Come citare questo articolo:

- **Sciortino, L. (2021) Caos e ordine: genesi e sviluppo dello stile deduttivo nell'Antica Grecia *Informazione filosofica,* 3: 2, 6-24**

How to cite this peer-reviewed paper:

- **Sciortino, L. (2021) Caos e ordine: genesi e sviluppo dello stile deduttivo nell'Antica Grecia *Informazione filosofica,* 3: 2, 6-24**

# Informazione Filosofica

**Rivista quadrimestrale a cura dell'Istituto Lombardo per gli Studi Filosofici e Giuridici**

**N. 3 – aprile 2021**

## Ordine e Caos

Centro Ricerche e
Formazione UNITRE

Red Internacional de
Universidades Lectoras

# Caos, ordine, deduzione: la nascita dello stile di pensiero della dimostrazione nell'antica Grecia

di *Luca Sciortino**

ABSTRACT (ITA)
Una delle più importanti questioni della filosofia greca è stata quella di comprendere come sia stato possibile un universo ordinato a partire da uno stato primordiale. Dalle teogonie del VII secolo a.C. fino alle cosmologie dei filosofi dell'età classica, sono state proposte diverse teorie per dare risposta a questa domanda. Come esse differiscano nel postulare l'esistenza di un "qualcosa" di primordiale che preesisteva all'ordine del cosmo è stato molto discusso. Pochi studiosi, però, le hanno esaminate sullo sfondo della lenta evoluzione del pensiero deduttivo, culminata nella dimostrazione in geometria e in una forma di spiegazione dei fenomeni che consisteva nel cercare semplici premesse e inferire conclusioni. In questo articolo si mostrerà come il lento affermarsi della spiegazione razionale prima, dell'argomento deduttivo e della dimostrazione in geometria poi, abbiano dato forma alle diverse risposte al problema caos-ordine, e in particolare alla domanda su come sia sorto un universo ordinato.

**Parole chiave**: caos, ordine, deduzione, dimostrazione, stile di pensiero

# Chaos, order, deduction: on the birth of the demonstrative style of thinking in Ancient Greece

by *Luca Sciortino*

ABSTRACT (ENG)
One of the concerns of Greek philosophy centred on the question of how a manifold and ordered universe arose out of the primitive state of things. From the mythical accounts dating around the seventh century B.C. to the cosmologies of the Classical period in Ancient Greece, many theories have been proposed in order to answer to this question. How these theories differ in positing a "something" that pre-existed the ordered cosmos has been widely discussed. However, scholars have rarely made explicit how they differ in style of thought. In the span of four centuries the first deductive arguments of the Eleatic philosophers culminated in the emergence of logical proof and a form of explanation of natural phenomena, which consisted of searching for the simplest and fewest premises and deducting implications. In this paper it will be discussed how, at distinct stages of its development, the deductive thinking informed the solutions proposed to solve the chaos-order problem, that of how an ordered universe has been possible.

**Keywords**: chaos, order, deduction, proof, style of thinking

* UNITRE Milano

*Dunque per primo fu il Chaos, e poi Gaia dall'ampio petto.*
(Esiodo, *Teogonia*, 116-125)

*Il mondo, dunque, così generato è stato costituito secondo quel modello che può essere appreso per via intellettiva e logica, e che è sempre identico a sé stesso. E se così è, è assolutamente necessario che questo cosmo sia fatto ad immagine di un altro ordine.*
(Platone, *Timeo*, 28b-30b)

## 1. Introduzione

Per tutti i quattro secoli che separano la cosmogonia di Esiodo dalla cosmologia di Aristotele una questione non cessa mai di essere importante. È quella di spiegare come l'ordine sia emerso dal caos. Le diverse connotazioni con le quali bisogna intendere quest'ultimo termine, dallo stato primordiale di "spazio infinito" per Esiodo, passando per l'ἀρχή, il principio primordiale dei filosofi ionici, fino alla materia disordinata e informe di Platone, non cambiano la sostanza della questione, che sta tutta nel problema di come il κόσμος, nelle sue accezioni di ordine e di universo armonico, sia stato possibile. I tentativi di darvi risposta vedono lentamente affermarsi un pensiero razionale e coerente ben distinto dall'"opinione" riferita alle apparenze fenomeniche. È il ragionamento deduttivo, che culmina con l'emergere della dimostrazione, di cui gli *Elementi* di Euclide (330 a.C.?-275 a.C.?) sono l'emblema, e con un concetto di spiegazione che consiste nell'inferire un fenomeno naturale da un principio di ordine più alto. Come e perché il metodo deduttivo prese sempre più forma? Quali connessioni ebbe con l'indagine cosmologica? In che modo la ricerca di come l'ordine sia possibile fu orientata dall'ideale della dimostrazione e viceversa? In questo saggio mostrerò come lo sviluppo dello stile di ragionamento dimostrativo nell'antica Grecia è stato connesso ai programmi di ricerca sull'origine e la struttura del cosmo. Nell'arco di tempo di quattro secoli il pensiero greco ha subito due mutazioni importanti: il passaggio dal pensiero mitologico a quello razionale all'incirca nel VI secolo; e l'emergere della dimostrazione geometrica (con le sue pratiche) all'incirca tra il 440 e il 360 a.C. Nella mia esposizione, necessariamente schematica, la prima mutazione vedrà il sorgere di immagini dell'universo proiettate all'interno di uno spazio concepito geometricamente; la seconda darà forma compiuta a una ricerca cosmologica che avrà come preoccupazione centrale la ricerca di principi primi, sul modello della dimostrazione che fa uso delle figure geometriche.

