

Luigi Laino

Cosa “inscrive” una macchina? Alcune ipotesi su tecnica e scienza

Abstract: In this paper, I will analyse the import of the concept of “machine” for the emergence of scientific knowledge. After a short introduction, I will provide, in the second section, a definition of technology that bears on the verification of theory, but not in the sense that it realises theory in practice. Rather, I aim to show that technology is the counterpart of theory. In the third section, by leveraging the distinction between apotelestatic and sympleromatic machines, I will show that “scientific” machines are mostly sympleromatic, as well as I will compare the Antikythera mechanism with contemporary colliders, in order to explain why and how a machine “represents” a theory. In the fourth section, I will reflect on the origin and meaning of science and the role and essence of machines.

1. Introduzione

Confesso subito che prenderò il termine “scrittura” un po’ alla larga e mi riferirò, con esso, alla “iscrizione” dei fenomeni naturali *su* o *in* un certo supporto tecnologico. L’idea di fondo è che, se la registrazione di eventi o processi sull’osso del femore di una iena rappresenti di per sé già una legalizzazione e quantificazione dei fenomeni osservati¹, lo è a maggior ragione quanto avviene con una

1 In linea di massima: già il “fare segno” dei Neanderthal, nel caso del reperto di Les Pradelles, avrebbe a che fare con la genesi del concetto di “seriazione”, uno dei due attributi fondamentali per definire il concetto di numero sul piano ontogenetico, secondo Piaget, assieme alla “cardinalità” (cfr. F. d’Errico *et al.*, *From Number Sense to Number Symbols. An Archaeological Perspective*, in “Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences”, 373 (2018), <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0518>; R. Wragg Sykes, *Neanderthal. Vita, arte, amore e morte*, tr. it. di F. Pe’, Bollati Boringhieri, Torino 2020, p. 278; e: J. Piaget, *Lo sviluppo mentale del bambino e altri studi di psicologia*, tr. it. di E. Zamorani, Einaudi, Torino 2000, p. 87 *et passim*). Gli studi sull’origine e sull’evoluzione della scrittura, peraltro, dimostrano che seriazione e cardinalità s’incontrano sin da subito, per esempio nei primi sistemi mesopotamici, in cui il grafismo sarebbe nato per ottemperare a funzioni contabili: cfr. I.J. Gelb, *Teoria generale e storia della scrittura. Fondamenti di grammatologia* (1952), ed. it. a cura di R. Ronchi, Egea, Milano 1993, pp. 42 ss. Si veda pure: J. Mazur, *Storia dei simboli matematici. Il potere dei numeri da Babilonia a Leibniz*, tr. it. di P. Bartesaghi, il Saggiatore, Milano 2015. Infine, sembra acclarato che le prime rappresentazioni grafiche si riferissero a fenomeni “ritmici”, il cui significato magico-religioso

macchina. Per un verso, infatti, in quanto αὐτόματον, la macchina funziona in modo regolare; per l'altro, essa ha cominciato a indicare relativamente presto le quantità e, più avanti, è essa stessa diventata un modello di *funzionamento quantitativo* della natura.

Su questa base, suddivido l'articolo in ulteriori tre paragrafi. Nel secondo, mi occuperò di definire in che senso la trascrizione tecnica aggiunga uno strato di verità alla teoria. Nel terzo paragrafo, commenterò due esempi specifici di "iscrizione" tecnica: il "planetario" di Anticitera e l'acceleratore di particelle. Il perché di questo strano connubio sarà chiaro, spero, più avanti. Infine, cercherò di trarre qualche conclusione di ordine più generale sull'origine e sul significato della scienza.

2. La tecnica come "controprova" della natura

Possiamo ormai considerare superata la tradizione secondo cui la tecnica sarebbe scienza applicata. A partire almeno dai fondamentali lavori di Koyré, sappiamo infatti che il "*pensiero tecnico*" ha preceduto la scienza² e che gli "strumenti" e le "macchine" hanno costituito il propellente decisivo per dotare la scienza teorica della "*precisione*" necessaria a costruire un nuovo ideale di natura³. Questa tesi può essere generalizzata seguendo le indicazioni che Nicola Russo ha dato in una serie di saggi sul problema delle macchine. Prima però di arrivare al punto della questione, cioè a presentare l'idea della scienza come "*teoria della tecnica*"⁴, vorrei sottolineare in che modo l'invenzione delle macchine e del metodo sperimentale è legata ai problemi della scrittura, almeno per come abbiamo definito il significato del termine nell'introduzione.

Il primo elemento rilevante è naturalmente la metafora galileiana del "libro della natura". Come noto, Galileo l'aveva usata in più di un'occasione⁵ per contrapporsi al dogmatismo degli aristotelici, che credevano soltanto all'autorità dei testi scritti e non all'"evidenza" dei fenomeni naturali. Di fatto, però, la chiarezza della natura ha uno statuto molto particolare. Anzitutto, occorre fare riferimento alla circo-

(cfr. A. Leroi-Gourhan, *Il gesto e la parola* [1964-1965], tr. it. di F. Zannino, Einaudi, Torino 1977, 2 voll., in part. vol. 1, pp. 221-254; vol. 2, pp. 361-363) non ci impedisce d'intravedere l'idea della regolarità e dell'ordine della natura.

2 A. Koyré, *I filosofi e la macchina* (1948), in Id., *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, tr. it. di P. Zambelli, Einaudi, Torino 2000, pp. 49-86.

3 Cfr. Id., *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione* (1948), in Id., *Dal mondo del pressappoco*, cit., pp. 89-111. Il riferimento è a p. 95.

4 Cfr. N. Russo, *Il contributo della teoria delle macchine alle scienze della natura e dell'uomo*, in Id., *Polymechanos anthropos. La natura, l'uomo, le macchine*, Guida, Napoli 2008, pp. 85-111. La citazione è a p. 86.

5 Almeno qui: G. Galilei, *Il saggiaiore* (1623), in *Opere*, a cura di F. Brunetti, Utet, Torino 2005, vol. 1, pp. 595-807 (la cit. è alle pp. 631-632); e nella lettera a Fortunio Liceti del gennaio 1641, ivi, pp. 977-980.

stanza che il mondo matematico si fa intendere solo da chi ha occhi per vederlo, anzi: per chi sa come scriverlo. Come diceva Copernico, “*mathemata mathematicis scribuntur*”⁶. Chi non possiede il codice della natura, si aggira pertanto per un “oscuro laberinto”. Inoltre, qui è l’“occhio della mente” ad essere coinvolto nella definizione dell’oggetto scientifico, poiché la conoscenza “sensibile” è “convenzionale” e “soggettiva”, come dimostra la celebre distinzione fra “qualità primarie” e “qualità secondarie”⁷. D’altronde, la percezione interviene quando viene chiamata in causa dagli strumenti. Nel *Dialogo*, Galileo aveva rivendicato l’idea secondo cui lo stesso Aristotele avrebbe dovuto convincersi *immediatamente* dell’esistenza delle macchie solari se avesse potuto guardare nel telescopio⁸.

