

ΥΖΗΤΗΣΙΣ



ΣΥΖΗΤΗΣΙΣ

ASSOCIAZIONE FILOSOFICA

Syzetesis - Rivista di filosofia

ISSN 1974-5044

Anno VI - 2019 (Nuova serie) Fascicolo 1

Syzetesis – Rivista di filosofia
Pubblicato da ΣΥΖΗΤΗΣΙΣ Associazione Filosofica
ISSN 1974-5044

Direzione: Marco Tedeschini, Francesco Verde

Comitato scientifico: Stefano Bancalari (Roma), Sergio Bucchi (Roma), Mirella Capozzi (Roma), Carlo Cellucci (Roma), Vincenzo Costa (Campobasso), Antonella Del Prete (Viterbo), Adriano Fabris (Pisa), Stefano Gensini (Roma), Tonino Griffiero (Roma), David Konstan (New York), Roberta Lanfredini (Firenze), Cristina Marras (Roma), Pierre-Marie Morel (Paris), Geert Roskam (Leuven), Denis Seron (Liège), Emidio Spinelli (Roma), Voula Tsouna (Santa Barbara, CA), Pierluigi Valenza (Roma), Marlein van Raalte (Leiden), James Warren (Cambridge), Gereon Wolters (Konstanz), Leonid Zhmud (St. Petersburg)

Responsabile di Redazione: Federica Pazzelli

Redazione: Alessandro Agostini, Massimo Catapano, Silvia De Martini, Marie Rebecchi

Syzetesis Associazione Filosofica
Via dei Laterani 36
00184 Roma

syzetesis@gmail.com

<http://www.syzetesis.it/rivista.html>

Gli articoli pubblicati sono sottoposti a double-blind peer review.
Syzetesis è rivista scientifica secondo la classificazione dei periodici stabilita dall'ANVUR.

INDICE
Anno VI – 2019 (Nuova Serie) Fascicolo I

ARTICOLI

- CLAUDIO BUCCOLINI, *Scetticismo e matematica nella Vérité des sciences di Mersenne* 7
CARLO CELLUCCI, *I limiti dello scetticismo* 31

Ipotesi nella riflessione filosofica e scientifica
(a cura di MASSIMO CATAPANO e LUCA TONETTI)

- MASSIMO CATAPANO-LUCA TONETTI, *Premessa. Il problema dell'ipotesi: Un approccio interdisciplinare* 53
MASSIMO CATAPANO, *Ipotesi, discordanza e fondazionalismo nei tropi di Agrippa* 57
SIMONE GUIDI, *Ipotesi e metodo: Osservazioni su Newton, Bacon e Descartes* 73
FLAVIA MARCACCI, *Lo statuto dell'astronomia e il metodo delle ipotesi secondo Giovanni Battista Riccioli* 111
LUCA TONETTI, *Just like Astronomers Do: Building Hypotheses in Giorgio Baglivi's Medicine* 127
MIRELLA CAPOZZI, *Le ipotesi secondo Kant: Requisiti, giustificazione, status epistemico e euristica* 153
NICOLE DALIA CILIA, *La trasformazione di un'ipotesi nell'Intelligenza Artificiale* 191

NOTE E DISCUSSIONI

- GIULIA ANGELINI, *Il nodo dell'ἕθος: A margine di un libro recente* 215
LUIGI TROVATO, *Aristotele nel pensiero tardo-antico: Riflessioni a partire dal libro di Andrea Falcon, Aristotelismo* 229
ENRICO PIERGIACOMI, *Il prisma della natura: Considerazioni intorno a una recente pubblicazione* 249
GIULIA IANNUCCI, *Soggettività e costruzione dell'identità: Qualche spunto dalla biologia darwiniana* 257

RECENSIONI

- MARIANNA N. NARDI, C. Gill, *Plato's Atlantis Story: Text, Translation and Commentary* 273
- FLAVIA PALMIERI, S. Marchand, *Le Scepticisme: Vivre sans opinions* 279
- MASSIMILIANO LENZI, G. Krieger (ed.), *Die Metaphysik des Aristoteles im Mittelalter: Rezeption und Transformation* 287
- MASSIMO PALMA, W. Benjamin, *Origine del dramma barocco tedesco*, a cura di A. Barale, Prefazione di F. Desideri 299
- MARCELLO MUSTÈ, A. Musci, *La ricerca del sé: Indagini su Benedetto Croce* 307

Ipotesi nella riflessione filosofica e scientifica

a cura di

MASSIMO CATAPANO e LUCA TONETTI



Premessa

Il problema dell'ipotesi: Un approccio interdisciplinare

La sezione monografica di questo fascicolo di *Syzythesis - Rivista di filosofia* raccoglie alcuni dei contributi presentati in occasione del convegno “Ipotesi nella riflessione filosofica e scientifica” (a cura di Massimo Catapano e Luca Tonetti), promosso dall’Associazione Filosofica *Syzythesis* e tenutosi il 7 giugno 2018 a Roma, presso il Dipartimento di Filosofia della *Sapienza*.

La scelta di un tema così impegnativo per la storia del pensiero filosofico e scientifico occidentale necessita di un chiarimento preliminare. La pluralità di accezioni e usi che il termine ipotesi ha assunto nelle sue molteplici stratificazioni concettuali – come la lessicografia filosofica mostra – nonché il peso che esso ricopre nell’epistemologia, per le sue implicazioni tanto nella teoria della conoscenza quanto nelle pratiche scientifiche, impediscono ogni tentativo di trattazione esaustiva. La giornata di studi e i contributi qui raccolti muovono piuttosto da un obiettivo più circoscritto, necessariamente limitato, ma non per questo – riteniamo – meno utile al dialogo tra filosofia e scienza. Il problema dell’ipotesi è, da questo punto di vista, cruciale: incoraggiare il confronto tra campi e metodologie di ricerca anche profondamente diversi tra loro significa non solo riconoscere alla filosofia il suo ruolo nella società contemporanea ma anche offrire alla filosofia stessa filoni di indagine nuovi, inesplorati, ma potenzialmente fecondi.

Seguendo questo approccio interdisciplinare, questo numero monografico ospita sei contributi che spaziano dall’epistemologia alla storia della scienza, intersecando i campi dell’astronomia, della medicina e dell’intelligenza artificiale.

Massimo Catapano evidenzia nel suo contributo la funzione scettica svolta dal tropo dell’ipotesi nella filosofia di Sesto Empirico, secondo il quale l’ipotesi è un elemento primo o fondazionale – che

per questo non può essere ulteriormente giustificato – da cui si diparte un'argomentazione o teoria filosofica. Mettendo in dubbio il valore gnoseologico di questa accezione di ipotesi, Sesto Empirico tenta di mostrare l'inconsistenza delle dottrine fondazionaliste della conoscenza formulate dai Dogmatici.

Simone Guidi ripercorre, con spunti originali, una pagina classica del pensiero scientifico moderno: il dibattito sul rapporto tra ipotesi e metodo scientifico in Newton, Bacon e Descartes. Prendendo le mosse dal lessico newtoniano, e in particolar modo dal celebre motto *hypotheses non fingo* di cui prova a ricostruire l'esatto significato, Guidi analizza il metodo baconiano e la sua rinuncia al ruolo delle ipotesi. Quindi, si concentra sulla grande costruzione cartesiana di una metodologia pienamente ipotetico-deduttiva. Infine, riprendendo il problema delle ipotesi in Newton, approfondisce le differenze con Boyle e Hooke.

Flavia Marcacci e Luca Tonetti affrontano il problema della costruzione e valutazione delle ipotesi in due campi specifici della scienza seicentesca, rispettivamente nell'astronomia e nella medicina. Il contributo di Flavia Marcacci è dedicato all'opera dell'astronomo gesuita Giovanni Battista Riccioli (1598-1671), ideatore di un originale sistema semigeocentrico. L'operazione di Riccioli è tanto più interessante se la si contestualizza all'interno del generale processo di riallineamento dell'astronomia gesuitica al sistema di Tycho Brahe, come reazione alla messa all'indice dell'opera copernicana e all'abiura di Galileo. L'*Almagestum novum* (1651), in cui vengono confrontati i diversi sistemi del mondo, si rivela il luogo ideale per studiare la metodologia adottata da Riccioli nella costruzione e valutazione delle sue ipotesi. Il contributo di Luca Tonetti si sofferma invece sulla riforma della medicina pratica proposta da Giorgio Baglivi (1668-1707) nel *De praxi medica* (1696). Recuperando alcuni tratti caratteristici della metodologia di Thomas Sydenham – vale a dire, la centralità dell'osservazione diretta e la pratica delle *historiae naturales morborum* – Baglivi intende riformare la pratica medica secondo una metodologia ippocratico-baconiana. La costruzione delle ipotesi costituisce però un nodo problematico: infatti, diversamente da Sydenham, Baglivi non nega che le ipotesi possano avere un ruolo nella pratica clinica, purché conformi alla Natura, il che significa per Baglivi che, proprio come fanno gli astronomi, i medici dovrebbero basare le loro ipotesi su una solida base esperienziale.

Mirella Capozzi ricostruisce analiticamente, sulla base soprattutto del *corpus* logico, la posizione di Kant in merito al problema dell'ipotesi,

soffermandosi su quattro aspetti principali: la riflessione sui requisiti, cioè sulle condizioni di ammissibilità dell'ipotesi (l'ipotesi deve essere possibile; le conseguenze devono seguire correttamente da essa; l'ipotesi non può dipendere da ulteriori ipotesi ausiliarie); l'analisi delle prove alle quali devono essere sottoposte; la valutazione della loro modalità epistemica; la delineazione di una metodologia euristica. Nelle conclusioni, infine, affronta il caso dell'ipotesi copernicana, da Kant ritenuta un'ipotesi-modello.

Infine, nell'ultimo contributo, Nicole Dalia Cilia esplora lo statuto delle ipotesi nei recenti sviluppi dell'intelligenza artificiale, partendo dai problemi epistemologici sollevati dal "metodo sintetico". Tale approccio metodologico, riassumibile con il celebre slogan *understanding by building* (conoscere costruendo), concepisce l'artefatto fisico (sia esso una simulazione informatica o robotica) come *modello* funzionante per testare un meccanismo che si suppone sia alla base di uno specifico comportamento osservato negli organismi viventi. Pur avendo contribuito allo sviluppo di tutta la scienza cognitiva, il metodo sintetico pone però degli interrogativi teorici di non facile risoluzione, il principale dei quali è il problema della "sottodeterminazione dei modelli", vale a dire la possibilità di ottenere uno stesso risultato sperimentale da costrutti implementativi differenti. Il contributo di Cilia tenta allora di analizzare cosa questo comporti per i processi di formulazione e valutazione delle ipotesi, guardando soprattutto alle tecniche più recenti adottate dall'intelligenza artificiale, come il *machine learning* (apprendimento automatico).

Desideriamo ringraziare *Syzetesis* per aver sostenuto e patrocinato l'organizzazione del convegno e, in particolar modo, Francesco Verde per l'aiuto fornito durante la preparazione di questa sezione monografica.

Roma, maggio 2019

Massimo Catapano

Luca Tonetti



Ipotesi, discordanza e fondazionalismo nei tropi di Agrippa

di

MASSIMO CATAPANO

ABSTRACT: This paper deals with the relation between the epistemic foundationalism of the Dogmatists and the Agrippan modes of hypothesis and disagreement. It is my intention to show that the hypothetical mode is a special case of disagreement primarily adopted by the Sceptics to question the validity of the foundationalist theories of knowledge.

KEYWORDS: Mode of Hypothesis, Agrippan Modes, Sextus Empiricus, Epistemic Foundationalism, Scepticism

ABSTRACT: Questo contributo si occupa della relazione tra il fondazionalismo epistemico dei Dogmatici e i tropi di Agrippa dell'ipotesi e della discordanza. È mia intenzione mostrare che il tropo dell'ipotesi è un caso particolare di discordanza utilizzato precipuamente dagli Scettici per mettere in dubbio la validità delle dottrine fondazionaliste della conoscenza.

KEYWORDS: tropo dell'ipotesi, tropi di Agrippa, Sesto Empirico, fondazionalismo epistemologico, scetticismo

In primo luogo, crediamo sia opportuno selezionare preliminarmente il circoscritto campo di indagine di questo contributo, non essendo possibile analizzare, in questa sede, tutte le molteplici sfaccettature teoriche che costituiscono il complesso e articolato insieme dei cinque tropi di Agrippa, di cui la discordanza e l'ipotesi richiamate nel titolo costituiscono parte integrante¹. Se, infatti, ci inoltrassimo nei meandri

¹ Questi tropi sono attribuiti da Diogene Laerzio (IX 88) ad Agrippa, oscuro filosofo scettico di cui conosciamo soltanto il nome e all'opera del quale, verosimilmente, un certo Apella dedicò un testo intitolato, appunto, *Ἀγρίππας* (Diog. Laert. IX 106). Sesto Empirico, invece, si limita ad attribuire i cinque e i successivi due tropi (cfr. *PH* I 178-

di tali problematiche, travalicheremmo i limiti della nostra indagine, che riguarda preminentemente una delle funzioni anti-epistemologiche svolta dal tropo dell'ipotesi: siamo dell'avviso, infatti, che interpretando questo tropo come un caso particolare di discordanza si possa comprendere il modo in cui gli Scettici tentano di mettere in dubbio la validità delle teorie fondazionaliste della conoscenza elaborate dai filosofi dogmatici. Sebbene questa strategia scettica anti fondazionalista raggiunga il suo pieno sviluppo solamente con i due tropi² (cfr. *PH I* 178-179), per le ragioni suesposte siamo costretti a restringere il tema del nostro contributo all'analisi del tropo dell'ipotesi secondo le versioni di Sesto Empirico e Diogene Laerzio (cfr. rispettivamente *PH I* 168; Diog. Laert. IX 88).

Dopo queste doverose precisazioni preliminari, crediamo sia propeedeutica alla nostra esposizione una sintetica analisi tanto dei tropi di Agrippa, quanto dei correlati concetti di dogmatismo e fondazionalismo. I cinque tropi (*PH I* 164-177; Diog. Laert. IX 88-89) sono i seguenti:

- i. Discordanza (διαφωνία), che mette in luce la dissonanza irrisolvibile (ἀνεπίκριτος)³ tra le varie posizioni filosofiche.

179) alla speculazione degli "Scettici più recenti" (νεώτεροι σκεπτικοί; cfr. *PH I* 164). Su Agrippa come personaggio "storico" cfr. F. Caujolle-Zaslavsky, *Agrippa*, in R. Goulet (ed.), *Dictionnaire des philosophes antiques*, t. I, CNRS Editions, Paris 1989-2016, pp. 71-72. Sul portato storico-teorico dei tropi di Agrippa, cfr. almeno J. Barnes, *The Toils of Scepticism*, Cambridge University Press, Cambridge 1990; Id., *Some Ways of Scepticism*, in S. Everson (ed.), *Epistemology. Companions to Ancient Thought I*, Cambridge University Press, Cambridge 1990, pp. 204-224; R. Bett, *How to Be a Pyrrhonist. The Practice and Significance of Pyrrhonian Skepticism*, Cambridge University Press, Cambridge 2019, pp. 108-129; T. Brennan-J. J. Lee, *A Relative Improvement*, «Phronesis» 59 (2014), pp. 246-271; J. B. Bullock, *The Challenges of the Modes of Agrippa*, «Apeiron» 49 (2016), pp. 409-435; M. Catapano, *The Argument from the Infinite Regress of Reasons in Sextus Empiricus*, «Antiquorum Philosophia» 11 (2017), pp. 115-127; Id., *Sesto Empirico e i tropi della sospensione del giudizio*, Hakkert Publishing, Amsterdam 2018; R. J. Hankinson, *The Sceptics*, Routledge, London-New York 1995, pp. 182-192; N. Powers, *The System of the Sceptical Modes in Sextus Empiricus*, «Apeiron» 43 (2010), pp. 157-171; H. Thorsrud, *Ancient Scepticism*, University of California Press, Berkeley-Los Angeles 2009, pp. 147-160; P. Woodruff, *The Pyrrhonian Modes*, in R. Bett (ed.), *The Cambridge Companion to Ancient Scepticism*, Cambridge University Press, Cambridge 2010, pp. 208-231, pp. 223-226.

² Del resto, abbiamo già affrontato la critica al fondazionalismo formulata nei due tropi in M. Catapano, *The Two Modes of Scepticism and the Aporetic Structure of Foundationalism*, «Méthexis» 29 (2017), pp. 107-120.

³ Com'è noto, gli aggettivi della lingua greca con la terminazione -τος sono equivoci, nella misura in cui possono avere tanto un significato modale, quanto uno non-modale.

- ii. Regresso all'infinito (εἰς ἄπειρον), secondo il quale ciò che conferma o giustifica (πίστις) qualcosa necessita sempre della conferma di qualcos'altro, impedendo così che si possa trovare un "punto d'appoggio" finale sul quale fondare tutta la catena argomentativa.
- iii. Relatività (τὸ πρὸς τι), che mostra come la realtà esterna appaia dotata di caratteristiche contrastanti secondo i diversi contesti epistemici o cognitivi nei quali essa è esperita.
- iv. Ipotesi (ὑπόθεσις), che mette in dubbio le pretese conoscitive dei Dogmatici che assumono i punti d'inizio delle proprie argomentazioni senza giustificazione.
- v. Diallele (διάλληλος), che mette in rilievo l'uso, da parte dei Dogmatici, di una forma viziosa di giustificazione, nella quale premesse e conclusioni si confermano reciprocamente⁴.

Questi tropi sono schemi argomentativi e dialettici finalizzati al raggiungimento della sospensione del giudizio (τρόποι τῆς ἐποχῆς). Essi attaccano, mostrandone limiti e incongruenze, le procedure argomentative che i Dogmatici utilizzano per dimostrare la verità delle proprie dottrine.

Il centro teorico dei tropi di Agrippa, che non possiamo che trattare cursoriamente, può essere esposto nel modo seguente: dai tropi della discordanza e relatività scaturisce una richiesta di giustificazione per il semplice fatto che esistono almeno due asserzioni contrastanti (p e q) sulla vera natura della realtà. A causa di questa discordanza, sarebbe epistemicamente irresponsabile scegliere p o q senza ragioni supportanti, cioè arbitrariamente. La stessa esistenza di una discordanza implica la necessità di una presa di posizione giustificativa che non può che basarsi su evidenze e/o ragioni. Tuttavia, i tropi del regresso, dell'ipotesi e del diallele mostrano la difficoltà di completare un processo argomentativo a favore di p o di q che sia talmente soddisfacente da non dare adito ad aporie.

Sul significato di ἀνεπίκριτος cfr. J. Barnes, *The Toils of Scepticism*, cit., pp. 17-20; M. Catapano, *Sesto Empirico e i tropi*, cit., pp. 191-192; R. J. Hankinson, *The Sceptics*, cit., p. 183; H. Thorsrud, *Ancient Scepticism*, cit., p. 148.

