questa, infatti, ha come oggetto delle sue indagini una sostanza che è sensibile ma eterna, mentre le altre scienze matematiche – quali, ad esempio, l'aritmetica e la geometria – non hanno a che fare con alcuna sostanza» (12, 8, 1073b 3-7, trad. cit.).

Prende forma, in tal modo, una combinazione di ingredienti che ha avuto il potere di generare un potente cortocircuito e dunque una formidabile presunzione di affidabilità: lo status di ispirazione platonica, una più che attraente teoria dei cinque elementi e il tipo di analisi dei moti astrali che era stato impostato e avviato da Eudosso.

Veniamo ora a un altro potente protagonista del processo di rassicurazione nella validità dello schema interpretativo di Eudosso-Callippo-Aristotele. A conferire una speciale capacità di tenuta a quel modello diede un contributo di rilievo anche l'idea di religione astrale, un'idea che si venne precisando e mise radici proprio all'interno dell'→ACCADEMIA intorno alla metà del IV secolo. Di una propensione a ravvisare nei corpi celesti degli dei è traccia in *Timeo* 40d e nel libro V delle *Leggi* (quando si parla dell'anima del mondo e si condanna l'ateismo, senza però entrare nel merito del sapere intorno ai moti degli astri), ma il monumento inequivocabile di questa svolta è piuttosto l'*Epinomis* che si conviene di attribuire a Filippo di Opunte, collaboratore di Platone all'epoca della stesura delle *Leggi*. Questa 'Appendice alle *Leggi*' è tutta incentrata su un sentimento di religiosa ammirazione per l'ordine celeste, sull'attribuzione di divinità e intelligenza agli astri e sulla conseguente polemica contro un concezione rozzamente materialistica dei corpi celesti.^[61] Non che a partire da ciò prenda forma uno specifico sapere sugli astri, ma l'idea di divinità dei corpi celesti poté sposarsi molto bene con la

tesi aristotelica della incorruttibilità e perfetta regolarità del moto dei corpi celesti, fornendo un potente valore aggiunto a supporto di una particolare maniera di rendere conto del moto degli astri mentre rilanciava – e rivalizzava con nuove motivazioni – l'adesione soggettiva alla religione olimpica. Ciò spiega le resistenze che indebolirono sul nascere le ipotesi alternative formulate da altri intellettuali a distanza di pochi decenni dalla *Metafisica* e dal *De caelo* aristotelico. Intanto il brano della *Metafisica* sopra riportato – e da associare alla 'tirata' finale di *M.* XII 8 sulla sostanziale validità dei miti risalenti ai nostri più antichi progenitori – appare significativo anche per il fatto di impostare il passaggio dalla c. all'astronomia. Concludiamo questa sezione con un cenno sui molti punti, uno più significativo dell'altro, ai quali Aristotele ha dedicato l'ultima pagina del II libro del *De caelo*: (a) l'eclisse di luna viene interpretata, con estrema sicurezza, come effetto dell'interposizione della terra; (b) la forma circolare dell'ombra che va ad oscurare per breve tempo la luna viene interpretata come prova certa della sfericità della terra; (c) poiché uno spostamento relativamente modesto (sulla superficie terrestre: es. dalla Grecia all'Egitto) è sufficiente determinare una manifesta alterazione della gamma delle stelle visibili, se ne deduce che, al confronto con le stelle, la terra non dovrebbe essere poi tanto grande; (d) viene riferito che i matematici hanno provato a calcolare le dimensioni della sfera terrestre, indicando una circonferenza pari a 400.000 stadi (circa 720.000 km, quasi il doppio delle dimensioni reali: quelle che Eratostene, invece, seppe indicare con sorprendente precisione). Il modo di trattare tutta questa intricata materia (in *Cael.* 2, 14, 297b 25-298a 20) dimostra che Aristotele seppe mantenere una certa sensibilità anche per la dimensione fisica della ricerca sui corpi celesti, sensibilità che, per le ragioni indicate, non mise tuttavia radici.^[62]

5. *La meteora della teoria eliocentrica: Eraclide Pontico e Aristarco di Samo.* – Il caso di un altro contemporaneo ed allievo di Aristotele, Eraclide Pontico costituisce quasi la controprova del processo di ideologizzazione che, all'epoca, la teoria delle sfere concentriche poté subire. Eraclide, oltre a condurre indagini sull'esatto percorso di singoli corpi stellari, allo scopo di spiegare ancor meglio il moto diurno dei cieli, giunse ad elaborare una teoria ancora più ar-

dità e innovativa delle precedenti, sostenendo che non è il sole a girare attorno alla terra ma è la terra a girare attorno al sole. Purtroppo, per quanto riguarda questa sua teoria, disponiamo di informazioni oltremodo esigue: un solo passo del commento di Simplicio alla *Fisica* di Aristotele, testo posteriore di quali nove secoli. Cominciamo con la dichiarazione fondamentale: Eraclide ἔλεγεν ὅτι καὶ κινουμένη πῶς τῆς γῆς, τοῦ δὲ ἡλίου μενόντος πῶς, δύναται ἢ περὶ τὸν ἡλίον φαινόμενη ἀνωμαλία σῶζεσθαι, «disse che, con la terra che in qualche modo si muove mentre il sole in qualche modo sta fermo, si ottiene di salvare l'apparente anomalia che riguarda il sole» (fr. 31 Wehrli). Chiaramente l'idea è rivoluzionaria, solo che Simplicio (o la sua fonte) non sa dire in base a quali ragionamenti Eraclide può aver raggiunto una conclusione che non era solo ardita e deviante rispetto alle teorie di successo di suoi tempi (quelle di Eudosso-Callippo-Aristotele) ma aveva qualcosa di inaudito e tale da scompaginare completamente gli schemi. Spiace, dunque, di non avere elementi né per capire quale sarebbe l'anomalia apparente del sole qui presa in considerazione, né per capire in che modo precisamente l'ipotesi eliocentrica vi avrebbe posto rimedio. Intuiamo il ragionamento di base – il moto rotatorio di tutti i corpi celesti in una certa direzione si può spiegare anche ipotizzando che sia la terra a ruotare nella direzione opposta – ma resta da capire come, su tali premesse, Eraclide pensasse di spiegare le differenze nel modo in cui si spostano i sette corpi celesti che non seguono il corso delle cosiddette stelle fisse. La sua intuizione, ignota ad (o ignorata da) Aristotele, ebbe un seguito importante, anche se effimero, nell'opera di →ARISTARCO di Samo. Anche in questo caso il primo punto da chiarire è che le nostre conoscenze in materia soffrono di una documentazione scarsa. Il testo più significativo sull'argomento si deve ad →ARCHIMEDE, il quale nell'*Arenarius* ebbe a scrivere: «Ricordi che con la parola *kosmos* la maggior parte degli *astrologoi* designano la sfera il cui centro è il centro della terra e il cui raggio è la retta che va dal centro del sole al centro della terra: è così che lo vedi definire nelle dimostrazioni pubblicate dagli *astrologoi*. Ma Aristarco di Samo ha scritto un libro con certe congetture dalle cui premesse si ricava che l'universo è molte volte più grande di quanto si sente dire. Egli