Possiamo quindi dire che la tecnica costituisce l’integrazione fondamentale che risarcisce l’occhio della perdita di concretezza implicata dall’astrazione matematica. Tuttavia, il rapporto con l’“evidenza” non è così lineare e la macchina non costituisce soltanto una leva che la scienza sfrutta per ritornare al “mondo della vita”. Se nell’ottica della filosofia della tecnica gli strumenti e le macchine vengono visti come “esteriorizzazioni” dell’umano, e se quindi strumenti e macchine costituiscono una via che, ripercorsa a ritroso, riporta alla “vita” stessa⁹, la macchina è *μηχανή*, ovvero sia “artificio per ottenere dalla natura ciò che si vuole tramite una via traversa”¹⁰. In quest’ultima occorrenza, è chiaro che l’inversione del processo di oggettivazione recide il legame diretto con la natura, e in particolare con i vari concetti della risma dell’“essere nel mondo” che sono alla base di certe interpretazioni sulla nascita e il significato della tecnica¹¹. Lo strumento perde così il suo carattere protesico, poiché, come scrive Koyré, “non è un prolungamento dei sensi, ma nell’accezione più forte e più letterale del termine, incarnazione dello spirito, materializzazione del pensiero”¹². E così, per esteso, è “per attingere *ciò che non cade sotto i nostri sensi*, per vedere ciò che nessuno ha mai visto, che Galileo ha costruito i suoi strumenti”¹³.

Sempre restando a Galileo, basta pensare al piano inclinato. Nei *Discorsi*, Galileo si premura di avvertire il lettore di aver eseguito esperimenti a riguardo per bocca di Salviati, ma è chiaro che qui l’evidenza è creata dall’esperimento e non “ricettivamente”, per dirla con Kant. Peraltro, mi pare indicativo che, nello stesso punto in

6 N. Copernico, *La rivoluzione delle sfere celesti* (1543), in *Opere*, a cura di F. Barone, Utet, Torino 1979, pp. 151-702. La cit. è a p. 177.

7 Cfr. G. Galilei, *Il saggiaatore*, cit., pp. 777-781.

8 Id., *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (1632), in *Opere*, cit., vol. 2, pp. 13-552. Il riferimento si trova alle pp. 73-74.

9 Si tratta di un *topos*, ma naturalmente il riferimento principale è a: E. Kapp, *Grundlinien einer Philosophie der Technik* (1877), Meiner, Hamburg 2015.

10 N. Russo, *Il contributo*, cit., p. 103.

11 Si veda per esempio il concetto ingoldiano di “essere nell’ambiente”, T. Ingold, *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*, Routledge, Oxford-New York 2022².

12 A. Koyré, *Dal mondo del pressappoco*, cit., p. 101.

13 *Ibidem*.

cui Galileo fa menzione del piano, egli si riferisca alle catene deduttive della scienza nei termini di una “immensa machina d’infinite conclusioni”¹⁴. Insomma, la stessa deduzione dei teoremi e dei postulati ha qualcosa di macchinico, di *automatico*.

Poco importa, inoltre, che Galileo non pensi alle macchine come a un “inganno”, quanto piuttosto come a un mezzo per comprovare o ratificare la fedeltà ai fenomeni. Nel trattato *Le mecaniche*, il problema è sì rappresentato da quegli scienziati che, sulla base di una falsa teoria, costruiscono le loro macchine con l’intento, per l’appunto, di “ingannare” la natura, per esempio cercando con poca forza di sollevare e trasportare pesi molto grandi¹⁵; ma, in fondo, cercare conferma delle ipotesi scientifiche in una macchina vuol dire “rivendicare la necessità di *saper interrogare la natura*”¹⁶, al cui scopo occorre “ideare e costruire dei dispositivi tecnici, o modelli, ove la risposta della natura emerga con chiarezza, al di fuori di ogni possibile malinteso”¹⁷.

Rendersi conto che, attraverso teorie e macchine, alla natura venga estorta una verità che essa non manifesterebbe da sé, non vuol dire pertanto lagnarsi della cacciata dal paradiso dell’immediatezza, bensì diventare consapevoli del carattere inevitabilmente “macchinato” della conoscenza della natura. È proprio per questo che la macchina funziona come un testo. Il testo “differisce”, infatti, il contenuto originario a cui rimanda¹⁸, allo stesso modo in cui la macchina differisce la teoria, *scilicet* l’interpretazione della natura.

A questo punto, la macchina è coinvolta nella metafora del “libro”, che può quindi essere posta in modo più generale: se c’è un libro che è scritto, deve esserci qualcuno che lo interpreta. E deve esserci allo stesso tempo *qualcosa* che viene trascritto¹⁹. Ma non solo: deve esserci un modo per controllare la trasposizione, cosicché si possa di rimando correggere il dettato e “inscrivere” – o defalcare – nuovi elementi che non erano stati individuati in un primo momento. Sotto forma di libro, infine, la natura è diventata qualcosa di “unitario”, che si dà “tutta d’un colpo”, ma che proprio per questo può venire “anticipata a forza nel concetto, anche come cognizione acquisibile e verificabile”²⁰.

14 G. Galilei, *Dialogo intorno a due nuove scienze* (1638), in *Opere*, cit., vol. 2, pp. 553-839. La cit. è a p. 743.

15 Id., *Le mecaniche. Delle utilità che si traggono della scienza meccanica e dai suoi instrumenti* (1634), in *Opere*, cit., vol. 1, pp. 137-187. Mi riferisco qui in particolare all’*incipit* a p. 141. È interessante che questo passo sembri costruito in risposta allo pseudo-Aristotele quando li vi si definiva giustappunto l’azione della μηχανή come “via traversa”, παρὰ φύσιν (cfr. Aristotele, *Mec.* 847a 11-24).

16 F. Minazzi, *Galileo “filosofo geometra”*, Milano 1994, p. 288.

17 L. Geymonat, *Galileo Galilei*, Torino 1957², p. 231.

18 Su questa tema, si veda ovviamente: J. Derrida, *La scrittura e la differenza* (1967), trad. it. a cura di G. Pozzi, Einaudi, Torino 2002.

