

Atti

DELLA ACCADEMIA ROVERETANA DEGLI AGIATI

CCLXXIII ANNO ACCADEMICO

2023 ser. X, vol. V, B

Classe di Scienze matematiche, fisiche e naturali



SCRIPTA EDIZIONI

Manuela Valle

Galileo e il Demiurgo. Gli esperimenti mentali nell'indagine dei fenomeni naturali

ABSTRACT: In the context of the much broader and more complex question of Galilean Platonism, the aim was to highlight the possible continuities between the method employed by Galileo and the *Timaeus*.

In the *Timaeus* it is possible to find: 1) compared to the *Republic*, a renewed – as well as material – valorization and investigation of sight; 2) no longer only the attribution to mathematics of an anabatic function, of exit from the “cave” towards the world of ideas, but also a katabatic function, of return, in order to understand the sensible world; 3) the use of thought experiments as a tool to use in the investigation of natural phenomena.

Greater attention has been given to this last possible element of continuity. The thought experiment of the gravitational spheres, has been chosen as a term of comparison among the many possible examples. This is set up in the *Discorsi*, to refute part of the Aristotelian arguments, which similarly contested the existence of the vacuum, deduced from the text of *Physics*, book IV, to which we returned. Both Plato and Galileo seem confident in the cognitive gain that the thought experiment entails in the investigation of nature. Aristotle, not so much.

KEY WORDS: Galileo, Plato, Galilean Platonism, Aristotle, *Timaeus*, thought experiment, gravitational spheres.

RIASSUNTO: Nel contesto della ben più ampia e complessa questione del platonismo galileiano, si è inteso mettere in evidenza le possibili continuità tra il metodo impiegato da Galilei e il *Timeo*. Nel dialogo platonico è possibile riscontrare: 1) una rinnovata, rispetto alla *Repubblica*, valorizzazione e indagine – anche materiale – della vista; 2) l'attribuzione alla matematica non più solo di una funzione anabatica, di uscita dalla “caverna” verso il mondo delle idee, ma anche catabatica, di ritorno, al fine di comprendere il mondo sensibile; 3) l'impiego degli esperimenti mentali come strumento al quale ricorrere nell'indagine dei fenomeni naturali. È a quest'ultimo possibile elemento di continuità che si è data maggior attenzione, scegliendo, quale termine di confronto, tra

Manuela Valle, dottore di ricerca in filosofia, è insegnante di storia e filosofia presso il liceo A. Rosmini di Rovereto e collabora con l'Università di Trento all'insegnamento di storia della filosofia antica. Per Loffredo ha pubblicato *Un'antica discordia. Platone e la poesia: Ione, Simposio, Repubblica, Sofista*. È socio e consigliere dell'Accademia roveretana degli Agiati. Il suo ambito di ricerca sono Platone e il platonismo. Manuela.valle@unitn.it

i molti esempi possibili, l'esperimento mentale delle sfere gravitazionali, allestito, nei *Discorsi*, per confutare parte degli argomenti aristotelici, che, a loro volta, contestavano l'esistenza del vuoto, desunti dal libro IV della *Fisica*, al cui testo si è fatto ritorno. Sia Platone che Galilei paiono fiduciosi del guadagno cognitivo che, nell'indagine sulla natura, l'esperimento mentale comporta. Non altrettanto Aristotele.

PAROLE CHIAVE: Galileo, Platone, platonismo galileiano, Aristotele, *Timeo*, esperimento mentale, sfere gravitazionali.

«Ma dove manca la sensata osservazione,
si deve supplir col discorso»
(*Discorsi*, OG 8, 105)

Nel libro VII della *Repubblica*, Platone indica, come quarta disciplina atta all'educazione dei suoi governanti-filosofi¹ l'astronomia, «un'astronomia cieca»: ²

«Io comunque non posso pensare che vi sia altro sapere che indirizzi verso l'alto lo sguardo dell'anima, se non quello che verte su ciò che è e sull'invisibile. Ma se uno vuole studiare qualcuna delle cose sensibili, che la si osservi in alto a bocca spalancata o in basso tenendola chiusa, io affermo che egli non ottiene nessuna conoscenza, perché non c'è scienza per nessuna di simili cose, e che la sua anima non in alto ma in basso rivolge lo sguardo, anche se si studia nuotando sul dorso, in terra o nel mare. [...] Queste decorazioni che adornano il cielo, proprio perché ricamate nell'ambito visibile, vanno considerate le più belle e le più esatte fra le cose di tale ambito, ma anche di gran lunga carenti riaspetto a quelle vere. [...] Tutto questo si può afferrare con il pensiero razionale, non con la vista»: (529b-d).

Coerentemente al rigore con il quale Socrate descrive, alla fine del libro VI, la celebre metafora della linea, poiché sul mondo sensibile non è possibile scienza (*episteme*) ma solo opinione (*doxa*), l'astronomia, per dirsi scienza, dovrà essere riformata, allontanandosi o rinunciando alla mera osservazione della volta celeste.³ La vista dovrà cedere il passo al pensiero razionale, l'uni-

¹ La critica discute in merito all'identificazione dei destinatari del progetto educativo tracciato nel VII libro della *Repubblica*: c'è chi sostiene sia propriamente rivolto ai governanti della *kallipolis* o ai componenti dell'Accademia.

² M. Vegetti, Platone. *La Repubblica*, V, Napoli 2003, p. 29. Inoltre, F.F. Repellini, *Astronomia e armonica*, in Vegetti 2003, p. 543: «Dunque l'astronomia platonicamente utile è un'astronomia dell'invisibile».

³ Repellini è netto nell'assegnare all'osservazione dei fenomeni celesti un'importanza residuale. Ivi, p. 556: «[L'astronomo platonico] pensa i moti visibili come manifestazioni imperfette di moti soddisfacenti condizioni che ne fanno degli oggetti intelligibili: moti nel vero numero e nelle vere

co in grado di tendere a ciò che sta veramente "in alto". Le stelle e i pianeti adornano il cielo, ma i loro movimenti, pur belli, anzi i più belli del mondo sensibile, sono ridotti al rango di ricami (*pepoikiltai*), la cui futilità evoca la carenza ontologica che li contraddistingue.

Se le parole che Platone rivolge all'astronomia fossero solo queste ben difficilmente avrebbero potuto ispirare le ricerche astronomiche di Galileo. Eppure, sono numerose le attestazioni di "platonismo" rispetto all'opera dello scienziato pisano. Koyré ne è convinto a tal punto da scrivere: «Io ho chiamato Galileo un platonico e credo che nessuno dubiterà che lo sia».⁴ Molti, effettivamente, sono di questo parere, benché, a partire dalla seconda metà del novecento, si sia diffusa un'altra corrente interpretativa, promossa, tra gli altri, da Geymonat,⁵ che avvicina la ricerca scientifica galileiana all'aristotelismo, per l'importanza assunta dall'esperienza o, come Minazzi,⁶ all'archimedismo, per l'apporto dato dai tecnici e dalla tecnica. Vi è infine chi rifiuta qualsiasi connessione tra la ricerca galileiana e la tradizione antica.⁷ Un lavoro sistematico in merito al platonismo galileiano esula dagli scopi della presente comunicazione. Occorrerebbe, tra l'altro, prima chiarire che cosa si intenda per platonismo,⁸ a quale Platone ci si riferisca, quale fosse quello inteso da Galilei, quale il dibattito e gli studi che lo possano aver influenzato.⁹ Quindi,

figure prodotti dalla composizione della reale velocità e la reale lentezza». Lo studioso conclude il saggio sottolineando come la celebre espressione "salvare i fenomeni", non rientri nel corpus platonico: si tratta di una testimonianza di Simplicio che mal si concilia con l'indifferenza platonica verso i fenomeni. «Se, andando oltre ciò che Platone dice, si vuole pensare a una salvezza, allora questa riguarda non tanto i fenomeni (di cui sarebbe la conservazione) ma l'assunto che i moti visibili sono bellissimi», Ivi, pp. 562-563. *Contra* A. Mourelatos, *Astronomy and Kinematics in Plato's Project of Rationalist Explanation*, «Studies in History and Philosophy of Science», XII, 1981, pp. 1-32, secondo il quale l'osservazione può e deve controllare e validare il modello geometrico.

⁴ A. Koyré, *Introduzione a Platone*, Firenze 1973, p. 164.

⁵ L. Geymonat, *Galileo Galilei*, Torino 1969.

⁶ F. Minazzi, *Galileo "filosofo geometra"*, Milano 1994.

⁷ Per una presentazione e discussione della bibliografia connessa al platonismo di Galilei rinvio al contributo di De Caro, *Galileo e il platonismo fisico-matematico*, in *Il platonismo e le scienze*, a cura di R. Chiaradonna, Roma 2012, pp. 123-142.