⁴ Com'è noto, il primo e il terzo tropo riassumono il nucleo concettuale dei precedenti dieci tropi di Enesidemo, per il cui approfondimento rimandiamo a J. Annas-J. Barnes, *The Modes of Scepticism. Ancient Texts and Modern Interpretations*, Cambridge University Press, Cambridge 2003; M. Catapano, *Sesto Empirico e i tropi*, cit., pp. 79-127; E. Spinelli, *Questioni scettiche*, Lithos, Roma 2005, pp. 27-60.

Ma per procedere oltre nella nostra indagine, crediamo sia necessario a questo punto rendere esplicita, almeno sommariamente, la valenza scettica del termine “dogmatismo”, poiché siamo dell’avviso che i tropi di Agrippa svolgano esclusivamente una funzione anti-dogmatica (cfr. *infra*, n. 10).

I δογματικοί sono coloro che asseriscono dei δόγματα⁵, vale a dire tesi scientifico-filosofiche che concernono cose non-evidenti per natura (τὰ φύσει ἄδηλα)⁶. Queste, non essendo direttamente accessibili, possono essere conosciute solamente per mezzo di qualcosa, come ad esempio, un criterio, un segno o una dimostrazione.

PH II 182 (cfr. almeno *M* VII 341; 346; VIII 178-182, 346; II 107-108):
[...] le cose oggetto di discordanza (διαφωνία), in quanto sono state oggetto di discordanza, sono non-evidenti (ἄδηλα); esse non sono di per sé manifeste ma devono essere a noi provate da una dimostrazione (ἐξ ἀποδείξεως)⁷.

Le cose non-evidenti per natura, infatti, vanno oltre la dimensione esperienziale fenomenica e diretta che, in quanto evidente, non deve essere spiegata, argomentata o dimostrata (cfr. *PH* I 22). Inversamente, poiché i δόγματα vertono su cose e fatti non-evidenti, essi non possono essere semplicemente enunciati *ex abrupto*, ma necessitano di ragionamenti e spiegazioni in grado di conferire loro la giustificazione necessaria a renderli credibili. Poiché le teorie dei Dogmatici rivendicano una comprensione profonda della realtà e uno statuto epistemologico speciale (verità, infallibilità, indubitabilità, ecc.), esse devono necessariamente mostrare le basi giustificative in virtù delle quali possiedono tale statuto epistemologico. Del resto, ciò non deve meravigliare poiché, com’è ben noto, è parte integrante dell’attività del filosofo argomentare a favore delle proprie tesi, o contro quelle proposte da altri filosofi o

⁵ Per il significato di δόγμα cfr. almeno *PH* I 13, 16. In *PH* I 223, la caratterizzazione del Dogmatico aiuta a chiarire anche la natura dei δόγματα: «[...] colui che dogmatizza intorno a una questione, o preferisce in generale una rappresentazione a un’altra rappresentazione in merito alla sua credibilità o non credibilità (κατὰ πίστιν ἢ ἀπιστίαν), oppure esprime opinioni su qualcuna delle cose non evidenti (τὰ ἄδηλα), possiede il carattere del Dogmatico [...]». Cfr. anche l’analisi del termine in J. Barnes, *The Beliefs of a Pyrrhonist*, in M. Burnyeat-M. Frede (ed.), *The Original Sceptics: A Controversy*, Hackett Publishing Company, Indianapolis-Cambridge 1998, pp. 58-91, pp. 67-78; M. Catapano, *Sesto Empirico e i tropi*, cit., pp. 21 ss.

⁶ Sulle cose non-evidenti, cfr. *PH* I 13; *PH* II 97-99; *M* VIII 141-151.

⁷ Tutte le traduzioni sono mie.

tradizioni filosofiche “antagoniste”. Secondo Sesto, la formulazione di δόγματα è ciò che caratterizza tutte le filosofie (esclusa, ovviamente, quella neopirroniana; cfr. *PH I 16*; Diog. Laert. I 20).

Su tale concezione di dogma si incardina la prima parte della “trappola” logico-epistemologica dei tropi di Agrippa: i Dogmatici *devono* dimostrare le proprie asserzioni, poiché se una dottrina filosofica fosse semplicemente enunciata (ἀπλῶς) – cioè fosse proferita senza alcuna base dimostrativa (cfr. almeno *PH I 168*) – essa non sarebbe degna di essere creduta, essendo priva delle credenziali epistemologiche positive in grado di indurre a concedere il proprio assenso all’esistenza di un certo stato di cose non-evidente. Sesto è solito attribuire la sprezzante qualifica di ἄπιστοι a coloro che si rifiutano di dimostrare le proprie asserzioni⁸.

PH I 114: E, infatti, colui che giudica preferibile una rappresentazione a un’altra [...] fa questo o senza dare un giudizio e una dimostrazione, o dando un giudizio e una dimostrazione. Ma non può fare ciò senza un giudizio o una dimostrazione – *poiché non sarà degno di essere creduto* (ἄπιστος) – né con un giudizio o una dimostrazione (corsivo mio).

In altri termini, colui che concede il proprio assenso in maniera arbitraria (cioè senza alcun tipo di motivazione) è un soggetto cognitivo “irrazionale”, non degno di fede (ἄπιστος), e per questo la sua asserzione non merita di essere presa in considerazione dallo Scettico.

Il secondo elemento propedeutico alla comprensione del meccanismo logico dei tropi di Agrippa concerne la διαφωνία tra δόγματα contrapposti: questi ultimi sono innumerevoli e contrastanti tra loro, poiché, com’è ovvio, non tutti i filosofi o le tradizioni filosofiche condividono le stesse dottrine. Infatti, è molto improbabile che filosofi appartenenti a differenti scuole di pensiero concordino tra loro su tutte le questioni, compresi i principi primi che costituiscono i grandi “preludi” teorici ai loro sistemi filosofici. Esiste, quindi, un contrasto “endemico” tra tesi filosofiche contrapposte, che, ricordiamo, sono filosofiche nella misura in cui vertono su ciò che è non-evidente per natura. Si può aggiungere che, per complicare ulteriormente la questione, la discordanza non concerne solamente la natura delle realtà non-evidenti, oggetto d’indagine da parte della scienza e della filosofia, ma anche il modo in cui τὰ φύσει

⁸ Per un elenco delle numerose occorrenze del lemma “ἄπιστος” nelle opere di Sesto, cfr. K. Janáček (ed.), *Sexti Empirici Indices. Editio tertia completior*, L. S. Olschki, Firenze 2000, pp. 31-32.

ἄδηλα sono conosciuti, vale a dire i corretti metodi di indagine o inferenze logiche valide che ci permettono di passare dalla dimensione delle cose evidenti a quella delle cose non-evidenti⁹. Anche in questo caso ci troviamo di fronte a διαφωνία, che hanno la tendenza a proliferare più si approfondisce l'analisi di una questione filosofica.

Come abbiamo già accennato, i cinque tropi hanno lo scopo di raggiungere la sospensione del giudizio o ἐποχή (cioè né credere un dato δόγμα p , né non credere p)¹⁰. Per quanto riguarda la διαφωνία, si ha questo esito scettico qualora i δόγματα contrapposti risultino dotati della stessa forza persuasiva, vale a dire di uguale credibilità: la ἰσοσθένεια (cfr. almeno *PH I* 10, 190, 195, 196, 198, 202) è l'uguaglianza (ἰσότης) che, ad esempio, due proposizioni hanno rispetto agli elementi che le confermano (cfr. almeno *PH I* 10, 196, 198, 202, 203, 222, 227, 232), in modo tale che nessuna delle due risulti più credibile. Se la tesi filosofica p è supportata, confermata, resa persuasiva da qualcosa che ha lo stesso "peso" epistemico di ciò che supporta, conferma, rende persuasiva la tesi contrastante q , allora p e q sono isosteniche¹¹.

⁹ Sesto dedica il secondo libro dei *Lineamenti pirroniani* e i due libri di *Contro i Logici* all'esposizione delle innumerevoli discordanze indirimibili prodotte dalla pleora delle dottrine logico-epistemologiche dei Dogmatici.

¹⁰ Per il concetto centrale di ἐποχή, cfr. almeno *PH I* 7, 8, 10, 190, 192, 193, 196, 197, 198, 201; Diog. Laert. IX 78. Ovviamente, non possiamo entrare nel merito dell'annosa questione che concerne la natura "rustica" o "urbana" dello scetticismo di Sesto, che ha prodotto una nutrita letteratura specialistica sull'argomento. Semplificando, si può affermare che secondo la prima opzione ermeneutica la sospensione del giudizio riguarda qualunque asserzione, anche quelle non-filosofiche della vita ordinaria: lo Scettico, pertanto, non avrebbe opinioni di alcun tipo. La seconda, invece, sostiene che la ἐποχή si limita ai δόγματα, rendendo lo Scettico privo solamente di opinioni filosofiche – che vertono, cioè, sulle cose non evidenti per natura. Su tale problematica, cfr. almeno i contributi in M. F. Burnyeat-M. Frede (eds.), *The Original Sceptics*, cit. Qui possiamo solamente segnalare che la nostra lettura dei tropi di Agrippa è coerente con l'interpretazione "urbana" dello scetticismo (cfr. M. Catapano, *Sesto Empirici e i tropi*, cit., cap. 4).

¹¹ Questa è l'interpretazione della ἰσοσθένεια comunemente accettata dagli studiosi. Cfr. almeno J. Barnes, *Sextan Scepticism*, in Id., *Proof, Knowledge, and Scepticism. Essays in Ancient Philosophy III*, Clarendon Press, Oxford 2014, pp. 401-416, p. 410; R.J. Hankinson, *The Sceptics*, cit., p. 27; H. Thorsrud, *Ancient Scepticism*, cit., p. 128; P. Woodruff, *The Pyrrhonian Modes*, cit., p. 211. Tra le interpretazioni che si discostano da questa sorta di "received view", cfr. A. Bailey, *Sextus Empiricus and Pyrrhonian Scepticism*, Oxford University Press, Oxford 2002, pp. 126-127; M. F. Burnyeat, *Can the Sceptics Live his Scepticism?*, in M. F. Burnyeat-M. Frede (ed.), *op. cit.*, pp. 25-57, p. 54; S. H. Svavarsson, *Sextus Empiricus on Persuasiveness and Equipollence*, in M.-K. Lee (ed.), *Strategies of Argument. Essays in Ancient Ethics, Epistemology, and Logic*, Oxford University Press, Oxford 2014, pp. 356-373.

Si legga, ad esempio, il seguente passo.

PH III 29 (cfr. *PH* I 32): [...] da queste considerazioni concludiamo che se gli argomenti (λόγοι) in virtù dei quali abbiamo suggerito che si deve affermare l'esistenza della causa sono persuasivi (πιθανοί), e sono persuasivi anche quelli che provano che non conviene dichiarare che qualcosa è una causa, e che se non è possibile preferire (προκρίνειν) un argomento all'altro [...], [allora] è necessario sospendere il giudizio.

La ἰσοσθένεια di due tesi contrapposte è data dall'uguale forza persuasiva dei λόγοι che giustificano le due tesi, che in questa circostanza particolare sono tra loro contraddittorie (esistenza/inesistenza della causa). È importante notare che la διαφωνία delle due tesi è prodotta non tanto da una lapidaria contrapposizione di asserzioni enunciate arbitrariamente, ma da una ben più profonda contrapposizione di λόγοι, cioè discorsi, ragionamenti, argomentazioni, che tentano di giustificare in maniera conclusiva la verità di una delle due tesi. Questo è il punto principale della questione: il riconoscimento dell'esistenza di λόγοι contrastanti vertenti sulla stessa questione, infatti, è definita da Sesto la ἀρχὴ μάλιστα dello scetticismo.

PH I 12 (cfr. *PH* I 18, 203): [...] Il più importante principio (ἀρχὴ μάλιστα) costitutivo dello scetticismo è che a ogni ragione (λόγος) è opposta un'uguale ragione; da ciò, crediamo, cessiamo di dogmatizzare (δογματίζειν).

Per esempio, in *PH* III 29 è l'uguale forza o persuasività delle ragioni *pro et contra* l'esistenza della causa che determina la condizione di indecisione che gli Scettici chiamano ἐποχή, una sorta di stagnazione intellettuale (στάσις διανοίας; cfr. *PH* I 10) che comporta un blocco della capacità discriminante o di scelta del soggetto tra tesi ugualmente giustificate.

In breve, la discordanza (e, ciascuno a suo modo, gli altri quattro tropi di Agrippa) problematizza la giustificazione epistemica, per usare la terminologia affermatasi nell'uso dell'epistemologia contemporanea¹²: quali ragioni o evidenze abbiamo per credere qualcosa? Cosa

¹² Molto è stato scritto sull'attualità dei tropi di Agrippa, soprattutto a proposito del cosiddetto "trilemma" (regresso all'infinito, ipotesi e diallele). Qui ci limitiamo a rimandare al fondamentale testo di R. J. Fogelin, *Pyrrhonian Reflections on Knowledge and Justification*, Oxford University Press, Oxford 1994.

fonda, conferma, garantisce una certa opinione? I tropi di Agrippa, rimandandosi l'un l'altro, tentano di imbrigliare le strategie giustificazioniste dei Dogmatici in una "rete scettica" volta al raggiungimento della *ἐποχή* sulla questione oggetto di indagine. Ovviamente, nell'ambito di questo contributo è impossibile approfondire il modo in cui l'insieme dei tropi di Agrippa riesca a raggiungere tale fine. Ciò che ci interessa in questa sede, infatti, si limita all'esame della relazione tra *διαφωνία*, *ὑπόθεσις* e teorie fondazionaliste della conoscenza.

Innanzitutto, si deve riconoscere preliminarmente che sebbene la locuzione "teoria fondazionalista della conoscenza" non si riscontri, secondo questa formulazione, nella letteratura filosofica del mondo antico, non si può negare che tale concetto sia conosciuto e utilizzato da Sesto Empirico, come vedremo più avanti¹³. Per una migliore compren-

¹³ Si ponga la debita attenzione al fatto che, ai fini del nostro discorso, non è rilevante se sia vero che tutte le filosofie dogmatiche della conoscenza del mondo antico siano "variazioni sul tema" del fondazionalismo, come sostiene Sesto, forse con troppa avventatezza (cfr. *infra*, M VIII 369). Ciò che ci interessa mostrare, invece, è il modo in cui la cooperazione tra tropi dell'ipotesi e della discordanza costituisca un argomento scettico contro il fondazionalismo. Del resto, non sembra possa essere messo in dubbio che alcune dottrine gnoseologiche antiche abbiano una struttura riconducibile, almeno in senso lato, al modello fondazionalista. Tra queste possono essere annoverate anche le epistemologie che si basano sulla nozione di criterio di verità (*κριτήριο τῆς ἀληθείας*), come, per esempio, quelle stoiche ed epicuree. È ovvio che il criterio, qualunque esso sia, rappresenta il "grado zero", cioè il fondamento della conoscenza della realtà, non avendo bisogno di essere giustificato da qualcos'altro. Se così fosse, infatti, esso perderebbe il proprio *status* di criterio. Cfr. anche l'approccio schiettamente fondazionalista di Aristotele, sul quale non possiamo dilungarci. Crediamo sia sufficiente, a fini del nostro discorso, accennare solamente al seguente passo (*Metaph.* Δ I, 1013a 4-5): «[...] il principio (*ἀρχή*) è il termine dal quale una cosa trae la sua prima origine e che è inerente a quella cosa, come per esempio [...] le fondamenta (*θεμέλιος*) della casa» (trad. di C. A. Viano, leggermente modificata). Sul criterio di verità in generale cfr. G. Striker, *Κριτήριο τῆς ἀληθείας*, in Id., *Essays on Hellenistic Epistemology and Ethics*, Cambridge University Press, Cambridge 1996, pp. 22-76; P. Huby-G. Neal (eds.), *The Criterion of Truth*, Liverpool University Press, Liverpool 1989; K. Ierodiakonou, *The Notion of Enargeia in Hellenistic Philosophy*, in B. Morison-K. Ierodiakonou (eds.), *Episteme, etc.: Essay in Honour of Jonathan Barnes*, Oxford University Press, Oxford 2012, pp. 60-73. Utili anche alcuni contributi contenuti nel recente F. Verde-M. Catapano (eds.), *Hellenistic Theories of Knowledge*, «Lexicon Philosophicum», Special Issue 2018 (<http://lexicon.cnr.it/index.php/LP/issue/current/showToc> [23.05.2019]). Per un'introduzione generale ad alcune concezioni fondazionaliste della conoscenza del mondo antico cfr. M. Tuominen, *Apprehension and Argument: Ancient Theories of Starting Points for Knowledge*, Springer, Dordrecht 2007. Per quanto riguarda la letteratura sul fondazionalismo contemporaneo, essa è virtualmente illimitata. Qui

sione della questione, crediamo sia opportuno esporre sinteticamente e a un livello molto generale il nucleo concettuale del fondazionalismo.

In primo luogo, il fondazionalista accetta il principio secondo cui il modo in cui si conoscono i punti da cui si diparte la conoscenza non implica il ricorso a ragioni o inferenze aggiuntive: la base “dell’edificio” della conoscenza, quindi, non è inferenzialmente giustificata da qualcos’altro perché il valore epistemico positivo degli elementi di base (proposizioni, sensazioni ecc.) non proviene da altri elementi ancora più fondamentali. Pertanto, gli elementi primi della catena giustificativa non sono conosciuti in virtù della loro relazione inferenziale con altri elementi a loro volta già giustificati. Essi, quindi, non sono indirettamente o mediamente conosciuti, ma direttamente, immediatamente (cioè non inferenzialmente) conosciuti, essendo, per così dire, giustificati di per sé. Da ciò si evince che le teorie fondazionaliste della conoscenza adottano, come asse concettuale primario, due concezioni della giustificazione epistemica: la prima immediata e diretta, la seconda mediata e indiretta, cioè inferenziale. A ciò corrispondono due tipi di elementi conosciuti: quelli di base o fondazionali – immediatamente o non inferenzialmente conosciuti – e quelli derivati, la cui conoscenza è in ultima analisi basata su quelli di base.

Confidiamo che questa scarna presentazione dello schema di fondo del fondazionalismo sia sufficiente per aiutarci a comprendere il modo in cui Sesto utilizza, in alcuni passi delle sue opere, il concetto di ipotesi come critica di tale concezione strutturale della conoscenza.