19 H. Blumenberg, *Paradigmen einer Metaphorologie*, Suhrkamp, Frankfurt a.M. 1998, pp. 103 ss.

20 Id., *La leggibilità del mondo* (1981), tr. it. B. Argenton, il Mulino, Bologna 1984, pp. 3-15; pp. 67-84. La cit. è a p. 12.

Un grande fisico del calibro di Werner Heisenberg ha riassunto molto bene questi argomenti, portandoli per così dire allo scoperto. In un saggio del 1973, egli aveva già messo in chiaro che quel che cerchiamo dalle "applicazioni pratiche" è la *prova* "che si è compresa la natura in modo corretto"²¹. Se si costruisce uno strumento, l'oggetto osservato non è indifferente al suo potere. A dire il vero, dovremmo persino comprendere che il nuovo metodo sperimentale "non tendeva alla descrizione di ciò che è visibile, ma alla progettazione di esperimenti e alla generazione di fenomeni che di norma non si vedono in natura, e all'esame di questi sulla base della teoria matematica"²². Insomma, anche qui lo scienziato vuole "sentirsi confermare da un giudice imparziale, dalla natura stessa, di aver compreso la sua struttura"²³, ma lo fa sostanzialmente modificandola, osservandola attraverso almeno un grado di separazione, determinato dalla "ripetizione" degli esperimenti mediante cui vengono controllate le *ipotesi*.

Ora, possiamo dire più chiaramente che la garanzia secondo cui la ripetizione controllata di un fenomeno assicura la verità della teoria può venire soltanto dall'idea che la natura sia un libro, ovvero sia che essa sia dotata di una trama unitaria a cui gli eventi narrati rispondono. Lo stesso concetto di "causalità" rivestirebbe in questo senso una funzione trascendentale di tipo kantiano, poiché senza di esso non si potrebbe ragionare in modo scientifico, ossia non si potrebbe stabilire che a uguali cause corrispondono effetti analoghi²⁴.

È perciò interessante che le definizioni di macchina girino intorno alla causalità. Per esempio, Nicola Russo definisce la macchina "*medium* strumentale artificioso tra uomo e natura, tendente all'automatismo, ma finalizzato in maniera eteronoma, che incarna una decisione preteorica intorno alla causalità"²⁵. Certo, il punto di vista di Russo è volto a far emergere l'origine antropica della macchina²⁶, ma la sovrapposizione di elemento finalistico e causale esalta il comportamento "automatico" della macchina stessa, ciò che la rende simile alla natura. Così Russo scrive:

La macchina incarna un sapere intorno alla dinamica della natura e non solo intorno alle mere modalità pratiche del raggiungimento di uno scopo [...]. Infatti, l'atto dell'invenzione coinvolge pienamente la comprensione che il "meccanico" ha del modo in cui la natura agisce ed è sulla base di questa che egli cerca l'artificio per ottenere da essa ciò che si propone.²⁷

21 W. Heisenberg, *La tradizione nella scienza* (1975), tr. it. di R. Pizzi e B. Vitale, Garzanti, Milano 1982, p. 21.

22 Ivi, p. 22.

23 Ivi, p. 21.

24 Cfr. ivi, pp. 23-25.

25 N. Russo, *Il contributo*, cit., p. 106. La definizione è ripetuta a p. 20 in: Id., *Ontologia e genealogia delle macchine: un sunto*, in "Mechane. Rivista di filosofia e antropologia della tecnica", n. 1, pp. 13-25.

26 N. Russo, *Il contributo*, cit., pp. 106-7, p. 111.

27 Ivi, p. 105.

In breve, ciò che si scrive è tradito, ma allo stesso tempo tradito, riportato nel “testo”. Abbiamo così imparato cosa è “inscritto” nella macchina: la natura e il suo “automatismo”, un peculiare connubio di finalità e causalità. Certamente, all’inizio questo pensiero doveva essere espresso in modo intuitivo. Per esempio, in Platone, di cui ci occuperemo meglio nel prossimo paragrafo, il problema della costruzione meccanica dell’universo non solo si affianca a quello dell’animazione dei corpi celesti, ma si confonde con esso²⁸. Per contro, nelle epoche successive, la macchina viene privata della sua “finalità” e si afferma la metafora causale della *machina mundi*²⁹, ma in ogni caso ciò resta una testimonianza di quanto la macchina descriva paradigmaticamente la natura stessa.

In linea di massima, la conseguenza principale che ricaviamo da tutto questo è che una macchina abbastanza potente dovrebbe contenere in sé un intero corpus traduttivo dei fenomeni e, dunque, una *teoria*³⁰. È in questo senso che, come si sarà compreso, nel titolo di questo paragrafo ho parlato di “controprova”. Vediamo ora di giustificare ulteriormente questa conclusione.

3. Due esempi di “inscrizioni” macchiniche

Il riferimento alla teoria delle macchine di Nicola Russo ci consente adesso di completare il cappello teorico. Russo ha distinto fra “macchine apotelestiche” e “simpleromatiche”, intendendo con ciò, rispettivamente, le macchine definite dai loro prodotti, oggettivati *esternamente* al meccanismo, e le macchine ad azione interna, che in un certo senso corrispondono al loro automatismo. Russo parla quindi della macchina simpleromatica come piano trascendentale del “meccanismo”³¹. Esempi tipici ne sono strumenti musicali come la lira e il pianoforte, poiché “il compimento” dell’agire è demandato all’agente. Il musicista che esegue un brano non può *fissare* la sua performance, a meno che non la registri – ma certo per questo dovrà ricorrere a nuovi media –, mentre uno scultore offre al pubblico, attraverso le statue “allontanate” dalla sua mano, il saggio per antonomasia della tecnica apotelestica³².

28 H. Blumenberg, *Paradigmen*, cit., pp. 94 ss.

29 Cfr. ivi, pp. 103-104. Si veda pure: N. Russo, *Il contributo*, cit., p. 104.

30 Cfr. Id., *Para physin. Spunti aristotelici, e non, intorno al concetto di macchina*, in: “Bollettino filosofico”, XXXVIII, pp. 98-106. E questo vale già per la tecnica antica: come nota Giovanni di Pasquale, nei trattati greci e alessandrini è all’opera “una nuova razionalità per cui quelle forme geometriche, ancorché appiattite e bidimensionali, permettono la padronanza di oggetti che dalla tavoletta su cui sono raffigurati devono poi diventare reali” (G. Di Pasquale, *Le macchine nel mondo antico. Dalle civiltà mesopotamiche a Roma imperiale*, Carocci, Roma 2019, p. 19).