⁸ Si tratta di una premessa più volte ribadita. La necessità risulta evidente, ed è peraltro riconosciuta dal loro stesso autore, alla lettura di frasi quali: «Possiamo considerare questo un tratto decisamente antiplatonico inserito in una concezione riconoscibilmente platonica; ma dobbiamo ulteriormente notare, di nuovo platonicamente, che il sensibile è a sua volta sdoppiato nella quantità a cui lo abbiamo ridotto e nel suo inaffidabile apparire», A. Ferrarin, *Galilei e la matematica della natura*, Pisa 2014, p. 70

⁹ Per una disamina dell'ambiente culturale tardo rinascimentale nel quale si è formato Galilei cfr. P. Galluzzi, *Il "platonismo" del tardo Cinquecento e la filosofia di Galilei*, in *Ricerche sulla cultura dell'Italia moderna*, a cura di P. Zambelli, Roma-Bari 1973, pp. 37-79, nel quale si espongono e discutono i contributi di Piccolomini, Barozzi, Clavio, Biancani e soprattutto Mazzoni.

si porrebbe l'ulteriore problema di confrontare il lascito platonico con quello aristotelico, nuovamente chiedendosi quale fossero i testi aristotelici, la loro specifica interpretazione e se questi nascondessero o meno un ulteriore bersaglio polemico. Ciò che mi prefiggo è, invece, aggiungere solo un tassello, che andrebbe in altra sede contestualizzato. Cercherò qui di mostrare come non possano essere trascurate le discontinuità presenti nella produzione dialogica di Platone e, ammesso che il *Timeo* sia il dialogo nel quale Galilei può aver trovato maggiori suggestioni, individuarle non solo, o non tanto, nei contenuti quanto nel metodo. Non v'è dubbio che può sembrare eversivo cercare in Platone le tracce del metodo scientifico utilizzato, se non teorizzato, da Galilei. La citazione della *Repubblica* dalla quale sono partita è là a testimoniare: gli astronomi di Platone, o meglio, i filosofi che si occupassero di astronomia non si curerebbero delle "sensate esperienze", tantomeno sentirebbero l'esigenza di perfezionare la loro vista con l'uso del cannocchiale.¹⁰ Eppure tra i testi di Platone, nel *Timeo* in particolare, è possibile riscontrare: 1) una rinnovata, rispetto alla *Repubblica*, indagine e valorizzazione della vista; 2) l'attribuzione alla matematica non più solo di una funzione anabatica ma anche catabatica (la matematica, e in particolare la geometria, diventano ora importanti non per l'uscita dalla caverna e l'accesso al mondo ideale ma per tornare nella stessa con un bagaglio di conoscenze superiore a quello umbratile dei prigionieri); 3) l'impiego degli esperimenti mentali come strumento al quale ricorrere nell'indagine dei fenomeni naturali. È a quest'ultimo punto che dedicherò maggior attenzione, visto l'ampio ricorso che ad essi fece lo stesso Galilei. Uno di essi, forse il più celebre, noto come quello delle sfere gravitazionali e ricompreso nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti alla meccanica ed i movimenti locali* mi consentirà, infine, di accennare al confronto con Aristotele e i suoi peculiari esperimenti mentali, impiegati in uno scorcio del IV libro della *Fisica* per confutare l'esistenza del vuoto.

Che il *Timeo* venga presentato, sulla scena del teatro platonico, come una ripresa e continuazione dei discorsi che si tennero a casa di Cefalo è evidente. «Uno, due, tre: ma dov'è il quarto, mio caro Timeo, tra gli invitati al mio banchetto di ieri, che ora a loro volta me ne offrono uno? [...] Ieri il punto capitale dei discorsi pronunciati da me sulla costituzione cittadina era più o

¹⁰ Se le matematiche entrano nel curriculum educativo dei filosofi ciò avviene a patto di emendarle dall'osservazione empirica e dalla percezione sensoriale, dal ricorso a strumenti e rappresentazioni grafiche e da qualsiasi destinazione pratica. Per questo il telescopio, che amplifica i sensi, può essere considerato la materializzazione di un incubo di Platone (cfr. Ferrarin 2014, p. 51).

meno questo, quale in tutta chiarezza mi paia essere ottima e quali uomini comprenda» (17 a-c). Tuttavia, sono probabilmente trascorsi vent'anni tra la composizione dei due dialoghi¹¹ e l'ironia con la quale, nella finzione scenica, decenni sono diventati un giorno potrebbe celare e al contempo rivelare lo "sciame di discorsi"¹² che la *Repubblica* ha sollevato in Accademia. Rispetto a tali discussioni il *Timeo* può essere considerato come un tentativo di risposta e di rielaborazione. Così è per il discorso di Crizia che dà, o finge di dare, una collocazione storica alla *kallipolis*. Quanto al lungo monologo assegnato a Timeo, esso è, globalmente inteso, un discorso sulla natura, sul cosmo e sulla sua nascita,¹³ dunque un tentativo di pensare e di parlare di quello che, stando alla *Repubblica* e alla già citata metafora della linea, per costituzione ontologica sfugge alla ricerca scientifica. Ciò può accadere a determinate condizioni, se e perché, Platone ha nel frattempo, non stravolto, ma certamente ripensato e riformulato metodi e strumenti della conoscenza e della sua comunicazione.

Innanzitutto, la vista. Come metafora della conoscenza essa è ampiamente attestata nell'intera produzione dialogica¹⁴ ma nel *Timeo* è valorizzata in sé. Nel suo racconto Timeo immagina che la componente razionale e divina dell'anima umana sia formata dal demiurgo a partire dagli ingredienti residuali dell'anima cosmica, mentre spetta agli dei da lui stesso generati e suoi collaboratori intrecciare le componenti immortali con quelli mortali. È in questa delicata congiunzione della componente divina con quella corporea dell'uomo che fanno la loro comparsa, oltre al desiderio, al piacere, al dolore e alla paura, l'insieme delle percezioni, tra le quali occupa una posizione

¹¹ Benché G.E.L. Owen, *The place of the Timeus in Plato's dialogues*, «Classical Quarterly», 3, 1953, pp. 79-95, lo contesti, è ampiamente riconosciuta la collocazione del *Timeo* tra i dialoghi tardi. Così ad esempio Fronterotta, Platone. *Timeo*, a cura di F. Fronterotta, Milano 2003, p. 21, che lo ritiene composto tra il 360 e il 350 a.C. Per la data di composizione della *Repubblica* cfr. M. Vegetti, *Introduzione*, in Platone. *La Repubblica*, Milano 2006, p.9, che prende in considerazione l'ipotesi più stretta (375-370 a.C.) e quella più larga (390-370).

¹² *Repubblica*, 450b

¹³ F. Ferrari, *Introduzione*, in Platone. *Timeo*, a cura di F.M. Petrucci, Milano 2022, p. CXXII, dimostra come il discorso di Timeo, pur restando una cosmologia, abbia un'immediata finalità etica: «il racconto della generazione e della struttura dell'universo e dell'uomo ha l'evidente scopo di mostrare come il primo sia un'entità razionale, ordinata e addirittura divina, e possa dunque costituire un modello per il comportamento morale dell'uomo». Secondo Vegetti, *Quindici lezioni su Platone*, Torino 2003², pp. 232-237, la cosmologia del *Timeo* risponde ad un'esigenza ontologica: si tratta di un tentativo grandioso e visionario di applicare la teoria delle idee ad un ambito, quello della natura e del mondo, estraneo rispetto a quelli nei quali essa si era formata (l'etica, l'epistemologia matematica, la prassi politica).

¹⁴ «La raffigurazione metaforica della conoscenza come visione [...] è una caratteristica costante del pensiero e del linguaggio teorico di Platone», Vegetti 2006, p. 150 e nota n. 159.

prevalente la vista. Essa assume un valore contemporaneamente esemplare e straordinario.

È esemplare perché la spiegazione della sua formazione è ricondotta a due tipologie causali. Della vista, come di tutti i fenomeni, occorre considerare le cause materiali, meccaniche che li determinano e lo scopo che ad essi soggiace. Se delle prime Timeo contesta il fatto che vengano sopravvalutate da parte dei più (cfr. 46d), ciò non significa che vadano trascurate: «bisogna enunciare entrambi i generi di causa» (46e). Si prodiga, infatti, nel tentativo di mostrare intanto come dal punto di vista fisico abbia origine la vista. Ierodiakonou¹⁵ lo illustra nel dettaglio, a noi basti ricordare che essa si basa sul principio per cui il simile è conosciuto dal simile. Durante il giorno, dunque mediato dalla presenza della luce, il fuoco puro che è in noi esce percorrendo il bulbo oculare e incontra le particelle ignee presenti in tutti i corpi e da queste emesse (cfr. 45b-46a). Correlate alla teoria della visione sono le considerazioni che Timeo avanza in merito alle immagini oniriche, ai riflessi e ai colori. Questi ultimi, in particolare, vengono distinti in primari e secondari e le loro differenze specifiche ricondotte a caratteristiche fisico-geometriche: la presenza o meno di determinati solidi e la proporzione della loro mescolanza.¹⁶ Torneremo a breve sul contributo fondamentale che la matematica offre alla comprensione del mondo, ciò che preme al momento sottolineare sono l'ampiezza della spiegazione "fisica" proposta da Timeo e il fatto che intenda radicare il fenomeno della visione in una dinamica oggettiva. La vista non è indagata per mostrare il suo carattere ingannevole e fallace ma per dire (anche) come essa funzioni e riconoscendone l'attendibilità.¹⁷

Ciò peraltro non basta: benché ampio sia il contributo dato in merito alle cause fisiche, per Timeo «concause» (46c), le sue «cause» (47a) sono altre e sono da individuare nelle finalità per le quali agli uomini è dato di vedere. È così che la vista si rivela, oltre che esemplare, anche straordinaria. «La visione del giorno e della notte, dei mesi e del volgere degli anni, ha congegnato il numero e ci ha conferito la concezione del tempo e la ricerca della natura dell'universo: a partire da questi siamo venuti in possesso del genere della filosofia, rispetto a cui nessun bene maggiore mai venne né giungerà al ge-

¹⁵ K. Ierodiakonou, *Plato's Theory of Colours in the "Timeus"*, «Rhizai», 2, 2005, pp. 219-233.

¹⁶ Petrucci 2022, p. 396, nota al passo 68b5-d7.

¹⁷ Che la vista sia attendibile non significa che essa sia perfetta. Il discorso che sulla vista verte può arrivare fino ad un certo punto nella conoscenza dei colori secondari: può ipotizzare che essi derivino dalla mistione di altri colori ma non può stabilire con esattezza la quantificazione di tali mistioni. Peraltro, ciò non è precluso in assoluto, solo agli uomini: gli dei infatti sono in grado di farlo (cfr. 68d).

nera mortale come dono degli dei» (47a-b). La filosofia, dunque, come il discorso che Timeo sta componendo (47a), non avrebbe potuto originarsi se gli uomini non avessero contemplato il cielo e la regolarità dei moti astrali. È osservando i moti circolari e uniformi degli astri¹⁸ che l'uomo può rendere più regolare e più vicina all'anima cosmica quella individuale. Anche la postura eretta, collocando la testa nella posizione più adatta per osservare gli astri, pare collaborare all'espletamento di tale funzione.¹⁹ E tuttavia la vista, pur essendo necessaria, non è condizione sufficiente al diventare filosofi: la generazione degli uccelli lo testimonia. Tali, infatti, sono diventati coloro che «pur essendo dediti all'osservazione dei fenomeni astrali, ritengono, per semplicità di spirito, che le dimostrazioni più salde su di essi siano prodotte attraverso la vista» (91e).