congettura che le stelle fisse e il sole rimangono immobili, mentre la terra, passando per la circonferenza del cerchio, gira attorno al sole, che sta fermo al centro di tale orbita; in secondo luogo, che la sfera delle stelle fisse, avente il medesimo centro che ha il sole, è talmente grande che il cerchio, secondo cui egli ipotizza che la terra giri, dista dalle stelle fisse quanto il centro della sfera dista dalla sua superficie esterna».^[63] È interessante notare che lo stesso Aristarco scrisse anche un trattato *Sulle misure e le distanze di sole e luna*, che partiva invece dalle assunzioni comunemente condivise e nel quale perveniva, fra l'altro, ad argomentare che, quando la luna ci appare dimezzata, la sua distanza angolare dal sole è pari a un trentesimo di quadrante,^[64] che la distanza del sole dalla terra è tra 18 e 20 volte la distanza della luna dalla terra (sappiamo che, in realtà, la proporzione tra le due distanze è prossima a 390 volte) e che, siccome l'ampiezza angolare (quindi la grandezza apparente) di sole e luna è quasi la stessa, anche il diametro reale del sole sarà pari a 18-20 volte il diametro della luna. La coesistenza di questo trattato con opere nelle quali lo stesso Aristarco non insisteva nel propugnare l'eliocentrismo ci permette di capire che, molto probabilmente, la teoria venne da lui presentata come qualcosa di altamente congetturale e dunque tale da non poter imporre un sistematico stravolgimento delle idee-guida della ricerca astronomica – insomma come una mera possibilità (o ipotesi di scuola) – il che è eloquente indizio di quanto si fosse già consolidato il modello di cosmo a sfere concentriche. Non a caso lo stoico Cleante, suo contemporaneo, ebbe a dichiarare che «i Greci dovrebbero citare in giudizio Aristarco di Samo per empietà per aver spostato il focolare dell'universo, perché lui, povero essere umano, aveva cercato di salvare i fenomeni, ipotizzando la fissità del cielo e un movimento della terra secondo l'eclittica, nonché un moto di rotazione della terra intorno al proprio asse». ^[65] Questa e altre dichiarazioni consimili sono eloquente indizio del successo arreso al modello di cosmo a sfere concentriche non meno che alla religione astrale coltivata in svariate scuole filosofiche.

6. *Quando la cosmologia cedette il posto all'astrologia di posizione e alla meccanica celeste.* – Mentre dunque la meteora eliocentrica concludeva la sua breve storia per diventare mero oggetto

di curiosità storiografica (tale rimase, infatti, per ben millecinquecento anni: fino a Copernico), l'a. celebrava altre conquiste con →ARCHIMEDE, →ERATOSTENE, →APOLLONIO DI PERGA, →IPPARCO, →POSIDONIO, →GEMINO e altri, fino a →TOLOMEO. Conquiste memorabili, come la geniale congettura di Eratostene sulle dimensioni del globo terrestre, la teoria degli eccentrici e degli epicicli (Archimede e Apollonio), i progressi nella rappresentazione del cielo, l'ulteriore, decisivo affinamento del modello geocentrico ad opera di Ipparco (autore, fra l'altro, del primo catalogo delle stelle e primo teorico della precessione degli equinozi) e, più tardi, la sua 'definitiva' sistemazione ad opera di Tolomeo.^[66] È interessante notare che nessuno di questi autori ha mantenuto l'idea aristotelica di un sistema di sfere trasparenti su alcune delle quali fossero incastonati i sette corpi mobili identificati, né condiviso la preoccupazione di stabilire che la perfezione eterna dei moti celesti dipende dalla particolare 'materia prima' di cui essi sarebbero costituiti, senza, eccezione a partire dal livello della luna (la 'quintessenza' aristotelica, aeriforme, incorruttibile e dotata di moto circolare regolare). Queste congetture – come peraltro tante altre: l'insegnamento di Anassagora, l'osservazione delle macchie lunari e la teoria del vortice cosmico – non ebbero reale seguito, anche se suscitano il residuo interesse di un filosofo (Epicuro) e di un poeta (Lucrezio). Al centro dell'attenzione delle nuove generazioni di studiosi del cielo non fu la cosmogonia, così come non lo fu la lettura 'fisica' dei corpi celesti. Ciò che attrasse la loro attenzione e che alimentò la ricerca da parte di intere generazioni di specialisti ebbe tutt'altra natura: furono la precisione di misurazioni, l'allestimento di conteggi e tabulati, i dettagli dei moti regolari (e quindi eterni) di quei corpi, in particolare le anomalie osservabili, che vennero descritte in dettaglio e reinterpretate in modo da poterle trattare come delle irregolarità solo apparenti, grazie anche all'introduzione di nozioni come quella di percorso eccentrico (non attorno a un solo centro, ma attorno a due) e di epiciclo (ciclo su ciclo). L'insieme di questi indicatori permette di capire che il loro modo di studiare il cielo ebbe uno scopo a suo modo limitato: elaborare delle teorie in grado di rendere conto dei dati di osservazione e, in particolare, delle anomalie apparenti in materia di spostamento,