31 N. Russo, “*La lira mi sia cara e l’arco ricurvo*”: una trama di tensioni opposte, in “Etica e politica”, XIV(1), pp. 186-229.

32 Lo stesso Russo è comunque consapevole che la distinzione fra “apotelestico” e “simpleromatico” è fluida, almeno quanto al fatto che ogni macchina simpleromatica è in una certa misura apotelestica e viceversa, cfr. ivi, pp. 208 ss. Inoltre, a partire dalla nascita della scienza

Questa distinzione va inoltre compresa sullo sfondo della storia evolutiva dell'uomo. Il punto di svolta è rappresentato proprio dall'inversione dell'esteriorizzazione menzionata nel precedente paragrafo, che lo stesso Russo nota coincidere con l'arresto dello sviluppo cerebrale. Questo è il segno che alla liberazione dal corpo e dalla biologia corrisponde, come ho accennato, un rivolgimento della macchina verso l'interno, in un senso allo stesso tempo più ampio e più specifico di quello originale rivendicato da Kapp. Se dalla macchina si ottiene la testimonianza della sua e della nostra natura mediale poiché essa si rivolge all'essere umano³³, ciò è possibile perché lo strumento, il quale costituisce inizialmente una risposta spontanea all'adattamento, si trasforma in macchina e ci consegna soluzioni sempre più complesse e più o meno trasparenti del modo in cui gli esseri umani si rappresentano la natura e tentano di dominarla. Di conseguenza, e su questo enfatismo la posizione di Russo, la macchina simpleromatica rivela all'essere umano non solo sé stesso, ma il suo modo di raffigurarsi la natura.

A tal proposito, si può rammentare il celebre giudizio di Heisenberg, secondo il quale la scienza contemporanea non ci offre un'"immagine della natura", bensì "*una immagine del nostro rapporto con la natura*"³⁴. In effetti, può sembrare banale dirlo, ma le macchine non si costruiscono da sole e una macchina che riproduce una teoria veicola sempre il tentativo umano di comprensione della natura che la innerva. In questo senso, anche se la macchina deve tradurre un modello del funzionamento oggettivo dei fenomeni, ne ingloba pure il carattere ipotetico, cioè lo statuto antecedente alla conferma che dalla macchina ci si aspetta. Di fatto, ma anche *de iure*, la macchina è insomma capace di offrirci uno sguardo privilegiato sulla teoria che formuliamo per comprendere la natura, sul nostro modo di oggettivare il mondo. Potremmo dire che come la lira inverte l'esodirezionalità della macchina apotelestica, quella scientifica è il luogo d'incontro fra la soggettività che formula "ipotesi" e una natura che, come abbiamo detto, corrisponde a delle regole, a un piano *narrativo*. Si tratta insomma della terra di mezzo fra "soggetto" e "oggetto", per esprimerci in termini classici, ma forse più familiari.

Stabilito questo, e vista anche la critica che Russo muove alla filosofia della tecnica in astratto, cioè a quella filosofia della tecnica che concepisce il suo oggetto come soggetto di un'azione non ulteriormente determinabile che si definisce per l'appunto "tecnica"³⁵, vale la pena passare subito a un paio di esempi di macchine, tendenzialmente simpleromatiche, che incontriamo nella storia della scienza. Che

moderna, sarebbe occorsa una riduzione tendenziale del simpleromatico all'apotelestico, cfr. *ivi*, pp. 217-218. Si veda anche quanto dice Blumenberg sul fatto che la macchina venga con ciò vista "dall'esterno" (H. Blumenberg, *Paradigmen*, cit., pp. 99 ss.).

33 Cfr. *Id.*, *Ontologia e genealogia delle macchine*, cit., p. 23.

34 W. Heisenberg, *L'immagine della natura nella fisica moderna* (1954), in *Id.*, *Natura e fisica moderna* (1955), tr. it. di E. Casari, Garzanti, Milano 1985, pp. 35-56, il riferimento è a p. 54. Lo stesso Heisenberg aveva notato che, nell'epoca della scienza e della tecnica, l'uomo non incontra altri che sé stesso, cfr. *ivi*, p. 49.

35 Cfr. N. Russo, *Ontologia e genealogia delle macchine*, cit., p. 15.

la scelta sia ricaduta sulla macchina di Anticitera e sull'acceleratore di particelle si spiega col proposito enunciato in chiusura del secondo paragrafo, ossia far emergere il *leitmotiv* inscrivibile della tecnica scientifica. Una breve premessa prima di descrivere il "planetario" ellenistico è però necessaria.

I rapporti fra la scienza greco-classica e la tecnica sono stati tradizionalmente sottovalutati, tanto che a volte, come si suol dire, si sono presentate alcune "filosofie" sulla testa piuttosto che sulle gambe. Si prenda il caso eclatante di Platone. Il Platone metafisico che ci ha consegnato la storia della filosofia è stato depurato "ad arte" dal fatto storico che l'Accademia fosse un eminente centro di ricerca scientifica, forse il più importante dell'antichità classica. O almeno questo aspetto finisce automaticamente in secondo piano quando "Platone" diventa un "oggetto filosofico". La parzialità di questa narrazione ci ha così restituito l'immagine del Platone "filosofo", impegnato a contemplare un mondo ideale scollegato dalla realtà sensibile. Si tratta ovviamente di un'incomprensione madornale, che non riguarda solo la lettera della teoria delle idee, in cui la sensibilità svolge comunque una funzione "paracletica" in favore del "risveglio" delle facoltà conoscitive più astratte³⁶. In effetti, l'intera filosofia platonica, e in particolar modo la sua gnoseologia, può essere vista come un tentativo di fondazione epistemologica della fisica matematica³⁷, intesa come disciplina a partire dalla quale elaboriamo dei modelli teorici, di tipo essenzialmente geometrico, che poi applichiamo alla realtà fisica³⁸. La lettura tendenziosa del pensiero platonico di cui parlavo è derivata, dunque, quasi integralmente dalla metafisica della grammatica filosofica. L'"identico", il "differente"³⁹, persino l'"essere" delle "idee" o il non essere delle "cose sensibili" sono *in fondo* il risultato critico dell'applicazione della matematica alla natura⁴⁰.

Veniamo quindi naturalmente al posto di assoluto rilievo che Platone occupò nella storia dell'astronomia antica⁴¹. È a lui, infatti, che Simplicio attribuisce la paternità della richiesta di "salvare i fenomeni" secondo moti circolari⁴², ed è sem-

36 Cfr. Platone, *Resp.* 523b9-c3.

37 Mi permetto di rimandare sul tema a: L. Laino, *Salvare i fenomeni. Saggio sulla fisica greca e sui presupposti della matematizzazione della natura*, Mimesis, Milano-Udine 2015, in part. pp. 111-154; pp. 208-256.