Possiamo a questo punto, quanto alla vista, concludere che, a differenza di quanto emerge dalla *Repubblica*, l'invito nel *Timeo* non sia più volto a promuovere un'"astronomia cieca": la vista è ora non solo indagata (anche) nelle sue componenti materiali di funzionamento, ma soprattutto è considerata strumento prezioso, anzi necessario alla filosofia, benché ad essa non ci si debba limitare e non sia in sé sufficiente. Si tratterà allora di capire quali siano «le dimostrazioni più salde», quale sia l'ulteriore strumento sul quale fondare il processo conoscitivo.

Le matematiche nei dialoghi di Platone sono ancora sprovviste di un nome comune. Solo a partire da Aristotele verranno definite "scienze matematiche" o "matematica".²⁰ A dispetto del fatto che manchi ancora un nome comune, nella *Repubblica* vengono presentate come «sorelle» (VI 510c5, 511b2; VII 530d8): sono strettamente imparentate, hanno natura affine e nel loro insegnamento e studio consiste la prima parte dell'educazione dei filosofi. A patto di emendarle dal ricorso alla percezione sensibile, come poc'anzi indicato a proposito dell'astronomia, esse rendono effettivo il passaggio da ciò che appare, nasce e perisce a ciò che è ed è sempre. Sulla loro forza anabatica Platone è netto: «Essi soltanto offrono gli strumenti concettuali indispensabili per un processo astrattivo-idealizzante che consenta di abbandonare gli equivoci della percezione sensibile in direzione dell'ordinata trasparenza onto-epistemologi-

¹⁸ Eventualmente ricorrendo anche a strumenti che le riproducano come le sfere armillari (40d).

¹⁹ Petrucci 2022, p. 312, nota al passo 44d8-45a5.

²⁰ Cfr. E. Cattanei, *Le matematiche al tempo di Platone e la loro riforma*, in Vegetti 2003, p. 474, nota 1.

ca del piano delle “idee”». ²¹ Ora è possibile che, oltre a svolgere questo importante ruolo nella conversione dello sguardo verso ciò che è, le matematiche possano fungere da mediazione anche nel processo inverso: quando il filosofo è impegnato non più nell’anabasi ma nella catabasi, quando, pur costandogli fatica e rischiando la disapprovazione generale, ritorna nella caverna. Se nella *Repubblica* la necessità del rientro è evocata prevalentemente dal punto di vista politico: è per reggere la città che i filosofi sono stati generati e vengono costretti, dopo opportune giustificazioni, a rientrare; nondimeno l’ingiunzione che ad essi viene rivolta è ad abituarsi nuovamente alle tenebre per comprendere in modo infinitamente migliore, rispetto ai prigionieri, gli idoli della caverna: «le immagini oscure [...] le vedrete mille volte meglio di quelli di laggiù, e di ognuna delle immagini saprete che cos’è e cosa rappresenta» (520c).

Tale invito nella *Repubblica* non ha seguito: comprendiamo che la dialettica è “scienza regia” nel duplice senso che tale locuzione ha: colta la verità dei valori il dialettico è l’unico autorizzato a governare, colto il nesso tra le scienze e il bene, è l’unico in grado di giustificare il valore della verità. ²² Ma se della fondazione della città più bella la *Repubblica* offre ampia testimonianza, poi ripresa e rielaborata nel *Politico* e nelle *Leggi*, come si compia il rientro nella caverna in merito agli altri saperi resta un invito al momento non compiuto. Come le ombre possano essere “viste meglio” in questo dialogo non è dato sapere, mentre il *Timeo* costituisce il racconto che lo rende possibile e pensabile. La matematica che nella *Repubblica* consentiva allo sguardo di volgersi all’insù, verso ciò che è, è ora strumento prezioso per tentare una comprensione del divenire e della sua relazione con ciò che è e con il bene. Aritmetica, geometria, stereometria, astronomia, armonia non sono più strumenti attraverso i quali allontanarsi dal mondo sensibile, sono ciò attraverso cui è possibile tornare a vederlo e comprenderlo.

La loro presenza all’interno del *Timeo* è continua: per gli scopi della presente comunicazione, ci basti prendere in considerazione uno dei passaggi più significativi del dialogo, allorché aria, acqua, terra e fuoco per essere “visti meglio” in sé e nelle loro reciproche trasformazioni vengono ricondotti alla loro composizione geometrica. Timeo, quando inizia a parlare degli elementi, ci avvisa che essi non debbano essere considerati originari: non sono lettere e nemmeno sillabe dell’universo (cf. 48 b-c). Pur confidando nella nostra formazione pregressa, sa che quello che si appresta a fare è «un discorso incon-

²¹ Vegetti 2003, p. 28.

²² Cfr. M. Vegetti, *Discutere: la “potenza della dialettica”*, in Vegetti 2003², pp. 175-185.

suetto» (cfr. 53c), che deve permetterci di vedere meglio e diversamente ciò a cui siamo abituati. L'affinamento delle nostre facoltà non può che essere graduale, per questo Timeo struttura il suo discorso partendo dall'opinione comune e procede poi per step progressivi²³ di complessità e precisione sempre maggiore. «In primo luogo, ciò che oggi ha per noi il nome di acqua (*onomakamen*), quando ci pare attraversare un processo di condensazione lo vediamo (*horomen*) diventare pietre e terra» (49b) o di rarefazione e allora lo vediamo e lo diciamo aria e quando essa si riscalda lo vediamo e lo diciamo fuoco. Così facendo, però, non approdiamo a nulla di stabile, diciamo «questo» ciò che invece è uno stato transitorio della materia, una qualità che essa temporaneamente assume (cfr. 49d-e).²⁴ Per dire e vedere meglio occorre considerarli alla luce della loro costituzione geometrica: poiché sono dei corpi essi devono essere composti di solidi e questi, a loro volta, non possono che essere originati da figure piane, identificate nei triangoli rettangoli isosceli e scaleni.

La terra è associata al cubo, l'acqua all'icosaedro, l'aria all'ottaedro, il fuoco al tetraedro. Ulteriormente, le loro superfici sono dapprima ricondotte al quadrato e al triangolo equilatero e, infine, al triangolo rettangolo isoscele chiamato a formare il cubo e il triangolo rettangolo scaleno presente in tutti gli altri poliedri regolari. La loro composizione geometrica consente non solo di identificarli ma anche di comprendere la loro trasformazione reciproca: poiché acqua, aria e fuoco si compongono dello stesso triangolo fondamentale possono trasformarsi gli uni negli altri, mentre la terra, associata essa sola al triangolo rettangolo isoscele, può solo venir decomposta e ricomposta. Ancora, è sempre alla luce della loro configurazione geometrica che è possibile distinguere in essi ciò che è più soggetto a mutabilità, come il fuoco, e ciò che lo è sempre meno, l'aria, l'acqua e infine la terra.

Prima di passare alla descrizione dei corpi composti e al loro comportamento, Timeo ha cura di precisare che i solidi elementari, a causa della loro dimensione, non possono esser percepiti: «bisogna per certo concepire tutte queste forme così piccole che nessuna singola parte individuale di ciascun genere sia visibile a noi per la sua piccolezza, mentre le masse prodotte dal conglomerarsi di molte parti sono accessibili alla vista» (56 b-c). Dal passo

²³ Si notino, a titolo di esempio, le seguenti espressioni: «Ma descriviamo ora meglio ciò che prima è stato detto in modo oscuro» (54b); «Avanti, ragioniamo ancora su di essi così» (56e). Non lo seguirò in tutte le sue fasi ma solo nel suo sviluppo complessivo, trascurando l'ampia digressione relativa al ricettacolo e alle sue caratteristiche.

²⁴ Il passo presenta notevoli problemi di carattere sintattico ed è stato variamente interpretato. Per una puntuale discussione in merito rinvio all'esame svolto da Petrucci 2022, p. 329, nota a 49b 7-e4.

ricaviamo una conferma della preminenza dello strumento matematico-geometrico rispetto a quello percettivo, ma non certo la fuga verso un mondo ideale o l'abbandono di quello fisico. L'invito non è, o non è più, a chiudere gli occhi verso il mondo sensibile rifugiandosi nella forza d'astrazione della matematica. Occorre "vedere meglio", questo sì, integrando il dato percettivo con quello geometrico-matematico: "vedere meglio" l'acqua, l'aria, la terra e il fuoco, e i corpi da questi derivati, pensandoli come un conglomerato di solidi. La matematica non è alternativa alla percezione, la integra e la migliora, rendendo possibile il discorso che verte sui processi generativi. «Non c'è nulla di astruso nel ragionare ancora sugli aspetti rimanenti relativi ad oggetti di questo tipo», si tratta di «un gioco», rispetto alla serietà e all'impegno profuso nei discorsi in merito a ciò che è sempre, eppure esso è «moderato e intelligente» e procura «un piacere che non dà rimorsi» (59 c-d).

Perché la matematica è in grado di farlo? Perché integra e perfeziona la vista, perché rende pensabile e dicibile il mondo del divenire? O, almeno, in che modo riesce a farlo? La questione relativa allo statuto degli oggetti matematici nella filosofia di Platone è complessa e non risolta: vi è chi tra gli studiosi attribuisce ai numeri e alle figure geometriche una funzione prevalentemente epistemologica, mentre altri li considerano dotati di un peculiare statuto ontologico;²⁵ e, inoltre, tra costoro, vi è chi ritiene che gli enti fisici siano intrinsecamente matematici e chi, invece, ritiene che le entità matematiche siano preternaturali, siano svincolate dal mondo fisico o comunque li collocano tra il mondo sensibile e le idee. Diventa di conseguenza difficile stabilire affinità e differenze tra la concezione platonica e quella galileiana della matematica, proprio perché anche sulla prima i dubbi persistono.²⁶ Mi sembra comunque non eludibile il fatto che la comprensione del divenire per essere debba farsi matematica. Il mondo, stando al *Timeo*, potrebbe essere matematico in sé oppure potrebbe essere semplicemente interpretato in termini matematici,²⁷ e la differenza tra le due prospettive non è di poco

²⁵ Repellini assegna alle matematiche uno statuto intermedio nella sequenza ascendente della linea, mentre Trabattoni e Vegetti attribuiscono al campo matematico una funzione "esemplificativa", cfr. Vegetti 2003, p. 32. Rashed articola su più livelli la condizione ontologica mediana degli enti matematici, *Il Timeo: negazione del principio di necessità condizionale*, in Chiaradonna 2012, p. 74-77.