quindi di 'percorsi' complessi, ma pur sempre ordinati e prevedibili, di alcuni corpi, fino alla previsione di specifici spostamenti futuri. Venne così definendosi la missione dell'astronomo: trattare i problemi che nascevano da una sempre più professionale osservazione del cielo come problemi eminentemente geometrici e di calcolo. Di conseguenza il loro sapere si configurò come un'astronomia eminentemente matematica, non fisica. Tale caratteristica, a sua volta, apre la strada a una corrispondente distinzione terminologica: la loro fu *astronomia*, ricerca sulle leggi che presiedono al moto degli astri, tentativo di arrivare a individuare con precisione le regole di quei moti complicati. "Bref, les Grecs ont pris très vite l'habitude, semble-t-il, de raisonner en fonction d'un modèle réduit dont ils se sont appliqués à lui faire reproduire aussi exactement quel possible les apparences. Sphérique et sphéropée, géométrie et mécanique, furent les premiers ressorts de l'astronomie grecque".^[67] È appena il caso di ricordare che una simile impostazione si è perpetuata fino al Sei-Settecento, cioè per due interi millenni, ed è significativo che qualche ripresa della religione astrale sia potuta variamente riaffiorare fino agli albori dell'età moderna. D'altro canto la propensione a pensare che il sapere cosmologico possa e debba vertere non sulla natura o origine dei corpi celesti (ciò che sarebbe una pretesa eccessiva), ma unicamente sulla complicata perfezione dei loro moti, dunque in ultima analisi sulla messa a punto di modelli matematici, implica che Tolomeo e i suoi insigni predecessori si proposero di capire non 'come è fatto il mondo' ma solo come esattamente funziona il concatenamento dei moti. Di conseguenza il loro sapere mal si presta ad essere trattato come una cosmologia. Possiamo forse aggiungere, conclusivamente, che se l'osservazione delle macchie solari ad opera di Galilei non comportò l'immediata fine dell'assimilazione dell'astronomia alle scienze matematiche è per via di schemi tenacissimi che erano stati messi a punto ad Atene già nel corso del IV secolo a.C.

NOTE. [1] Questo uso del termine è attestato, in particolare, in Eraclito, fr. 30 e in Parmenide, fr. 4, 3 D.-K. – [2] Una recente rassegna delle sue misurazioni viene offerta in WHITE 2008, 91 sg. – [3] Il tema delle relazioni tra la filosofia greca e il cosiddetto Oriente ha dato luogo a una vasta letteratura per lo più caratterizzata dalla propensione a

postulare un'influenza che nessuno nega. Per un aggiornamento su questi temi, peraltro connotato da grande riluttanza a riconoscere la discontinuità fra il sapere dei Greci e il sapere di altri popoli, vd. BURKERT 2008. – [4] Basti pensare alle memorabili misurazioni cui si è dedicato Talete (cfr. sez. 1.2). Esse non sono soltanto del tutto inedite dal punto di vista tipologico; sarebbero state anche impensabili in una qualunque delle altre società avanzate dell'epoca. – [5] Come è noto, sarebbe ben difficile pronunciarsi sulla questione se Esiodo colga o non colga nel segno quando afferma che dal Chaos sono derivati Tenebra e Notte e poi da Notte sono derivati Cielo e Giorno (Eraclito, per esempio, avrebbe avuto un buon argomento per raccomandare di mettere Notte e Giorno sullo stesso piano), perché Esiodo afferma senza giustificare, limitandosi a confidare di aver colto nel segno (in quanto poeta non avrebbe potuto regolarsi diversamente). Ma come funzionerebbe il divenire, il derivare evocato da Esiodo? Quale sarebbe la dinamica della derivazione o generazione? Esiodo ha forse qualcosa da dire al riguardo? – Altre considerazioni degne di nota compaiono in LANZA 1979, 92-96. – [6] Egli non fa nomi ma, come è noto, i riscontri ci permettono di dare un nome certo o pressoché certo a tutti e quattro i proponenti da lui menzionati (e criticati): si tratta di Talete, Eutimene, Anassagora e, rispettivamente, Ecateo. – [7] Sulla relazione Talete-Eraclito vd. più avanti, sez. 2.1. – [8] Mi riferisco al fr. 3 D.-K. (da un famoso passo del papiro di Derveni e da Aezio), dove si legge che il sole, per sua natura, ha la larghezza di un piede umano. Che senso avrebbe mai avuto soffermarsi su una simile banalità, se non per irridere a una scoperta accreditata come straordinaria e accolta con ammirazione? Sull'argomento è disponibile una nutrita letteratura (si ricorderà almeno MOURAVIEV 2006, 6 sg.) che però, stranamente, non istituisce alcun nesso con le misurazioni effettuate da Talete. Una prima segnalazione in tal senso (in ROSSETTI 1998, 250 sg.) non ha infatti dato luogo, finora, a ulteriori note di commento. – [9] La sola (ma affidabile) fonte di quest'ultima informazione è costituita dal papiro ossirinchita 3710, per il quale è disponibile una pregevole edizione commentata: MOURAVIEV 1992, 229-242. – [10] Traduco da PANCHENKO 1994, 276. La vasta bibliografia sull'argomento continua a far registrare una irrisolta contrapposizione frontale tra i due schieramenti. – [11] Trad. MOURAVIEV. Ho ritenuto di discostarmi da quella traduzione nella sola parte congetturale, collocata tra parentesi. – [12] L'*exeligmos* indica una ricorsività ogni 669 lunazioni (cioè dopo circa 54 anni), mentre il *saros* indica una ricorsività ogni 223 lunazioni (cioè dopo circa 18 anni). Tra i sostenitori di una previ-