38 Oltre all'astronomia, faccio fatica a non vedere nel *Timeo* una fisica della materia di questo stampo. Cfr. L. Brisson, W. Meyerstein, *Inventing the Universe. Plato's Timaeus, the Big Bang, and the Problem of Scientific Knowledge*, SUNY, New York 1995, in part. pp. 43 ss.

39 Basti pensare che, nel *Timeo* (34b10 ss.), l'"identico" e il "differente" non sono niente altro che i nomi del piano dell'equatore celeste e di quello dell'eclittica.

40 Notoriamente, Platone finirà per fondare il "non essere" come "genere sommo" dello *ἐτερον*, cioè come una "categoria logica". Cfr. *Soph.* 255c9 ss.

41 Lloyd ha scritto che "il maggior contributo di Platone fu insistere che l'astronomia è una scienza matematica esatta" (G. E. R. Lloyd, *Early Greek Science: Thales to Aristotle*, Norton&Co, New York-London 1970, p. 85).

42 Simplicio, *In Aristotelis Physicorum libros quattuor priores commentaria*, ed. Diels, Reimer, Berlin 1882, pp. 492-492.

pre Platone che, nel *Timeo*, fa dire all'omonimo protagonista del dialogo che non avrebbe avuto senso continuare a descrivere i movimenti dei pianeti, visto che non se ne potevano "guardare μμήματα" in quel momento⁴³.

Ora, proprio la resa di questo termine è cruciale. Fronterotta lo ha tradotto con "immagini", ma è lui stesso a rimandare in nota a Cornford e Brisson, i quali avevano già fatto notare che qui Platone avrebbe potuto far riferimento "a una sfera armillare che rappresenta i movimenti astronomici"⁴⁴. Una sfera armillare è costituita da altre sfere concave montate su un asse attorno a un globo centrale – perlopiù da indentificare con la Terra – e azionato da una manopola. Stando a Cornford, in particolare, già i modelli che circolavano nell'Accademia dovevano essere mobili e non "statici"⁴⁵. Una sfera armillare sembra essere in effetti descritta nel mito di Er⁴⁶.

La macchina di Anticitera è in linea con la tradizione che abbiamo appena delineato⁴⁷. Essa era composta da più di trenta ruote di bronzo dentate, che originariamente erano state incluse in una cassa, oggi perduta. Tutti i binari erano connessi a una ruota principale e terminavano su dodici puntatori, sette sulla parte anteriore e cinque su quella posteriore. La macchina recava, in alcune zone strategiche, iscrizioni che davano informazioni supplementari sul suo funzionamento. Sembrerebbe, inoltre, che parte anteriore e parte posteriore della macchina servissero a due scopi diversi. Per quanto riguarda la seconda, vi si poteva osservare, per esempio, la rappresentazione delle eclissi e quindi i cicli della Luna e del Sole. La parte anteriore, composta da un solo quadrante, riproduceva, invece, tramite una singola rotazione di input, "i moti simultanei del Sole, della Luna e dei pianeti *per come essi sono osservabili dalla Terra*"⁴⁸. Tali moti venivano registrati su due scale graduate a forma di anello, raffiguranti rispettivamente le posizioni dell'eclittica e

43 *Tim.*, 40d2-3.

44 Platone, *Timeo*, ed. it. a cura di F. Fronterotta, Rizzoli, Milano 2003, pp. 225, nota n. 147.

45 Cfr. F. Cornford, *Plato's Cosmology. The Timaeus of Plato Translated with a Running Commentary*, Routledge&Kegan, London-New York 1971, p. 75. Di Pasquale invece riporta di "globi celesti" di natura "statica" (G. Di Pasquale, *Le macchine nel mondo antico*, cit., pp. 169-173). Jones, che aveva cercato di ridimensionare la novità dell'astronomia platonica, per la verità in modo un po' contraddittorio, ha fatto notare che la sfera cui si fa riferimento nel *Timeo* potrebbe non essere stata composta da ingranaggi, bensì da "parti mobili indipendenti" (cfr. A. Jones, *La macchina del cosmo. La meraviglia scientifica del meccanismo di Anticitera*, tr. it. di V. F. Lovato, Hoepli, Milano 2019, p. 291, ma si vedano pure pp. 209-218).

46 Platone, *Resp.* 616d1 ss.

47 Va detto che non mancano, in proposito, pareri discordanti, come quello di Tannery, secondo cui Platone stesso avrebbe rimproverato Eudosso, Archita e Menecmo per aver usato "strumenti" nella discussione del problema della duplicazione del cubo e averne così sciupato la dignità teorica (cfr. P. Tannery, *La géométrie grecque. Comment son histoire nous est parvenue et ce que nous savons*, Gauthier-Villars, Paris 1887, p. 79). Tuttavia, lo sviluppo in senso meccanico del sistema astronomico aristotelico costituisce un importante elemento di riflessione rispetto a quanto si faceva effettivamente in Accademia.

48 A. Amabile, *A New Look at the Antikythera Mechanism*, tesi di dottorato di ricerca in fisica, dip. E. Pancini, Università degli Studi di Napoli Federico II, XXXV ciclo, p. 9. Nel caso

la loro corrispondenza coi 365 giorni del calendario egizio. I moti dei pianeti erano “simulati” attraverso delle sferette, dotate di lancette⁴⁹. Da qui l’idea di concepire la macchina di Anticitera come un “computer analogico”. Ma come collocarla più propriamente all’interno della scienza ellenistica e non solo, forse un po’ astrattamente, nell’ambito della scienza greca?

Gli studiosi hanno evidenziato, negli ultimi decenni, un quadro sorprendente. Lucio Russo, per esempio, ha fatto notare che molto probabilmente circolava già una teoria dinamica attribuibile a Ipparco (II sec. a. C.). Si sarebbe così stati vicini a uno schema delle differenze di velocità riportate in forma vettoriale e persino al concetto di gravità⁵⁰. Più in generale, a ogni modo, e proprio intorno alla figura di Ipparco, si sono raccolti consensi circa l’eredità dell’opera archimedeica e il matrimonio fra la scienza e le macchine, al punto che l’esistenza “di un’avviata tradizione di studi di meccanica a Rodi”⁵¹ sembra ormai acclarata.