## 2. Caos, ordine e mito

La questione di come l'ordine del mondo sia possibile si trova posta già nei più antichi poemi cosmogonici greci composti tra l'VIII e l'inizio del VI secolo avanti Cristo (per esempio in Esiodo, 108-109). I loro autori, figure mitologiche come Museo, Orfeo, Epimenide, Esiodo e Ferecide di Siro, concepirono l'esistenza di uno stato primordiale nel quale nulla esisteva ancora. Nella *Teogonia* (Esiodo, 116), per esempio, all'origine della storia cosmica per primo appare[1] il Caos (Χάος), l'oscuro abisso, uno spazio infinito costituito da sola aria, seguito dalla Terra (Γαῖα). Il Caos si apre come un'immensa voragine[2] affinché penetrino le tenebre e la notte, la luce e il giorno, a illuminare lo spazio che si è aperto in precedenza tra la Terra (Γαῖα) e il cielo (Οὐρανός) (Esiodo, 122-123). Se le nascite successive avvengono per partenogenesi o differenziazione, come quella del mare (Πόντος) dalla Terra, accade anche il contrario: Ἔρως, l'amore, il desiderio sessuale, favorisce le unioni e genera fenomeni e forme viventi. Alle varie "entità fisiche" che sorgono, come la Terra e il Cielo o Eros stesso, che è una forza di attrazione sessuale, corrispondono personificazioni divine di cui Esiodo narra le lotte, le unioni e le discendenze fino alla nascita di Zeus (Ζεύς), figlio di Crono (Κρόνος) e di Rea (Ῥέα). Sarà proprio Zeus, dopo aver vinto la guerra contro i Titani ed essere diventato signore dell'Olimpo, a instaurare il κόσμος. Lo farà confinando il Χάος nelle viscere della Terra (Τάρταρος) e divenendo il garante della pacifica convivenza di tutti gli dèi e dell'equilibrio stesso della vita.

Analizzando l'opera di Esiodo si può desumere quale sia la struttura finale del cosmo per come determinata dall'ordine stabilito da Zeus: lungo un asse verticale troviamo, andando dal basso verso l'alto, tre dischi paralleli di uguale dimensione: il Τάρταρος, in cui è confinato il caos (Χάος), la Terra (Γαῖα) appena sopra, e infine, sopra a tutto, il cielo (Οὐρανός) (Cerri, 2017). In sostanza, quando Γαῖα appare, subito dopo il Χάος, "nel mondo disorganizzato si stabilisce una sorta di base, di fondazione; lo spazio trova un inizio di orientazione" (Vernant, 1996 [1965], p. 222). Possiamo dire che il venire in essere della Terra (Γαῖα) rompe l'isotropia dello spazio.

## 3. Caos, ordine e pensiero razionale

Come ha fatto notare Francis Cornford (1952), lo schema esplicativo del pensiero mitologico appena accennato, cioè quello che spiega l'ordine partendo da uno stato indifferenziato dal quale emergono opposti come cielo-terra, caldo-freddo, secco-umido, i quali poi si uniscono o

[1] Il verbo usato da Esiodo è γένετο, terza persona singolare dell'aoristo di γίγνομαι, che vuol dire "venne in essere", a indicare che il Caos "ebbe origine", "apparve", e dunque non è sempre esistito.

[2] Come nota Vernant (1996 [1965], p. 377), Χάος è associato etimologicamente a Χάσμα, che significa "apertura", "voragine".

interagiscono in un ciclo continuo per generare altre entità o processi naturali, permane nei primi filosofi, Talete, Anassimandro e Anassimene (filosofi ionici), anche se in una veste differente. Basti pensare all'*apeiron* (ἄπειρον) di Anassimandro, un qualcosa di illimitato, indeterminato e inesauribile dal quale si originano vari opposti (caldo-freddo, umido-secco ecc.), dal cui conflitto vengono a loro volta generati i diversi elementi (acqua, aria, terra, fuoco) e i processi naturali. La stessa idea di Talete secondo cui dall'acqua si originano tutte le cose ricorda quella di un altro scrittore mitologico contemporaneo di Anassimandro, Ferecide di Siro, il quale indentificava il Caos con l'acqua (Kirk, Raven, & Schofield, 1957, p. 57). Un fatto che ci porta a sottolineare un altro elemento di continuità tra il pensiero degli scrittori mitologici e quello dei filosofi ionici. Tutti loro, come sottolinea Cornford, non si chiedevano "qual è la sostanza di cui ogni cosa è fatta?" ma "come è sorto, da uno stato primitivo delle cose, un mondo molteplice e *ordinato*?"(1952, p. 159, mio corsivo).

Tra il pensiero mitologico e quello dei primi filosofi ionici ci sono tuttavia importanti discontinuità. Come abbiamo visto nel caso di Esiodo, le cosmogonie sono anche teogonie, in quanto narrano la genealogia degli dèi. Questa era l'ambizione degli scrittori mitologici: raccontare una storia delle origini del cosmo che facesse chiarezza sull'origine e il ruolo delle differenti divinità. E infatti lo stesso Erodoto riconobbe a Esiodo (e Omero) il merito di avere ordinato le confuse conoscenze tramandate dalla tradizione (Erodoto, II, 22-53). Ma a partire da Talete la questione caos-ordine viene desacralizzata, spogliata di ogni riferimento a divinità e gerarchie di poteri. Ora gli eventi del cosmo primordiale sono governati da cause non dissimili da quelle ancora in atto nei processi naturali. Così, per Talete e Anassimene la questione di come l'ordine sia possibile non si risolve postulando una divinità, ma chiamando in causa un elemento naturale sempre esistito al quale è possibile ridurre tutti i fenomeni dell'esperienza. E per Anassimandro l'*apeiron* è l'ἀρχή, il "principio", l'"origine", nel senso che non c'è stato mai nulla prima di esso. Se il Χάος di Esiodo richiede uno "Zeus" che venga a istaurare il κόσμος, l'ἀρχή di Anassimandro contiene già in sé il principio di organizzazione che governa l'universo.[3]