M IX 2 (cfr. *PH* II 84; *M* I 39-40): Proprio come, negli assedi, coloro che hanno minato le fondamenta di un muro riescono, insieme con queste, a buttar giù le torri, così coloro che nelle indagini filosofiche hanno sottomesso le ipotesi prime delle questioni teoriche (τὰς πρώτας τῶν πραγμάτων ὑποθέσεις), hanno anche virtualmente annullato la comprensione (κατάληψις) di ogni questione teorica.

ci limitiamo a fornire i titoli di alcuni testi introduttivi sull’argomento: M. DePaul (ed.), *Resurrecting Old-Fashioned Foundationalism*, Rowman and Littlefield, Lanham 2001; A. Hasan-R. Fumerton, *Foundationalist Theories of Epistemic Justification*, in E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2018 Edition), <https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/justep-foundational> [25.06.2019]; M. Steup, *An Introduction to Contemporary Epistemology*, Prentice-Hall, Upper Saddle River 1998.

M III 18 (cfr. *PH II 194; M V 49; M VIII 142, 338-339*): Quindi, poiché una volta che i principi (ἀρχαί) sono stati screditati neanche le loro dimostrazioni (ἀποδείξεις) particolari possono far progressi, illustriamo allora i discorsi che riguardano i principi¹⁴.

Tanto le metafore militari riguardanti l'assedio e la demolizione delle mura portanti di un edificio o di quelle poste alla difesa di una città (*M IX 2; PH II 84; M I 39-40*), quanto l'acuta e dirimente osservazione che, una volta rese inaffidabili le ἀρχαί o le πρώτα ὑποθέσεις di una teoria filosofica, le argomentazioni, conseguenze o teoremi su esse basati perdono la propria valenza epistemologica positiva (*M III 18; PH II 194; M V 49; M VIII 142, 338-339*), ci inducono a notare che il concetto di ipotesi a cui Sesto è interessato in questi passi ha il significato di elemento primo o fondazionale da cui si diparte un'argomentazione o una teoria. In effetti, Sesto giunge ad asserire che tutta la filosofia è un'impresa conoscitiva essenzialmente fondazionalista che si basa su ipotesi.

M VIII 369: [I Dogmatici reputano che] proceda da un'ipotesi (ἐξ ὑποθέσεως) non solo la dimostrazione (ἀπόδειξις), ma press'a poco l'intera filosofia.

Secondo questa concezione, l'ipotesi è approssimativamente sinonimo di postulato, assioma, cioè punto di partenza *indimostrabile* (altrimenti esso non sarebbe una vera ipotesi, ma deriverebbe da una o più ipotesi sovraordinate) in virtù del quale conosciamo o "afferriamo" con la mente (κατάληψις)¹⁵ «ogni questione teorica» (cfr. *M IX 2*).

¹⁴ Vale forse la pena rilevare come l'argomentazione dalla quale il fondazionalismo cartesiano esposto nelle *Meditazioni metafisiche* prende l'impulso iniziale, sia perfettamente conforme al modo in cui Sesto imposta il discorso sulle ipotesi o principi primi. Cfr. Cartesio, *Opere filosofiche II. Meditazioni metafisiche. Obbiezioni e risposte*, ed. it. a cura di E. Garin, trad. di A. Tilgher-F. Adorno, Laterza, Roma-Bari 1986, pp. 17-18: «Ora, dunque, che il mio spirito è libero da ogni cura, [...] mi applicherò a una distruzione generale di tutte le mie antiche opinioni. E non sarà necessario, per arrivare a questo, provare che [esse] sono tutte false [...]. E perciò non v'è bisogno che io le esamini ognuna in particolare, il che richiederebbe un lavoro infinito; ma, poiché la ruina delle fondamenta trascina necessariamente con sé il resto dell'edificio, io attaccherò dapprima i principi sui quali tutte le mie antiche opinioni erano poggiate».

¹⁵ Κατάληψις e καταληπτικός (cfr. almeno Cic., *Acad.*, I 41 [= *SVF I 60*]; II 144 [= *SVF I 66*]; Diog. Laert. VII 47) derivano etimologicamente dal verbo καταλαμβάνειν, il quale a sua volta rimanda a λαμβάνειν, che letteralmente significa prendere, affermare con le mani. Nello stoicismo, καταλαμβάνειν diventa un termine tecnico della

A causa della struttura a “piramide rovesciata” delle dottrine fondazionaliste (elementi di base dai quali si dipartono gli elementi derivati), gli Scettici mettono in risalto che gli elementi primi (ossia le ipotesi) sono il punto debole di queste concezioni della conoscenza (come, per rimanere nella metafora architettonica, le fondamenta sono il punto debole dell'intero edificio): riprendendo le parole di Sesto già citate, «coloro che nelle indagini filosofiche hanno sottomesso le ipotesi prime delle questioni teoriche, hanno anche virtualmente annullato la comprensione di ogni questione teorica». In altri termini, se si mette in dubbio la validità delle premesse prime di una serie di argomentazioni, si inficia anche il valore epistemologico della restante catena inferenziale.

Per comprendere come gli Scettici tentano di respingere le attrattive gnoseologiche del fondazionalismo, dobbiamo volgere la nostra attenzione al tropo dell'ipotesi. Di esso abbiamo due versioni, poiché, come già accennato, anche Diogene Laerzio espone un proprio resoconto dei tropi di Agrippa. Esse sono in parte complementari, e per questo ci possono aiutare a chiarificare qual è il problema teorico sollevato dal tropo. Iniziamo la nostra analisi da Sesto:

PH I 168: [Il tropo] a partire dall'ipotesi (ὁ δὲ ἐξ ὑποθέσεως) si ha quando i Dogmatici, rimandati all'infinito (εἰς ἄπειρον), cominciano da qualche cosa di cui essi non forniscono un'argomentazione (οὐ κατασκευάζουσιν), ma pretendono di assumere semplicemente (ἀπλῶς), senza dimostrazione (ἀναποδείκτως), per concessione (κατὰ συγχώρησιν).

Il primo elemento evidente che balza agli occhi è che il tropo svolge una funzione antidogmatica (è, cioè, “urbano”, antifilosofico, cfr.

teoria della conoscenza, e acquista il significato di afferrare con la mente, comprendere. Non si deve dimenticare che lo stesso criterio di verità (cfr. almeno Diog. Laert. VII 54 [= SVF II 105]) dello stoicismo è la καταληπτική φαντασία, che permette la comprensione ferma e sicura della verità o degli oggetti reali, fondamento ultimo della conoscenza (cfr. almeno Diog. Laert. VII 49 [= SVF II 52]). Ovviamente, ciò non implica che anche all'interno della scuola stoica non esistessero punti di vista contrastanti su quali e quanti fossero i criteri di verità, com'è del resto testimoniato da Alex. Aphr., *De mixt.*, p. 216, 14 Bruns [= SVF II 473]; Sext. Emp. *M VII*, 151-152 [= SVF II 90]. Per due sintetiche presentazioni dell'epistemologia stoica cfr. M. Frede, *Stoic Epistemology*, in K. A. Algra-J. Barnes-J. Mansfeld-M. Schofield (eds.), *The Cambridge History of Hellenistic Philosophy*, Cambridge University Press, Cambridge 1999, pp. 295-322; R. J. Hankinson, *Stoic Epistemology*, in B. Inwood (ed.), *The Cambridge Companion to the Stoics*, Cambridge University Press, Cambridge 2003, pp. 59-84.

supra, n. 10). Del resto, ciò non deve meravigliare perché sono proprio i Dogmatici coloro che possono trovarsi invischiati in una problematica squisitamente logico-epistemologica come il regresso all'infinito. Ma Sesto sottolinea anche un altro punto, concernente la stretta relazione fra i tropi dell'ipotesi e del regresso all'infinito: i Dogmatici, infatti, per sfuggire dalle conseguenze, che essi presumono inaccettabili, prodotte da un regresso all'infinito di giustificazioni, assumono un'ipotesi che non è a sua volta giustificata. In questo modo, essi credono di portare l'inammissibile regresso a un punto di arresto. Ma per quale motivo il regresso all'infinito è un problema epistemologico?

PH I 166 (cfr. Diog. Laert. IX 88): [Il tropo] che deriva dal regresso all'infinito è quello in cui diciamo che ciò che conferma (πίστις) la questione proposta necessita di un'altra conferma, e quella di un'altra, fino all'infinito (μέχρις ἀπειρου), così che, *non avendo noi da dove cominciare l'argomentazione* (μὴ ἔχόντων ἡμῶν πόθεν ἀρξόμεθα τῆς κατασκευῆς), ne consegue la sospensione del giudizio (corsivo mio).

Che cosa giustifica o conferma una data tesi? Un'altra tesi. E che cosa giustifica a sua volta questa seconda tesi? Una terza tesi, e così via. Il problema è che ogni elemento della serie è confermato *relativamente* a un altro, senza mai giungere a un elemento che è giustificato in maniera assoluta, di per sé. Sesto nota, infatti, che le serie infinite mancano di un principio (ἀρχή) del processo giustificativo (μὴ ἔχόντων ἡμῶν πόθεν ἀρξόμεθα τῆς κατασκευῆς). A conferma di questa impostazione, in altri passi delle sue opere (cfr. almeno *PH III* 68, 76; *M VII* 312; *VIII* 78), Sesto sostiene che le serie infinite sono inaccettabili perché ἀναρχοί, cioè prive di un principio¹⁶. L'ipotesi, quindi, è un tentativo messo in atto dai Dogmatici per uscire dalla *impasse* del regresso all'infinito, ponendo come base dell'argomentazione uno o più elementi che presumibilmente sono in grado di bloccare, in qualche modo, questa forma aporetica di argomentazione.

Sesto lancia contro questa strategia epistemologica l'accusa di arbitrarietà, poiché l'ipotesi è posta «semplicemente, senza dimostrazione» (cfr. *supra*, *PH I* 168). È ovvio che una dottrina epistemologica

¹⁶ Abbiamo affrontato la matrice aristotelica di tale obiezione al regresso all'infinito in M. Catapano, *The Argument from the Infinite Regress*, cit. Cfr. anche le illuminanti analisi del fondazionalismo aristotelico di T. Irwin, *Aristotle's First Principles*, Clarendon Press, Oxford 1988, almeno pp. 130-133.

che pretende di descrivere correttamente la realtà non possa avere come propri principi primi degli elementi arbitrari, per così dire scelti a caso (cfr. *M III II*). Nel momento in cui un Dogmatico pone come punto d'inizio della conoscenza un'ipotesi I, egli deve considerare I vera, ovviamente¹⁷. Ma il Dogmatico non può argomentare a favore di I proprio perché I è un principio primo che non dipende da qualcos'altro, e che pertanto non può essere conosciuto in virtù di qualcos'altro. A conferma di ciò, in altri passi Sesto considera l'ipotesi come equivalente a una mera asserzione (*ψιλή φάσις*), qualcosa che è proferito, cioè, senza alcuna giustificazione.

M III 7 (cfr. anche *M VII 315*, *VIII 15*, *76*, *368*, *435-436*; cfr. anche *ψιλή υπόσχειν* in *M III 197*, *259*): Perciò bisogna dire che, poiché coloro che assumono qualcosa per ipotesi si accontentano soltanto di una mera asserzione (*ψιλή φάσις*) senza produrre alcuna dimostrazione per confermarla, possiamo sottoporli a una serie di domande [...] (corsivo mio).

Come l'ipotesi, una *ψιλή φάσις* è asserita *ἀπλῶς* e *ἀναποδείκτως*, cioè senza il supporto giustificativo di un *λόγος*, *ἀπόδειξις*, ecc...¹⁸ Perciò le ipotesi, in quanto mere asserzioni, sono prive di credibilità.

PH II 121: [Colui che sostiene un *δόγμα*]¹⁹ [...] semplicemente (*ἀπλῶς*) e senza dimostrazione (*ἀναποδείκτως*), utilizzando una mera asserzione (*ψιλή φάσις*), [...] non sarà credibile (*ἄπιστος ἔσται*) [...].

In altri termini, secondo Sesto il Dogmatico risolve il problema del regresso all'infinito soltanto innalzando l'arbitrarietà (*ὑπόθεσις/ψιλή φάσις*) a fondamento della conoscenza. Ma poiché la conoscenza

¹⁷ In effetti, da un'ipotesi falsa può essere correttamente inferita una conclusione falsa o perfino impossibile, come conferma anche Diog. Laert. IX 91.

¹⁸ Sugli elementi logici ciò che possono svolgere la funzione di supporto giustificativo cfr. almeno *PH I 60*; *II 88*; *M VII 337*, *440*; *VIII 26*, *120*, *436*, *444*, *463*.

¹⁹ Ai fini del nostro discorso, è irrilevante quale caso particolare il *δόγμα* sia in questo caso in questione. Per completezza, ad ogni modo, dobbiamo riportare che *PH II 121* riguarda l'esistenza o meno del segno indicativo (*σημείον ἐνδεικτικόν*), vale a dire dell'inferenza semiotica utilizzata dai Dogmatici per conoscere ciò che è non evidente per natura. Sulla semiotica scettica cfr. *PH II 97-133*; *M VIII 141-299*. Per un primo approfondimento cfr. almeno J. Allen, *Inference from Signs. Ancient Debates about the Nature of Evidence*, Clarendon Press, Oxford 2001, pp. 87-146; D. Glidden, *Skeptic Semiotic*, «Phronesis» 28 (1983), pp. 213-255.

della realtà non può basarsi su premesse arbitrarie o false, questo modo di disinnescare il regresso all'infinito è inconcludente.

A dire il vero, l'argomento sestano può essere considerato inefficace nella misura in cui è inverosimile credere che il Dogmatico intenzionalmente scelga in maniera arbitraria le fondamenta o i principi primi della propria teoria della conoscenza. In realtà, è più probabile che tali elementi primi siano, almeno per il Dogmatico, intrinsecamente dotati di una caratteristica speciale in grado di renderli delle vere e proprie ἀρχαί: come, solo per fare un esempio *en passant*, l'evidenza (ἐνάργεια) che caratterizza la rappresentazione catalettica (φαντασία καταληπτική)²⁰ o il fatto che le premesse prime (ἀρχαί) della deduzione scientifica o sillogismo (συλλογισμὸς ἐπιστημονικός) sono vere e conosciute immediatamente (ἄμεσος), cioè direttamente e senza dimostrazione²¹.

Tuttavia, la questione è più complicata di quanto appaia, poiché lo Scettico non ha ancora esaurito tutto l'arsenale critico a sua disposizione, come ci mostra la versione laertziana del tropo dell'ipotesi.

Diog. Laert. IX 89 (cfr. *PH* I 173; *M* III 8; *M* VIII 370): Il tropo a partire dall'ipotesi si ha quando alcuni pensano che i principi primi delle questioni teoriche debbano essere *immediatamente* compresi come credibili (τὰ πρῶτα τῶν πραγμάτων αὐτόθεν δεῖν λαμβάνειν ὡς πιστά), invece di essere messi in questione. Ma questo è insensato: *qualcuno, infatti, potrebbe ipotizzare il contrario* (τὸ ἐναντίον) (corsivi miei).

Con ciò siamo giunti al nucleo della strategia scettica basata sul tropo dell'ipotesi che, come abbiamo già rilevato, si connette al problema della διαφωνία tra tesi contrapposte. Per i Dogmatici, τὰ πρῶτα τῶν πραγμάτων sono αὐτόθεν, cioè conosciuti non in virtù di una dimostrazione, ma direttamente, immediatamente. In effetti, il termine αὐτόθεν è spesso utilizzato da Sesto per denotare la conoscenza *non dimostrativa*, come si evince dal seguente passo:

M VIII 343 (cfr. *M* VIII 367): [...] una volta che certe cose siano comprese per ipotesi e degne di essere credute, che bisogno c'è di dimostrarle (ἀποδεικνύναι αὐτά), dato che possiamo comprenderle immediatamente (αὐτόθεν) e considerarle degne di

²⁰ Cfr. *M* VII 252 (cfr. anche Cic., *Acad.*, II 84); *M* VII 257-258, 405.

²¹ Cfr. Aristot., *APo.*, 71b 20-23.

essere credute (πιστά) senza dimostrazione (ἀναποδείκτως) in virtù dell'ipotesi?

Si noti, inoltre, che αὐτόθεν λαμβάνειν in Diog. Laert. IX 89 corrisponde a ἀπλῶς καὶ ἀναποδείκτως κατὰ συγχώρησιν λαμβάνειν del quarto tropo di Sesto (cfr. *supra*, PH I 168), come si evince dal fatto che questo sintagma si contrappone direttamente a κατασκευάζουσιν.

In altri termini, ciò che Diogene Laerzio cerca di mettere in risalto è che i Dogmatici immaginano di conferire rigore e validità epistemica alle loro ipotesi (non dimostrate) asserendo che, essendo conosciute direttamente, esse sono πιστά, cioè credibili. Ma qui si annida l'errore, almeno secondo gli Scettici. Per vedere dispiegarsi al meglio le potenzialità dell'attacco neopirroniano a questa concezione dell'ipotesi (punto di partenza dell'argomentazione che non può essere dimostrato), dobbiamo tornare nuovamente ai testi di Sesto. In PH I 178 Sesto nota che i Dogmatici sostengono che alcune cose si comprendano ἐξ ἑαυτοῦ²², o *di per sé*, cioè non inferenzialmente, mentre altre sono conosciute ἐξ ἑτέρου, cioè *in base a un'altra cosa*, vale a dire inferenzialmente. Ritornano in questi passi cruciali le due forme di giustificazione che le dottrine fondazionaliste della conoscenza hanno in comune: diretta o non-inferenziale (che concerne gli elementi di base) e indiretta o inferenziale (quella degli elementi derivati), come abbiamo già accennato precedentemente. Come credo sia ormai ovvio, il tropo dell'ipotesi si gioca all'interno del campo delle teorie fondazionaliste, in cui le ipotesi rappresentano gli elementi di base di una teoria della conoscenza che non possono essere appresi inferenzialmente. Questi elementi di base, infatti, sono conosciuti αὐτόθεν (o, se preferite, ἐξ ἑαυτοῦ).

Qual è la ragione per cui Diogene Laerzio afferma che è insensato (μάταιος) impostare il problema dei punti di partenza della conoscenza in base alla conoscenza diretta di tali principi? Perché per ogni ipotesi I è possibile porre un'ipotesi I* contrastante o contraria (τὸ ἐναντίον). E I e I* *non posso essere entrambe vere*. Come scrive Sesto in PH I 178, alcuni pongono come elementi conosciuti immediatamente τὰ αἰσθητά (oggetti della percezione), altri τὰ νοητά (oggetti del pensiero). La presunta comprensione immediata dei principi primi è inficiata dall'esistenza di una διαφωνία fra tradizioni filosofiche diverse che postulano principi primi della conoscenza tra loro incompatibili.

²² Si noti che ἐξ ἑαυτοῦ ha lo stesso significato di αὐτόθεν (cfr. PH II 7).

È ovvio che τὰ αἰσθητά e τὰ νοητά non esauriscano lo “spazio” logico che i principi primi possono occupare. Ciò che è importante per gli Scettici è creare una discordanza fra cose conosciute non-inferenzialmente. Per quale motivo? Essendo conosciute immediatamente e di per sé, la διαφωνία diventa indirimibile perché tanto τὰ αἰσθητά, quanto τὰ νοητά (cioè, ipotesi I e ipotesi I*) hanno lo stesso valore epistemico, cioè nessuna delle due è più giustificata dell'altra.