In effetti, la macchina di Anticitera può essere collocata nel solco della *σφαιροποιία*, termine che non sta solo ad indicare un’opera di Archimede andata perduta⁵², bensì un’intera disciplina. Amabile osserva così giustamente che *ποίησις* qui non riguarda solo il lato pratico. Anzi, si tratterebbe di unificare “teoria” e “prassi” nel senso che si devono poter ridurre le osservazioni a diagrammi di figure circolari e ai loro “modelli”. La *σφαιροποιία* sarebbe pertanto una sorta di “*Aufhebung*” di “astronomia” e “meccanica”⁵³, in modo tale che si può ora “incorporare *in linea di principio esattamente* una teoria astronomica in un dispositivo meccanico”⁵⁴.

L’aspetto più interessante, tuttavia, è che la teoria inscritta nella macchina non è limitata al solo mondo ellenistico. Si tratta ovviamente di un fatto molto importante, poiché rende l’idea di un congegno che va ben al di là di un’invenzione estemporanea volta a risolvere un problema specifico; al contrario, ci si avvia a testimoniare il valore universale di una teoria scientifica proprio *attraverso* la tecnica.

della macchina di Anticitera in genere l’input era manuale, ma Pappo fa menzione di costruzioni analoghe azionate dall’acqua (cfr. *ivi*, p. 22).

49 Non ho inteso fornire qui, naturalmente, una ricostruzione approfondita. Per maggiori dettagli, oltre al lavoro di Amabile, si veda anche: A. Jones, *La macchina del cosmo*, cit., in part. pp. 55-77.

50 L. Russo, *La rivoluzione dimenticata. Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna*, Feltrinelli, Milano 2003³, pp. 329-337; *ivi*, pp. 341-349. Sulla concezione della gravità in Ipparco si veda pure: S. Drake, *Galileo Galilei pioniere della scienza* (1990), tr. it. di G. Mancuso, Muzzio, Padova 1992, pp. 61-71.

51 G. Di Pasquale, *Le macchine nel mondo antico*, cit., p. 175.

52 Il legame con Archimede è comunque abbastanza solido se si fa riferimento alla testimonianza di Cicerone, il quale era stato a Rodi e aveva conosciuto Posidonio, a cui aveva attribuito la paternità di meccanismi analoghi alla macchina di Anticitera (cfr. A. Jones, *La macchina del cosmo*, cit., pp. 292-293).

53 A. Amabile, *A New Look*, p. 26.

54 *Ivi*, p. 27. Sotto questo aspetto, la versione di Amabile mi pare più convincente di quella di Jones, il quale tende invece a separare le diverse funzioni attribuibili alla *σφαιροποιία* (cfr. A. Jones, *La macchina del cosmo*, cit., p. 291).

In effetti, occorre considerare che la macchina di Anticitera presentava “un differenziale, cioè [...] un meccanismo che permette di produrre una rotazione di velocità pari alla differenza (o alla somma) di due rotazioni date”⁵⁵, insomma qualcosa che, come ho accennato, potrebbe dipendere dall’“attrazione reciproca fra i corpi”⁵⁶. Ora, si dà il caso che William Rowan Hamilton, nel diciannovesimo secolo, avesse reinterpretato “il problema di Keplero”, offrendo così una nuova caratterizzazione della legge di gravitazione attraverso il metodo dell’odografa circolare. Si tratta di una semplice ed elegante costruzione geometrica che permette di stabilire una corrispondenza funzionale fra i punti di un cerchio, che rappresentano per l’appunto l’“odografa” e così le successioni e le variazioni di velocità, e i punti delle posizioni della traiettoria di un corpo celeste, la quale descrive, nel modello di Keplero, un’ellisse⁵⁷. In poche parole, si tratta di un diagramma delle velocità di un corpo in movimento. Ho semplificato al massimo⁵⁸, ma l’idea di base, secondo l’audace ma convincente ricostruzione di Amabile, è che il rapporto fra le traiettorie ellittiche e le rotazioni dell’odografa costituisca l’esito ultimo della riduzione dei movimenti celesti a figure circolari. In conclusione, se una teoria del genere o una quantomeno affine erano disponibili per gli astronomi ellenistici, la macchina di Anticitera deve averla “inscritta” dentro di sé.

Certo, si potrebbe dire che, fino ad ora, abbiamo solo provato che la macchina non è indifferente alla teoria, ma non che sia, per così dire, alla sua altezza. Alexander Jones ha mantenuto una posizione ambigua a riguardo. Per un verso, egli ha sottolineato che gli autori antichi adottarono “una certa cautela nel formulare analogie fra i meccanismi costruiti dall’uomo e il funzionamento della natura”⁵⁹ – argomento naturalmente più che plausibile, considerando la classica partizione aristotelica fra φύσει ὄντα e ποιούμενα⁶⁰. Tuttavia, se è vero che la macchina potrebbe avere avuto soprattutto uno scopo didattico e forse persino divulgativo, l’idea che essa potesse “insegnare all’osservatore verità scientifiche”⁶¹ va esattamente nella direzione che stiamo battendo. In effetti, se non si può concludere che una teoria è falsa qualora non si riesca a realizzarne il modello meccanico, è non meno chiaro che la macchina rende la verità più evidente, “controprovabile”.

Il caso dell’acceleratore può aiutarci a illuminare questo aspetto. Partiamo da un altro rilievo di Heisenberg. Saremmo portati a credere che i fenomeni subatomici, rivelati dall’acceleratore, si verificano spontaneamente “nell’atmosfera a

55 L. Russo, *La rivoluzione dimenticata*, cit., p. 155-156.

56 A. Amabile, *A New Look*, cit., p. 52.

57 Ivi, p. 110.

58 Occorre infatti fare riferimento anche alle uguaglianze dei parallelogrammi definiti dai vettori dell’odografa e della traiettoria. È proprio quest’aspetto a suggerire la possibilità che esistesse una dinamica già in età ellenistica, cfr. ivi, pp. 111-119.

59 A. Jones, *La macchina del cosmo*, cit., p. 299.

60 Aristotele, *Phys.* II, 192b ss.

61 A. Jones, *La macchina del cosmo*, cit., p. 299.

causa della radiazione cosmica”⁶². Ciononostante, considerando i principi fondamentali della meccanica quantistica, e in particolare dell’interpretazione di Copenaghen, se nell’acceleratore l’osservazione è deliberata e perciò la realtà si forma sotto l’effetto della stessa procedura sperimentale, che cosa succede quando non “provochiamo” la natura al di fuori della macchina? Nel saggio a cui ho già fatto riferimento, Heisenberg si limitava a presentare la sua epistemologia “*theory-laded*”⁶³, il che però non esclude che sia proprio questa la risposta alla domanda. Ovverosia: se possiamo osservare solo ciò che la teoria ci fa vedere, allora, nel caso della meccanica quantistica e delle particelle elementari, le uniche previsioni teoriche che possiamo effettuare avvengono *tramite* la macchina. In questo modo, la macchina è la teoria e non può più essere scambiata per una sua applicazione.