sione 'secca' si segnalano PANCHENKO 1994 e ZHMUD 2006, 241-243. – [13] Le fonti attribuiscono a →TALETE anche decine di altri spunti dottrinali attinenti alla terra, al sole alla luna, alle stelle, allo zodiaco, alla durata del mese e dell'anno e ad altro ancora. Ad esse nuoce il fatto di rimanere notizie ognuna delle quali vive di vita propria, per cui passarle in analitica rassegna sarebbe lungo, laborioso e tale da generare una sorta di smarrimento non molto produttivo. – [14] La storia della deviazione del corso di un fiume è in Erodoto, 1, 75 = 11A6 D.-K. Il tema dell'*acqua-archè* è documentato e discusso anzitutto da Aristotele nel primo libro della *Metafisica* (= 11A12 D.-K.) per poi essere variamente ripreso da altri autori. – [15] Si noti la strepitosa e quanto mai innovativa scelta di provare a pensare alla condizione della terra ponendosi dal punto di vista dell'universo, ossia del sistema di cui occuperebbe il centro. È geniale che egli sia potuto pervenire a pensare che l'idea di caduta verso il basso non si possa applicare al sistema cosmico in quanto tale. Si suole dire che in questo modo ha preso forma il principio di ragion sufficiente, ma mi pare di dovervi ravvisare anche un principio di inerzialità (solo non si dice, galileianamente, che i corpi proseguono nel loro moto se e finché non incontrano ostacoli o spinte, bensì che i corpi si muovono solo se accade che si determini una spinta univoca, altrimenti rimangono fermi. Comunque anche questa è una forma di inerzialità). – [16] Il tema del riferimento alle colonne dei templi, o almeno a un singolo rocchio non scanalato, solleva alcune interessanti curiosità. I tempi di Anassimandro hanno coinciso con il decollo dell'architettura templare in Grecia, con edifici che presentavano accentuate connotazioni geometriche, mentre non è chiaro se egli poté conoscere anche templi con colonne scanalate. Un intero gruppo di studiosi ha creduto di poter valorizzare la famosa coppa di Arcesilao, contenente la raffigurazione di una tipica colonna dorica ben scanalata, coppa che viene comunemente datata proprio in epoca prossima al 550 a.C., e ha proposto di ravvisarvi la trasposizione iconografica di questo particolare insegnamento di Anassimandro (qui basti ricordare LASSERRE 1987b e CONCHE 1991, 38-41). In contrario si può addurre che la coppa di Arcesilao rappresenta non un rocchio ma una intera colonna, e una colonna scanalata, anziché levigata e più chiaramente cilindrica. – [17] Sul vortice in Anassimandro e, più in generale, nei Presocratici vd. PERILLI 1996. Questi si interroga su possibili antecedenti di Anassimandro e conclude affermando che anche prima di lui «la nozione di vortice appare già caratterizzata da un evidente grado di astrazione» (p. 20). Tuttavia non risulta che altri abbia additato in precedenza nel vortice il principale 'motore' de-

gli equilibri cosmici. – [18] Una delle nostre fonti, Ippolito (= 12A11.2 D.-K.), parla espressamente della superficie (scil. piana o grosso modo pianeggiante) su cui insistiamo noi e della *antitheton*, quella che sta dall'altra parte. In effetti la forma cilindrica della terra era tale, per sua natura, da aprire la porta anche all'idea di antipodi, tanto più nelle menti di chi aveva ben chiaro che la terra 'non saprebbe da che parte cadere'. Partendo da tale premessa, infatti, era possibile rappresentarsi il 'cadere' dei corpi come un fenomeno che interessa chi si trova sulla superficie terrestre ma non anche la terra in quanto tale. Da qui a pensare che chi si trova sull'altro disco piano vivrà approssimativamente come noi, senza alcun rischio di precipitare 'in giù nel vuoto', il passo è relativamente breve. Vorremmo sapere se Anassimandro arrivò a tanto. – [19] Queste misure, offerte da molti fonti dossografiche, soffrono di un comprensibile scarto, sul quale sono state peraltro costruite congetture fin troppo arrischiate, come quando CONCHE 1991, 209 sg., e HAHN 2001, 217, hanno attribuito ad Anassimandro un modello di cosmo organizzato secondo strutture concentriche, di forma grosso modo cilindrica e con misure oltremodo precise, con lo spessore di ciascuna corpo astrale, e della relativa fascia cosmica, ritenuto pari a uno (così da spiegare l'alternanza di 28 e 27). In compenso la scelta di non parlare di sfere concentriche ma di anelli (o cilindri) concentrici (più fonti, riunite in 12A21-22 D.-K., sono esplicite nell'indicare il paragone con la ruota del carro) ha il merito di contrastare validamente la propensione di molti studiosi a parlare invece di *sfer*e celesti, come se fosse accertato che Anassimandro abbia teorizzato un intero sistema di sfere concentriche e trasparenti. Osserviamo inoltre che le stime quantitative da lui accreditate, pur non essendo stravaganti, sono del tutto incontrollabili; la stessa unità di misura rimane fatalmente molto vaga; non si potrebbero difendere o attaccare con argomenti. Probabilmente Talete non avrebbe apprezzato. – [20] La fonte è Simplicio, in *Arist. de caelo* 471 (= 12A19 D.-K.). Ovviamente sarebbe vano pensar di ricavare dall'osservazione a occhio nudo una qualunque stima sulla distanza o sulle dimensioni reali dei corpi celesti. Però l'idea di arrivare ad acquisire dei dati in questo modo è quanto meno rispettabile. – [21] La tesi dell'alternanza di fasce buie e fasce luminose dovrebbe aver avuto lo scopo primario di spiegare il massiccio occultamento della grande quantità di fuoco che si presumeva occupasse la periferia del cosmo. Infatti era necessario postulare un potente fattore di nascondimento del fuoco per non andare in conflitto con un dato di osservazione primario: la presenza di innumerevoli piccole sorgenti luminose sparse nel