Non solo i filosofi ionici presentano teorie sgombre di qualunque elemento religioso, ma con loro la questione caos-ordine diviene un problema esplicito le cui soluzioni sono di pubblico dominio e possono essere discusse e criticate da tutti. Karl Popper ha insistito su questo punto sostenendo che la scuola ionica avrebbe inaugurato una tradizione di ricerca, oggi patrimonio della scienza occidentale, che si fonda sulla critica volta all'avanzamento della conoscenza. Per esempio, come vedremo meglio in seguito, secondo lui Anassimandro arrivò alla sua teoria criticando quella del suo maestro Talete (Popper, 2005 [1963], p. 187). C'è un ulteriore elemento

[3] Aristotele riferendosi all'ἄπειρον dice: "Proprio per questo motivo diciamo che di questo principio non vi sia principio, ma che sembra essere esso stesso tutte le cose, e comprenderle tutte e tutte governarle" (*Fisica*, III, 4 203 b4; DK 12 A15).

di discontinuità tra il pensiero mitologico e quello filosofico che è di particolare importanza ai fini della nostra indagine. Mentre le relazioni di ordine, potere, legami tra le personificazioni delle entità naturali descritte dagli scrittori mitologici non si prestavano a essere rappresentate graficamente, l'universo dei filosofi ionici si poteva invece schematizzare e descrivere secondo un modello geometrico. Contaminati dalla geometria egiziana e dall'astronomia babilonese – ad esempio Talete avrebbe appreso in Egitto nozioni matematiche (Diogene Laerzio, I, 24) – i primi filosofi concepirono il cosmo entro uno spazio geometrico. L'ordine dell'universo veniva ora a essere rappresentato attraverso le posizioni degli astri, le cui relazioni erano espresse geometricamente. Il problema di comprendere il κόσμος veniva così connesso a quello di raffigurarlo nello spazio nella maniera più corretta possibile.

Talete si pose il problema di stabilire il rapporto tra la grandezza del Sole e l'orbita solare e tra quella della Luna e l'orbita lunare (Diogene Laerzio, I, 24). Inoltre, secondo quanto riportato da Aristotele nel *De caelo* (Περὶ οὐρανοῦ) (294 a28-30), sostenne che la Terra galleggia sull'acqua come un pezzo di legno. Non è chiaro se ritenesse la Terra sferica, ma è possibile che l'analogia con le navi nel porto di Mileto, allora molto trafficato, abbia avuto un ruolo nella formulazione della sua teoria. Qualche decina di anni dopo, Ecateo di Mileto rappresentò la Terra su una carta geografica come un disco circondato dall'oceano. Lo stesso fece Anassimandro che immaginò la Terra sospesa al centro del cosmo e tenuta in piedi da nulla (Diogene Laerzio, II, 1). Al contrario della teoria di Talete, che sebbene non fosse basata sull'osservazione era forse ispirata dall'analogia con il galleggiamento delle navi, la teoria di Anassimandro non aveva alcun sostegno empirico. Era derivata dall'idea che la Terra rimane immobile a causa dell'equidistanza da tutto. In altri termini, Anassimandro congetturò che, in una situazione di simmetria, la Terra non si potesse muovere né da una parte né da un'altra, e dunque restasse stazionaria. Anassimandro recuperò così l'isotropia dello spazio: non c'è alcuna ragione che i corpi si dispongano lungo una particolare direzione.

Popper ha definito l'idea di Anassimandro come "una delle più coraggiose, più rivoluzionarie, e più portentose idee nell'intera storia del pensiero umano" (2005 [1963], p. 186) in quanto anticipatrice dell'idea della forza di gravitazione di Newton, invisibile e responsabile dell'equilibrio dei corpi nelle loro orbite. Secondo lui, Anassimandro volle rimediare con la sua teoria all'errore di Talete, il quale aveva creato un problema analogo a quello che voleva risolvere: se la Terra è tenuta in piedi dall'oceano chi tiene in piedi quest'ultimo? Ipotizzare l'isotropia dello spazio fu la soluzione.

Recentemente, Carlo Rovelli ha fatto eco a Popper definendo Anassimandro il primo grande scienziato della storia, l'uomo che per primo pensò in una maniera differente da tutti gli altri:

"No, afferma Anassimandro: *le cose non sono come ci appaiono*. Il mondo è diverso da come ci appare a prima vista. Il senso comune ci porta fuori strada" (Rovelli, 2012, p. 8).

Popper era un filosofo che non disdegnava l'idea che vi fossero "eroi" nella storia del pensiero. Da Michel Foucault in poi, pochi pensatori lo hanno seguito su questa strada, ma Rovelli è fra questi. Da parte nostra, riteniamo che non ci fu un solo uomo che cominciò a pensare in maniera radicalmente diversa dagli altri. Piuttosto è plausibile che al mutare di particolari condizioni storiche, politiche e sociali sia sorta un'intera comunità, sia pure solo una élite, che condivideva certi nuovi modi di cercare la risposta alla questione dell'ordine del cosmo, certe pratiche per acquisire conoscenza e un particolare modo di ragionare. L'emergere di questo nuovo stile di pensiero, che potremmo definire razionale, segnò certamente una discontinuità rispetto allo stile di pensiero mitologico. E senza dubbio Talete, Anassimandro e Anassimene – e probabilmente altri uomini di genio come loro, di cui non ci è giunta notizia – si servirono al meglio di questo nuovo modo di pensare avanzando teorie che furono fondamentali per il progresso della conoscenza, ma non più decisive della diversa attitudine epistemologica di cui sono divenuti l'emblema. I legami tra l'origine del pensiero razionale e le strutture sociali e mentali della *polis* (πόλις) sono stati notati da numerosi studiosi.[4] La *polis*, sorta tra l'ottavo e il settimo secolo, rappresentò un evento decisivo per il pensiero greco per "la straordinaria preminenza del discorso sopra gli altri poteri, che divenne lo strumento politico per eccellenza, la chiave dell'autorità nello stato, il mezzo di comandare e dominare gli altri" (Vernant, 1982 [1962], p. 50). L'aperto dibattito e l'argomento sostituirono "la formula rituale" e gli stessi poemi mitologici, un tempo sconosciuti fuori dalle corti, furono ampliati e recitati nei festival popolari (Vernant, 1982 [1962], p. 49). Il declino del mito coincise con l'apertura alla discussione e con la necessità di discutere quale ordine umano e politico bisognasse instaurare. Secondo Vernant, i concetti e il vocabolario che vennero sviluppati a questo scopo, come pure le principali preoccupazioni del pensiero politico, furono presi a prestito dai primi filosofi di Mileto, e questo lo si vede in maniera evidente in Anassimandro (1982 [1962], p. 131). Se l'immagine del κόσμος organizzato a livelli che abbiamo desunto dalla *Teogonia* di Esiodo riflette la gerarchia dell'umano e del divino, con Zeus e gli altri dèi sulla sommità, nel mezzo gli umani e all'estremità inferiore gli inferi, il κόσμος di Anassimandro è uno spazio di tipo geometrico, cioè definito da precise relazioni tra centro e circonferenza. L'ordine del cosmo di Anassimandro riflette quello sociale della *polis* da poco organizzato attorno a un centro: "*Kratos, arche* e *dynasteia* non si trovano più in cima alla scala sociale; sono collocati *es meson*, al centro, nel mezzo del gruppo umano. Era questo centro che ora veniva valorizzato; il benessere della *polis* riposava su coloro i quali erano conosciuti come *hoi*