²⁶ Così, a titolo d'esempio, ritiene Ferrarin 2014: per Platone, e vengono citati passi non a caso tratti dal *Fedone* e dalla *Repubblica*, gli enti matematici appartengono al mondo ideale e sono separati da quello sensibile. In questo rileva la novità di Galilei, secondo il quale «le forme geometriche non sono altre rispetto alle cose in cui quelle forme si oggettivano», p. 64. M. De Caro, *Galileo e il platonismo fisico-matematico*, in Chiaradonna 2012, p. 129, ritiene, invece, che il platonismo di Galilei risieda proprio nell'assumere che gli enti fisici siano intrinsecamente matematici.

²⁷ Anche il passo poc'anzi analizzato si presta ad entrambe le letture. I poliedri regolari o i trian-

conto, ma solo la matematica ci consente di vederlo nelle sue regolarità, solo la matematica costituisce, essa sì, a differenza dei quattro elementi, le lettere e le sillabe nelle quali il mondo (o almeno il suo racconto) è composto (ce lo rende intellegibile).

L'affinità con il celebre passo del *Saggiatore* è scoperta:²⁸ il libro della natura «è scritto in lingua matematica, e i caratteri sono triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile intendere umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto».²⁹

Non v'è dubbio allora che il "platonismo" di Galilei trovi il suo elemento principale nel ruolo cardine assunto dalla matematica, e specificamente dalla geometria, nell'indagine dei fenomeni naturali³⁰. Lui stesso lo esplicita quando, in merito al dibattito che nel tardo Rinascimento opponeva platonici e aristotelici circa l'applicabilità o meno della matematica alla fisica, prende decisamente le parti dei primi rispetto ai secondi. Così, se Mazzoni, nella sua opera *In universam Platonis philosophiam praeludia*, riconosce come manifesta l'opposizione tra Platone e Aristotele, poiché il primo ricorre alla matematica per «spiegare misteri fisici» mentre il secondo «sosteneva un'opinione ben diversa», cioè non riteneva opportuno l'uso della matematica nella scienza fisica, Galilei, in una lettera scritta proprio a Mazzoni, si congratula con lui per aver anch'egli preso le parti del platonismo.³¹

Del resto la matematica non è solo la lingua nella quale è composta o, almeno, è possibile leggere, il libro dell'universo, essa è anche ciò che consente di distinguere tra qualità primarie e secondarie. Le proprietà primarie: la figura, la dimensione, la collocazione nello spazio e nel tempo, il contatto e il numero sono quantificabili e in quanto tali sono oggettive, mentre gli odori e i sapori non sono quantificabili e vengono ricondotte alla sfera della

goli che li costituiscono propriamente compongono l'aria, l'acqua, la terra e il fuoco, o sono prevalentemente uno strumento, una lente attraverso la quale osservarli e comprenderli? Tale distinzione non può che incrociare la millenaria contrapposizione tra la lettura metaforica o letterale del *Timeo*.

²⁸ *Contra* L. Geymonat, *Galileo Galilei*, Torino 1957, pp. 23 e 135, secondo il quale il passo sarebbe solo polemico nei confronti del mondo della fantasia e inviterebbe allo studio rigoroso dei fenomeni. Discute tale parere Ferrarin, op. cit., nota 12 a p. 64

²⁹ G. Galilei, *Saggiatore*, OG 6, p. 232. Simile è la posizione espressa nella *Lettera a Liceti*. Sui nessi tra le due citazioni e con un frammento di manoscritto cfr. F. Ferrari, *La matematizzazione della fisica: Galileo e Heisenberg epigoni di Platone?*, «Quaderni di storia della fisica», 4, 99, pp. 40-41.

³⁰ Cfr. M. Camerota, *Galileo Galilei e la cultura scientifica nell'età della Controriforma*, Roma 2004, p. 21: «La centralità del sapere matematico – comunque si voglia interpretare il matematico galileiano – si configura, in effetti, come un aspetto assolutamente imprescindibile della riflessione epistemologica di Galileo».

³¹ Cfr. De Caro 2012, p. 128 e Galluzzi 1973.

nostra coscienza. Al di là del fatto che per il Platone del *Timeo* anche il gusto e l'olfatto debbono essere considerati oggettivi, non possiamo che ravvisare una comune valorizzazione della vista, rispetto agli altri sensi, e la convinzione che essa debba essere sottoposta a quantificazione.

Ora, a tali attestazioni di "platonismo", è possibile aggiungere un terzo elemento, le cui tracce sono ampiamente presenti nel *Timeo*, che può aver influenzato lo scienziato pisano o rispetto a cui è possibile riscontrare un'ampia consonanza: il ricorso, nell'indagine dei fenomeni naturali, ad esperimenti mentali.

Tralascieremo in questa circostanza l'ampio dibattito sorto in merito alla definizione e alla funzione dell'esperimento mentale.³² Ammettiamo che esso possa essere descritto come: «esperimento volto a testare, corroborare o confutare un'ipotesi o teoria, che ha un carattere immaginario e non empirico perché limitazioni pratiche lo rendono irrealizzabile»,³³ che sia strumento di conoscenza impiegato sia dagli scienziati che dai filosofi, sia da chi è l'una e l'altra cosa insieme, indipendentemente dal fatto che il suo contributo sia ascrivibile al solo contesto della giustificazione o anche a quello della scoperta.

Nella sua raccolta di esperimenti mentali, Cohen, accanto a quelli di Galilei, Newton e Einstein, introduce alcune pagine platoniche, attribuendo all'allegoria della caverna e al racconto dell'anello di Gige lo statuto di esperimenti mentali. Platone è qui definito come «uno dei più grandi sperimen-

³² Introdotto per la prima volta da Ørsted e reso celebre da Mach il "*Gedankenexperiment*" non cessa di sollevare interrogativi e dividere gli interpreti. Anche il nome è problematico: l'espressione esperimento mentale è talvolta sostituita da esperimento ipotetico o esperimento immaginario. Che sia chiami mentale, immaginario o ipotetico è possibile definirlo? A quale campo del sapere appartiene? Alla scienza? Alla filosofia? Vi è e, nel caso, qual è, la differenza tra esperimenti mentali di carattere filosofico e scientifico? Quanto agli esperimenti mentali, se tali sono, impiegati dai filosofi nei più vari domini (etica, politica, epistemologia, metafisica), c'è qualcosa che li accomuna? Quanto agli esperimenti mentali impiegati dai fisici, in che relazione sono con quelli reali? Quanto alla sua funzione, l'esperimento mentale ha oppure non ha portata conoscitiva? È valida la conoscenza che apporta? Ammesso che abbia una funzione epistemica, ha valore propriamente euristico, contribuisce alla scoperta o può al massimo confutare e/o corroborare una teoria? Se consente di apprendere qualcosa di nuovo, tale conoscenza riguarda anche il mondo esterno o si limita alla nostra interpretazione di esso? Ancora, se non si basa su dati empirici nuovi, come può ampliare le nostre conoscenze? Sulla base della definizione e della funzione degli esperimenti mentali è possibile classificarli? Per una ampia ricognizione bibliografica sull'argomento cfr. M. Arcangeli, *Esperimenti mentali*, «APhEx» 6, 2012, pp. 33-72.

³³ *Esperimento mentale* (trad. del ted. *Gedankenexperiment*), in *Enciclopedia Treccani, Dizionario di Filosofia*, 2009, https://www.treccani.it/enciclopedia/esperimento-mentale_%28Dizionario-di-filosofia%29/ (consultato in data 18/01/2024).

tatori mentali» e simile è l'opinione di Becker,³⁴ che trova nei suoi dialoghi le prime testimonianze di esperimenti mentali e anche alcuni dei più influenti. Se «i dialoghi di Platone pullulano per così dire di esperimenti mentali»,³⁵ vale la pena osservare come essi siano funzionali a qualsiasi ambito filosofico: all'indagine etica (è il caso, tra gli altri, dell'anello di Gige), e politica (nel suo complesso la *Repubblica* con la costruzione *en logo* della città più bella), all'ontologia e all'epistemologia (come nel mito della caverna), ma anche alla matematica (nel *Menone*), e alla filosofia della natura (nel *Timeo*). È solo a questi ultimi che presteremo attenzione, iniziando da quello più manifesto.

Timeo, dopo aver esaminato la composizione dei quattro elementi e le loro trasformazioni, tratta del movimento dei corpi e avanza dei dubbi in merito all'esistenza di un "alto" e un "basso" assoluti: poiché l'universo ha forma sferica, le denominazioni "alto" e "basso" non sono "naturali" e risultano del tutto inadeguate, andrebbero invece considerate relative allo specifico osservatore. Si immaginano due casi. Il primo è quello di un uomo che si trovasse ai limiti esterni dell'universo: «se uno, ascendendo fino a trovarsi in quel luogo dell'universo che la natura del fuoco ha principalmente avuto in sorte e dove si troverà raccolta la maggior parte dei corpi verso cui esso si muove, e, avendone la capacità, sottraesse parti di fuoco, e ponendole su piatti di una bilancia le pesasse, e poi alzasse il braccio della bilancia, e trascinasse il fuoco forzandolo verso l'aria, che è disomogenea rispetto ad esso, è chiaro che la parte minore si lascerebbe forzare in qualche modo più facilmente della maggiore [...] e ciò che è in maggiore quantità si dice che è pesante e che si muove verso il basso, mentre ciò che è in piccola quantità che è lieve e che si muove verso l'alto» (63b-c). Il secondo caso è quello di chi invece, più comunemente, si trovasse sulla Terra e cercasse di spingere verso l'aria due masse di terra di quantità differenti. Dall'esperimento mentale si evince che "alto" non è un luogo assoluto ma è ciò che è distante rispetto a chi osserva, mentre "basso" è ciò che è prossimo al punto di osservazione e così "pesante" è una quantità di materia maggiore che tende a muoversi verso colui che osserva, mentre "leggero" è una quantità di materia inferiore che, con meno intensità, tende a muoversi verso l'osservatore. Delle due situazioni è quella in sé impraticabile a consentire il guadagno cognitivo: è immaginandoci ai limiti dell'universo, con una bilancia e due masse differenti di fuoco in mano, che il nostro spazio consueto, quello della Terra, viene visto altrimenti, tenen-

³⁴ A. Becker, *Thought experiments in Plato*, in *The Routledge companion to thought experiments*, a cura di M.T. Stuart, J. Fehige, J.R. Brown, London and New York, 2018, pp. 44-56.