Siamo dell'avviso che ciò dimostra *ad abundantiam* che dietro il tropo dell'ipotesi faccia sentire la propria presenza un caso particolare di διαφωνία, applicata in questo caso particolare alle premesse prime non inferenzialmente conosciute di una catena argomentativa, il che equivale a dire, in ultima analisi, agli elementi di base di una teoria fondazionalista della conoscenza²³.

Sapienza Università di Roma
massimo.catapano@fastwebnet.it

²³ Non potendo affrontare, nei limiti di questo contributo, tutte le “sfumature” teoriche riguardanti il tropo dell'ipotesi e della discordanza (cfr. almeno *PH* I 173; *M* III 8; VII 315; VIII 370), rimandiamo alle considerazioni di J. Barnes, *The Toils of Scepticism*, cit., pp. 90-112; M. Catapano, *Sesto Empirico e i tropi*, cit., pp. 206-214.



Ipotesi e metodo: Osservazioni su Newton, Bacon e Descartes

di

SIMONE GUIDI

ABSTRACT: In this article, I deal with the role of hypothesis in the scientific methodology of Isaac Newton, Francis Bacon and René Descartes. The first paragraph is about hypothesis in Newton's lexicon, especially trying to understand the meaning of his famous *hypotheses non fingo*. The second paragraph deals with Bacon's methodology, arguing especially that his epistemology was the first to propose an artificial way for inductive inferences, also giving up all hypothesis in science. The third paragraph shows how Descartes, following Bacon's traces and reading his methodology in the light of the idea of a *Mathesis Universalis* based on mental evidence, structures a full hypothetical-deductive methodology, charging metaphysics with the analytical phase and depriving experiments of any role in it. The fourth paragraph, on Newton again, tries to understand Newton's specific account of hypothesis as an auxiliary phase in the scientific discovery, and what really differentiates Newton from his contemporaries, Boyle and Hooke.

KEYWORDS: Isaac Newton, Francis Bacon, René Descartes, Hypothesis, Epistemology

ABSTRACT: L'articolo affronta la questione del rapporto tra ipotesi e metodo scientifico in Newton, Bacon e Descartes. Il primo paragrafo si incentra in particolare sul lessico newtoniano, tentando di comprendere innanzitutto l'esatto significato del celebre motto *hypotheses non fingo*. Nel secondo paragrafo ci soffermiamo invece sul metodo baconiano, rilevando come Bacon sia il primo a proporre una via artificiale per l'inferenza induttiva e come ciò comporti la rinuncia a ogni uso dell'ipotesi. Il terzo paragrafo concerne invece Descartes, mostrando come – sulle tracce di Bacon, ma leggendo il suo metodo alla luce dell'idea di una *Mathesis Universalis* fondata sull'evidenza mentale – il filosofo francese strutturi, in campo scientifico, un metodo interamente ipotetico-deduttivo, nel quale la metafisica è incaricata della fase analitica e l'esperimento è privato di ogni ruolo nel reperimento delle "cause". Il quarto paragrafo, ancora su Newton, si incentra sull'utilizzo newtoniano dell'ipotesi

nella fase della scoperta scientifica, rilevando alcuni elementi di discriminazione tra il metodo di Newton e quello dei suoi contemporanei Boyle e Hooke.

KEYWORDS: Isaac Newton, Francis Bacon, René Descartes, ipotesi, epistemologia

*Faut-il donc bannir de la physique toutes les hypothèses?
Non, sans doute; mais il y aurait peu de sagesse à les adopter sans choix;
et on doit se méfier surtout des plus ingénieuses.*

Condillac, *Traité des systèmes*, 1749

I. Non fingo, o contro il «modulo universale dei filosofi»

Agli inizi del Settecento il celebre *hypotheses non fingo* – con cui Newton ribadiva di *non* essere riuscito a dedurre dai fenomeni la vera causa della gravitazione¹ – sancisce l'ascesa di un approccio che limita il ragionamento scientifico entro i margini dell'interpretazione di esperimenti e fatti, sottraendo le scienze naturali alle chimere dell'invenzione *a priori*. Scrive Newton nel *General Scholium* alla seconda edizione dei *Principia* (1713):

In verità non sono ancora riuscito a dedurre dai fenomeni la ragione di queste proprietà della gravità, e non invento ipotesi. Qualunque cosa, infatti, non deducibile dai fenomeni va chiamata *ipotesi*; e nella filosofia *sperimentale* non trovano posto le ipotesi sia metafisiche, sia fisiche, sia delle qualità occulte, sia meccaniche².

Mettendo da parte il valore emblematico dell'esclamazione dei *Principia*, troviamo simili e più articolate affermazioni in altri passaggi dell'opera

¹ Per un'analisi attenta del contesto scientifico di queste affermazioni si v. spec. W. L. Harper, *Isaac Newton's Scientific Method. Turning Data into Evidence about Gravity and Cosmology*, Oxford University Press, Oxford 2011, pp. 338-371.

² I. Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica, the Third Edition (1726) with Variant Readings*, a cura di A. Koyré-I. B. Cohen, Cambridge University Press, Cambridge 1972 (trad. it. di A. Pala, *Principi matematici della filosofia naturale*, UTET, Torino 1965, pp. 795-796).

newtoniana³, ad esempio quello, notissimo, della terza parte dell'*Optiks* (che d'altra parte esordiva ribadendo di voler «spiegare le proprietà della luce non mediante ipotesi, bensì di proporle e di provarle mediante la ragione e gli esperimenti»⁴):

nella filosofia naturale lo studio delle cose difficili, mediante il metodo analitico, dovrebbe sempre precedere il metodo sintetico. Questa analisi consiste nel fare esperimenti e osservazioni e trarre da questi, mediante l'induzione, conclusioni generali, non ammettendo contro di esse obiezioni, salvo che siano derivate da esperimenti o da altre verità certe. Perché nella filosofia sperimentale non bisogna tenere conto delle ipotesi. E sebbene il trarre per induzione principi generali dagli esperimenti e dalle osservazioni non equivalga a dimostrarli, tuttavia è questo il miglior modo di ragionare che la natura consenta, e può considerarsi tanto più saldo quanto più l'induzione è generale⁵.

O, negli stessi *Principia*, alla quarta delle *Regole* introdotte ancora con la seconda edizione, dove Newton sottolineava la sterilità dell'ipotesi anche nel suo possibile ruolo confutatorio:

nella filosofia sperimentale le proposizioni ricavate per induzione dai fenomeni, devono, nonostante le ipotesi contrarie, essere

³ Un'ampia rassegna delle occorrenze è già in I. B. Cohen, *Franklin and Newton. An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof*, American Philosophical Society, Cambridge 1956, pp. 113-150, 575-587; ma per una dettagliata analisi comprensiva anche dei manoscritti newtoniani, v. S. Ducheyne, *The Main Business of Natural Philosophy: Isaac Newton's Natural-Philosophical Methodology*, Springer, New York 2011, pp. 58-62.

⁴ I. Newton, *Optiks or a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light*, fourth edition, corrected, W. Innys, Londra 1730 (trad. it. di A. Pala, *Ottica o trattato sulle riflessioni, rifrazioni, inflessioni e sui colori della luce*, in I. Newton, *Scritti di ottica*, a cura di A. Pala, UTET, Torino 1978, p. 303).

⁵ Ivi, pp. 603-604. Si noti che il richiamo alle «cose difficili» ricalca la problematica impostazione aristotelico-scolastica, secondo la quale la conoscenza umana opera dapprima sulle cognizioni ricevute tramite i sensi – cognizioni che, pur avendo come oggetto realtà non intrinsecamente intelleggibili, sono le più facilmente accessibili per noi – giungiamo per via di analisi alla cognizione degli universali, facilmente conoscibili in loro stessi, ma difficili per noi. Cfr. Aristot., *Metaph.*, α I, 993b 3-14; *Phys.*, I 1, 184a 22-26 e *APo.* II 8 e 19. Per un riferimento scolastico, cfr. Tommaso d'Aquino, *In Aristot. Metaph.* I, *lectio* 2, e II, *lectio* 2. Su Aristotele cfr. R. Bolton, *Aristotle's Method in Natural Science: Physics I*, in L. Judson (ed.), *Aristotle's Physics: A Collection of Essays*, Oxford University Press, Oxford 1991, pp. 1-29.

considerate vere o rigorosamente o quanto più possibile, finché non interverranno altri fenomeni, mediante i quali o sono rese più esatte o vengono assoggettate ad eccezioni. Questo deve essere fatto affinché l'argomento dell'induzione non sia eliminato mediante ipotesi⁶.

Nondimeno, già nella *New Theory about Light and Colors*, in un passo poi emendato dal segretario della Royal Society, Henry Oldenburg:

... oso affermare che in essa [la scienza dei colori] vi è altrettanta certezza che in qualsiasi altra parte dell'ottica. Ciò che dirò al riguardo non è un'ipotesi bensì una conseguenza estremamente rigida, non congetturata con la semplice inferenza: è così perché non è diversamente oppure perché essa soddisfa tutti fenomeni (modulo universale dei filosofi), ma ricavata con la mediazione di esperimenti che concludono direttamente e senza ombra di dubbio⁷.

La forza di queste ricorrenze ha alimentato una *vulgata* che, non senza fondamento, vede Newton negare totalmente il ruolo dell'ipotesi nella logica della scoperta scientifica, raffigurando lo scienziato e i suoi allievi, come già faceva la voce *Hypothèse* dell'*Encyclopédie*, quali scienziati «disgustati dalle supposizioni e dagli errori, di cui trovano pieni i libri di filosofia», che si sarebbero «scagliati contro le ipotesi», rendendole «sospette e ridicole» e «definendole il veleno della ragione e la peste della filosofia»⁸.

Tali affermazioni vanno tuttavia soppesate, specialmente in relazione all'effettivo significato del termine "ipotesi". Come rilevano interpreti contemporanei, è arduo opporre Newton all'ipotesi *sic et simpliciter*, e nondimeno lo sarebbe attribuirgli un completo rifiuto del

⁶ I. Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*, cit., p. 607. Non si trascuri poi l'esistenza di una quinta *Regola*, scoperta da Koyré e resa nota nei suoi *Newtonian Studies*, Harvard University Press, Cambridge 1965 (trad. it. di P. Galluzzi, *Studi Newtoniani*, Einaudi, Torino 1972, pp. 291-303), dove Newton accentuava la polemica anticartesiana classificando come "fenomeni" anche le sensazioni interne e come ipotesi qualsiasi idea innata di cui non vi sia "sensazione".

⁷ I. Newton, *A Letter of Sir Isaac Newton Concerning his New Theory about Light and Colors*, in Id., *Papers and Letters on Natural Philosophy*, a cura di I. B. Cohen-R. E. Shoefield, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1958 (trad. it. di A. Pala, *Nuova teoria sulla luce e sui colori*, in *Scritti di ottica*, cit., p. 207).

⁸ *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris 1751-1772, t. 8, p. 417.

ruolo della congettura nel processo di sperimentazione e scoperta⁹. Notano in particolare Cohen¹⁰ e Koyré¹¹ che, prima del pronunciamento capitale dei *Principia* – che segna in parte anche un'autocensura – Newton utilizza il termine “ipotesi” (*hypothesis*) specialmente nel senso euclideo della ὑπόθεσις, enunciati che fungono da premesse verosimili di una dimostrazione o di una teoria.

Questo uso si registra in particolare nella “fase della giustificazione”, ad esempio nell'esposizione “sintetica” dei *Principia* per stabilire tanto che «il centro del sistema del mondo è in quiete»¹² quanto che l'identità del moto dei punti equinoziali del diametro terrestre nel caso in cui la Terra fosse fluida o solida¹³. Ma soprattutto, nella prima edizione dell'opera¹⁴, reperiamo le già citate *Regole del filosofare*¹⁵ indicate

⁹ Sulla metodologia e sullo sperimentalismo newtoniano, nell'immensa letteratura secondaria, v. I. B. Cohen, *The Newtonian Revolution. With Illustrations of the Transformation of Scientific Ideas*, Cambridge University Press, Cambridge 1980; M. Ben-Chaim, *The Discovery of Natural Goods: Newton's Vocation as an Experimental Philosopher*, «British Journal for the History of Science» 34 (2001), pp. 395-416 e soprattutto Id., *Experimental Philosophy and the Birth of Empirical Science: Boyle, Locke, and Newton*, Ashgate, Aldershot-Burlington 2004. V. inoltre E. McMullin, *The Impact of Newton's Principia on the Philosophy of Science*, «Philosophy of Science» 68/3 (2001), pp. 279-310; A. Shapiro, *Newton's Experimental Philosophy*, «Early Science and Medicine» 9 (2004), pp. 185-217; G. E. Smith, *The Methodology of the Principia*, in I. B. Cohen-G. E. Smith (eds.), *The Cambridge Companion to Newton*, Cambridge University Press, Cambridge 2004, pp. 138-173; P. Anstey, *The Methodological Origins of Newton's Queries*, «Studies in History and Philosophy of Science» 35 (2005), pp. 247-269; N. Guicciardini, *Isaac Newton on Mathematical Certainty and Method*, The MIT Press, Cambridge-London 2009; S. Ducheyne, *The Main Business of Natural Philosophy: Isaac Newton's Natural-Philosophical Methodology*, cit.; W. L. Harper, *Isaac Newton's Scientific Method. Turning Data into Evidence about Gravity and Cosmology*, cit. Sul metodo newtoniano e i suoi rapporti con l'empirismo moderno e contemporaneo, v. Z. Biener-E. Schliesser (eds.), *Newton and Empiricism*, Oxford University Press, Oxford 2014 e spec. S. Gaukroger, *Empiricism as a Development of Experimental Natural Philosophy* (pp. 15-38).

¹⁰ I. B. Cohen, *Franklin and Newton. An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof*, American Philosophical Society, Cambridge 1956, pp. 113-150, 575-587.

¹¹ A. Koyré, *Studi Newtoniani*, cit., pp. 27-57 e, nuovamente, pp. 291-303.

¹² I. Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*, cit., p. 635.

¹³ Ivi, pp. 720-721.

¹⁴ Per una lista completa delle modifiche e delle addizioni nelle varie versioni dei *Principia*, v. S. Ducheyne, *The Main Business of Natural Philosophy: Isaac Newton's Natural-Philosophical Methodology*, cit., pp. 170-177.

¹⁵ Ivi, pp. 603-607. Sulle *Regole*, v. in part. A. Koyré, *Studi Newtoniani*, cit., pp. 291-303 e M. Mamiani, *To Twist the Meaning: Newton's Regulae Philosophandi Revisited*, in Z. Buchwald-I. B. Cohen (eds.), *Isaac Newton's Natural Philosophy*, Harvard University

proprio col nome di «hypotheses», includendo tra queste persino i successivi *Fenomeni* poi raccolti in una sezione a sé stante¹⁶. Inoltre, come evidenziava già Koyré, nella prima edizione dei *Principia l'hypothesis* della quiete al centro del mondo era la prima di nove ipotesi cosmologiche. Queste, secondo uno schema che richiameremo più avanti, hanno tuttavia l'aspetto di asserzioni metodologiche¹⁷, introdotte nella forma "ipotetica" non perché incerte, bensì a causa dell'impossibilità di dimostrarle *in loco* e della scelta, per i *Principia*, di un'esposizione "sintetico-deduttiva"¹⁸ non differente da quella scelta da Descartes per la sua quasi omonima opera¹⁹.

Questo impiego del termine "ipotesi" apparirà progressivamente più raro, là dove Newton tenderà a precisare il proprio lessico, allo scopo, sembra, di evitare fraintendimenti con un secondo utilizzo del vocabolo²⁰. Per comprendere quest'ultimo dobbiamo traslarci alla "fase della

Press, Cambridge 2001, pp. 3-14.

¹⁶ I. Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*, cit., pp. 608-615.

¹⁷ Tre esempi forniti da Koyré di queste "ipotesi" sono: «delle cose naturali non si devono ammettere più cause naturali di quelle che sono vere e bastano a piegare i fenomeni»; «perciò le cause di effetti naturali dello stesso genere sono le medesime»; «ogni corpo può trasformarsi in un altro, di qualsiasi tipo, e ogni grado qualitativo intermedio può successivamente prodursi in esso». A cui si aggiunge, alla *Sezione IX* del II libro, la legge per cui «la resistenza che nasce dalla scarsa scorrevolezza delle parti di un fluido, a parità delle altre condizioni, è proporzionale alla velocità con la quale le particelle vengono vicendevolmente sperate» (I. Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*, cit., p. 579).

¹⁸ Come nota S. Ducheyne, *The Main Business of Natural Philosophy: Isaac Newton's Natural-Philosophical Methodology*, cit., pp. 15-16 e 62, la logica seicentesca attribuiva alla fase dell'esposizione "sintetica" una funzione principalmente pedagogica.

¹⁹ Citiamo le opere di Descartes da R. Descartes, *Oeuvres*, a cura di Ch. Adam-P. Tannery, Paris 1987-1909, nuova edizione 1969-1974, II voll., indicando con "AT" l'edizione, seguita dal numero di volume e dal numero di pagina. Tutte le tr. it. sono invece tratte dall'ed. Belgioioso: R. Descartes *Tutte le lettere 1619-1650*, Bompiani, Milano 2005, che indicheremo con "B TL", seguito dal numero di pagina; Id., *Opere 1637-1649*, a cura di G. Belgioioso, Bompiani, Milano 2009, che indicheremo con "B I" seguito dal numero di pagina; Id., *Opere postume 1650-2009*, Bompiani, Milano 2009, che indicheremo con "B II", seguito dal numero di pagina. V. il *Colloquio con Burman*, AT V: 253; B I: 1259: «Nelle *Meditazioni* [...] questo argomento segue l'altro, poiché l'autore li ha scoperti in maniera tale che quello che egli sviluppa in questa *Meditazione* preceda e l'altro segua, mentre, nei *Principi*, ha posto prima l'altro perché la via e l'ordine della scoperta sono differenti da quelli dell'insegnamento, e nei *Principi* egli insegna e procede sinteticamente».