[4] Per esempio, sia Jean-Pierre Vernant (1982 [1962]; 1996 [1965]) sia Gerard Naddaf (1998) argomentano che il modello cosmologico di Anassimandro ha una ispirazione politica, come spiegherò a breve.

*mesoi*, perché essendo equidistanti dagli estremi, costituivano il punto fisso su cui la città trovava il suo equilibrio" (Vernant, 1982 [1962], p. 125).

C'è poi da aggiungere che l'originalità della tesi cosmologica di Anassimandro è parte inscindibile dalla sua cosmogonia, ovvero della sua soluzione al problema di come l'ordine sia stato possibile. Come ho accennato, quest'ultimo sarebbe emerso attraverso un processo a quattro stadi, che ricalca lo schema degli scrittori mitologici: 1) dall'*apeiron* si sarebbero generati contrari come caldo (fiamma e fuoco) e freddo (atmosfera nebbiosa e umida); 2) il caldo si sarebbe disposto a formare un involucro del nucleo freddo; 3) al crescere della tensione fra i contrari ci sarebbe stata un'esplosione con la trasformazione del nucleo in terra e la formazione di frammenti di fuoco avvolti da atmosfera umida; 4) terra, acqua e aria si sarebbero quindi disposti progressivamente al centro con frammenti di fuoco a varie distanze. Da qui la centralità della terra, la cui stazionarietà si deve all'equidistanza da tutto il resto del cosmo (Burnet, 1920, pp. 43-45).

Come le questioni politiche venivano sottoposte a discussione pubblica, così le ipotesi sulla struttura dell'universo venivano disegnate su un *pinax* (πίναξ), una tavoletta cerata, per essere eventualmente discusse e criticate. Gli studiosi non concordano sul fatto che le pratiche del nuovo stile razionale comprendessero o meno anche la costruzione di modelli solidi della sfera celeste, anche se molto più semplici della sfera armillare costruita da Eratostene nel 255 a.C.[5] Ma da una mappa del cielo che rappresentava un universo organizzato in cerchi concentrici – come sembra fosse quella di Anassimandro – a un modello solido, il passo è breve. E quindi ad Anassimandro e gli altri filosofi ionici andrebbe anche il merito di avere dato inizio alla pratica scientifica di costruire modelli analogici per spiegare le proprietà sconosciute dei fenomeni.

## 4. L'emergere dell'argomento deduttivo

In vista di un'altra importante tappa nell'evoluzione del pensiero greco, è bene mettere in evidenza due assunti alla base della filosofia ionica: 1) c'è una qualche sostanza, un ἀρχή, da cui hanno avuto origine tutte le cose; 2) gli eventi del cosmo primordiale sono governati da cause non dissimili da quelle attualmente in atto nel mondo fenomenico. Dal punto 2) segue che l'ἀρχή nel punto 1) può essere cercato a partire da una riflessione sui processi naturali che ci circondano. Ma se questi suggeriscono un ciclo di eterno divenire omnipervasivo allora l'ἀρχή diviene un assunto non necessario: infatti, se A si trasforma in B che si trasforma in C che a sua volta si ritrasforma in A allora non c'è ragione di scegliere A o B o C come il principio di tutto. Dunque,

[5] Per esempio Charles Kahn congettura che Talete e Anassimandro possano aver costruito modelli solidi dell'universo (Kahn, 1994 [1960], p. 89), mentre Gerard Naddaf (Couprie, Hahn, & Naddaf, 2003) non lo ritiene possibile.

nell'ipotesi che il mondo sia in un ciclo di eterno divenire, l'assunto 2) contraddice l'assunto 1). Non sappiamo se questo sia stato il ragionamento di Eraclito di Efeso. Ma la sua identificazione del fuoco come costituente di tutte le cose è la negazione di 1). Infatti, essendo instabile e nutrendosi della trasformazione di altre cose, va interpretato come il simbolo del divenire. Dunque, per Eraclito la legge universale dell'universo, l'eterno ciclo del cambiamento, è essa stessa l'ἀρχή e non c'è una sostanza come quella immaginata dai filosofi ionici dalla quale tutto ha avuto inizio. "Questo cosmo non lo fece nessuno degli dèi né degli uomini, ma sempre era, ed è, e sarà", dice Eraclito (fr. 2). Il κόσμος è l'immutabile ordine universale, l'eterno divenire simboleggiato dal fuoco.