³⁵ M. Cohen, *Lo scarabeo di Wittgenstein, e altri classici esperimenti mentali*, Roma 2006, pp. 10, 14.

do conto dell'osservatore, e detto meglio, apprezzando il significato relativo e non assoluto dei termini "alto", "basso", "leggero", "pesante".

Se questo è l'esperimento mentale che con maggior evidenza è rintracciabile nel dialogo, recentemente Pitteloud ha interpretato come tale pressoché l'intero mito cosmogonico raccontato da Timeo.³⁶ «It is possible to understand Timeus' whole discourse as a kind of thought experiment allowing the audience (and the reader) to follow in the footsteps of divine craftsman».³⁷ Ad esclusione della descrizione psicologica e biologica degli esseri viventi, la cui creazione viene non a caso affidata a delle divinità di rango inferiore, saremmo invitati ad assumere il punto di vista del Demiurgo. Questi non sarebbe né un'entità teologica o ontologica, né solo un espediente retorico ma una sorta di macro e microscopio che ci consente di cogliere la bellezza e il carattere divino dell'universo, combinando argomentazione e immaginazione.³⁸ «To be more precise, the question that the Timeus's thought experiment aims to answer is: if an intelligent god were creating the best possible cosmos, how would it proceed?»³⁹

Il Demiurgo funge da microscopio allorché, nella descrizione della composizione e della trasformazione degli elementi, ci consente di vedere all'interno dei corpi. Essi, come abbiamo già ricordato, sono ricondotti ai solidi regolari e questi, ulteriormente, ai triangoli rettangoli isoscele e scaleno; le loro trasformazioni assomiglierebbero alle combinazioni di un puzzle o di un Lego. A sostegno di tale prospettiva Pitteloud mette in evidenza il carattere ipotetico sotteso al discorso di Timeo: «he leaves open the possibility that a friend (54a5: *philos*) could find a better kind of triangle and contradict (54b1: *elenxanti*) his theory».⁴⁰ Ed a tale notazione è possibile aggiungere le esplicite dichiarazioni di Timeo: «stabiliamo per ipotesi che questo è il principio del fuoco» (53d), «i triangoli [...] posti per ipotesi» (55e), e il fatto che essi siano frutto di una scelta («siano prescelti i due triangoli»: 54b). Il Demiurgo fornirebbe così un modello, un prototipo dell'universo⁴¹ nelle componenti microscopiche, alle quali vanno aggiunte quelle macroscopiche.

³⁶ Su tale interpretazione, ancorché diversamente formulata, conviene anche M. Burnyeat, *Eikos mythos*, in *Plato's Myths*, a cura di C. Partenie, Cambridge 2009.

³⁷ L. Pitteloud, *Goodbye to the Demiurge? Timaeus' Discourse as a Thought Experiment*, In *Time and Cosmology in Plato and the Platonic Tradition*, a cura di D. Vázquez e A. Ross, Leiden 2022, p. 83

³⁸ Pitteloud, pur riconoscendo nel discorso di Timeo, la compresenza e la combinazione delle due componenti, ritiene che l'immaginazione sia prevalente e non sostituibile, Ivi, p. 87: «A thought experiment should not be transposable into a (deductive or non-deductive) argument».

³⁹ Ivi, p. 93

⁴⁰ Ivi, p. 98

⁴¹ Un parziale esempio di tale prototipo è ravvisato a 40d2, allorché Timeo probabilmente allude all'impiego delle sfere armillari.

Il Demiurgo costituirebbe un ipotetico punto di vista esterno al mondo, al fine di immaginarlo sia prima della sua fabbricazione, attraverso la descrizione della fase precosmica, sia dopo. L'universo, infatti, solo dall'esterno può essere colto come un intero, con tutto ciò che da tale visione possiamo ricavare. Poiché esso è bello, allora è dotato di intelletto e di anima, ha un modello in sé compiuto e riprodurrà tale completezza contenendo tutti i quattro tipi di esseri viventi (divini, celesti, terrestri e che vivono nell'acqua), del modello riprodurrà quindi il carattere unico, mentre per essere visibile e tangibile sarà costituito dai quattro elementi, sarà, inoltre, autosufficiente, sferico e si muoverà di moto circolare, la cui causa è l'anima che garantisce, insieme al movimento, l'interconnessione tra i livelli sensibile e intellegibile. Anche in questo caso, Pitteloud sottolinea il carattere ipotetico dell'esperimento mentale: è privilegiata l'idea che il mondo sia unico ma, se è escluso che siano illimitati, non è implausibile che i mondi siano cinque, tanti quanti i solidi perfetti. Si ammette, così, anche se non viene perseguita, a vantaggio dell'immaginazione e del ragionamento del lettore, l'esistenza di ipotesi alternative.

Sarebbe improprio sostenere che i numerosi esperimenti mentali presenti nelle opere di Galilei abbiano una derivazione platonica, e così asserire, per esempio, che la relatività galileiana⁴² sia stata adombrata o suggerita dalla relatività dell'"alto" e del "basso" per come la prospetta, nell'esperimento mentale sopra riportato, Platone. Tuttavia, è possibile riconoscere che tanto Platone quanto Galilei fanno ampiamente ricorso all'esperimento mentale e ritengono che l'indagine dei fenomeni naturali possa essere condotta – anche per Galilei, principalmente per Platone – nel laboratorio della mente.

Riportiamo uno degli esperimenti mentali più citati e studiati⁴³ di Galilei, celebre a tal punto da essere considerato «the most beautiful thought experiment ever devised».⁴⁴ Compare nella prima giornata dei *Discorsi e dimostrazioni matematiche introno a due nuove scienze* e tratta della caduta dei gravi.

⁴² Nel *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, attraverso l'esperimento mentale della nave, che si muove senza scosse a velocità costante su un mare perfettamente calmo, Galilei dimostra che un osservatore, che faccia esperimenti con oggetti in moto, non riuscirebbe a determinare se la nave sia in moto o ferma.

⁴³ Gli studiosi hanno discusso a lungo della sua validità, sul fatto che l'esperimento contraddica la tesi aristotelica o già anticipi la teoria galileiana, e se rilevi la contraddizione in modo cogente o solo possibile. Riassume e discute la bibliografia sorta in merito M. Buzzoni, *Esperimento ed esperimento mentale*, Milano 2004, pp. 199-200.

⁴⁴ J.R. Brown, *Why thought experiments transcend empiricism*, in *Contemporary Debates in the Philosophy of Science*, a cura di C. Hitchcock, Malden 2004, p. 24.

Su sollecitazione di Sagredo, che chiede una discussione approfondita in merito alla confutazione aristotelica dell'esistenza del vuoto, Simplicio risponde riassumendo parte dell'argomentazione desunta dal libro IV della *Fisica*. Secondo Aristotele il vuoto non è ammissibile perché contraddetto dal movimento. Il moto, infatti, secondo la dottrina aristotelica, ha una velocità direttamente proporzionale al peso dei gravi e inversamente proporzionale alla densità di mezzi attraversati. Poiché la leggerezza del vuoto supera all'infinito la densità di qualunque mezzo, un grave che cadesse nel vuoto dovrebbe avere velocità istantanea, «ma farsi moto in uno istante è impossibile; adunque darsi il vacuo in grazia del moto è impossibile». ⁴⁵

La risposta di Salviati è articolata su più piani. In primo luogo, ravvisa nel ragionamento di Aristotele una carenza sul piano argomentativo: ammesso e non concesso che avesse ragione nell'ipotizzare un rapporto direttamente proporzionale tra la velocità e il peso dei gravi e inversamente proporzionale con la densità del mezzo, potrebbe al massimo ricavare che nel vuoto non si dà movimento ma non che il vuoto non esiste. In secondo luogo, tuttavia, «per dir quel che per avventura potrebbero risponder quegli antichi», Salviati si spinge fino a contraddire le due ipotesi formulate da Aristotele. Lo fa sia facendo appello all'esperienza, sia con un esperimento mentale. Quanto all'esperienza, a fronte dell'attestazione di Simplicio, secondo il quale il verbo "vedere" presente nel trattato aristotelico sarebbe testimonianza dell'avvenuta sperimentazione da parte del filosofo, Salviati afferma di aver fatto la prova utilizzando una palla di artiglieria, dal peso di 100 o 200 libbre, e un proiettile dal peso di mezza libbra o una libbra, avendoli fatti cadere dall'altezza di 100 braccia. Invita, quindi, Simplicio a ripetere l'esperienza avendo cura però di considerare l'esatto ordine di grandezza: «voi trovate, nel farne l'esperienza, che la maggiore anticipa due dita la minore, cioè che quando la grande percuote in terra, l'altra ne è lontana due dita: ora vorreste dopo queste due dita appiattare le novantanove braccia di Aristotele e, parlando solo del mio minimo errore, metter sotto silenzio l'altro massimo». ⁴⁶ L'esperienza richiede allora d'essere condotta quantificando correttamente i fenomeni: se i due gravi cadono ad una velocità solo di poco difforme (2 dita su 99 braccia), ciò non può dipendere dal loro peso che è invece di 1:100. Ma Salviati non traduce il racconto e l'invito di questa esperienza possibile in un'esperienza concretamen-

⁴⁵ *Discorsi*, OG 8, p. 106.