cielo. – [22] In queste poche tessere sembra doveroso ravvisare la punta di un più vasto iceberg, ossia la prima 'storia naturale', con inequivocabili tratti evoluzionistici, della formazione degli esseri viventi, dai mari ai cieli, e sulla loro progressiva differenziazione. – [23] Così FRANCO REPELLINI 2006, 2346. – [24] Una delle nostre fonti scrive che egli «primo fra i Greci a noi noti, ebbe il coraggio di pubblicare un discorso scritto riguardante la natura» (ἐθάρρησε πρῶτος ὧν ἴσμεν Ἑλλήνων λόγον ἐξενεγκεῖν περὶ φύσεως συγγεγραμμένον: Themist. or. 36, 317 = 12A7 D.-K., trad. G. Reale). La struttura testuale così impostata era verosimilmente idonea a fungere non solo da intelaiatura per qualcosa come una conferenza, ma anche e soprattutto da deposito ordinato di conoscenze e duttile 'contenitore' di un sapere *in fieri*: esposizione delle conoscenze che il singolo autore professava di possedere, ravvisando in esse il nocciolo della sua *episteme* e del suo insegnamento. Su questi temi vd. ROSSETTI 2006a e →*PERI PHYSEOS*. – [25] Sul fr. 100 di Empedocle è disponibile una più che uberosa letteratura. Qui basti rinviare a ROSSETTI 2004a, 151-161. In sintesi: la *klepsydra*, utensile in bronzo pensato per travasare liquidi in piccole quantità, fa leva sul vuoto per trattenerli al suo interno. Anassimandro sembra limitarsi a suggerire che l'aria sottostante rimane ferma e compatta sotto la terra un po' come l'acqua quando viene 'aspirata' attraverso questo particolare utensile. – [26] Sul possibile senso della decisione di rappresentarsi i corpi celesti «come nubi» si segnala un recente contributo di MOURELATOS (2008, spec. 151-155). – [27] Si tratta della sez. III.2 degli *Heracleitica* di MOURAVIEV 2008. I testi rilevanti figurano alle pp. 7-43; il commento alle pp. 139-165. – [28] Ad offrire ripetuti ed inequivocabili accenni sul modo in cui i cosmologi presocratici si spiegavano *ta phainomena* sono, in particolare, Aristofane nelle *Nuvole* (spec. ai vv. 367-411), Euripide (soprattutto nel fr. 839 N.³) ed il comico Ermippo nel fr. 73 K.-A. Per uno sguardo d'insieme vd. PERILLI 1996, 79-83. – [29] Basti riferire che "This identity had been known in Babylon for many centuries, but it is unknown to Hesiod, and it is not mentioned in any Greek text before Parmenides" (KAHN 2007, 36) e che "Il merito della scoperta è attribuito dalle fonti, con un intrico di notizie in certa misura anche contraddittorie, alternativamente a Parmenide e Pitagora" (CERRI 1999, 55). – [30] La cosmologia di Parmenide è attualmente oggetto di una sostanziale riscoperta, dopo una lunga fase in cui l'attenzione degli studiosi si è polarizzata sulla sua dottrina dell'essere a discapito di ogni altro nucleo dottrinale da lui proposto in altre sezioni del poema. Per un primo orientamento vd. ROSSETTI 2008d, 7-20. – [31] Questa rappresentazione si sa

rebbe sicuramente giovata di un eventuale modello fisico, oltretutto agevole da costruire: una semplice sfera esposta ai raggi del sole che sarebbe risultata più calda nella zona che noi chiamiamo equatoriale e più fredda (oltre che poco illuminata) nelle due aree che noi chiamiamo polari. Che Parmenide abbia potuto predisporla? – Sul tema ‘chi ha scoperto che la terra è sferica?’ ha pagine significative VON FRITZ 1988, 156-160, ma vd. anche CERRI 1999, 53 sg. – [32] In effetti le nostre fonti nulla hanno da dire sulle opinioni di Parmenide intorno al modo in cui il sole illumina la luna. Né egli risulta essersi occupato delle eclissi di sole. – [33] In questo caso la conclusione è relativamente facile da raggiungere in quanto si richiede soltanto di far mente locale alle altre stelle della zona, salvo a predisporre una eventuale rappresentazione grafica delle posizioni relative delle varie stelle contigue. – [34] THIVEL 1979, 68. – [35] Si tratta di un’opinione consolidata, anche se, in verità, gli specialisti di Parmenide raramente avvertono l’esigenza di pronunciarsi su questo particolare argomento. Una esplicita affermazione della sfericità delle *stephanai* figura in BOLLACK 2006, 260 sgg. – [36] La nostra principale fonte di informazione sulle ‘corone’ è Aezio (2, 7, 1 = 28A37 D.-K.). – [37] Sui quesiti ora formulati non è dato trovare una letteratura specialistica. Se ne intuiscono le ragioni: gli studiosi di Parmenide si sono tradizionalmente concentrati sul primo *logos*, non sul secondo. Per una riflessione su questa consolidata tendenza della ricerca vd. la mia introduzione a CORDERO 2008. – [38] Un breve promemoria: →ZENONE di Elea e →MELISSO di Samo figurano tra i ‘fedelissimi’; Empedocle di Agrigento, Anassagora di Clazomene, Leucippo di Mileto (o di Elea, o di Abdera) e Democrito di Abdera figurano tra i ‘pluralisti’; Protagora di Abdera e Gorgia di Leontini figurano tra i critici più severi. Sempre limitatamente agli autori di v secolo (e senza dimenticare che Democrito e Gorgia sopravvissero a Socrate), la lista continua, se non altro, con Epicarmo di Siracusa, Xeniate di Corinto, Ippia di Elide e, molto probabilmente Filolao di Crotone. Un così articolato elenco si impone all’attenzione perché nessun altro intellettuale è stato mai preso tanto sul serio nel corso del v secolo. L’attenzione per Parmenide semplicemente non ha paragoni. – [39] GRAHAM 2006, 188-193 e 206-208 illustra molto bene le forti connessioni di Empedocle con Parmenide. Non rileva però questa particolare – e non secondaria – linea di divergenza. – [40] L’ipotesi qui avanzata, che la cosmologia di Empedocle sia vistosamente discontinua rispetto a quella di Parmenide e si richiami semmai a quella di Senofane, non è familiare alla pur nutrita letteratura critica sull’argomento. Ricordiamo alcuni contri-