²⁰ Da sottolineare l'interessante rilievo di A. Shapiro, *Newton's Experimental Philosophy*, cit., secondo il quale il lessico di Newton si specifica e si rafforza, introducendo specialmente la nozione di *experimental philosophy* e ponendo l'accento,

scoperta”, là dove Newton non sembra rinunciare a un uso euristico delle ipotesi, pur memore del motto baconiano per cui «all’intelletto degli uomini [...] non sono da aggiungere ali, ma piombo e pesi per impedirgli di saltare e volare»²¹. Lo scienziato riserva alla congettura un ristretto ma sostanziale uso, che la letteratura secondaria ha già ricostruito²² e che, sul piano logico, sembra costituire un procedimento di *abduzione*²³. Come notava Peirce (il primo a rilevare il potenziale euristico dell’abduzione), a differenza di quanto avviene nel procedimento deduttivo, nell’inferenza abduttiva «l’ipotesi non può essere ammessa, nemmeno come ipotesi, se non si suppone che possa spiegare i fatti o almeno alcuni di essi», secondo la nota formulazione

in contrapposizione col modello ipotetico-deduttivo, sulla natura induttiva del suo metodo e sull’utilizzo di un momento analitico induttivo (v. *infra*) a partire dalle accuse mossegli da Leibniz nel 1712, e cioè un anno prima della pubblicazione della seconda edizione dei *Principia*. Appare tuttavia più convincente la proposta di W. L. Harper, *Isaac Newton’s Scientific Method Turning Data into Evidence about Gravity and Cosmology*, cit. pp. 343-361, per il quale l’*hypotheses non fingo* si accentua specialmente in risposta alle obiezioni di Cotes, riguardanti l’applicazione – per Cotes congetturale – del terzo principio della dinamica alla gravitazione di due corpi separati.

²¹ F. Bacon, *Instauratio Magna*, in R. L. Ellis-J. S. Pedding-D. D. Heath (eds.), *The Works of Francis Bacon*, Londra 1877-1892 (tr. it. di P. Rossi, *La grande instaurazione*, in F. Bacone, *Scritti filosofici*, a cura di P. Rossi, UTET, Torino 1975, I, § CIV, p. 613).

²² Oltre ai già citati Cohen e Koyré, sull’ipotesi in Newton e nel contesto scientifico a lui prossimo v. in part. A. Pala, *Newton. Scienza e filosofia*, Einaudi, Torino 1969, pp. 223-241; K. Brading, *The Development of the Concept of Hypothesis from Copernicus to Boyle and Newton*, «Krisis» 8 (1999), pp. 5-16; S. Ducheyne, *The Status of Hypothesis and Theory*, in P. Anstey (ed.), *Oxford Handbook of British Philosophy in the Seventeenth Century*, Oxford University Press, Oxford 2013, pp. 169-191 e già Id., S. Ducheyne, *The Main Business of Natural Philosophy: Isaac Newton’s Natural-Philosophical Methodology*, cit., pp. 58-62. V. inoltre W. L. Harper, *Isaac Newton’s Scientific Method Turning Data into Evidence about Gravity and Cosmology*, cit., pp. 338-371. Sul contesto scientifico moderno nel suo complesso v. H. G. Van Leeuwen, *The Problem of Certainty in English Thought 1630-1690*, Marthinus Nijhoff, The Hague 1963 (su Newton le pp. 106-120); L. Laudan, *Science and Hypothesis. Historical Essays on Scientific Methodology*, Springer, New York-Berlin 1981 (sebbene non specificamente su Newton) e B. J. Shapiro, *Probability and Certainty in Seventeenth-Century England*, Princeton University Press, Princeton 1983.

²³ In questa sede non è utile discutere la contestata natura di questa inferenza che, come ha notato in particolare H. G. Frankfurt, *Peirce’s Notion of Abduction*, «Journal of Philosophy» 55/14 (1958), pp. 593-597, costituisce un ragionamento ma non è un’inferenza strettamente logica. Sul concetto di abduzione v. in particolare L. Magnani, *Abduction, Reason, and Science: Processes of Discovery and Explanation*, Kluwer, New York 2001; Id., *Abductive Cognition: The Epistemological and Eco-Cognitive Dimensions of Hypothetical Reasoning*, Springer, Berlin 2009; W. Park, *Abduction in Context. The Conjectural Dynamics of Scientific Reasoning*, Springer, Switzerland 2017.

[Costatazione] il fatto sorprendente C viene osservato;
[Ipotesi] ma se A fosse vero, C ne sarebbe una conseguenza;
[Inferenza] quindi, c'è ragione di sospettare che A sia vero²⁴.

Proprio in questa accezione Newton sembra ammettere un oculato uso euristico dell'ipotesi, utilizzando, appunto, la congettura per *spiegare* un fenomeno osservato. Ma è proprio su questo piano che si dispongono anche le *hypotheses* così fortemente rigettate dallo scienziato. A spiegarlo è lo stesso Newton in una missiva a Cotes del 1713 – quindi dello stesso anno della seconda edizione dei *Principia*, della cui prefazione Cotes è d'altra parte autore – ove si sottolinea che

come in geometria la parola ipotesi non va presa in un senso così lato da comprendere gli assiomi e i postulati, così nella filosofia sperimentale non deve essere presa in un senso così ampio da includere i primi principi o assiomi che io chiamo le leggi del moto. Questi principi sono dedotti dai fenomeni e resi generali per mezzo dell'induzione. [...] E la parola ipotesi è [...] usata da me a significare solo una proposizione che non sia un fenomeno né sia dedotta da fenomeni, ma sia assunta o supposta senza alcuna prova sperimentale²⁵.

Quando Newton utilizza in senso dispregiativo il termine “ipotesi”, rifiuta dunque la congettura esplicativa “metafisica”, priva di fondamento sperimentale, ovvero un tradizionale modello *propter quid* che – non è un mistero – era stato tenuto in vita specialmente da Descartes (con Huygens e Leibniz). A fronte di ciò, non si dovrà trascurare che, come leggevamo nella *New Theory about Light and Colors*, Newton imputa all'ipotesi “metafisica”, *due* possibili inferenze improprie, senza negare che esse possano lavorare in congiunzione:

²⁴ Ch. S. Peirce, *Pragmatism and Abduction*, in *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, 6 voll., a cura di P. Weiss-C. Hartshorne, Harvard University Press, Cambridge, 1931-1935, vol. 5, bk. 1, lec. 7 (tr. it. di G. Maddalena, *Pragmatismo inteso come logica dell'abduzione*, in *Scritti Scelti*, a cura di G. Maddalena, UTET, Torino 2005, p. 572).

²⁵ I. Newton, *The Correspondence of Isaac Newton*, a cura di H. W. Turnbull-J. F. Scott-A. R. Hall-L. Tilling, 7 voll., Cambridge University Press, Cambridge 1959-1977, pp. 396-397, riprendo la traduzione da D. Oldroyd, *The Arch of Knowledge. An Introductory Study of the History of the Philosophy and Methodology of Science*, Methuen, New York-Londra 1986 (trad. it. *Storia della filosofia della scienza*, Net, Milano 2002, p. 129n). Parole, queste, che si coniugano al monito conclusivo dei *Principia*, dove Newton tacciava di natura ipotetica proprio ogni credenza «non deducibile dai fenomeni».

- a. «è così perché non è diversamente», o
- b. «soddisfa tutti fenomeni».

Da una parte si situa un'ipotesi "metafisica", puramente logica (*a*), un modello che non prende forma a partire da esperimenti e che mira principalmente a non essere contraddetta sul piano logico; dall'altra una congettura (*b*) che non mira a individuare con esattezza *la* causa di un determinato fenomeno, bensì a produrre un modello esplicativo che semplicemente non sia in contraddizione con i fatti osservabili e con gli *experimenta*.

Ora, notiamo che entrambe queste tipologie, in particolare *b*), non sono aliene dal ragionamento abduttivo, che pure Newton sembra ammettere. Nel modello «se *A* fosse vero, *C* ne sarebbe una conseguenza», "*A*" può essere verificata empiricamente, oppure semplicemente sopravvivere sul piano teorico qualora non fosse falsificata (*modus tollens*). Essa resta comunque, sul piano della validità formale, un'abduzione.

Secondo Peirce²⁶, la credibilità di un'abduzione dipende principalmente dalla forza o dalla debolezza del suo contenuto, che possono essere valutati soltanto sul piano della rispondenza dell'ipotesi a certe aspettative pragmatiche. Newton, che per certi versi si muove su un piano già positivista, ritiene invece che questo tipo di ragionamento sia convalidato principalmente "in entrata", e cioè a partire dal processo di induzione e deduzione dell'osservazione "*C*", con cui si intreccia. Ciò perché, prima della rispondenza a aspettative esplicative, è necessario che tale congettura sia stata costruita su solide basi, affinché essa non costituisca semplicemente un processo logicamente *valido* ma inutile, se non addirittura fuorviante, sul piano scientifico. In questo senso, la critica alle ipotesi *ad hoc* dà al procedimento abduttivo accettato da Newton la forma più raffinata:

Data l'evidenza *E* e le possibili spiegazioni H_1, \dots, H_n di *E*, se H_i spiega *E* meglio di ogni altra ipotesi, si deve inferire che H_i è più vicina al vero di ogni altra ipotesi²⁷,

²⁶ Ch. S. Peirce, *Scritti Scelti*, cit., p. 573.

²⁷ Riprendo e traduco tale formulazione da I. Douven, *Abduction*, in E. N. Zalta, *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Stanford University, Stanford 2017. Douven modella così l'abduzione riprendendo le tesi di T. Kuipers, *Naive and Refined Truth Approximation*, «Synthese» 93/3 (1992), pp. 299-341 e Id. *From Instrumentalism to Constructive Realism. On Some Relations between Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation*, Springer, Berlin 2000.

laddove per “spiegare meglio” si intende la stretta aderenza agli aspetti osservabili, empiricamente e *sperimentalmente* dei fenomeni. Ovvero, Newton abbraccia un paradigma osservativo che non mira semplicemente a individuare la spiegazione più infalsificabile (*a*) o quella più ampia (*b*), quanto piuttosto quella capace di accordarsi al meglio coi dati sperimentali.

Lo scienziato inglese intende quindi, non sul piano formale ma su quello eminentemente epistemologico, discriminare differenti tipologie di “ipotesi”, effettivamente contrapposte nella lettera a Cotes e in altri documenti. Le elenchiamo di seguito suddividendole in funzione dell’uso che rivestono nel momento della scoperta e della giustificazione:

FASE DELLA GIUSTIFICAZIONE (IPOTESI COME “PREMESSA” O “POSTULATO”)

- I_1 : l’ipotesi in quanto *teoria* e assioma, che nasce dai fenomeni e si conferma tramite essi, come quella dei principi «dedotti dai fenomeni e resi generali», e quindi non “ipotetici” nel senso di “dubbi”; si tratta dunque di proposizioni che, per Newton, non possono essere considerate ipotetiche *se non per omonimia*;
- I_2 : l’ipotesi in quanto *teoria* che non è desunta dai fenomeni, ma è «assunta o supposta senza alcuna prova sperimentale» e capace di dare conto solo deduttivamente dei fenomeni naturali;

FASE DELLA SCOPERTA (IPOTESI COME “SPIEGAZIONE”)

- I_3 : l’ipotesi esplicativa di un problema specifico che non è dedotta dai fenomeni, ma è «assunta o supposta senza alcuna prova sperimentale», solo come *spiegazione* abduttiva del fenomeno, dedotta da una serie di asserti o da un modello esplicativo già dato, e quindi formalmente valida, ma non fondata sull’osservazione dei fatti;
- I_4 : l’ipotesi esplicativa che nasce come *spiegazione* abduttiva di un dilemma specifico entro una teoria già data, ma congetturata a partire dall’osservazione dei fenomeni.

A essere contestato è quindi specialmente l’uso di ipotesi I_3 , cioè modelli esplicativi che ragionano deduttivamente o abduttivamente prendendo le mosse da teorie formulate per analogia o sulla base di presupposti metafisici. Per Newton, come diremo, anche le teorie e le premesse nascono dal basso, e dunque le ipotesi I_2 sorgono dal cumularsi e dal

reciproco confermarsi di fantasiose e errate abduzioni I_3 , che, sulla base di un paradigma “metafisico”, ampliano la teoria ignorando i fatti concreti. Al contrario, è il cumularsi di ipotesi esplicative I_4 a garantire la costituzione di fondate e certe ipotesi I_1 .

Ma come può Newton riporre una così ferma fede nel processo di esplicazione scientifica, quasi vantasse una procedura che, se ben condotta, conduca tanto a individuare principi e assiomi, quanto a formulare spiegazioni assolutamente fondate?

2. *Secare naturam, o «l'esperienza giudica della natura»*

Nel bollare come ipotetica la congettura disancorata dall'osservazione, Newton si situa nell'alveo di un modello empirista baconiano, d'altra parte egemone nell'ambiente della Royal Society²⁸ e già abbracciato da Boyle e Hooke²⁹. Come è noto, Bacon aveva proposto una «via di mezzo», quella delle “api”, tra l'esperienza ingenua delle “formiche” empiriche e l'apriorismo sterile dei “ragni” dogmatici³⁰. Ciò opponendo anche *due* differenti forme di induzione:

Due sono e possono essere le vie per la ricerca e la scoperta della verità. La prima dal senso e dai fatti particolari vola agli assiomi generali e sulla base di questi principi e della loro immutabile verità, giudica e scopre gli assiomi medi: questa è la via ora in uso. La seconda dal senso e dai fatti particolari trae gli assiomi ascendendo con misura e gradatamente in modo da giungere solo alla fine agli assiomi più generali: questa è la via vera, ma ancora intentata³¹.

Il “falso” metodo induttivo degli aristotelici consiste nell'elaborare corrvamente, a partire dalla nuda esperienza sensoriale, delle conclusioni generali, cioè autentiche teorie, che Bacon denomina «anticipazioni della natura»³²; ciò in opposizione all'inesorabile processo

²⁸ Sull'ambiente della Royal Society v. in part. M. Feingold, *Mathematicians and Naturalists: Sir Isaac Newton and the Royal Society*, in Z. Buchwald-I. B. Cohen (eds.), *Isaac Newton's Natural Philosophy*, Harvard University Press, Cambridge 2001, pp. 77-103.

²⁹ Si v. in part. B. J. Shapiro, *Probability and Certainty in Seventeenth Century England*, cit., pp. 44-61. Su Boyle e Hooke v. *infra*.

³⁰ F. Bacon, *La grande instaurazione*, cit., I, § XCV, p. 607.

³¹ Ivi, I, § XIX, p. 555.

³² Ivi, I, § XXVI, p. 557.

di «interpretazione della natura»³³, fondamento del vero metodo, con cui lo scienziato «gradatamente» passa da un'autentica induzione alla "teoria", per via di osservazioni e sperimentazioni.

Per Bacon, la tentazione delle anticipazioni è l'esito quasi inevitabile di un intelletto «abbandonato a se stesso»³⁴, cioè privato di un metodo e di un ordine che consenta quell'inferenza corretta che è l'"interpretazione". Sono ben note, d'altra parte, le immagini baconiane di una natura simile a una selva, o a un labirinto, e della mente umana come un distorto *enchanted glass*. Nell'impossibilità di una enumerazione e di una induzione completa dei fatti, la tendenza spontanea della mente umana è, secondo Bacon, quella di supporre nelle cose «un ordine e una regolarità maggiori di quelli che vi riscontra e, benché molti siano in natura i fatti singolari e dissimili l'uno dall'altro, costruisce non dimeno parallelismi, corrispondenze e relazioni che non esistono»³⁵, ovvero analogie che prescindono dal momento dell'osservazione scientifica. Ma l'interpretazione, come è noto, non giunge per Bacon grazie ai sensi; i quali, anzi, non sono capaci di garantire un affidabile processo induttivo:

l'osservazione si limita agli aspetti visibili delle cose e scarsa o addirittura nulla è l'osservazione delle cose invisibili. [...] Il senso infatti, per sé preso, è cosa debole e soggetta all'errore; gli strumenti capaci di estendere ed acuire i sensi non valgono molto: una più vera interpretazione della natura si ottiene invece per mezzo di istanze e di esperimenti idonei e appropriati; mentre il senso giudica dell'esperimento, l'esperimento giudica della natura e della cosa stessa³⁶.

L'impossibilità di un'induzione empirica appropriata non va dunque imputata alla sola debolezza dell'intelletto, quanto a quella dell'intero *continuum* sensi-intelletto. I sensi non forniscono infatti alla mente che una superficiale "immagine" del mondo, limitata ai soli fenomeni visibili e osservabili, e sovente la mente corregge tali fallacie ipotizzando analogie improprie. Proprio per questo la "base empirica" trasmessa dai sensi è, per Bacon, tutt'altro che garante di un ragionamento isomorfo alla realtà. I sensi tralasciano, ad esempio, il mondo microscopico, e sono altrettanto incapaci di garantirci osservazioni affidabili

³³ *Ibidem*.

³⁴ Ivi, I, § XX e I, § XXI, pp. 555-556.

³⁵ Ivi, I, § XLV, p. 562.

³⁶ Ivi, I, § L, pp. 565-566.

di fenomeni macroscopici. Persino su fenomeni di scala osservabile – come spiegherà Descartes qualche decennio più tardi³⁷ – possono al massimo fornire indicazioni di valore pragmatico, ma mai realmente un’esperienza affidabile. Ciò implica che l’esperienza tradizionale delle “formiche” non possa costituire la base di un *metodo*³⁸. L’uomo non ha infatti alcuna possibilità *naturale* di produrre un’inferenza logica certa.

A questa disperante istanza Bacon risponde proponendo di ricorrere a un procedimento di induzione³⁹ *artificiale*, graduale e meccanica, un’induzione incompleta ma efficace, che svolga in luogo del *continuum* intelletto-sensi l’operazione di “estrazione” della logica interna alla natura, traducendo tale logica, in un secondo momento, in termini percepibili per i sensi:

per stabilire gli assiomi, si deve [...] escogitare una forma di *induzione* diversa da quella finora in uso [...]. L’induzione che procede per enumerazione semplice è infatti una cosa puerile: le sue conclusioni sono precarie; essa è esposta al pericolo di un’istanza contraddittoria; giudica in base a un numero di fatti inferiore al necessario, e solo in base a quelli che ha a portata di mano. L’induzione che sarà utile per l’invenzione e la dimostrazione delle scienze e delle arti deve invece *analizzare* la natura mediante le debite reiezioni ed esclusioni; e finalmente, dopo un numero sufficiente di negative, può concludere in base alle affermative⁴⁰.

È cosa ben nota che la logica baconiana affondi le radici nella dialettica

³⁷ Sulla natura teleofunzionale della sensazione in Descartes, esposta in particolare in AT VII: 83; B I: 790, v. R. De Rosa, *Descartes and the Puzzle of Sensory Representation*, Oxford University Press, Oxford 2010, che sintetizza con efficacia l’intero dibattito. Si consentito un rimando anche a S. Guidi, *L’angelo e la macchina. Sulla genesi della res cogitans cartesiana*, FrancoAngeli, Milano 2018, pp. 381-385.