Forse Parmenide di Elea (544 a.C.-450 a.C.) ereditò proprio da Eraclito il problema di come concepire razionalmente il cambiamento e finì per negarlo *tout court*. Il suo argomento procedeva dalla premessa che qualcosa "è", ovvero esiste. Le sole due alternative a questa premessa sono: a) negare "è" e asserire che non c'è nulla; b) affermare sia che "è" sia che "non è". Parmenide sostenne che, siccome quello che non è non può essere pensato, allora se qualcosa fa parte dei nostri pensieri deve per forza esistere, dunque a) è falso. D'altra parte è impossibile che un'auto-contraddizione come b) venga formulata come un pensiero per cui anche b) è falso. Ne segue che, a dispetto di quello che i nostri sensi ci possono suggerire, il cambiamento è impossibile. Infatti, se una cosa muta vuol dire che prima è e poi non è più. Ma questo è impossibile perché se lo fosse allora esisterebbe un istante nel quale una cosa che pensiamo esistere non può essere pensata perché non esiste più, e questa è una contraddizione.

È importante notare che Parmenide *dedusse* l'immutabilità dell'essere dal principio che il non essere non esiste in quanto non può essere pensato. Per esempio, il venire in essere presuppone il non essere nel passato. Siccome il non essere non esiste, allora il venire in essere è negato. Simili proprietà dell'essere parmenideo come l'eternità, l'unità, la non generabilità possono dedursi allo stesso modo. È stato già osservato da diversi studiosi come il ragionamento deduttivo di Parmenide segni un altro punto decisivo nella storia del pensiero. Federigo Enriques ha scritto che con Parmenide

> il pensiero coerente viene assunto senz'altro a misura della *verità*, cioè dell'esistenza metafisica, distinta e contrapposta all'*opinione* probabile che si riferisce alla realtà sensibile. Da questo meccanismo, per cui il pensiero non esita a staccarsi dalle apparenze fenomeniche per serbare rigida fede ai suoi principi nasce il metodo dialettico, che è il germe della logica (1987 [1922], p. 10).

Dal suo punto di vista, Paul Feyerabend, critico delle correnti razionaliste, ha espresso con molta più enfasi lo stesso punto:

Parmenide fece le sue deduzioni […] sulla base di regole molto generali e astratte. Con lui l'intuizione perse ovunque la sua autorità, e gli umani si allontanarono sempre più dalla natura intorno a loro; cominciarono a guardare i propri simili da una prospettiva esclusivamente razionale […]. Ecco come la filosofia della natura occidentale prese il via (2009, p. 156).

In effetti, con Parmenide, e attraverso Platone, prese corpo l'idea che quello che può essere conosciuto deve essere reale, e che quello che è reale, immutabile ed eterno si trova al di là dell'esperienza sensibile. Lo scetticismo per la conoscenza empirica e l'idea che solo la matematica, la geometria e il ragionamento deduttivo producono "vera conoscenza" hanno le loro radici proprio nel pensiero parmenideo.

Russo, richiamandosi ad alcune affermazioni di Popper, ha sostenuto che alla base della teoria di Parmenide vi sono scoperte di invarianti di fenomeni celesti apparentemente mutevoli, per esempio quella della stessa identità dei due astri detti "stella del mattino" e "stella della sera" (in entrambi i casi il pianeta Venere) o delle diverse fasi della Luna (che mantiene la sua forma sferica) (2015, p. 5). In sostanza, l'invarianza dei fenomeni avrebbe suggerito a Parmenide affermazioni più generali sulla realtà. Se anche notare l'"identità" sotto fenomeni apparentemente diversi giocò un ruolo, resta vero che la teoria parmenidea prese forma come un sistema logico a sé stante, emancipato da qualunque osservazione dei fenomeni, tanto che lo stesso Karl Popper la descrisse come un "sistema deduttivo pre-fisico" oltre che "il primo sistema ipotetico-deduttivo" della storia (2005 [1963], p. 105). Non solo. Proprio in quanto sistema deduttivo astratto, l'argomento sulla realtà di Parmenide ebbe implicazioni enormi nella cosmologia parmenidea: fu sicuramente dal fatto che per un oggetto a un certo istante non ci può essere "non-esistenza" prima o dopo di quell'istante che Parmenide dedusse la sua tesi che l'universo è eterno. E fu dal fatto che non ci possono essere vuoti (che implicherebbero non esistenza) che dedusse la sua unità.[6] Non è infatti plausibile che Parmenide abbia inferito l'eternità di tutto il cosmo dall'invarianza di alcuni fenomeni celesti come quelli di Venere e della Luna: la sua teoria sull'essere la implicava in maniera logicamente necessaria. Quella fu la prima volta che un sistema deduttivo astratto implicò una cosmologia.

Il rifiuto delle conclusioni di Parmenide, come quella che il moto è impossibile, dal momento che non esiste spazio vuoto tra un punto a un altro, portò Democrito di Abdera (460 a.C.-370 a.C.) a elaborare la sua teoria atomica: il cosmo diveniva uno spazio vuoto riempito di atomi. Sostegno alle teorie di Parmenide venne invece da Zenone (489 a.C.-431 a.C.) anch'egli membro della

[6] Secondo Aezio (28 A 36 DK), per Parmendide il cosmo è uno ("Parmenide e Melisso… uno il cosmo") ed eterno ("Senofane, Parmenide e Melisso dicono ingenerato eterno ed imperituro il cosmo").

scuola di Elea, il quale presentò ulteriori argomenti deduttivi per dimostrare l'impossibilità della molteplicità e del moto. La struttura comune di queste argomentazioni consisteva nel dedurre da una proposizione *p* riguardante un aspetto apparente della realtà sia *q* sia non-*q* così da rivelare l'assurdità di supporre *p* vero e affermare l'unità immutabile della realtà come unica alternativa plausibile. Giungeva così a maturazione la tecnica confutatoria nota come "ragionamento per assurdo" (*reductio ad absurdum*), un fatto che segnò l'inizio della dialettica.