⁴⁶ *Discorsi*, OG 8, p. 109.

te condotta, utilizza, invece, per convincere Simplicio e, insieme a lui, il lettore, un'esperienza impossibile, un esperimento mentale. Immaginiamo due oggetti, dello stesso materiale, uno più pesante e l'altro più leggero, li facciamo cadere avendo cura di congiungerli insieme. «Ma se questo è, ed è insieme vero che una pietra grande si muova, per esempio, con otto gradi di velocità, ed una minore con quattro, adunque, congiugnendole amendue insieme, il composto di loro si moverà con velocità minore di otto gradi: ma le due pietre, congiunte insieme, fanno una pietra maggiore che quella prima, che si moveva con otto gradi di velocità: adunque questo composto (che pure è maggiore che quella prima sola) si muoverà più tardamente che la prima sola, che è minore; che è contro alla vostra supposizione. Vedete dunque come dal supporre che 'l mobile più grave si muova più velocemente del men grave, io vi concludo, il più grave muoversi men velocemente».⁴⁷

Quanto alla confutazione della seconda ipotesi, ovvero che la velocità dei gravi sia inversamente proporzionale alla densità dei mezzi, l'argomentazione di Salviati procede, come per la confutazione della prima, impiegando sia il riferimento all'osservazione empirica, sia allestendo un secondo esperimento mentale. Abbiamo tutti visto che una palla di legno cade nell'aria, mentre galleggia nell'acqua e allo stesso modo osserviamo che ci sono corpi che nell'acqua si muovono cento volte più velocemente l'uno rispetto all'altro, ma che nell'aria hanno la stessa velocità o quasi, come un uovo di marmo rispetto ad un uovo di gallina (cfr. *OG* 8, 112). Oltre ed insieme a tali osservazioni, Salviati mostra il carattere contraddittorio della tesi aristotelica ricorrendo al laboratorio della mente: immaginiamo che una palla di legno scenda nell'aria a 20 gradi di velocità e che la densità dell'acqua sia 10 volte superiore a quella dell'aria. Stando al ragionamento aristotelico dovrebbe scendere di 2 gradi ma così non è perché essa, per quel che possiamo osservare, galleggia. Immagiamo allora che vi sia un'altra palla, di un materiale più pesante del legno, che scenda di 2 gradi nell'acqua, essa, stando alla tesi aristotelica, dovrebbe muoversi di 20 gradi nell'aria, ma ciò contraddice la prima ipotesi, cioè che gravi di peso diverso si muovano nello stesso mezzo con velocità diverse.

Certamente Platone, alla stregua di Aristotele, e a differenza di Galileo, non ammetteva l'esistenza del vuoto nel cosmo. Per meglio dire, non lo ammetteva tra i corpi, mentre è possibile che considerasse l'esistenza di interstizi al loro interno.⁴⁸ Ma, al di là di tale assunto, è significativo che tanto Platone,

⁴⁷ *Discorsi*, *OG* 8, pp. 107-108.

⁴⁸ Cfr. Petrucci 2022, p. 374, nota al passo 58 b2-c4 e il contributo di D. O'Brien, *Plato: Weight and Sensation. The Two Theories of the "Timaeus"*, in *Theories of Weight in the Ancient World*,

quanto Galilei considerassero l'esperienza mentale una via possibile e fruttuosa nell'indagine dei fenomeni naturali. È probabile che non altrettanto fosse per Aristotele.

È noto il primato che Aristotele attribuiva all'osservazione. Secondo Natali, «Aristotele critica ogni teoria che per ragioni di coerenza neghi i fatti osservabili. Non è vero che, come diceva Socrate, dovunque ci porti il ragionamento, come fosse un vento, là dobbiamo andare. La bontà di una teoria, sia essa fisica, etica, politica o economica, si giudica sulla base di quello che appare evidente alla conoscenza».⁴⁹ Radice, nel suo commento alla *Fisica*, mostra come «senza l'induzione, la fisica non avrebbe possibilità di costituirsi, fatto che Aristotele sancisce in linea di principio a livello epistemologico, soprattutto in *Phys.* VII 247 a28s.: [...] è da una esperienza particolare che noi acquistiamo una scienza universale».⁵⁰ E ancora, pur considerando che esperienza e ragione siano entrambe indispensabili e che non manchino i casi in cui è la ragione a smentire l'esperienza, «sono ancor più numerosi i casi opposti: quando l'esperienza corregge la ragione».⁵¹

Tra questi annoveriamo un passo del libro IV del *De Coelo* (308 a 14- 308 b 21), quando Aristotele contesta l'esperienza mentale di Platone in merito alla relatività dell'"alto" e del "basso", del "leggero" e del "pesante", presentato nel *Timeo* e poc' anzi riportato. Secondo Aristotele, l'alto e il basso sono per natura:⁵² il primo coincide con la circonferenza, il secondo con il centro. Per confutare l'ipotesi sostenuta da Platone che, a chi si ponesse come osservatore ai limiti dell'universo, una massa superiore di fuoco risulterebbe più pesante perché costituita da un maggior numero di triangoli, Aristotele risponde richiamandosi all'esperienza: «Noi vediamo invece che si verifica il contrario: quanto maggiore è la sua quantità, tanto più il fuoco è leggero e tanto più rapidamente si muove verso l'alto». Ed è così perché Aristotele non accetta di porsi ai limiti dell'universo: osserva il fenomeno a partire dalla terra. Qui si può vedere che le quantità maggiori di fuoco tendono più rapidamente delle più piccole a salire e, se con un moto violento, frammenti di fuoco vengono proiettate verso il basso, è sempre dalla terra che si vedranno le più piccole

II, Leiden 1984, pp. 359-65.

⁴⁹ C. Natali, *Aristotele*, Roma 2014, p. 188

⁵⁰ R. Radice, *Una proposta di lettura della Fisica di Aristotele*, in *Aristotele. Fisica*, a cura di R. Radice, Milano 2019, p. 12

⁵¹ Ivi, p. 14

⁵² Ribadito anche in *Fisica* 205b 31-35, 208b 19-22.

provenire verso di noi più velocemente dei frammenti più grandi. Quanto di controfattuale vi è nell'esperimento mentale di Platone viene rifiutato a vantaggio dell'osservazione empirica, o di quanto Aristotele riteneva che a tale osservazione fosse fedele.

Ciò non accade sempre: vi sono certamente dei casi nei quali Aristotele ricorrere agli esperimenti mentali ma non in via preferenziale e solo laddove non vi sia la possibilità di riferirsi a dati empirici.⁵³ Inoltre, ve ne sono altri nei quali Aristotele si svincola dalla condizione concreta o naturale e assume delle ipotesi irreali, ma è infine il confronto con l'esperienza quello in virtù del quale esse vengono confutate. Analizziamo come ciò accada nel capitolo ottavo del libro IV della *Fisica*, quello riassunto da Simplicio nei *Discorsi galileiani*.

Il capitolo è collocato in un'ampia sezione del trattato dedicato interamente al vuoto (capitoli 6-9): a chi ne sostiene l'esistenza, ai loro argomenti, alle loro varie concezioni. Aristotele li contesta mostrando come il vuoto non sia necessario a spiegare il movimento e anzi sia incompatibile con l'esistenza del movimento stesso; infine, contesta che siano riconducibili al vuoto il mutamento secondo la quantità, ovvero l'accrescimento e la diminuzione. Il capitolo ottavo contiene ben sei argomenti⁵⁴ avanzati contro il vuoto: quello che a noi interessa è il quinto, non solo perché è il più ampio (214b28-216a26) e articolato dei sei, ma soprattutto perché è proprio quello che Simplicio ripete e Salviati confuta.

Aristotele ammette per ipotesi, un'ipotesi per lui totalmente controfattuale, che si dia il vuoto e mostra poi, sulla base dell'esperienza, che tale assunzione renderebbe impossibile il movimento. Senza ancora entrare nei dettagli della sua argomentazione, possiamo notare come la prima accusa mossa da Salviati (dalla presunta dimostrazione che nel vuoto non si dà movimento non consegue che il vuoto non esista) in realtà non sia fondata perché, per Aristotele, il movimento è talmente evidente che non ha bisogno di dimostrazioni e chi lo negasse non sarebbe nient'altro che un pazzo. «La tesi che tutto è in quiete e la ricerca della ragione di ciò a prescindere dalla sensazione è una sorta di infermità mentale» (253 a33s.) e, quanto agli eleati, per libe-

⁵³ Cfr. K. Corcilius, *Aristotle and thought experiments*, in *The Routledge companion to thought experiments*, a cura di M. T. Stuart, J. Fehige, J.R. Brown, London and New York 2018, p. 73: «We may say, therefore, that Aristotle uses thought experiments for argumentative persuasion and in places where, due to the obscure nature of the subject matter or the counterintuitive nature of the thesis they are meant to support, insight cannot be readily communicated by appeal to observational facts».

⁵⁴ Per individuarli nel testo rinvio alla perspicua analisi condotta da Castelli, *Introduzione*, in Aristotele. *Fisica*. Libro IV, a cura di L.M. Castelli, Roma 2012, in particolare alle pp. 28-33, 130.

rarsi da tale errore sarebbe sufficiente «un semplice sguardo alla natura» (191 b33). Poiché è un fondamentale dato d'esperienza l'esistenza del movimento, dimostrare che nel vuoto non si dà movimento implica, per Aristotele, che il vuoto non esista.⁵⁵ Mentre Salviati s'avvede che Aristotele stava qui confutando gli argomenti di chi, come gli atomisti da un lato e Melisso dall'altro, vincolava il movimento all'esistenza del vuoto, Simplicio non riesce a difendere ulteriormente l'assunto aristotelico, la negazione del vuoto, facendo appello al dato d'esperienza, l'esistenza del movimento, considerato invece incontrovertibile, proprio perché palese, da Aristotele.

Quanto poi alla dimostrazione che il movimento nel vuoto non è possibile, Aristotele assume, in via paradossale, che il vuoto si dia, ma sono ancora una volta dati d'esperienza quelli con i quali tale assunzione si scontra, mostrandosi infondata.

Immagina Aristotele che, se esistesse il vuoto, il movimento non avrebbe alcuna direzione privilegiata, i corpi non saprebbero dove andare ed eventualmente dove fermarsi, dunque o non si muoverebbero affatto o si muoverebbero all'infinito; ma ciò è impossibile, perché, come abbiamo visto, è attestato incontrovertibilmente dall'esperienza sia il movimento, sia l'esistenza dei luoghi naturali. Si danno, inoltre, due casi, che sono significativamente "supposizioni" per Galilei e dati di fatto (*horomen*: 215 a25) per Aristotele: la velocità di caduta di un grave è inversamente proporzionale alla densità del mezzo attraversato e direttamente proporzionale al suo peso. Aristotele li affronta rispettando tale sequenza mentre nel testo galileiano risultano invertiti.