³⁸ Sul metodo baconiano v. J.-M. Pousseur, *La distinction de la ratio et de la methodus dans le Novum Organum et ses prolongements dans le rationalisme cartésien*, in M. Fattori (ed.), *Francis Bacon. Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, Edizioni dell’Ateneo, Roma 1984, pp. 201-222; P. Rossi, *Ants, spiders, epistemologists*, nel medesimo vol., pp. 245-260; Id., *Bacon’s Idea of Science*, in M. Peltonen, *The Cambridge Companion to Bacon*, Cambridge University Press, Cambridge 1996, pp. 25-45 e M. Malherbe, *Bacon’s Method of Science*, nel medesimo volume, pp. 75-98.

³⁹ Sull’induzione baconiana v. M. Malherbe, *L’induction baconienne: de l’echec metaphysique à l’echec logique*, in M. Fattori (ed.), *Francis Bacon. Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, cit., pp. 179-200.

⁴⁰ F. Bacon, *La grande instaurazione*, cit., I, § CV, pp. 613-614. Il corsivo su «analizzare» è mio.

ramista⁴¹, e che essa, pur nel tentativo di svincolarsi dal ragionamento sillogistico, si innesti comunque nel ceppo di una tradizione retorica. Tale aspetto è il fin troppo spesso ricordato limite del metodo di Bacon, estraneo al processo di matematizzazione galileiano, che aprirà invece le porte alla nuova fisica⁴². Tuttavia, la “retorica” di Bacon stabilisce per prima – lontana dalla credenza metafisica di un linguaggio matematico “naturale” – un preciso parametro di verità *del metodo*, cioè l’idea che il procedimento osservativo e sperimentale⁴³ che, come l’analitica dei retori, sia volto a individuare un corretto ordine dei termini, capace di rendere incontestabile l’argomentazione.

Il senso, sottolinea Bacon, «giudica» dell’esperimento, ma è solo l’esperimento a «giudicare» previamente «della natura e della cosa stessa», rendendo il suo “giudizio” visibile ai sensi. Prima di ricordare in cosa tale giudizio consista, sarà utile sottolineare il come esso si costituisca; ovvero il fatto che il metodo baconiano costituisce a tutti gli effetti un procedimento *algoritmico* volto alla riorganizzazione della conoscenza dei sensi. Non per nulla esso soddisfa, perlomeno nell’immagine che Bacon ne fornisce, le principali proprietà di un algoritmo, quali:

- l’essere costituito di passaggi elementari, posti in uno specifico ordine;
- il fatto che tali passaggi siano di numero finito, si svolgano in un tempo finito e richiedano una quantità finita di informazioni in *input*;
- il fatto che tali passaggi non possano essere interpretati equivocamente dall’esecutore;
- il fatto che il procedimento conduca a un risultato univoco.

⁴¹ Questo aspetto è stato messo in luce primariamente da P. Rossi, *Francesco Bacone. Dalla magia alla scienza*, Einaudi, Torino 1974², pp. 220-249 e 310-320.

⁴² Sulla questione si v. comunque G. Rees, *Quantitative Reasoning in Francis Bacon’s Natural Philosophy*, «Nouvelles de la Republique de Lettres» 1 (1985), pp. 27-48; G. Rees, *Mathematics and Francis Bacon’s Natural Philosophy*, «Revue Internationale de Philosophie» 40 (1986), pp. 399-427.

⁴³ Sullo sperimentalismo baconiano v. in part. M. Fattori, *Experientia-experimentum: une comparaison entre les corpus latin et anglais*, in Ead., *Etudes sur Francis Bacon*, PUF, Paris 2012, pp. 169-187; D. Deleule, *Experientia-Experimentum ou le mythe du culte de l’experience chez Francis Bacon*, in M. Fattori (ed.), *Francis Bacon. Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, cit., pp. 59-72; D. Jalobenau, *Learning from Experiment: Classification, Concept Formation and Modeling in Francis Bacon’s Experimental Philosophy*, «Revue Roumaine de Philosophie» 57/2 (2013), pp. 75-93.

Per la sua natura algoritmica, il metodo prescinde dunque dall'intelligenza del ricercatore, in quanto riduce quest'ultimo a semplice *esecutore* del calcolo. Il metodo baconiano potrebbe d'altronde essere implementato persino da esecutori non-umani, se capaci di eseguire, nell'ordine corretto, le azioni previste dall'algoritmo. Nel complesso di questo procedimento l'intelletto non deve infatti che raccogliere⁴⁴ l'organizzazione data dalla fase di *output*. Ciò, peraltro, non senza ulteriori "aiuti"⁴⁵. L'emendazione dell'intelletto dagli *idola* ha d'altronde una funzione principalmente preventiva, cioè inibisce l'errore lasciando terreno a una logica artificiale, che prescinde dalle capacità degli individui:

il nostro metodo di invenzione delle scienze è tale da non lasciare molto posto all'acutezza e alla forza degli ingegni, ma da eguagliare quasi gli ingegni e gli intelletti. Come infatti nel tracciare una linea retta o un cerchio perfetto, molto dipende dalla fermezza e dall'esercizio della mano, se si disegna a mano libera, e invece queste qualità contano poco o nulla se si fa uso di una riga o di un compasso, così è il nostro metodo⁴⁶.

Nella fase di *output*, l'incremento dell'informazione immessa in entrata è costituito esclusivamente dall'*organizzazione* data alla conoscenza, cioè dall'*invenzione*⁴⁷ di una serie di parti costitutive, o "nature", implicate nella genesi del fenomeno naturale, nonché dei rapporti di priorità e posteriorità tra queste parti. Tali rapporti – e ciò è fondamentale – implicano anche una certa correlazione causale, estrapolata specialmente dalla comparazione della presenza e dall'assenza dei costitutivi in differenti occorrenze del fenomeno (il calore acqueo, il calore della luce, il calore di un corpo vivente, ecc.). Al termine del procedimento, l'esecutore otterrà quindi, avendo condotto meccanicamente un processo di «reiezioni e esclusioni», un'analisi e per certi versi un'idealizzazione completa dell'evento naturale, sostituiva di quella, induttiva in senso naturale, che l'empirismo ingenuo attribuiva a una presunta attività analitica dei sensi.

⁴⁴ F. Bacon, *La grande instaurazione*, cit., II, § XVI, p. 676.

⁴⁵ Cioè con l'ausilio di «istanze prerogative» e degli «ammenicoli dell'induzione».

⁴⁶ F. Bacon, *La grande instaurazione*, cit., I, § LXI, p. 572.

⁴⁷ Sull'uso del momento retorico dell'*invenzione* da parte di Bacon v. P. Rossi, *Francesco Bacone. Dalla magia alla scienza*, cit., pp. 251-257; J.-M. Pousseur, *De l'interprétation: une logique pour l'invention*, «Nouvelles de la république des lettres» 5/1 (1985), pp. 378-398; B. Vickers, *Bacon and Rethoric*, in M. Peltonen (ed.), *The Cambridge Companion to Bacon*, cit., pp. 200-231.

Perciò, in particolare nel *Novum Organum*, il procedimento è presentato come volto innanzitutto all'analisi del fenomeno naturale, nel tentativo di isolare degli elementi costitutivi, le «nature semplici» o «nature singole», che, seguendo il metodo, dovrebbero giungere incontrovertibilmente alla luce. Il primo passo di questo processo riorganizzativo è tuttavia la compilazione di una “base dati”, cioè la traduzione delle impressioni sensoriali in accurati cataloghi e tabelle di comparazione, capaci di portare alla luce delle «nature semplici» e di stabilire, nella fenomenologia dell'evento naturale, delle relazioni stabili. Tra le molte, le relazioni a cui il “tribunale” del metodo sembra mirare in misura maggiore sono quelle della irriducibilità (tavole di presenza/assenza) e della dipendenza reciproca (tavole dei gradi)⁴⁸.

Ora, il linguaggio che la natura “parla” sotto la «pressione dell'arte», cioè una volta convertita l'esperienza in “dato”, appare prendere, per Bacon, un valore *logico*, nel senso tuttavia di una logica convenzionale stabilita da procedure che schiudono, nel buio dell'esperienza, una luce artificiale. Il metodo conduce a individuare forme e relazioni naturali di cui si può tentare una predicazione «affermativa», sebbene la loro individuazione sia *sempre* raggiunta e raggiungibile solo nell'esercizio ordinativo del metodo che (procedendo innanzitutto per via “negativa”) l'ha estrapolata (nell'esperienza ordinaria l'osservazione di questi elementi è invece impossibile):

si deve compiere una completa soluzione e scomposizione della natura, non certo mediante il fuoco, ma con la mente [...]. Il primo compito dell'induzione vera, quanto alla scoperta delle forme, è la *reiezione* e *esclusione* delle nature singole, che non si trova in qualche istanza in cui è presente la natura data, o si trova in qualche istanza in cui la natura data è assente, oppure crescono in qualche istanza nella quale la natura data decresce, o decrescono ove la natura data cresce. Allora finalmente, una volta fatte nei modi dovuti le reiezioni o esclusioni, andate in fumo le opinioni volatili, rimarrà come sul fondo la forma affermativa, solida, vera e ben determinata⁴⁹.

Il “compasso” della scienza guida la mano dell'intelletto dando alla ricerca un *ordine* che innanzitutto, dicevamo, «analizza», «risolve» e

⁴⁸ Sulle tavole baconiane v. in part. P. Rossi, *Francesco Bacone. Dalla magia alla scienza*, cit., pp. 321-328.

⁴⁹ F. Bacon, *La grande instaurazione*, cit., II, XVI, p. 676.

«scompone» la natura mediante «reiezioni ed esclusioni». Nel richiamarsi all'analisi, Bacon riprende – prima di Newton e Descartes, che daranno sfoggio di grande padronanza di tale lessico – il tradizionale metodo dell'«arco» analisi-sintesi⁵⁰, cioè un processo orientato dapprima al reperimento degli elementi semplici che, come moduli, «costruiscono» un fenomeno naturale, poi all'individuazione delle reciproche relazioni di causalità e, solo in ultimo, alla formulazione «sintetica» di una congettura sul come il fenomeno venga causato.

È fondamentale notare che – a differenza della tradizione euclidea che ispirerà Descartes, tradizione per la quale analisi e sintesi sono entrambi processi *deduttivi* – Bacon sembra pensare, in una paradossale prossimità con Aristotele⁵¹, che il reperimento delle «nature semplici» e delle «forme» sia invece compito del processo di *induzione*. Ma, contro lo Stagirita, Bacon sostituisce al processo induttivo naturale la fase sperimentale dell'«induzione vera», distinguendola nettamente dall'esperienza naturale. È solo a seguito dell'osservazione – e cioè dopo aver tradotto la realtà naturale in termini non equivoci – che il processo lascia nuovamente il testimone alla mente, affidandole il compito di risalire agli «assiomi» e di dedurre da essi la possibilità di «nuovi esperimenti»⁵², cioè di una ripetizione dell'algoritmo sulla base di nuovi *input*.

A questo punto, come noto, Bacon apre un'altra fase, che prevede l'intervento dell'intelletto (*permissio intellectus*) e che mira alla formulazione di una definizione esplicativa del fenomeno, pur *senza* formulare autentiche «ipotesi». L'idea baconiana è che il lavoro di riorganizzazione svolto dal metodo non solo ha estratto dalla «base dati» delle «nature», ma le ha anche ripartite in classi analoghe a quelle naturali di generi e specie⁵³. Pertanto, un'accurato riepilogo delle «tavole di prima citazione» porterà alla luce rapporti di inclusione e esclusione a partire

⁵⁰ Sul quale v. in part. D. Oldroyd, *Storia della filosofia della scienza*, cit., probabilmente la più accurata ricostruzione della questione. Ma anche C. Cellucci, *Le ragioni della logica*, Laterza, Roma-Bari 1998, pp. 270-386 e Id., *Rethinking Logic: Logic in Relation to Mathematics, Evolution, and Method*, Springer, New York-London 2013, spec. pp. 55-94.

⁵¹ Sulla prossimità che lega Bacon e Aristotele sul piano logico, v. specialmente M. Sgarbi, *The Aristotelian Tradition and the Rise of British Empiricism Logic and Epistemology in the British Isles (1570-1689)*, Springer, New York-London 2013, pp. 167-179.

⁵² F. Bacon, *La grande instaurazione*, cit., II, § X, p. 649, ma già in I, § CXVII, p. 622.

⁵³ Ivi, II, § XX, pp. 681-687: 682: «Ciò che si è detto del moto (cioè che è come il genere di cui il calore è la specie)...» e 683: «Eliminato dunque ogni equivoco, è giunto il momento di passare alle *differenze* vere, che limitano il movimento e costituiscono nella forma del caldo».

dai quali inferire qual è il genere e quale la differenza specifica che determinano un fenomeno. Nel caso del calore – il più celebre esempio di Bacon – il genere sarà costituito dal movimento della materia, e le differenze specifiche saranno il fatto di essere «un movimento espansivo», «non uniforme», «rapido» e «trattenuto»⁵⁴.

Seguendo questa procedura, Bacon aggira paradossalmente la questione di inferire induttivamente la causalità *efficiente* dalla correlazione – e quindi di formulare autentiche ipotesi –, poiché, ragionando su un tracciato aristotelico, mira a stabilire la causa *formale* del fenomeno. Ad esempio «il calore in sé o la sua essenza è moto e nient'altro che moto»⁵⁵, cioè il calore può essere interamente ridotto, nella sua natura formale, a una specifica tipologia del genere “moto”, indotta e classificata tramite il metodo. Una volta stabilita tale definizione essenziale, sarà possibile dedurre da essa l'effetto, secondo il classico sillogismo di prima figura:

- Tutte le volte che in un corpo viene suscitato e interrotto un movimento, è prodotto il calore
- Socrate sta suscitando e interrompendo un movimento in un corpo
- Socrate sta producendo il calore

Bacon chiama questa definizione “disponente” o “operativa”, poiché consente universalmente a chiunque la applichi di *riprodurre* il fenomeno naturale, dimostrando “sinteticamente” che quella individuata è la causa formale del fenomeno. Tale definizione dovrà poi essere ulteriormente rettificata e perfezionata con l'utilizzo di «istanze prerogative» e «ammenicoli dell'induzione», ma risulterà verificata dalla sua capacità di scatenare, sul piano naturale, l'effetto.

Nel corso della “Vendemmia” baconiana, la congettura non è dunque incaricata di alcuna funzione. *Idealiter*, l'analisi della «vera induzione» conduce a relazioni logiche chiare, e tali relazioni individuano una “forma” specifica capace di ridiscendere sinteticamente fino all'effetto. Questa procedura, che ricalca più i procedimenti di un chimico che quelli di un fisico, ha ovviamente enormi limiti – per esempio presume l'esistenza di un numero limitato di “nature”, preclude l'individuazione di quelle difficilmente osservabili o isolabili, o ne

⁵⁴ Ivi, II, § XX, pp. 681-687.

⁵⁵ Ivi, II, § XX, p. 682.

allunga incredibilmente i tempi di individuazione – e si fonda su presupposti indimostrabili – come l’induzione in genere, dà per assunta l’uniformità dei processi naturali –, ma per Bacon essa consente un progresso meccanico, garantito, illimitato e continuo. È solo da tale progresso, e cioè dall’accumularsi di molteplici scoperte, che potranno essere costruite “dal basso” teorie asintotiche generali, costantemente aggiornate e perfezionate, che si fondano sulla congruenza e la somma cumulativa delle varie ricostruzioni verificate.

Bacon appare comunque consapevole del fatto che tale impostazione, rinunciando a una logica naturale e fondandosi su una “base dati” ottenuta e organizzata artificialmente, faccia inevitabilmente della nuova scienza una ricostruzione parzialmente convenzionale, un’«immagine della realtà» ottenuta tramite la mediazione del procedimento metodologico, che come una trivella è capace di cavare acqua dall’oscurità sotterranea dei pozzi, consentendoci di attingere a una fonte che ci sarebbe altrimenti inaccessibile. Le arti a cui il metodo si ispira sono d’altra parte «imitazioni delle opere divine» e quasi «nuove creazioni»⁵⁶. Quella scientifica è dunque una ricostruzione ottenuta attraverso un’analisi forzata, che non ci dice molto del *perché* le “nature” si dispongano in determinate “forme” e relazioni insiemistiche, ma – non possedendo l’uomo doti naturali sufficienti a garantire un isomorfismo perfetto tra mente e fatti – essa è anche l’«immagine della realtà» più veritiera possibile. Soprattutto, tale ricostruzione è veritiera perché, pur costringendo la natura entro gli schemi dell’arte, il metodo ha condotto di fronte all’intelletto delle relazioni logiche intrinseche in essa, cioè, passando per la rinuncia a una logica naturale *dell’uomo* è giunta, per il tramite della logica artificiale *del metodo*, a descrivere strutture logiche presenti *nella natura* stessa. A dimostrarlo è la riproducibilità del fenomeno garantita dalla sua definizione “operativa”, la cui implementazione *verifica* la definizione individuata.

3. *Il ragno*

Prima di tornare al secondo Seicento e al suo maggiore protagonista scientifico, sarà opportuno soffermarsi sul grande innovatore della

⁵⁶ Ivi, I, § CXXIX, p. 635. Sul ruolo dell’*ars* in Bacon v. ovviamente P. Rossi, *I filosofi e le macchine, 1400-1700*, Feltrinelli, Milano 1984; S. Weeks, *Francis Bacon and the Art-Nature Distinction*, «Ambix» 54/2 (2007), pp. 117-145.

prima metà del secolo, Descartes, che abbiamo avuto modo di menzionare come oggetto polemico del *non fingo* newtoniano.

Notava ancora Koyré⁵⁷ che, proprio con la famosa asserzione dei *Principia*, Newton si schierava apertamente contro l'uso euristico della finzione, pur non scagliandosi contro quello dell'immaginazione, che aveva d'altra parte guadagnato, nel primo Seicento, un ruolo di primo piano come facoltà ausiliaria dell'intelletto. Chi aveva proposto un uso euristico dell'immaginazione e della modellizzazione immaginativa era stato, d'altra parte, lo stesso Descartes⁵⁸. Ricordiamo dunque, sebbene per cenni, la funzione strategica dell'immaginazione e della sua capacità analogica nella scienza cartesiana. Facoltà che la tradizione aristotelica aveva ritenuto capace di inanellare discorsivamente rappresentazioni mentali, l'immaginazione era stata collocata, nel *continuum* cognitivo, tra sensi e intelletto, e cioè nel plesso responsabile del processo astrattivo e dell'induzione dei principi del ragionamento. Tra Cinque e Seicento, essa era stata così innalzata dal tardo aristotelismo a senso interno per antonomasia, istituendovi una sorta di teatro interiore, uno spazio proprio delle rappresentazioni materiali, in grado di offrire supporto all'intelletto nell'astrazione delle nozioni di tutti gli enti essenzialmente implicanti la materia⁵⁹.

⁵⁷ A. Koyré, *Studi newtoniani*, cit., p. 38.