È anche possibile che l'obiettivo degli attacchi di Zenone, che come Parmenide faceva uso del principio del terzo escluso, fosse la tesi della scuola di Pitagora (580 a.C-495 a.C.) secondo la quale i corpi, o le figure geometriche, consistono di aggregati di punti-estesi. L'idea che questi ultimi costituissero le cose, in netta antitesi alla dottrina eleatica, forniva ai pitagorici la spiegazione del fatto che determinati fenomeni (come quelli acustici) fossero riconducibili a rapporti fra numeri. In generale, l'ipotesi monadica era all'origine di una spiegazione dei fenomeni sulla base di relazioni matematiche: l'affermazione dei pitagorici che "le cose sono numeri" allude proprio al fatto che esse sono aggregati di punti estesi. Questa stessa convinzione era alla base di una cosmogonia concepita in analogia con la generazione dei numeri stessi. Il cosmo inteso come ordine e bellezza ("Pitagora per primo denominò l'insieme di tutte le cose 'cosmo' dall'ordine che vi è presente" [DK 14 A 21]) si sarebbe formato secondo gli stessi principi che governavano i numeri, a loro volta la base della realtà. Il problema sorse con la scoperta, nella stessa scuola di Pitagora, che diagonale e lato del quadrato sono incommensurabili: l'ipotesi del punto esteso implicava la commensurabilità di due segmenti qualsiasi. La questione poteva essere risolta solo considerando il punto senza estensione e, in effetti, Zenone nel suo argomento contro la possibilità del moto diede per scontata l'infinita divisibilità del segmento. La strada per l'astrazione del punto geometrico adimensionale era aperta.

## 5. Dall'argomento deduttivo alla dimostrazione

La maggior parte degli studiosi moderni concorda sul fatto che la dimostrazione in geometria e le sue pratiche si consolidò tra il 410 e il 360 a.C. (Burkert, 1972 [1962]; Knorr, 1975; Netz, 1999, capitolo 7; Hacking, 2014, capitolo 4), cioè in un arco di tempo successivo alla morte di Zenone (nel 431 a.C.) e all'incirca successivo anche a quella Socrate (nel 399 a.C.). I testi matematici greci che appaiono in quel periodo consistono essenzialmente di *diagrammi*, cioè rappresentazioni grafiche di figure geometriche, di *lettere*, per esempio quelle poste ai vertici di un triangolo, e di *parole*. Sul piano logico questi tre elementi sono combinati a formare catene logico-deduttive che forniscono conoscenza di validità generale. Per chiarire quanto appena affermato prendiamo come esempio gli *Elementi* (Στοιχεῖα) di Euclide, divisi in tredici libri e scritti ad Alessandria

intorno al 300 a.C. L'intero trattato, una sintesi delle conoscenze matematiche fino a quel tempo acquisite, raccoglie definizioni, assiomi, postulati, proposizioni e dimostrazioni matematiche. Una *definizione* contiene termini che hanno un significato univoco: un *assioma* asserisce una verità auto-evidente che è data per scontata; un *postulato* assume la verità di una proposizione senza dimostrazione ma, diversamente da un assioma, non è auto-evidente e può assumere che qualcosa esiste; una *proposizione* può essere un *teorema* o un *problema*. Un teorema è un enunciato condizionale; un problema, una volta risolto, prova l'esistenza di un'entità geometrica (Heath, 1908, pp. 117-119). Per esempio, la prima definizione del primo libro afferma che il punto è ciò che non ha parti. Netz descrive la *dimostrazione* come una costruzione i cui mattoni, che chiama "atomi di necessità", sono: i *punti di partenza*, ovvero tutte le asserzioni che non sono soggette ad argomento nel testo, e gli *argomenti*, catene di deduzioni (Netz, 1999, p. 168). Così, nel caso del problema rappresentato dalla proposizione 1 del libro primo, "costruire un triangolo equilatero su un segmento", la dimostrazione combina la definizione di cerchio e l'assioma della proprietà transitiva con implicazioni deduttive che seguono in maniera necessaria l'una dall'altra. Ovviamente la dimostrazione può essere molto più complicata di così, come quando le catene logiche s'interrompono, chiamano in causa un altro postulato o un altro argomento. Ma lo schema generale è quello appena descritto: dai punti di partenza, ovvero tutte le asserzioni che non sono soggette ad argomento nel testo, e dagli argomenti, catene di deduzioni, si traggono conclusioni che sono sia *necessarie* sia *generali* (per esempio, non valgono per uno specifico triangolo ma per tutti i triangoli che condividono la proprietà di essere retti). Il diagramma con le lettere è un elemento necessario della dimostrazione e per la sua comprensione. Basti pensare ad asserzioni in Euclide come "Sia una retta AB", oppure "i due cerchi s'incontrano nei punti A e B": il testo fa riferimento agli oggetti attraverso le lettere e lascia allo sguardo il compito di individuarli. Gli argomenti deduttivi, in sostanza, sono mediati attraverso *azioni* visuali. Lo *stile di pensiero della dimostrazione*, come lo ha chiamato Ian Hacking[7] (1982; 1992), non è quindi solo un modo di pensare ma anche di *agire*. È un modo di conoscere che fa uso delle pratiche della dimostrazione e dei suoi standard di verità, che introduce nuovi "oggetti" (astrazioni come il punto e la retta) e nuove proposizioni – per esempio, "Poligoni simili iscritti in cerchio stanno l'uno all'altro come i quadrati dei diametri" (Heath, 1908, p. 369) che non avrebbero valore di verità in un altro stile di pensiero (Hacking, 1982; 1992; Sciortino, 2016a; 2016b).

Secondo Reviel Netz, che ha ricostruito gli inizi della matematica greca sulla base della letteratura più recente, l'emergere della dimostrazione è stato un processo tutt'altro che graduale (1999, pp.

[7] "*Postulational style of reasoning*" o "*Deductive style of reasoning*" sono le locuzioni più spesso usate da Hacking per definire il modo di conoscere che fa uso del ragionamento deduttivo tipico della geometria e sopra descritto. Hacking parla anche di "*discovery of proof*", cioè di "scoperta della dimostrazione", riferendosi alla matematica greca.