buti salienti: O’BRIEN 1969; LONG 1974; KINGSLEY 1995; PERILLI 1996, 55-64; SANTANIELLO 2004; TRÉPANIER 2004. – [41] Per questi due punti v. PANCHENKO 2002a e, rispettivamente PANCHENKO 1997. – [42] Su Anassagora ved. SIDER 2005; LAPINI 2002; CURD 1998; LAKS 1996; TIGNER 1979; SCHOFIELD 1975; TIGNER 1974; SIDER 1973; RAVEN 1954. – [43] L’individuazione dell’anno di nascita di Democrito, a partire da testimonianze vistosamente incongruenti, ha alimentato numerosi tentativi di mettervi un po’ d’ordine. Per una dettagliata disamina delle fonti vd. GOULET 1994, 655-677. A me sembra chiarificante la prossimità di alcune sue teorie con quelle di Diogene di Apollonia in quanto, a meno di pensare che sia stato Democrito a riprendere idee dell’apolloniate (eventualità mai seriamente presa in considerazione), dobbiamo necessariamente supporre che almeno la cosmologia di Democrito sia nettamente anteriore all’epoca delle *Nuvole* di Aristofane. Di conseguenza, o egli fu precocissimo (nel qual caso potrebbe anche aver avuto quarant’anni meno di Anassagora ed essere quindi nato intorno al 460) oppure fu all’incirca contemporaneo di Socrate. – [44] Particolarmente esplicita, in questo senso, è la sintesi del pensiero di Leucippo che ci è stata preservata da Diogene Laerzio (il passo pertinente figura in 9, 31). – [45] Su questi temi si segnalano LESZL 2007; GRAHAM 2006; LESZL 2002; TAYLOR 1999; SEDLEY 1981. – [46] La monografia fondamentale su Diogene di Apollonia è LAKS 2008a, di cui interessano in particolare le pp. 189-216. Inoltre LAKS 2008b, PALMER 2001. Ricordiamo anche le storiche monografie di CAPPELLETTI (1975) e ZAFIROPOULOU (1956). – [47] Tra le idee entrate in circolo grazie a Filolao e, in seguito, universalmente accettate figurano l’identificazione dei cinque astri errabondi che verranno ben presto associati ciascuno a particolari divinità olimpiche, con nomi che vengono universalmente adottati anche ai nostri giorni. Sapendo che la sfera delle stelle fisse fu da Filolao denominata Olimpo, non possiamo escludere l’eventualità che egli possa aver avuto un ruolo anche nell’istituire i cinque apparentamenti fra figure mitologiche e astri ‘errabondi’. – [48] Su Filolao è tuttora fondamentale HUFFMAN 1993. Inoltre BURKERT 1962; FURLEY 1989; KINGSLEY 1995; ZHMUD 1998; KAHN 2001; HUFFMAN 2007. – [49] Non si ha notizia di studi dedicati a questo particolare passo dei *Memorabili*, se si eccettua VIANO 2001. – [50] Che questa rappresentazione del cielo abbia una inequivocabile componente fantastica è opportunamente ricordato da FRANCO REPELLINI 2007, 379, che con l’occasione segnala inoltre: “Con la comparsa del fuso e dei suoi fusaioli la sfericità del cosmo viene lasciata cadere da Platone” (ma vd. anche *ibid.*, 380, 382 sg.). L’obiettivo

qui perseguito non è rendere conto di un sapere, ma solo delineare un'immagine che possa colpire la fantasia; pertanto non deve sorprendere che i fattori di inverosimiglianza della storia – es. il silenzio sull'obliquità dell'eclittica e sulla cosiddetta retrogradazione di Venere e Mercurio (FRANCO REPELLINI 2007, 389) – siano molteplici. Per altri aspetti vd. MACLACHLAN 1991. – [51] CAMPESE 2007, 408 sg. ravvisa una ulteriore connessione tra i due autori nell'enfasi di entrambi sui *desmoi*, ma i 'vincoli' di cui parla Parmenide riguardano l'essere, mentre Platone sembra parlare di cosmiche gomene che garantiscono un appropriato raccordo tra fuso e fusaioli. – [52] Il passo platonico, organicamente inserito nel mito di Er, è stato molto studiato. Ricordo SCHUHL 1930, MORRISON 1955, COUVREUR 1985, KNORR 1990, SCHILS 1993 e, più recentemente, i contributi raccolti in VEGETTI 2007. – [53] Uno dei sette movimenti è, con ogni evidenza, quello circolare, ed è significativamente presentato come qualcosa di più perfetto al confronto con gli altri (si tratta di un'idea recepita appieno da Aristotele). Quanto agli altri sei moti, provvede un altro passo del medesimo dialogo (*Ti.* 43b) a farci sapere che si tratta dei movimenti «in avanti e indietro, a destra e a sinistra, in basso e in alto» [vd. anche →FISICA, 2]. Si noti che la teoria dei sei movimenti, anch'essa condivisa da Aristotele, ha avuto lo straordinario pregio di inaugurare la scomposizione (l'analisi) di qualunque movimento complesso in base a quelli che, per noi, sono gli assi cartesiani. – [54] ZHMUD 2006, 82-116. – [55] Sul *Timeo* e sulla c. platonica è ovviamente disponibile una vastissima letteratura. Qui si ricorderanno VLASTOS 1995; LLOYD 1991; BRISSON 1974; CORNFORD 1937; MACLACHLAN 1991. – [56] Per un profilo vd. SCHNEIDER 2005, 295-297, MACLACHLAN 1991. – [57] La tentazione di rappresentarsi queste indagini come fondamentalmente ingenua invita a ricordare che l'astronomia tuttora vigente ha mantenuto elementi importanti di questa impostazione, ad es. distinguendo i vari moti della terra e della luna, cioè scomponendo un moto complesso in una serie di moti più semplici e dando un nome a ciascuno (rotazione, rivoluzione, traslazione etc.). – [58] Su Eudosso LASSERRE 1966 è ancora un punto di partenza obbligato. Inoltre MENDELL 1998; AUJAC 1993; HUXLEY 1963. – [59] Su Callippo vd. MENDELL 1998; SEGONDS 1994a; VAN DER WAERDEN 1983-84 e 1960. – [60] Si intenda: lungo la verticale alto-basso, senza tener conto degli spostamenti in orizzontale. – [61] Sull'*Epinomis* è tuttora fondamentale TARÁN 1975; inoltre KRAEMER 1983, 103-120. Accenniamo appena alla nutrita letteratura sulla cosiddetta religione astrale che prese nuovo vigore e una più precisa configurazione verso la fine dell'età di Platone e che è documen-