⁵⁸ Sul ruolo dell'immaginazione in Descartes v. J. H. Roy, *L'imagination selon Descartes*, Gallimard, Paris 1944. Si v. poi J. J. Macintosh, *Perception and Imagination in Descartes, Boyle and Hooke*, «Canadian Journal of Philosophy» 13/3 (1983), pp. 327-352; V. Foti, *The Cartesian Imagination*, «Philosophy and Phenomenological Research» 46/4 (1986), pp. 631-642; C. Santinelli, *Imago, phantasia, vis imaginandi. Una lettura dell'immaginazione nell'opera di Cartesio*, in L. Formigari-I. Cubeddu-G. Casertano (eds.), *Imago in phantasia depicta. Studi sulla teoria dell'immaginazione*, Carocci, Roma 1999, pp. 189-215; D. Nikulin, *Matter, Imagination and Geometry. Ontology, Natural Philosophy and Mathematics in Plotinus, Proclus and Descartes*, Ashgate, Burlington 2002; D. Patzold, *Imagination in Descartes' Meditations*, in L. Nauta-D. Patzold (eds.), *Imagination in the Later Middle Ages and Early Modern Times*, Dudley, Leuven-Paris 2004. Ma soprattutto D. Sepper, *Descartes's Imagination. Proportion, Images and the Activity of Thinking*, University of California Press, Berkeley-Los Angeles-London 1996; dello stesso Sepper si v. già *Descartes and the Eclipse of Imagination, 1618-1630*, «Journal of the History of Philosophy» 27 (1989), pp. 379-403 e il più recente, Id., *Figuring Things Out: Figure Problem-Solving in the Early Descartes*, in S. Gaukroger-J. Schuster-J. Sutton (eds.), *Descartes' Natural Philosophy*, Routledge, London-New York 2000, pp. 228-248.

⁵⁹ La migliore ricognizione sul tema dell'immaginazione e della fantasia nel contesto aristotelico di età rinascimentale e moderna si deve a v. F. Piro, *Il retore interno. Immaginazioni e passioni all'alba dell'età moderna*, La Città del Sole, Napoli 1999, di cui v. anche Id., *È sufficiente un solo senso interno? La psicologia dell'immaginazione nella prima*

Come ha mostrato in particolare Sepper⁶⁰, già il giovane Descartes pensa tale facoltà come primario organo ausiliare di una logica dell'evidenza – quella delle *Regulae* – che sotto l'influsso congiunto della tradizione scolastica e del naturalismo rinascimentale tenta la strada di un'*ars inveniendi* interamente mentale. Qui, d'altra parte, Descartes importava proprio le topiche baconiane dell'ordine della conoscenza e degli ausili all'intelletto, coniugandole tuttavia a una concezione scolastica dell'indagine naturale come processo dialettico, diretto dai soli strumenti della psicologia, capaci, se posti nella corretta concatenazione funzionale, di portare alla luce rapporti di proporzionalità insiti nella creazione.

Analogamente a un foglio bianco sul quale riprodurre il mondo, l'immaginazione è per Descartes uno spazio (peraltro fisico) analogico a quello geometrico-meccanico della natura; spazio nel quale *rappresentare* una serie di *rapporti*, di proporzioni, a partire dai quali l'evidenza dell'intelletto può cogliere il mondo esteso degli oggetti naturali. Questi rapporti sono intesi dunque come già isonomi e isomorfi al mondo reale, creato da Dio secondo principi che la mente può cogliere in modo innato. Quanto la scienza naturale ambisce a ricavare non è quindi una descrizione esatta del mondo fisico – che l'isomorfismo tra immaginazione ed estensione renderebbe un vero e proprio paradosso – quanto piuttosto una rete di relazioni geometriche che innervano l'universo naturale e che lo scienziato non deve far altro che raffigurare, esplicitare nel linguaggio analogico della rappresentazione geometrica.

Autentico "ragno" baconiano, Descartes già presentava su questa linea, nel *Monde*, la sua fisica. Lo faceva nella forma di una *fable*⁶¹, cioè di una congettura svincolata dall'osservazione empirica ma capace di dar

età moderna e le sue difficoltà, «Lo Sguardo. Rivista di filosofia» 10 (2010), pp. 183-197. Una vasta ricognizione è disponibile in *Intellect et imagination dans la philosophie médiévale/Intellect and Imagination in Medieval Philosophy/Intelecto e imaginação na Filosofia Medieval. Actes du XIe Congrès International de Philosophie Médiévale de la Société Internationale pour l'Étude de la Philosophie Médiévale. Porto, du 26 au 31 août 2002*, Brepols, Turnhout 2006. Riguardo al contesto gesuita, di indubbia influenza su Descartes, rimando a S. Guidi, *Reason, Phantasy, Animal Intelligence. A Few Remarks on Suárez and the Jesuit Debate on the Internal Senses*, in A. Caldeira Fouto-M. Seixas-P. Caridade de Freitas (eds.), *Suárez em Lisboa 1617 – 2017. Actas AAFDL – 2018*, AAFDL Alameda da Universidade, Lisboa 2019, pp. 409-424.

⁶⁰ D. Sepper, *Descartes and the Eclipse of Imagination*, cit. e Id., *Descartes's Imagination. Proportion, Images and the Activity of Thinking*, cit.

⁶¹ AT XI: 31; B I: 249; ma già AT I: 179; B TL: 175 e, tangenzialmente, AT: 194-195; B TL: 189.

conto dei fenomeni osservabili, il cui valore di verità dipendeva principalmente dalla plausibilità metafisica e dal potenziale euristico del modello geometrico-deduttivo. Tale *mise-en-scène* avveniva interamente nel luogo analogico dell'immaginazione e dei cosiddetti "spazi immaginari"⁶², a partire da una nozione *a priori* di spazio e materia (naturalmente isomorfi, e persino identici alla geometria), nella pretesa di ridurre la realtà del mondo fisico a conseguenza necessaria di premesse date.

Anche per questo, a un Mersenne che nell'inverno del 1630 lo interrogava sul miglior modo per produrre esperimenti utili, Descartes spiegava che

dopo quel che ne ha scritto Verulamio, non ho altro da dire al riguardo, se non che, senza essere troppo curiosi nella ricerca di tutti i minuti dettagli che riguardano una materia, bisognerebbe soprattutto fare delle raccolte generali di tutte le cose più comuni, che sono certissime e che si possono conoscere con facilità [...] Sono queste, infatti, le cose che servono infallibilmente nella ricerca della verità. Quanto alle <esperienze> più minute, è impossibile che non se ne facciano molte superflue, e anche false, se non si conosce la verità delle cose prima di farle⁶³.

Con ciò Descartes – partendo dall'identità metafisica tra un mondo perfettamente geometrico e un linguaggio mentale, la geometria, capace di esaurirlo nella descrizione – non solo proseguiva di fatto il metodo aristotelico della *cognitio certa per causas*, cioè di un processo di *deduzione* logica delle cause a partire da effetti dati; egli continuava pure la peculiare distinzione nominalista, ad opera di Buridano, tra necessità logiche (apodittiche) ed empiriche (condizionali), insistendo sul modello della cosiddetta "astronomia matematica", capace di prescindere totalmente dal suo oggetto⁶⁴, e scartando quello della

⁶² Per una lettura del rapporto tra immaginazione e spazi immaginari in Descartes rimando a S. Guidi, *La favola della materia. Epistemologia e narrazione nel Monde di Descartes*, «Azimuth» 4/2 (2014), pp. 83-113 e, sugli "spazi immaginari" a Id., *Il luogo e l'assoluto. 'Spazi immaginari' e metafisica dello spazio tra medioevo e età moderna*, in I. Pozzoni (ed.), *I moderni orizzonti della scienza e della tecnica*, Liminamentis, Monza 2016, pp. 215-230.

⁶³ AT I: 195-196; B TL: 189-191. Si noti che Descartes, in netta contraddizione con l'impostazione aristotelico-scolastica, ribadisce non solo la possibilità di reperire intellettualmente dalle realtà universali, ma anche che tali realtà siano le più "facili" a conoscersi.

⁶⁴ Un modello, quello dell'astronomia matematica, che ricorreva già in Bacon. V.

“astronomia fisica”, ancorata piuttosto alla realtà dei fatti.

Come ha rimarcato in particolare Pala⁶⁵, sarebbe forse esagerato (sebbene sia stato più volte fatto, sovente sotto il peso delle valutazioni di Newton) rappresentare Descartes come totalmente avulso dalla sperimentazione. Gli *Essais* propongono, effettivamente, sprazzi di conferme sperimentali, ma è pur vero che l'intera fisica cartesiana si fonda su una teoria della materia che riduce preventivamente la *res extensa* alla geometria, identificando di fatto esperimenti mentali e reali. Se da una parte tale identificazione non è risultato di un lavoro sperimentale autonomo di Descartes – bensì l'assunzione, e spesso l'elevazione metafisica del metodo di Galileo –, dall'altra essa tenta di dedurre da un modello dato tutti i fenomeni osservabili, affidando al momento sperimentale la conferma di una tesi già preparata e totalmente pertinente col modello. In questo senso, dunque, l'“ipotesi-teoria” fa del fenomeno naturale nient'altro che un *explanandum* e costantemente anticipa l'osservazione sperimentale, privandola di un vero e proprio ruolo nel processo di reperimento dell'*explanans*.

Il caso dell'esperimento dell'ampolla d'acqua delle *Meteores* – col quale Descartes spiega il fenomeno dell'arcobaleno riconducendolo alla riflessione e rifrazione – è probabilmente l'esperimento cartesiano più vicino al *modus operandi* di uno scienziato sperimentale. Anche in questo caso, tuttavia, si procede – entro un modello esplicativo già dato, cioè la coincidenza tra materia e geometria – semplicemente a fornire una spiegazione plausibile del fenomeno. Ma la bontà della spiegazione di Descartes deriva principalmente dal fatto che non ci si sta confrontando con un *problema* fisico, cioè con la mancata corrispondenza tra gli assunti di partenza e il fenomeno osservabile, quanto piuttosto con la semplice *esplicazione* di come quest'ultimo avvenga in condizioni normali. Così, la matematizzazione dell'arcobaleno non costituisce affatto una misurazione, ma appare piuttosto come il tentativo di

G. Rees, *Quantitative Reasoning in Francis Bacon's Natural Philosophy*, cit.; G. Rees, *Mathematics and Francis Bacon's Natural Philosophy*, cit., e S. Ducheyne, *The Status of Hypothesis and Theory*, cit.

⁶⁵ A. Pala, *Descartes e lo sperimentalismo francese*, Editori Riuniti, Roma 1990. Sullo sperimentalismo cartesiano si v. anche J.-R. Armogathe, *The Rainbow: A Privileged Epistemological Model*, in S. Gaukroger-J. Schuster-J. Sutton (eds.), *Descartes' Natural Philosophy*, cit., pp. 249-257; J. A. Schuster, *Descartes Opticien: The Construction of the Law of Refraction and the Manufacture of its Physical Rationales, 1618-29*, ivi, pp. 258-312. A. G. Ranea, *A 'Science for honnêtes hommes' La Recherche de la Vérité and the Deconstruction of Experimental Knowledge*, ivi, pp. 313-329.

tradurre in termini geometrico-meccanici osservazioni qualitativo-comparative («appariva di colore rosso», «più grandi», «più deboli»). La stessa *fiolle de verre* utilizzata dal filosofo non ha, d'altra parte, alcuna funzione se non quella di rendere visibile a occhio nudo un fenomeno microscopico – la rifrazione e rifrazione della luce sulle gocce d'acqua nell'aria –, confermando una teoria che di fatto era stata già abbozzata.

Si può dunque sostenere legittimamente che la fisica di Descartes agisca secondo un modello esplicativo ipotetico *top-down*, che semplicemente *deduce* i fenomeni particolari da un'ipotesi generale, affidando al momento sperimentale non il compito di verificare una tesi, quanto piuttosto quello di non falsificarla?

Forse sì, sebbene per rendere giustizia alla complessità del pensiero cartesiano vada rilevato che tutte le sue spiegazioni in campo fisico coincidono in pieno con il momento della *sintesi*: una "teoria" *preventivamente* reperita, che «spiega» i fatti particolari e dà così «prova» della sua potenza euristica⁶⁶. Ne troviamo testimonianza in una preziosissima dichiarazione metodologica, nella sesta parte del *Discours de la méthode*:

Se alcune di quelle [cose] di cui ho parlato all'inizio della *Diottrica* e delle *Meteore* inizialmente sconcertano per il fatto che io le chiamo supposizioni, e sembra che io non abbia intenzione di provarle, si abbia la pazienza di leggere il tutto con attenzione e spero che ci si troverà soddisfatti. Infatti mi pare che le ragioni si susseguano in modo tale che, come le ultime sono dimostrate dalle prime, che sono le loro cause, queste prime lo sono reciprocamente dalle ultime, che sono i loro effetti. E non si deve qui immaginare che io commetta l'errore che i logici chiamano circolo: infatti poiché l'esperienza rende la maggior parte di questi effetti assai certi, le cause da cui io li deduco non servono tanto a provarli quanto a spiegarli; ma, tutt'al contrario, sono le cause che sono provate dagli effetti⁶⁷.

Come si può notare, il modello è quello di una dimostrazione *propter quid* condotta sinteticamente a partire da principi già dati per ipotesi. Dato che l'esperienza ordinaria rende l'esistenza dei fenomeni ben certa, la loro deduzione da cause ipotetiche serve esclusivamente a

⁶⁶ Su questo aspetto, anche in riferimento ai brani che riportiamo in seguito e nondimeno al dibattito scolastico (Toledo e Zabarella) in cui Descartes si iscrive, v. specialmente T. J. Reiss, *Neo-Aristotle and Method: Between Zabarella and Descartes*, in S. Gaukroger-J. Schuster-J. Sutton (eds.), *Descartes' Natural Philosophy*, cit., pp. 195-227.

⁶⁷ AT VI: 76; B I: 113.

spiegarli, cioè a individuare una causalità *efficiente*. Tuttavia, tale spiegazione, con un moto retroattivo ma non circolare (poiché i due piani della spiegazione e quello della prova non coincidono)⁶⁸, va a *provare* la giustezza delle cause congettrate. Dunque, nell'ordine dell'esposizione, tali cause sono presentate nella veste di supposizioni, ma al lettore sarà sufficiente avanzare nel testo per rendersi conto che tali ipotesi, *spiegando* molti fenomeni, sono ben *provate*.

Ora, la lettura di questo passo può rivelarsi fuorviante se non si tiene in conto proprio il riferimento alla *Dioptrique* delle prime righe. Un rimando al passo nel quale Descartes, riluttante a fornire i fondamenti teorici della sua fisica, si dichiara sollevato dal compito di illustrare la *natura* della luce:

credo sarà sufficiente che io mi serva di due o tre paragoni che aiutino a concepirla nel modo che mi sembra più facile per spiegare tutte quelle sue proprietà che l'esperienza ci fa conoscere e per dedurre successivamente tutte quelle altre che non possono essere colte con altrettanta facilità. In ciò imiterò gli astronomi, i quali, pur muovendo da supposizioni che sono quasi tutte false o incerte, non mancano tuttavia di trarne numerose conseguenze del tutto vere e sicure, dato che si riferiscono a diverse osservazioni da loro effettuate⁶⁹.

È dunque necessario soppesare con attenzione le parole di Descartes, evitando di attribuire all'analogia con «gli astronomi» un eccessivo valore metodologico. È infatti ben noto che, in conseguenza del processo a Galileo e perlomeno fino al *Discours*, Descartes avesse scelto esplicitamente di non rendere pubblica la sua rifondazione meccanica della fisica, lasciando inedito il *Monde* e limitandosi a esporne i risultati negli *Essais*, dove affidava all'intelligenza del lettore di dedurre i fondamenti

⁶⁸ È quanto Descartes specifica a Morin (v. *infra*): «Affermate anche che *provare gli effetti da una causa, poi provare questa causa per mezzo dei medesimi effetti è un circolo logico*. Lo ammetto. Ma con ciò non ammetto che sia <un circolo logico> spiegare gli effetti attraverso una causa, per poi provare la causa attraverso gli effetti. Vi è, infatti, una grande differenza tra *provare* e *spiegare*» (AT II: 197-198; B TL: 729-731). Descartes ammette dunque la circolarità di argomenti che provano gli effetti da una causa supposta e la causa dagli effetti; eppure, come abbiamo già accennato, sottolinea di aver proposto un argomento differente. Gli effetti, reperiti nell'esperienza ordinaria, sono stati infatti solo spiegati a partire dalla presunta causa, e non immaginati o inventati dal nulla; sono invece le cause ipotizzate che vengono provate dal fatto di essere in grado di spiegare tutti i fenomeni.

⁶⁹ AT VI: 84; B I: 123.

del nuovo sistema. Con questa strategia Descartes censurava dunque proprio la fase di *analisi*, cioè il momento di *reperimento* delle cause “generali” a fondamento del mondo fisico, scegliendo di sostituirle con ipotesi e analogie, capaci di «spiegare» i fenomeni e «provare» così la propria validità. In tal modo il filosofo – su calco di quanto fatto da Osiander con Copernico – si premuniva da qualsiasi tentativo di accusa, situando la sua intera fisica sul piano di un modello ipotetico-matematico. Ma anche rendeva inintelligibile e ignota la fase di “salita” verso le cause “generali”, che effettivamente resta, ancora all’altezza del *Discours*, del tutto indiscussa nei testi editi.

Dunque davvero Descartes pensa che un metodo scientifico possa muovere per ipotesi, a partire anche «da supposizioni che sono quasi tutte false o incerte», traendone poi «numerose conseguenze del tutto vere e sicure»? La risposta non potrà ignorare un altro documento di particolare importanza, cioè la lettera a Jean-Baptiste Morin del luglio 1638. Con Morin, che qualche mese prima aveva messo in guardia Descartes riguardo alla circolarità logica degli argomenti esposti negli *Essais*, il filosofo difende effettivamente la possibilità di derivare affermazioni vere da ipotesi false⁷⁰, a patto, tuttavia, di tenere conto di un principio:

per quanto vi siano in verità più effetti cui è facile accomodare diverse cause, una per ciascuno, non è altrettanto facile accomodare una sola causa a più effetti diversi, se essa non è la vera causa dalla quale <gli effetti> procedono. Addirittura spesso vi sono effetti tali che, per provare quale sia la loro vera causa, basta darne una dalla quale possano chiaramente essere dedotti. Ritengo che tutti <gli effetti> di cui ho parlato siano di questo tipo⁷¹.