272-274). La generazione di Socrate segnerebbe uno spartiacque: prima di essa, non troviamo alcuna figura intellettuale che faceva uso del metodo dimostrativo sopra esposto, e dopo troviamo una galassia di pensatori che oggi potrebbero definirsi matematici. I filosofi ionici, come ho spiegato, proiettarono la loro cosmologia in uno "spazio geometrico", ma fecero poco più di questo. E pochi oggi attribuirebbero a Talete un'opera matematica o l'uso della dimostrazione nell'ottenere i risultati che gli vengono attribuiti, come la misura dell'altezza della piramide di Cheope. La "loro matematica", come anche quella degli egiziani e dei babilonesi, per quanto sviluppata, era legata al caso specifico: la *generalità* ottenuta con la dimostrazione non era ancora emersa. Lo stesso dicasi per altri filosofi: l'immagine di Pitagora matematico è stata completamente demolita nel 1962 da Walter Burkert (1972 [1962]) e, per quanto riguarda il concetto di incommensurabilità, nessun pensatore nato prima di Socrate vi ha mai fatto riferimento (Knorr, 1975; Netz, 1999, p. 273). Zenone non espresse mai in una forma matematica i suoi argomenti, anche se questo fu fatto più tardi, e a partire da Aristotele. Di Anassagora matematico ci sono pochi indizi e alla descrizione del cosmo di Empedocle, prodotto dal combinarsi di quattro principi base eterni, manca un vero e proprio calcolo delle proporzioni. Ma, nota Netz, passata l'età di Socrate ritroviamo una moltitudine di pensatori autori di lavori matematici: Ippocrate di Chio, Enopide, Euctemone, Metone di Atene, Teodoro di Cirene, Ippia di Elide, Ippaso di Metaponto, Eurito e lo stesso Democrito per citarne solo alcuni, fino a Eudosso che scrisse la sua matematica nello stile di Euclide, quest'ultimo attivo attorno al 300 a.C., quando la dimostrazione geometrica toccò il suo apogeo.

Il fatto che chiunque tra quei matematici, una volta dimostrato un teorema della geometria, poteva potenzialmente dimostrare tutti gli altri, essendo in possesso dei metodi per farlo, spiega come mai lo stile di pensiero della dimostrazione sia letteralmente esploso nello spazio di una generazione. Ma che cosa rese possibile il suo emergere? Come si arrivò dagli argomenti deduttivi di Parmenide e Zenone alle dimostrazioni di Euclide? Se si prescinde per semplicità dalle pratiche della dimostrazione in geometria sopra descritte, si può dire che l'*argomentazione* e la *dimostrazione* sono entrambi ragionamenti, cioè successioni di enunciati collegati fra loro da inferenze. Ma mentre nel ragionamento dimostrativo le premesse sono assunte vere e indiscutibili e le inferenze sono codificate dalla logica, così che le conclusioni seguono in maniera necessaria, nel ragionamento argomentativo le premesse non sono assunte come vere e le regole inferenziali non hanno carattere di necessità stringente (Boniolo & Vidali, 2002, p. 6). Quindi la domanda che ci stiamo ponendo è: come si è arrivati dall'argomento alla dimostrazione? Ho già spiegato che, secondo Vernant e altri studiosi, con la nascita della *polis* greca "il discorso divenne lo strumento della vita politica della città". In questo senso, lo sviluppo di argomenti rigorosi in filosofia come quelli di Parmenide e Zenone, e lo sviluppo della dialettica che seguì, sono stati resi possibili da

un contesto di una società polemica in cui la discussione aveva un ruolo fondamentale. È lecito immaginare che il confronto verbale con gli avversari nella *polis* determinò un'esigenza di incontrovertibilità che la retorica da sola non riusciva a colmare. Questo è per esempio il pensiero di Geoffrey Lloyd, il quale ha sottolineato come mentre in Mesopotamia l'osservazione astronomica era una questione di importanza per lo stato, in Grecia mancavano istituzioni che avevano simili scopi intellettuali e che sarebbero state capaci di dare impiego stabile (2004, p. 17). Questa circostanza favorì l'aperta competizione tra cittadini e l'esigenza di argomenti rigorosi in filosofia e matematica che soddisfacessero standard di incontrovertibilità e andassero oltre la sola persuasione. Netz, in particolare, ha argomentato che la dimostrazione e le sue pratiche emersero come sviluppo della dialettica, come *il* paradigma di ciò che significava risolvere un conflitto di opinioni.

**6. Caos, ordine e dimostrazione**

Si potrebbe dire che la dimostrazione fu una scoperta, nel senso che una comunità di persone trovò un nuovo modo di conoscere che si basava su certe pratiche e su particolari capacità cognitive. Non è esagerato dire che il pensiero occidentale ne restò condizionato almeno fino a Galilei: la dimostrazione matematica restò fino ad allora lo standard della "vera conoscenza". Questa ossessione è già visibile in Platone (428/427 a.C.-348/347 a.C) e Aristotele (384/383 a.C.-322 a.C), i cui archi di vita si sovrappongono a quello di Eudosso e precedono all'incirca di una generazione Euclide. Le loro risposte al problema caos-ordine sono influenzate dall'ideale di un sapere puramente deduttivo. Il mondo delle Forme fu pensato da Platone sul modello delle verità della geometria che hanno il carattere della *generalità*, cioè non concernono questo o quello specifico cerchio o triangolo, ma la "circolarità" o la "triangolarità". Sebbene gli enti matematici non s'identifichino esattamente con le Forme, ne condividono l'immutabilità ed eternità, una caratteristica che manca alle cose del mondo sensibile. La cosmogonia venne in aiuto a Platone per spiegare il divario tra il mondo delle Forme e quello delle cose sensibili: il Demiurgo impose ordine alla materia informe e disordinata che si oppose ai tentativi di essere trasformata nella perfetta replica dell'originale intelligibile. Il Χάος dei presocratici divenne così la materia informe e disordinata; e l'ordine quello dei modelli intellegibili imposti alla materia attraverso le figure geometriche e i numeri.