Argomenta Aristotele: poiché vi è un rapporto inversamente proporzionale tra la densità del mezzo e la velocità assunta dal corpo che lo attraversa, la velocità di attraversamento di un corpo nel vuoto non è esprimibile numericamente. Significativamente, aggiunge Aristotele, come il nulla non fa parte dei numeri, e i punti non costituiscono la linea,⁵⁶ così il vuoto non può essere posto in un rapporto proporzionale con il pieno (cfr. 215 b13s). «Così, se attraverso un medio, per quanto esso sia rarefatto, un corpo si sposta in un dato tempo e per una data distanza, attraverso il vuoto si va oltre a qualsiasi proporzione»: (215 b20s.). In questo caso è la mancata conoscenza dello zero,

⁵⁵ Il ragionamento di Aristotele corrisponda all'inferenza logica, poi indagata dagli stoici, nota come *modus tollendo tollens*: se V (vuoto) allora NON M (non movimento), ma M (cioè NON NON M), allora NON V.

⁵⁶ Ribadito anche a 220 a20: «Ma [...] il punto [non è parte] della linea, dato che parti della linea sono due linee».

del calcolo infinitesimale e, insieme ad esse, la convinzione ontologica che l'infinito non si dia mai in atto ma solo in potenza, ad ostacolare la pensabilità e la possibilità del movimento nel vuoto. La riflessione di Aristotele prosegue articolando ulteriormente il suo esperimento mentale. Siamo invitati ad immaginare tre mezzi di uguale estensione: Z il vuoto, B l'acqua e D l'aria. Fatto cadere il corpo A in Z, esso impiegherà il tempo H per percorrerlo. Tale tempo H, sottolinea Aristotele, corrisponderà al tempo impiegato per percorrere uno spazio, seppur molto piccolo, nella sua caduta, di A in D. E ciò, conclude, è impossibile, perché avremmo che «nello stesso tempo il corpo percorre sia il pieno che il vuoto» (216 a3). L'impossibilità ravvisata da Aristotele è data dal fatto che la conclusione contraddice la premessa, il carattere inversamente proporzionale della velocità rispetto alla densità del mezzo, ed essa è assunta in quanto assodata, "vista".

In sintesi, l'esperimento mentale che ammetteva l'esistenza del vuoto risulta inammissibile perché contraddetto dall'esperienza. Ciò accade in modo ancor più manifesto nella conduzione del secondo argomento. Si immagini il vuoto e si facciano cadere due gravi di pesi diversi: essi si muoveranno alla stessa velocità. Aristotele lo desume dal fatto che, secondo lui, i gravi più pesanti fendono con maggior forza il mezzo attraversato e risultano per questo più veloci di quelli più leggeri, mentre nel vuoto non vi è alcun mezzo da fendere e dunque la velocità dei gravi che cadono nel vuoto sarà la medesima. Ciò, lunghi dall'essere ammissibile, si scontra con i dati d'esperienza: noi «vediamo» (216 a13) che i gravi cadono con velocità diverse, in maniera proporzionale al loro peso.

Se confrontiamo le pagine aristoteliche con quelle galileiane, che ad esse fanno riferimento, notiamo che si oppongono non solo nel merito ma anche nel metodo. Entrambi immaginano il vuoto, conducono un esperimento mentale ipotizzando una situazione controfattuale, ma per Aristotele tale ipotesi è resa inammissibile da osservazioni empiriche, o presunte tali, mentre per Galilei è ciò in virtù di cui l'esperienza può essere compresa e spiegata. È solo nel vuoto, infatti, che si possono "osservare" i moti dei gravi allo stato puro, senza gli accidenti dovuti all'azione perturbatrice del mezzo. È grazie al vuoto, alla sua epoca ancora solo un'immagine mentale, che è possibile comprendere e osservare il fenomeno naturale e allestire gli esperimenti in laboratorio, predisponendo quello fisico in modo tale che le esperienze siano "difalcate dagli impedimenti", eliminando, per quanto possibile, l'effetto dell'attrito.

È Ernst Mach, colui che non a caso ha reso celebre l'espressione "esperimento mentale", ad aver mostrato quanto Galilei sia maestro di questo at-

teggimento e il fatto che per lui, e non solo per lui, gli esperimenti mentali precedano e rendano possibili gli esperimenti fisici: «l'esperimento mentale è anche una condizione preliminare necessaria dell'esperimento fisico». ⁵⁷ Ferrarin lo segue: «Galilei si prospetta nella fantasia le condizioni adatte per dar poi forma ad esperimenti sulla caduta dei gravi e procedere a realizzarli, e congegna l'esperimento sulla base di congetture precise, escogita situazioni a scopo probatorio; formula ipotesi che mettono in discussione le certezze del senso comune». ⁵⁸ Koyré ⁵⁹ si spingerebbe fino a pensare che gli esperimenti sul moto abbiano solo una funzione accessoria rispetto alle dimostrazioni matematiche e la loro minuziosa descrizione, contenuta nella terza giornata dei *Discorsi*, sarebbe poco più che una finzione letteraria. ⁶⁰

Senza giungere a tanto e riconoscendo, sia nel brano poc'anzi riportato, sia altrove ⁶¹, l'importanza incontestabile del dato sperimentale, ⁶² cosa che allontana Galilei dagli assunti fondamentali del pensiero platonico, che mai avrebbe cercato conferma di un'ipotesi teorica nell'esperienza sensibile, possiamo concludere chiedendoci se e in che misura Galilei possa essere considerato un epigono di Platone.

Certamente non per il passaggio dall'esperimento mentale a quello fisico, né per le leggi che attraverso questi egli individua, per il grado di verità

⁵⁷ E. Mach, *Conoscenza ed errore*, ed. italiana, Torino 1982, p. 184

⁵⁸ Ferrarin 2014, p. 96. L'autore, inoltre, p. 75, rileva che occasionalmente sinonimo di esperienza è "l'artificio", o la "macchina" che servono a produrla, così in OG 18, p. 77.

⁵⁹ Cfr. A. Koyré, *Studi galileiani*, ed. italiana, Torino 1976, p. 156: "Perché, come siamo venuti dicendo, egli non cerca affatto nei dati sperimentali il fondamento della sua teoria; sa bene che è impossibile".

⁶⁰ *Contra* L. Geymonat, *Galileo Galilei*, Torino 1969, pp. 268 ss. Deciso nella critica a Koyré è, più recentemente, anche De Caro 2012, p. 130: «gli storici non hanno più dubbi, ormai, che Galilei compì esperimenti e misurazioni molto accurati», e ai suoi riferimenti bibliografici rinvio. Si veda, inoltre, Buzzoni 2004, pp. 198-202, che specularmente a Koyré, ritiene che gli esperimenti mentali di Galilei derivino da e siano debitori di altri esperimenti reali condotti su corpi che cadono.

⁶¹ A tal proposito è interessante l'attestazione di Camerota 2004, pp. 404-405, che, per un altro celebre esperimento mentale di Galileo, quello della nave (già citato alla nota 42 e contenuto nel *Dialogo*), riporta una testimonianza di Stelluti, risalente al 1633, nella quale è descritta un'esperienza effettivamente compiuta da Galilei in una gita, sulle acque del lago Piediluco.

⁶² Con maggior equilibrio S. Gattei, *Il realismo platonico di Galilei*, «La matematica nella società e nella cultura», VII, 2014, pp. 247-264, sottolinea come per Galilei da un lato senza il "discorso" non sia possibile l'esperienza, ma dall'altro sia anche vero il contrario, cioè «senza un diretto riferimento all'esperienza non potremmo neppure avere teorie dotate di autentico valore conoscitivo», p. 263. Palmieri, *Galileo's thought experiments*, in *The Routledge companion to thought experiments*, a cura di M.T. Stuart, J. Fehige, J. R. Brown, London and New York 2018, pp. 92-110, per altro verso, propone di superare la dicotomia reale-mentale: ritiene che tanto gli esperimenti mentali quanto quelli concretamente realizzati siano in relazione e influenzati dal suo «lifeworld».

che attribuisce loro,⁶³ né per la volontà di tenere distinte leggi fisiche e dettami etici.⁶⁴

Tuttavia, spero di aver contribuito a mostrare come la fiducia che Galilei attribuisce alla formulazione di esperimenti mentali nell'indagine dei fenomeni naturali sia affine al platonismo del *Timeo*. Per Platone si tratta dello strumento principale impiegato per tentare un discorso verosimile sulla natura, per Galilei una modalità alla quale ricorrere, quando gli esperimenti fisici non siano possibili, in associazione alla sperimentazione e, forse, preliminarmente alla stessa, convinto di poter cogliere nell'indagine sulla natura il vero: entrambi paiono però allo stesso modo fiduciosi del guadagno cognitivo che l'esperimento mentale comporta.

Quanto tale guadagno sia ascrivibile al solo contesto della giustificazione o abbia anche valore euristico esula, come già accennato, dagli scopi della presente comunicazione. Ma potrebbe costituire elemento di confronto ulteriore, dal quale in altra circostanza ripartire, insieme a due interrogativi, sempre attinenti all'esperimento mentale e all'impiego fattone da Platone e Galilei, che mi limito a citare.