tata in particolar modo dall'*Epinomis*, dialogo accolto nel *Corpus Platonicum* ma dovuto al suo allievo Filippo di Opunte. In proposito basti qui ricordare BARTON 1994b e BERTI 2002, non senza osservare che la religione astrale trova un precedente non troppo vago nell'insegnamento del pitagorico →FILOLAO. – [62] Sul *De caelo* DOLLO 1992; BOS 1991; SEEK 1964; SOLMSEN 1960. – [63] Archim. *Aren.* 201 Heiberg. Su Aristarco vd. NEUGEBAUER 1975; NOACK 1992; BOWEN-GOLDSTEIN 1994; PANCHENKO 2001; BERGGREN-SIDOLI 2007; MENDELL 2008. – [64] Un trentesimo di 90° , cioè 3° . Il dato astronomico reale è sensibilmente diverso: circa mezzo grado. Una competente discussione di questo punto figura in PANCHENKO 2001. – [65] Plu. *De fac. orb. lum.* 6, 923A (= fr. 500 SVF), trad. Radice con modifiche; questo dato deriva dall'esegesi, divenuta ormai 'canonica' del testo di Plutarco: diversamente intendono Russo-MEDAGLIA 1996, sulla base della difesa del testo trádito. – [66] Per la bibliografia sull'astronomia greca si rinvia alla voce →ASTRONOMIA di questo stesso *Dizionario*. – [67] AUJAC 1979, 50.

BIBLIOGRAFIA. ALGRA 1999; AUJAC 1979; AUJAC 1993; BARTON 1994b; BELOCH 1924; BERGGREN-SIDOLI 2007; BERNAL 1967; BERTI 2002; BODNAR 2004; BOS 1991; BOWEN-GOLDSTEIN 1994; BRISSON 1974; BRISSON 1990; BURKERT 1962; BURKERT 2003a; BURKERT 2008; BUXTON 1999; CAMBIANO 1991; CAMPESE 2007; CAPIZZI 1978; CAPPELLETTI 1975; CERRI 1998; CERRI 1999; CONCHE 1991; CORDERO *et alii* 2008; CORNFORD 1952; COULOUBARITIS 1986; COUVREUR 1985; CURD 1998; DETIENNE 1967; DOLLO 1992; DREYER 1970; EVANS 1998; FINKELBERG 1986; FRANCO REPELLINI 1980; FRANCO REPELLINI 1993; FRANCO REPELLINI 2006; VON FRITZ 1971; VON FRITZ 1988; FURLEY 1989; GEMELLI MARCIANO 2007; GRAHAM 2006; GREENE 1992; HAHN 2001; HAHN 2003; HAVELOCK 1996; HUFFMAN 1993; HUFFMAN 2007; HUXLEY 1963; JÜRSS 1982; KAHN 1960; KAHN 2007; KINGSLEY 1995; KNORR 1990; KRAEMER 1993; LAKS 1996; LAKS 2008a; LAKS 2008b; LANZA 1979; LASSERRE 1966; LASSERRE 1987b; LERNER 2000; LESZL 1985; LESZL 2002; LLOYD 1975; LLOYD 1979; LLOYD 1987; LLOYD 1991; LONG 1974; MACLACHLAN 1991; MANSFELDRUNIA 1997-2008; MARCACCI 2004a; MENDELL 1998; MOURAVIEV 1992; MOURAVIEV 1999-2008; MOURAVIEV 2008; MOURELATOS 2002; MOURELATOS 2008a; MOURELATOS 2008b; NADDAF 2005; NESTLE 1940; NEUGEBAUER 1974; NOACK 1992; O'BRIEN 1969; PALMER 2001; PANCHENKO 1993; PANCHENKO 1993; PANCHENKO 1997; PANCHENKO 2001; PANCHENKO 2002a; PERILLI 1996; POPPER 1999; RAVEN 1954; ROSSETTI 1998; ROSSETTI 2004a; ROSSETTI 2006a; ROSSETTI 2008d; RUSSO-MEDAGLIA 1996; SAMBURSKY 1956; SAMBURSKY

1962; SANTANIELLO 2004; SASSI 1980; SCARCELLA 1979; SCHILS 1993; SCHNEIDER 2005; SEEK 1964; SEGONDS 1994a; SIDER 2005; SOLMSEN 1960; TAYLOR 1999; TIGNER 1974; TIGNER 1979; TRÉPANIER 2004; VAN DER WAERDEN 1983-84; VAN DER WAERDEN 1988; VIANO 2001; VLASTOS 1975; WEST 1971a; WEST 1997; WHITE 2008; ZAFIROPOULOU 1956; ZHMUD 2001b; ZHMUD 2006.