Aristotele, da parte sua, affermò che la vera conoscenza è quella che può essere dimostrata da principi primi di cui possiamo essere certi. Questi principi sono anche le cause dei fenomeni. Servendoci dei primi spieghiamo questi ultimi. Dunque, con Aristotele deduzione e causalità si saldano. Lo stile di pensiero della dimostrazione si traduce in uno stile di spiegazione dei

fenomeni naturali che consiste nella ricerca del minor numero di semplici premesse e nella deduzione delle loro implicazioni. Logica, causalità e linguaggio, per noi domini distinti, non lo sono per Aristotele. La logica specifica le forme di deduzione valide in base alle quali trarre conclusioni dai principi primi. La causalità analizza le cause e le loro conseguenze. Il linguaggio esprime le relazioni tra le cose nella forma soggetto-predicato. Così, la conoscenza di una verità su X consiste nel dedurla da premesse che sappiamo essere vere, provando in questo modo, attraverso un argomento deduttivo valido, che quella verità segue in maniera necessaria. Questo si può fare con il linguaggio formulando chiaramente le definizioni, in modo che esse esprimano l'essenza delle cose, e usando il ragionamento deduttivo. E se tutto è fatto correttamente la relazione soggetto-predicato e causa-effetto si implicano vicendevolmente. Così, nel *De caelo* (2.3-4), Aristotele presentò la dimostrazione che i corpi celesti devono muoversi su orbite circolari: i cieli appartengono a Dio, i movimenti di Dio sono eterni, allora i corpi celesti seguono un movimento circolare, essendo quest'ultimo eterno. In maniera simile dedusse che la Terra deve essere sferica e al centro dell'universo. L'eternità dei movimenti celesti implica l'incorruttibilità delle sostanze celesti. Ma a sua volta la circolarità continua del moto dei cieli implica la costante traduzione in atto della materia celeste e dunque un motore immobile *eternamente* attivo. In ultima analisi, per Aristotele la cosmologia (e la conoscenza in generale) consiste in un corpo di verità connesse da deduzioni. Siccome in principio ogni premessa richiederebbe un'ulteriore deduzione, e ciò implicherebbe un *regressus in infinitum*, sostenne che ci devono essere verità auto-evidenti, per esempio la legge di non contraddizione. Una generazione dopo, Euclide realizzò in geometria ciò che Aristotele aveva sperato di compiere con l'universo intero. Gli *Elementi* realizzavano l'*ordine* del cosmo in una sua rappresentazione.

**Bibliografia**

Boniolo, G., & Vidali, P. (2002). *Strumenti per ragionare*. Bruno Mondadori.

Burkert, W. (1972 [1962]). *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism*. Harvard University Press.

Burnet, J. (1920). *Early Greek Philosophy*. A & C Black.

Cerri, G. (2017). The Concept of 'Matter' in Archaic Greece, 1: Khaos/Aèr in Hesiod's Theogony. *Peitho / Examina Antiqua*, 8 (1), 53-79.

Cornford, F.M. (1952). *Principium sapientiae. The origins of Greek Philosophical Thought*. Cambridge University Press.

Couprie, D.L., Hahn, R., & Naddaf, G. (2003). *Anaximander in Context: New Studies in the Origins of Greek Philosophy*. State of University of New York Press.

Diogene Laerzio. (1987). *Vite e dottrine dei più celebri filosofi*. Bompiani.

Enriques, F. (1987 [1922]). *Per la storia della logica. I principii e l'ordine della scienza nel concetto dei pensatori matematici*. Zanichelli.

Erodoto. (2007). *Storie*. Mondadori.

Esiodo. *Teogonia*. http://www.icyte.com/saved/bifrost.it/720119

Feyerabend, P. (2009). *Philosophy of Nature*. Polity.

Hacking, I. (1982). Language, Truth and Reason. In M. Hollis & S. Luckes (a cura di), *Rationality and Relativism* (pp. 48-66). Blackwell.

Hacking, I. (1992). 'Style' for Historians and Philosophers. *Studies in History and Philosophy of Science*, 23 (1), 1-20.

Hacking, I. (2014). *Why is there a Philosophy of Mathematics at all?*. Cambridge University Press.

Heath, T.L. (1908). *The Thirteen Books of Euclid's Elements*. Cambridge Press.

Kahn, C.H. (1994 [1960]). *Anaximander and the Origins of Greek Cosmology*. Hackett.

Kirk, G.S., Raven, J. E., & Schofield, M. (1957). *The Presocratic philosophers*. Cambridge University Press.

Knorr, W.R. (1975). *The Evolution of the Euclidean Elements*. Reidel Publishing.

Lloyd, G.E.R. (2004). *Ancient Worlds, Modern Reflections: Philosophical Perspectives on Greek and Chinese Science and Culture*. Clarendon Press.

Naddaf, G. (1998). On the Origin of Anaximander's Cosmological Model. *Journal of the History of Ideas*, 59 (1), 1-28. doi:10.2307/3654052

Netz, R. (1999). *The Shaping of deduction in Greek mathematics: A study in cognitive history*. Cambridge University Press.

Popper, K. (2005 [1963]). *Conjectures and Refutations*. Routledge.

Rovelli, C. (2012). L'eredità di Anassimandro. *Prometeo*, 30 (118), 6-15.

Russo, L. (2015). *Stelle, atomi e velieri*. Mondadori.

Sciortino, L. (2016a). On Ian Hacking's Notion of Style of Reasoning. *Erkenntnis*, 1-22.

Sciortino, L. (2016b). Styles of Reasoning, Human Forms of Life, and Relativism. *International Studies in the Philosophy of Science*, 30 (2), 165-184.

Vernant, J.-P. (1982 [1962]). *The Origins of Greek Thought*. Cornell University Press.

Vernant, J.-P. (1996 [1965]). *Mythe et pensée chez les Grecs*. La Découverte.