In primo luogo, quale è il nesso esistente tra lo statuto epistemologico e ontologico dell'esperimento mentale e il carattere idealizzante della matematica? La citazione del *Menone* che compare nel *Dialogo*⁶⁵ sembrerebbe condurci, per entrambi, verso una concezione intuitiva del conoscere e del sapere. Eppure, per Platone, caratteristica riconosciuta di tutti i saperi matematici, oltre che loro limite, è il fatto che procedano formulando delle ipotesi

⁶³ Occorre distinguere, nell'indagine sulla natura, lo statuto del discorso platonico, dichiaratamente solo verosimile dalla verità che la nuova scienza persegue. Così avverte Camerota 2004, p. 415: «Nella ricostruzione dei rapporti matematici di cui è intessuto l'ordito della legalità naturale, il discorso scientifico coglie, dunque, a giudizio di Galileo, il segno indubitabile del vero». Tuttavia, il limite sancito da Platone non trasforma il discorso sulla natura in una favoletta e anzi evidenzia lo sforzo di chi cerca di avvicinare l'opinione alla verità, tanto che l'espressione *eikos mythos* viene talvolta tradotta con *rational/reasonable myth* (cfr. Ferrari 2022, pp. XLVI-L, Petrucci 2022, pp. 256-259, nota al passo 29b3-d3). D'altro canto, l'obiettivo ricercato da Galilei non equivale ad una indiscutibile certezza: la verità non può che essere provvisoria, accettando di essere sottoposta a nuovi controlli (cfr. Geymonat 1969, pp. 275-277).

⁶⁴ Galilei, come è noto, nelle lettere a Benedetto Castelli e a Maria Cristina di Lorena, faceva sua l'opinione di chi attribuiva alle Sacre Scritture il compito di indicarci come si andasse in cielo e alla scienza come si muovesse; Platone, invece, nel *Timeo*, connette saldamente la cosmologia con l'etica e la politica. In relazione alla posizione di Galilei cfr. Camerota 2004, p. 17 e 270.

⁶⁵ OG 7, p. 217.

e ciò sia nel *Menone*⁶⁶ che nella *Repubblica*.⁶⁷ E per Galilei? Era un realista o attribuiva alla matematica un ruolo strumentale?⁶⁸ Quale è il nesso che intercorre tra l'esperimento mentale e la matematica per come la concepiva, la impiegava, la insegnava, Galilei? Sono alla ricerca, l'uno e l'altra, di ciò che vi è di più vero, al di sotto delle apparenze, dentro i fenomeni, oppure hanno a che fare con il controfattuale e cercano entrambe di spiegare l'essere reale con l'impossibile?⁶⁹

Quale è, in secondo luogo, il rapporto tra esperimento mentale e teatro, al quale, come è noto, ricorrono sia Platone, sia Galilei? La messa in scena teatrale immagina situazioni di confronto finte, costruite, che pur mantenendo un legame con il contesto storico dal quale sono sorte, sono solo possibili, se non controfattuali. L'esperimento o gli esperimenti mentali andrebbero allora collocati nel loro più ampio contesto testuale. E ulteriormente si tratterebbe di indicare le ragioni che hanno condotto gli autori a impiegarli⁷⁰ e la *forma mentis* che il lettore di allora e di oggi,⁷¹ seguendoli, è invitato ad assumere.

Pare proprio che, quando si affronta il tema degli esperimenti mentali, le domande tendano ad affollare gli scritti di chi vi si avventura.

⁶⁶ Si tratta del metodo dell'analisi, contrapposto al metodo assiomatico, di Speusippo e Anfinomo. Esso «consiste nel formulare, partendo dallo *zétoumenon*, ossia la cosa cercata, P, un'ipotesi che permetta di stabilire P. L'ipotesi deve essere plausibile, cioè compatibile con la conoscenza esistente», C. Cellucci, *Dialogando con Platone*, in Chiaradonna 2012, p. 54.

⁶⁷ Cfr. 533 c-d.

⁶⁸ Cfr. Geymonat 1969, pp. 271-272.

⁶⁹ Koyré 1973, p. 158: «spiegare l'essere reale con l'impossibile – o, il che è lo stesso, di spiegare l'essere reale con l'essere matematico, perché questi corpi, che si muovono in linea retta in uno spazio vuoto infinito, non sono corpi reali che si muovono in uno spazio reale, ma corpi matematici, che si muovono in uno spazio matematico».

⁷⁰ Sono numerosi gli studiosi che negli ultimi decenni hanno dedicato attenzione alle ragioni del teatro platonico: tra questi segnalo i contributi di A. Capra e il volume collettaneo a cura di F. de Luise, *Il teatro platonico della virtù*, Trento 2012. Per Galilei raccolgo la suggestione formulata da A. De Angelis, *Introduzione*, in *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze di Galileo Galilei per il lettore moderno*, a cura di A. De Angelis, Torino 2021, p. XXIII: «Come la farsa da Aristofane in poi, permette di svelare l'indicibile, così il dialogo consente di affermare l'inaffermabile e l'indicibile in matematica. [...] Il dialogo consente di volare sopra l'indeciso che forse è indecidibile e di assimilare il plausibile, il quasi vero, al vero».

⁷¹ Sul valore didattico degli esperimenti mentali cfr. Lucia Ziglioli, *Didattica della filosofia per esperimenti mentali*, «Education & Learning. Rivista di psicopedagogia e organizzazione scolastica», 5, 2022, pp. 34-52.

Bibliografia

- Arcangeli M., 2012, *Esperimenti mentali*, «APhEx», 6, pp. 33-72.
- Aristotele. *Fisica*. Libro IV, 2012, a cura di L.M. Castelli, Roma.
- Aristotele. *Fisica*, 2019, a cura di R. Radice, Milano.
- Becker A., 2018, *Thought experiments in Plato*, in *The Routledge companion to thought experiments*, a cura di M.T. Stuart, J. Fehige, J.R. Brown, London-New York, pp. 44-56.
- Brown J.R., 2004, *Why thought experiments transcend empiricism*, in *Contemporary Debates in the Philosophy of Science*, a cura di C. Hitchcock, Malden.
- Burnyeat M., 2009, *Eikos mythos*, in *Plato's Myths*, a cura di C. Partenie, Cambridge, pp. 167-186.
- Buzzoni M., 2004, *Esperimento ed esperimento mentale*, Milano.
- Camerota M., 2004, *Galileo Galilei e la cultura scientifica nell'età della Controriforma*, Roma.
- Cattanei E., 2003, *Le matematiche al tempo di Platone e la loro riforma*, in Platone. *La Repubblica*, V, a cura di M. Vegetti, Napoli, pp. 473-539.
- Cellucci C., 2012, *Dialogando con Platone*, in *Il platonismo e le scienze*, a cura di R. Chiaradonna, Roma, pp. 43-60.
- Cohen M., 2006, *Lo scarabeo di Wittgenstein, e altri classici esperimenti mentali*, Roma.
- Corcilus K., 2018, *Aristotle and thought experiments*, in *The Routledge companion to thought experiments*, a cura di M.T. Stuart, J. Fehige, J.R. Brown, London-New York, pp. 57-76.
- Koyré A., 1973, *Introduzione a Platone*, Firenze.
- Koyré A., 1976, *Studi galileiani*, ed. italiana, Torino.
- De Caro M., 2012, *Galileo e il platonismo fisico-matematico*, in *Il platonismo e le scienze*, a cura di R. Chiaradonna, Roma, pp. 123-142.
- De Luise F., 2012, *Il teatro platonico della virtù*, Trento.
- Ferrari F., 1999, *La matematizzazione della fisica: Galileo e Heisenberg epigoni di Platone?*, «Quaderni di storia della fisica», 4, pp. 40-41.
- Ferrarin A., 2014, *Galilei e la matematica della natura*, Pisa.
- Galilei G., 1890-1909, *Le Opere di Galileo Galilei*. Edizione Nazionale, a cura di A. Favaro, 20, Firenze.
- Galilei G., 2021, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze di Galileo Galilei per il lettore moderno*, a cura di A. De Angelis, Torino.
- Galluzzi P., 1973, *Il "platonismo" del tardo Cinquecento e la filosofia di Galilei*, in *Ricerche sulla cultura dell'Italia moderna*, a cura di P. Zambelli, Roma-Bari, pp. 37-79.
- Gattei S., 2014, *Il realismo platonico di Galilei*, «La matematica nella società e nella cultura», 7, pp. 247-264.
- Geymonat L., 1957, *Galileo Galilei*, Torino.
- Geymonat L., 1969, *Galileo Galilei*, Torino.
- Ierodiakonou K., 2005, *Plato's Theory of Colours in the "Timeus"*, «Rhizai», 2, pp. 219-233.
- Mach E., 1982, *Conoscenza ed errore*, ed. italiana, Torino.
- Minazzi F., 1994, *Galileo "filosofo geometra"*, Milano.

- Mourelatos A., 1981, *Astronomy and Kinematics in Plato's Project of Rationalist Explanation*, «Studies in History and Philosophy of Science», 12, pp. 1-32.
- Natali C., 2014, *Aristotele*, Roma.
- O'Brien D., *Plato: Weight and Sensation. The Two Theories of the "Timaeus"*, in *Theories of Weight in the Ancient World*, II, Leiden 1984, pp. 359-65.
- Owen G.E.L., 1953, *The place of the Timeus in Plato's dialogues*, «Classical Quarterly», 3, pp. 79-95.
- Palmieri P., 2018, *Galileo's thought experiments*, in *The Routledge companion to thought experiments*, a cura di M.T. Stuart, J. Fehige, J.R. Brown, London-New York, pp. 92-110.
- Pitteloud L., 2022, *Goodbye to the Demiurge? Timaeus' Discourse as a Thought Experiment*, In *Time and Cosmology in Plato and the Platonic Tradition*, a cura di D. Vázquez, A. Ross, Leiden, pp. 78-110.
- Platone, *La Repubblica*, V, 2003, a cura di M. Vegetti, Napoli.
- Platone, *Timeo*, 2003, a cura di F. Fronterotta, Milano.
- Platone, *La Repubblica*, 2006, a cura di M. Vegetti, Milano.
- Platone, *Timeo*, 2022, a cura di F.M. Petrucci, introduzione di F. Ferrari, Milano.
- Rashed M., 2012, *Il Timeo: negazione del principio di necessità condizionale*, in *Il platonismo e le scienze*, a cura di R. Chiaradonna, pp. 65-79.
- Repellini F.F., 2003, *Astronomia e armonica*, in Platone, *La Repubblica*, V, a cura di M. Vegetti, Napoli, pp. 541-563.
- Vegetti M., 2003², *Quindici lezioni su Platone*, Torino.
- Ziglioli L., 2022, *Didattica della filosofia per esperimenti mentali*, «Education & Learning. Rivista di psicopedagogia e organizzazione scolastica», 5, pp. 34-52.