Venendo agli acceleratori, si tratta di “macchine [...] molto complesse e talvolta gigantesche, in grado di fornire energia alle particelle elementari in modo da accrescere la loro facoltà di sondare distanze sempre minori”⁶⁴. L’acceleratore oggi più famoso è certamente il Large Hadron Collider del CERN a Ginevra, “la più grande macchina mai realizzata dall’uomo”⁶⁵. Attorno a un tubo a vuoto di ventisette chilometri sono installati migliaia di magneti superconduttori che accelerano, accumulano e direzionano le particelle, dando vita a effetti studiati tramite “riveltori” posti in corrispondenza dei punti d’impatto fra le particelle stesse⁶⁶. È grazie a queste macchine che gli scienziati hanno potuto studiare e verificare l’esistenza di entità prevista dalla teoria, per esempio quella del celebre bosone di Higgs.

È abbastanza risaputo che questa particella ha permesso di completare il “modello standard” della fisica delle particelle, nel senso che ha fornito l’ultimo tassello dell’ontologia associata alla cromodinamica quantistica, alla sintesi elettrodebole e all’elettrodinamica quantistica⁶⁷. In estrema sintesi, la particella costituiva una “prova” dell’esistenza del campo di Higgs, che avrebbe dovuto spiegare l’emergere di fattori computabili relativi alla massa, e quindi del “termine di massa” $m^2\phi^2$, in una teoria dei campi che altrimenti avrebbe dovuto farne a meno⁶⁸. Ovviamente, come nota Baggott, il concetto di massa che emerge dalla teoria delle particelle elementari è molto distante da quello della nostra esperienza quotidiana, ma non è questo il punto. Vi è piuttosto un sottile contrasto che vale la pena riportare.

In cromodinamica quantistica, laddove si studia la “forza di colore”, ovverosia la forza che regola l’interazione dei quark attraverso i gluoni⁶⁹, i calcoli sono assai

62 W. Heisenberg, *La tradizione*, cit., p. 24.

63 Ivi, pp. 25 ss.

64 A. Ereditato, *Le particelle elementari*, il Saggiatore, Milano 2017, p. 121.

65 Ivi, p. 138.

66 Cfr. ivi, pp. 134-137.

67 Cfr. J. Baggott, *Massa* (2017), tr. it. di F. Ligabue, Adelphi, Milano 2019, pp. 189-190.

68 Cfr. ivi, pp. 176-181.

69 La forza di colore si comporta in maniera opposta alle forze con cui abbiamo familiarità in fisica classica, cioè quelle inversamente proporzionali al quadrato della distanza. Infatti, per piccoli intervalli, la forza di colore tende a zero, mentre cresce a grandi distanze. Cfr. ivi, pp. 188-189.

complessi e non si possono risolvere con "carta e penna": servono, invece, computer molto potenti⁷⁰. Anche per il bosone di Higgs, come abbiamo visto, la verifica della teoria è allora stata fornita dalla macchina, non dalla natura. Mi pare di poter dire che quello che Baggott percepisce ancora come una specie di dissidio interno alla fisica, ovverosia la contrapposizione fra il fisico teorico, che si "accontenta" della fondazione matematica, e quello sperimentale⁷¹, sia quindi un modo non adeguato di vedere la questione. Se è vero che la possibilità di manipolare la realtà non implichi ancora la sua comprensione⁷², non vedo perché non pensare che sia proprio la macchina ad avvicinarci alla "struttura di base"⁷³ della natura.

A riguardo, Blumenberg aveva fatto notare che il riferimento a modelli meccanici, per esempio alla "sfera" celeste in Cusano, si reggeva sulla possibilità di sostituire i fenomeni naturali, intangibili in linea di principio in quanto frutto della creazione divina, con ciò che è iscritto nella macchina: "Proprio questa possibilità viene letta (*abgelesen an*) nella funzione del modello astronomico: il modello viene *proiettato* al posto di ciò che sembrava essere essenzialmente sottratto all'approccio oggettivo di tipo teorico"⁷⁴. Se l'essere umano vuole conoscere la natura, non gli resta perciò che *metaforizzarla* attraverso le sue macchine⁷⁵.

Passo ora a un problema più generale, all'interno del quale però penso risalti l'interpretazione del concetto di macchina che ho elaborato in questo breve saggio.

4. Un'ipotesi sull'origine e sul senso della scienza

Sia nell'ambito della storiografia scientifica sia nell'ambito di quella filosofica, il tema dell'origine della scienza ha creato un dibattito che in genere si è articolato intorno a due poli. Lucio Russo aveva infatti sottolineato che, per fare storia della scienza, si possono percorrere due strade. Per un verso, si può ricostruire l'idea di scienza a partire dai "fatti", per esempio da alcune teorie che consideriamo scientifiche o, per l'appunto, dalle macchine che ne testimoniano lo sviluppo. Per l'altro, però, è chiaro che anche questo approccio "induttivo" non possa rinunciare a una definizione preliminare, altrimenti non riusciremmo ad individuare proprio quelle occorrenze a cui imprimere il marchio di "scientificità"⁷⁶.

Che cosa questa implicazione reciproca abbia a che fare con le iscrizioni è presto detto. Stando a quanto afferma lo stesso Lucio Russo, per avere "scienza"

70 Ivi, pp. 200-201.

71 Ivi, p. 175.

72 Cfr. ivi, p. 209.

73 Cfr. ivi., p. 210.

74 H. Blumenberg, *Paradigmen*, cit., p. 98.

75 Nei termini della teoria delle macchine, la si potrebbe mettere anche così: "Il συν della συμπλήρωσις [...] è innanzitutto proprio il 'con' dell'uomo e della macchina", N. Russo, "La lira mi sia cara e l'arco ricurvo", cit., p. 210.