LIVIO ROSSETTI

Costruzione (sistemi e tecniche). 1. *Sistemi costruttivi.* – Tra i sistemi costruttivi dell'architettura antica, particolarmente innovativi si rivelano l'arco (denominato, in base alla forma della curva di intradosso, 'a pieno centro', 'a tutto sesto', 'a sesto voltato', 'a sesto ribassato', 'a sesto eccedente', 'a sesto acuto' od 'ogivale', etc.) e la volta ('a botte', 'sghemba', 'ascendente'). Si tratta di strutture curve realizzate in pietra da taglio, o in materiali disgregati tenuti insieme da malta, o in laterizi, oppure, infine, in materiali misti, che consentono realizzazioni architettoniche ardite ed eleganti. Entrambi i sistemi costruttivi, infatti, permettono di superare grandi spazi con snellezza e con incomparabile grandiosità architettonica. La differenza tra i due sistemi è che l'arco costituisce un elemento di una parete discontinua e traforata, mentre la volta si estende a ricoprire un ambiente. Entrambi sono utilizzati in Oriente: gli esempi più antichi risalgono all'Egitto del IV millennio a.C., e vi sono attestazioni di archi e volte sia nelle civiltà mesopotamiche, sia in Persia, Siria e India, dove erano apprezzati per le loro caratteristiche. Nell'architettura greca sono dapprima impiegati soltanto per esigenze tecniche di carattere particolare, oppure in parti dell'opera di secondaria importanza. Solo dopo il III sec. a.C. l'arco e la volta iniziano ad essere utilizzati regolarmente, insieme alla semicupola e alla campata, come strutture 'spingenti', sottoposte cioè a forze in direzione orizzontale. Archi e volte sono infatti documentati per l'età ellenistica in alcune porte urbane [→INFRASTRUTTURE E SERVIZI], nell'edilizia teatrale (porte d'ingresso, passaggi sotterranei, scale di accesso e corridoi dei teatri) [→ARCHITETTURA TEATRALE], e funeraria (tombe macedoni di IV e III sec.) [→ARCHITETTURA FUNERARIA]. Nel mondo occidentale l'arco e la volta sono noti agli Etruschi, che li trasmisero ai Romani.

Questi ultimi fecero dell'arco e della volta gli elementi caratterizzanti la loro originalità costruttiva. Sotto l'influenza edilizia etrusca, l'architettura romana perfezionò la tecnica della volta e dell'arco, creando sia l'arco a tutto sesto che quello ribassato. L'incremento dell'arco e della volta nella tecnica costruttiva romana fu certamente condizionato da due novità essenziali: l'adozione del cemento come materia legante, che conferiva una nuova, maggiore compattezza al complesso edilizio, e la graduale adozione del mattone al posto di elementi misti. Strutture ad arco si possono rinvenire in tutti i maggiori monumenti della Roma repubblicana e imperiale e nelle province (teatro di Marcello, anfiteatro di Verona, ponte di Narni, ponte di Augusto a Rimini, Colosseo, arco di Druso). In alcuni esempi architettonici l'arco è direttamente impostato sulla colonna (Casa di Meleagro a Pompei, Foro di Leptis Magna, palazzo di Diocleziano a Spalato), prelundendo al tipo adottato nelle basiliche cristiane e nelle chiese bizantine. Talvolta sono utilizzati archi di scarico per concentrare azioni in punti determinati, come è possibile rilevare nella Porta Maggiore, nel Foro di Traiano e nel Pantheon a Roma. Sono utilizzati archi anche negli interni con funzione di alleggerimento, come nel tempio di Tiberio, nel Pantheon, nella chiesa di S. Costanza. Nelle terme di Diocleziano e nella basilica di Massenzio viene utilizzato l'arco rampante, che è in sostanza la riduzione alla sagoma esterna di un contrafforte inclinato. Esempi di coperture a volta, invece, si possono rintracciare nel vestibolo della Piazza d'Oro della Villa Adriana, in una sala della *Domus Aurea*, nella *Domus Augustana* sul Palatino, nonché in diverse abitazioni di Pompei e Napoli.

2. *Tecniche costruttive.* – A partire dall'età ellenistica, le tecniche costruttive si evolvono grazie all'invenzione di materiali nuovi (cocciopesto e pozzolana [→MATERIALI EDILI]) che rivoluzionano il metodo di realizzazione dell'*opus*, cioè delle opere murarie relative ai monumenti dell'architettura romana. Sia il cocciopesto che la pozzolana, infatti, consentono di realizzare un nuovo tipo di muro composto da due strati, alti circa un metro e mezzo di altezza alla volta, di pietre di piccole dimensioni o di tufo vulcanico, al cui interno si dispone un conglomerato di pozzolana, pietre o laterizi (*opus coementicium*), nel modo ir-

COMPOSTO IN CARATTERE DANTE MONOTYPE DALLA
FABRIZIO SERRA EDITORE, PISA · ROMA.
STAMPATO E RILEGATO NELLA
TIPOGRAFIA DI AGNANO, AGNANO PISANO (PISA).

★

Novembre 2010

(CZ 2/FG 13)



*Tutte le riviste Online e le pubblicazioni delle nostre case editrici
(riviste, collane, varia, ecc.) possono essere ricercate bibliograficamente e richieste
(sottoscrizioni di abbonamenti, ordini di volumi, ecc.) presso il sito Internet:*

www.libraweb.net

*Per ricevere, tramite E-mail, periodicamente, la nostra newsletter/alert con l'elenco
delle novità e delle opere in preparazione, Vi invitiamo a sottoscriverla presso il nostro sito
Internet o a trasmettere i Vostri dati (Nominativo e indirizzo E-mail) all'indirizzo:*

newsletter@libraweb.net

★

*Computerized search operations allow bibliographical retrieval of the Publishers' works
(Online journals, journals subscriptions, orders for individual issues, series, books, etc.)
through the Internet website:*

www.libraweb.net

*If you wish to receive, by E-mail, our newsletter/alert with periodic information
on the list of new and forthcoming publications, you are kindly invited to subscribe it at our
web-site or to send your details (Name and E-mail address) to the following address:*

newsletter@libraweb.net