76 Cfr. L. Russo, *La rivoluzione dimenticata*, cit., p. 33.

bisogna che siano soddisfatte tre condizioni. In primo luogo, (1) nella teoria devono comparire “oggetti teorici” al posto di “oggetti concreti”. In secondo luogo, (2) le teorie scientifiche devono avere “una struttura rigorosamente deduttiva”. Infine, (3) se la teoria deve essere applicata al mondo reale, devono essere istituite delle “regole di corrispondenza tra gli enti della teoria e gli oggetti concreti”⁷⁷. Come si vede, la scienza è una pratica inscrivibile almeno in un duplice senso. Anzitutto, perché essa richiede la sostituzione dei fenomeni naturali con controparti teoriche, che in ultima istanza saranno i simboli matematici. Naturalmente, si potrebbe dire che la matematizzazione geometrica dei Greci e quella algebrica e “simbolica” dei moderni siano diverse, ma al di là del pregiudizio che qui si annida, già dal punto di vista di un astronomo ellenistico non avrebbe avuto senso sostenere che le traiettorie dei corpi celesti sono oggetti reali al pari dei frutti, degli alberi e di qualsiasi altra cosa possiamo conoscere direttamente attraverso i sensi⁷⁸.

In aggiunta a ciò, è sul piano delle regole di corrispondenza che si devono istituire per garantire il rapporto fra teoria e realtà che emerge, in maniera prepotente, la funzione inscrivibile della macchina. In genere, ciò avviene dove la teoria prevede l'esistenza di un ente teorico con cui non combacia (ancora) alcun oggetto concreto:

In questo caso, si può spesso costruire la realtà corrispondente al modello individuato teoricamente, modificando il mondo esistente. Le teorie scientifiche, anche se nascono per descrivere fenomeni naturali, per la possibilità che hanno di autoestendersi con il metodo dimostrativo, divengono quindi in genere modelli di settori di attività tecnologica. La *tecnologia scientifica*, caratterizzata dall'avvalersi di una progettazione effettuata all'interno delle teorie scientifiche, appare così intrinsecamente legata alla struttura metodologica della scienza esatta e non può che nascere con questa.⁷⁹

Chiarito ciò, notiamo che, curiosamente, alle iscrizioni “teoriche” e “macchiniche” corrispondono quelle letterali. *In primis*, affinché la scienza potesse affermarsi, è stato necessario compilare manuali di esercizi per educare gli scienziati. Le procedure algoritmiche e dimostrative di calcolo e risoluzione dei problemi scrivono nell'anima di chi impara la consapevolezza che la natura risponda esattamente alle regole della teoria⁸⁰. Non è dunque affatto strano che l'idea della legalità della natura abbia come propaggini il comportamento macchinico e la pedagogia scientifica, la cui rigidità Kuhn aveva paragonato alla “teologia dogmatica”⁸¹. E che

77 Ivi, pp. 33-34.

78 Si veda per esempio quanto dice Proclo nell'*Hypotyposis astronomicarum positionum*, Vualder, Basel 1540, pp. 81-82.

79 L. Russo, *La rivoluzione dimenticata*, cit., p. 35.

80 Combino qui le note considerazioni di Platone nel *Fedro* (276a e ss.) e quelle di Cassirer in: E. Cassirer, *Form und Technik* (1930), in *Gesammelte Werke*, Bd. 17, hrsg. von T. Berben, Meiner, Hamburg, 2004, pp. 139-184.

81 Cfr. T. Kuhn, *La funzione del dogma nella ricerca scientifica* (1963), in Id., *Dogma contro critica. Mondi possibili nella storia della scienza*, ed. it. a cura di S. Gattei, Cortina, Milano 2000, pp. 3-32.

qui vi sia, dunque, una triangolazione ininterrotta fra uomo, tecnica e natura. *In secundis*, anche nel caso delle macchine si è dovuto procedere relativamente presto alla compilazione di manuali che hanno trasformato, nella rappresentazione degli storici, i "banàusi" in scienziati. Le regole della scrittura, le regole della natura e i meccanismi rispondono alla stessa *logica* e alla stessa esigenza d'*ordine* che l'essere umano impone all'esperienza.

A mo' di chiusura, aggiungo solo quanto segue. Sono consapevole che alcune delle argomentazioni che ho presentato qui sono soltanto abbozzate e talvolta persino ellittiche. A quest'articolo fa in particolare difetto una più estesa trattazione del concetto di "modello" che costituirebbe il *trait d'union* fra teoria e macchina. Per non ghermire l'eventuale lettore con il consueto richiamo alle ragioni di spazio, che devo comunque osservare, mi permetto, allora, di rimandare all'analisi recente che del concetto è stata fornita da Felice Masi, la quale ha avuto il merito di mostrare l'analogia strutturale fra le immagini teoriche, pensate come meccanismi, e la loro traduzione macchinica. La ricostruzione di Masi ha toccato in particolare Boltzmann e Maxwell, unitamente al ruolo svolto dall'"immagine segnica" che, se ben comprendo, trasforma il "meccanismo" reso dall'immagine intuitiva e raffigurativa della teoria nel riferimento simbolico a una "struttura" che solo la macchina sa modellizzare⁸².

Naturalmente, la macchina lascia una certa libertà ermeneutica rispetto al modello da rappresentare⁸³, ma è proprio per questo che essa offre un colpo d'occhio immediato sulla teoria, su come quest'ultima fa funzionare la natura. Potremmo così dire che c'è un aspetto "convenzionale" nel rapporto fra teoria e macchina, nella misura in cui ciò a cui la macchina rimanda non può essere esibito direttamente, ma è proprio per questo che la natura risulta *inscritta* nel senso che abbiamo discusso. Infine, ribadisco che non ho voluto certo sostenere che la teoria debba per forza essere modellizzata dalla macchina per essere veridica, ma solo che la macchina modella sempre una teoria⁸⁴. È proprio in virtù di quest'analogia, la quale si potrebbe forse persino concepire come un'omologia, che la teoria può essere corretta o sviluppata *attraverso* la macchina⁸⁵.

La risposta alla domanda posta nel titolo è dunque ovvia: la macchina *inscrive* la teoria, ossia il nostro modo di comprendere la natura. Essa è, per così dire, mediazione di una mediazione, mediazione in atto.

82 F. Masi, *Fenomenologia dal punto di vista empirico. Formazione di esempi e analisi di concetti*, Morcelliana, Brescia 2023, pp. 271-272.

83 Cfr. *ivi*, p. 272.

84 In generale, una teoria non modellizzabile non è per questo meno vera: cfr. R. Carnap, *An Introduction to the Philosophy of Science* (1966), a cura di M. Gardner, Dover, Mineola 1995, in part. pp. 174-176.

85 La mediazione fondamentale fra macchina e teoria – e fra macchina e natura – è svolta dalla "computazione": la si può cioè ascrivere al fatto che le macchine riducono algoritmicamente la complessità dei processi naturali; è per questo che il mondo sarebbe matematizzabile. Cfr. J.D. Barrow, *Perché il mondo è matematico?*, tr. it. di B. Tortorella, Laterza, Roma-Bari 1992, pp. 77-102.