⁷⁰ Descartes specifica peraltro a Morin, che gli aveva ricordato gli errori che spesso nascono dagli errati calcoli astronomici della parallasse o dell’inclinazione dell’eclittica: «queste cose non fanno parte del genere di supposizioni o ipotesi di cui ho parlato; e [...] le ho chiaramente indicate, dicendo che *si possono trarne delle conseguenze assai vere e certe, per quanto tali ipotesi siano false o incerte*. La parallasse o l’obliquità dell’eclittica, ecc. non possono, infatti, essere supposte come false o incerte, ma solo come vere. Invece, l’equatore, lo zodiaco, gli epicicli e gli altri cerchi di questo genere sono di solito supposti come falsi e il movimento della Terra come incerto, anche se da ciò si traggono cose assolutamente vere» (AT II: 198; B TL: 731). Parallasse e eclittica sono, d’altra parte, movimenti *apparenti*, dei quali non c’è dunque alcuna corrispondenza geometrico-matematica e che, in quanto apparenti, possono essere assunti come veri. Sono invece enti di ragione come orbite e circonferenze a costituire oggetti matematici, dal valore esclusivamente congetturale.

⁷¹ AT II: 199; B TL: 731.

L'idea alla base di queste affermazioni è proprio quella che abbiamo individuato come *b)* tra le due che Newton scartava nella *New Theory about Light and Colors*, cioè un'ipotesi che sopravvive poiché capace di dar conto di tutti i fenomeni. Per Descartes le cause "generalì" non vanno dunque congettrate casualmente, bensì selezionando quelle in grado di spiegare il maggior gruppo di effetti fisici. Nel caso di alcuni «effetti» – cioè quelli descritti negli *Essais*, e quindi principalmente fenomeni diottrici o meteore, relativi alla fisica terrestre e non alla cosmologia – è tuttavia valido anche un corollario: tali fenomeni non hanno che una sola causa, quella vera; pertanto l'ipotesi capace di spiegarli è automaticamente provata⁷².

Coerentemente con questa linea, anche nei *Principia* Descartes presenterà nuovamente la sua fisica come una certissima congettura, paragonandosi a «coloro che hanno pratica dell'esaminare gli automi [e] quando conoscono l'uso di una qualche macchina e guardano alcune delle sue parti, congetturano facilmente a partire da ciò in che modo siano fatte e altre che non vedono»⁷³ e proponendo, in fisica, l'utilizzo di un modello ermeneutico:

se uno volesse leggere una lettera scritta in caratteri latini, ma non disposti secondo il modo in cui hanno un vero significato e, facendo l'ipotesi che, ogniquale volta in essa c'è A, si debba leggere B, dove c'è B si debba leggere C, e allo stesso modo si debba sostituire a ciascuna lettera quella che la segue immediatamente, trovasse in questo modo che essi compongono delle parole latine, non dubiterà che il vero significato di quella lettera sia contenuto in queste parole, anche se lo venisse a conoscere unicamente per via di congettura, e potesse forse accadere che colui che l'ha scritta abbia messo al posto di quelle vere non le lettere immediatamente successive, ma delle altre ancora, e avesse così nascosto in quella un altro significato: infatti è così difficile che questo possa avvenire, da non sembrare credibile⁷⁴.

Una certezza che si fonda sull'assoluta verosimiglianza dell'interpre-

⁷² Curiosamente Descartes insiste, con Morin, sul fatto che la fisica scolastica abbia tentato di immaginare (*imaginer*) delle spiegazioni fisiche senza riuscirvi, opponendo a queste immaginazioni le sue supposizioni (*suppositions*) che risultano invece ben più persuasive; tanto persuasive da dimostrare che «gli effetti che spiego non hanno altre cause se non quelle da cui li deduco» (AT II: 200; B TL: 731-733).

⁷³ AT VIII-1: 326; B I: 2207.

⁷⁴ AT VIII-1: 327-328; B I: 2209.

tazione, insomma, ma che non eradica – se non sul piano metafisico – la possibilità di una interpretazione equivoca.

La lettura di questa difesa “probabilistica” del modello ipotetico-deduttivo deve comunque accompagnarsi alla replica a un altro rimprovero di Morin a Descartes, cioè quello di aver voluto custodire i principi cardine della sua fisica, divertendosi «non solo nel far desiderare ai migliori ingegni la pubblicazione della vostra fisica, ma anche nel metterli alla prova con le difficoltà che avete lasciato alla vostra nuova dottrina»⁷⁵. Insinuazione alla quale il filosofo risponde significativamente, spiegando di aver intenzionalmente censurato il momento analitico, e rimandando a un trattato, il *Monde*, interamente dedicato al reperimento delle “cause generali”:

come quando si vedono in un paese dei frutti che non vi sono stati inviati da un altro luogo, si ritiene che vi siano delle piante che li producono piuttosto che credere che vi crescano da se stessi, così ritengo che le verità particolari che ho trattato nei miei saggi (posto che di verità si tratti) danno motivo di ritenere che io debba avere una qualche conoscenza delle cause generali da cui dipendono, piuttosto che abbiamo potuto scoprirle essendone privo. E siccome oggetto di questo altro trattato sono solo le cause generali, non penso di aver proposto nulla di inverosimile quando ho scritto di averlo fatto⁷⁶.

Al di là delle pure ipotesi degli *Essais*, c'è dunque un momento, quello del *Monde*, nel quale la realtà è *analizzata* e le cause generali congeturate non in base ad analogie, ma in base a un qualche tipo di osservazione? E come conciliare ciò col fatto che proprio nel *Monde* la fisica è presentata nella forma di una *fable* totalmente congetturale? Una risposta giunge, a nostro parere, considerando il metodo analitico e interamente *deduttivo* che Descartes sovrappone a quello baconiano, ma che deriva direttamente dalla geometria greca. Questo metodo, come è noto, trova una decisiva formulazione nel commento agli *Elementi* di Euclide di Pappo di Alessandria, secondo il quale

l'analisi [...] prende ciò che si cerca come se fosse ammesso e passa da esso, attraverso le sue successive conseguenze, a qualcosa che è ammesso come il risultato di una sintesi: nell'analisi, infatti, noi supponiamo ciò che si cerca come se fosse dato [...] e

⁷⁵ AT I: 539; B TL: 531.

⁷⁶ AT II: 201; B TL: 733.

investighiamo ciò che è da ciò che risulta, e di nuovo quale sia la causa antecedente dell'ultimo, e così via, finché tornando sui nostri passi perveniamo a qualcosa che è già noto o che appartiene alla classe dei primi principi [...]. Nella sintesi, invece, rovesciando il processo, prendiamo come già dato ciò a cui siamo arrivati in ultimo nell'analisi e, disponendo nel loro ordine naturale come conseguenze quelli che in precedenza erano antecedenti, e successivamente collegandoli l'uno all'altro, perveniamo infine alla costruzione di ciò che cercavamo; e questo lo chiamiamo sintesi⁷⁷.

Come si può notare, analisi e sintesi non sono, per Pappo, che ragionamenti speculari, condotti *deduttivamente* entro un campo già dato. È in tale modello di ragionamento che Descartes impianta la propria fisica, concependo il reperimento dei «primi principi» come un processo *mentale* e non osservativo, teso a individuare elementi *autoevidenti* per la mente stessa e capaci, per via di un isomorfismo tra mente e mondo fondato metafisicamente, di garantire che la propria autoevidenza corrisponda a verità.

Ora, la ricerca di un fondamento metafisico di tale isomorfismo – cioè la negazione di un “Dio ingannatore” e la dimostrazione dell'esistenza di un Dio ottimo, che ha fornito alla mente strumenti atti a conoscere il mondo – è per buona parte l'impresa metafisica che Descartes fronteggerà dopo gli *Essais*. Ma è proprio la latente tesi dell'isomorfismo mente-realtà che fonda ora la grande premessa alla fisica cartesiana; l'idea, cioè, che il metodo dei geometri costituisca una *Mathesis universalis* capace di risolvere *a priori* qualsiasi problema. Nel cono di luce della *Mathesis* si struttura dunque l'intera fase di analisi cartesiana del mondo che, per mantenere fede alle sue promesse, non può che darsi nella forma di una *metafisica*.

Ciò getta nuova luce proprio sullo stratagemma cartesiano della *fable*: non tanto un'ulteriore via per introdurre la riduzione del mondo a macchina, quanto il metodo per lasciare che la mente colga, con l'ausilio dell'immaginazione, una *analogia fondativa*, quella tra geometria e materia, che istituisce la fisica nella mente in modo perfettamente isomorfo all'analogia con cui Dio ha istituito *in re* una natura perfettamente geometrico-meccanica. Tale analogia è, per il primo Descartes,

⁷⁷ In T. L. Heath, *The Thirteen Books of Euclid's Elements of Geometry. Translated from the Text of Heiberg with Introduction and Commentary*, 3 voll., Cambridge University Press, Cambridge 1908, vol. I, p. 138; riprendo la trad. it. da D. Oldroyd, *Storia della filosofia della scienza*, cit., p. 61n.

tanto evidente da fondare se stessa, perlomeno fino a quando la mente stessa non sceglierà deliberatamente di mostrarne il fondamento, insieme metafisico e scientifico. Potremmo così sostenere che sono le *Meditationes* – condotte rigorosamente secondo l'ordine *analitico* dei geometri⁷⁸ – a costituire, nell'idea del Descartes più maturo, il grande e definito esperimento fondativo della sua scienza: la messa in crisi e il recupero del fondamento dell'isomorfismo e della *Mathesis*, nonché il grande esordio pubblico del meccanicismo, al quale potrà finalmente seguire, coi *Principia*, la prima pubblicazione – stavolta secondo un ordine *sintetico* – della fisica cartesiana.

Vi è dunque, per quanto peculiare, un momento analitico della fisica cartesiana, che rende le analogie e le ipotesi degli *Essais* dei veri e propri modelli scientifici. Eppure, il carattere puramente metafisico-deduttivo di questo metodo privava l'esperimento di qualsivoglia ruolo nel reperimento delle cause, limitandone la funzione a momento *esplicativo* capace di *provare* la teoria, ma non i suoi *fondamenti*. Ciò, in ultimo, conducendo il ragionamento ipotetico-deduttivo di Descartes anche fuori dal solco di ogni falsificazionismo: la teoria fisica sorge nella forma di una rete di evidenze mentali, la cui *verità* è fondata metafisicamente e il cui carattere ipotetico residua principalmente nel costituirsi come modello esplicativo astratto.

4. Sospicious Mind

Torniamo ora a Newton, per una serie di rilievi sull'uso metodologico dell'ipotesi. Innanzitutto, alla luce di quanto considerato in Bacon e Descartes riguardo all'“arco” analisi-sintesi, riprendiamo il citato passo della terza parte dell'*Optiks*, dove appuravamo Newton affermare che:

- nella filosofia naturale la fase di analisi precede sempre quella della sintesi;
- l'analisi studia le «cose difficili»;
- l'analisi procede per induzione e si avvale di esperimenti e osservazioni;
- dall'analisi condotta per induzione sono tratte conclusioni generali, immuni da ogni critica svolta sul piano delle semplici ipotesi alternative;

⁷⁸ V. ancora AT V: 253; B I: 1259.

- l'analisi per induzione non equivale a una dimostrazione geometrica, ma è un metodo saldo;
- essa è tanto più salda quanto l'induzione è generale.

L'idea di Newton è dunque quella di un'analisi che muove "dal basso" incuneandosi nei fenomeni più complessi (le «cose difficili», anche in contrapposizione alle cartesiane cose «che si possono conoscere con facilità»), procedendo per induzione fino a raggiungere conclusioni generali. Ma come si svolge quest'ultimo processo? Completiamo la lettura del passo con il suo immediato prosieguo:

Mediante questo metodo analitico possiamo procedere dalle cose composte alle cose semplici, dai movimenti alle forze che li producono e in generale dagli effetti alle loro cause, e dalle cause particolari a quelle più generali, fino a giungere alle cause generalissime. Questo è il metodo analitico; quello sintetico consiste nell'assumere come principi le cause scoperte e provate e, mediante queste, spiegare i fenomeni che ne derivano e provare tali spiegazioni⁷⁹.

Secondo il classico schema greco – che Newton conosceva perfettamente, specialmente nella versione di Pappo⁸⁰ – l'analisi spinge dal complesso al semplice, e le conclusioni generali – leggi, assiomi e forze – sono "cause" progressivamente estrapolate dal "caos" della natura che, presupponendo l'uniformità di quest'ultima⁸¹, reperiamo sul fondo di ogni fenomeno

⁷⁹ I. Newton, *Scritti di ottica*, cit., p. 604.

⁸⁰ Sull'uso newtoniano di analisi e sintesi, specialmente in contesto matematico, v. N. Guicciardini, *Analysis and Synthesis in Newton's Mathematical Work*, in I. B. Cohen-G. E. Smith (eds.), *The Cambridge Companion to Newton*, Cambridge University Press, Cambridge 2004, pp. 308-328 e Id., *Isaac Newton on Mathematical Certainty and Method*, cit, entrambi particolarmente attenti al rapporto conflittuale con Descartes. Nel complesso, v. il dettagliato S. Ducheyne, *The Main Business of Natural Philosophy*, cit., pp. 6-49, che ricostruisce anche il contesto logico della formazione di Newton (Wallis, Port-Royal, Smith) e le possibili fonti logiche riguardo ai processi di analisi e sintesi. Sugli *Elements of Philosophy* di Hobbes come fonte newtoniana di questi concetti v. J. E. McGuire-M. Tamny, *Certain Philosophical Questions: Newton's Trinity Notebook*, Cambridge University Press, Cambridge 1983, p. 24. Sul contesto della logica britannica tra Cinque e Seicento v. M. Sgarbi *The Aristotelian Tradition and the Rise of British Empiricism Logic and Epistemology in the British Isles (1570-1689)*, cit., spec. le pp. 147-230.

⁸¹ Nei *Principia* Newton parla di «analogia della natura»: cfr. I. Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*, cit., p. 605. Sulla questione v. E. McGuire, *Tradition and Innovation. Newton's Metaphysics of Nature*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London 1995, pp. 52-102.

complesso. Solo a questo punto – si noti il richiamo alla coppia prove-spiegazioni, che trovavamo già nel *Discours* cartesiano, può essere avviata la fase di “sintesi”, nella quale – proprio come per Descartes, che tuttavia aveva traslato il momento dell’analisi sul piano metafisico – è possibile spiegare i fenomeni e provare, grazie all’efficacia delle spiegazioni, la loro veridicità, cioè operare una *verificazione* della teoria.

Il momento della verificazione appare dunque solo nella fase sintetica di spiegazione, e in nessun modo nel processo analitico-induttivo, che è invece concepito da Newton come procedimento affidabile («il miglior modo di ragionare che la natura consenta»), capace di consegnare allo sperimentatore non solo fenomeni da interpretare, ma anche le relazioni evidenti di precedenza e posteriorità, nonché di causalità. Esattamente come Bacon, Newton pensa dunque che l’induzione sperimentale, se provvista dei giusti strumenti e aderente alla procedura corretta, organizzi l’esperienza empirica conducendo lo scienziato di fronte a “nature” semplici ricorrenti, e alla loro corretta combinazione logica. Non diversamente dai “geometri” – incluso Descartes – egli ritiene tuttavia che a essere individuata non sia l’essenza logico-formale del fenomeno, bensì un modello esplicativo, una teoria, capace di dar conto della causalità efficiente.

Nondimeno Newton ritiene, seguendo il metodo di Pappo, che il paradigma di verificazione della teoria raggiunta non risieda nella riproducibilità naturale del fenomeno, bensì nel suo potenziale esplicativo; ma, l’individuazione delle cause può legittimamente arrestarsi alla causalità prima, senza dover risalire, come fa Descartes, a premesse metafisiche. Come ha ben mostrato Ducheyne⁸², Newton concepisce la causalità come una catena gerarchicamente ordinata – che va dagli effetti alle cause prime e da queste alla causa remota non meccanica –, ma non ritiene per questo che la filosofia naturale debba sconfinare nella metafisica. Al contrario, se i dati sperimentali forniranno sufficienti informazioni, le cause prime (ad esempio la forza gravitazionale) potrà essere inferita “dal basso” e consentirà, se individuata, la spiegazione di molti fenomeni.

Questa “terza via” implica dunque un compromesso dell’originale modello baconiano e con quello ipotetico-deduttivo radicalizzato da Descartes; il primo utilizzato nella fase di analisi, e il secondo nel procedimento di sintesi, nonostante – in aperto contrasto con la scienza cartesiana – un oculato uso dell’ipotesi esplicativa (*I*). A

⁸² S. Ducheyne, *The Main Business of Natural Philosophy*, cit., pp. 25-45.

porre le basi per questo incontro, facendo del *non fingo* un vero e proprio motto, era d'altra parte, già lo osservava Shapiro⁸³, lo stesso ambiente della Royal Society, spesso poco consapevole della distinzione – molto meglio compresa da Newton – tra probabilismo e ipotesi. Ad esempio, Hooke – che non per nulla prenderà, proprio contro Newton, la difesa delle ipotesi⁸⁴ – considerava la congettura, se fondata su solidi dati empirici, come una fondamentale via per la risoluzione di problemi, rimarcando però – all'opposto di quanto farà Newton – l'impossibilità di dare una completa dimostrazione di assiomi⁸⁵. Insistendo ulteriormente sulla natura ipotetica del sapere scientifico, lo "scetticismo costruttivo" di Boyle⁸⁶ – secondo la lettura classica di Laudan⁸⁷ influenzato anche da Descartes – metteva da

⁸³ B. J. Shapiro, *Probability and Certainty in Seventeenth Century England*, cit., pp. 44-61.

⁸⁴ Lo stesso Hooke replicherà infatti alle affermazioni della *New Theory About Light and Colors* (v. *supra*) chiedendosi: «Non comprendo per quale ragione il Sig. Newton possa trarre una conclusione così certa da rivolgersi a chi legge come se tutto ciò fosse al di là di ogni disputa sulle ipotesi. Poiché io considero che non vi sia niente che possa condurre meglio all'avanzamento della filosofia dell'esaminare le ipotesi per mezzo di esperimenti e dell'indagare negli esperimenti per mezzo di ipotesi, e ho dalla mia l'autorità dell'incomparabile Verulamio» (I. Newton, *Correspondence of Sir Isaac Newton*, vol. 1, cit., p. 202. Riprendo la trad. it. da N. Guicciardini, *Newton*, Carocci, Roma 2011, p. 73).

⁸⁵ Nella lettera dedicatoria alla Royal Society della *Micrographia* Hooke scriveva: «Le regole che avete prescritto a voi stessi nel progresso filosofico sembrano davvero le migliori che siano mai state praticate. E in particolare quella di evitare i dogmatismi e l'adozione di ogni ipotesi non sufficientemente fondata e confermata dagli esperimenti. Questa strada sembra la più eccellente e può preservare sia la filosofia che la storia naturale dalle sue corruzioni passate» (R. Hooke, *Micrographia: or, Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses*, J. Martyn and J. Allestry, London 1665). Nella *Prefazione* Hooke specificava poi: «Se dunque il lettore si attende da me qualche deduzione infallibile o certezza degli assiomi, dico che questo strano lavoro di buon senso e immaginazione va al di là delle mie deboli capacità». Per ulteriori occorrenze v. B. J. Shapiro, *Probability and Certainty in Seventeenth Century England*, cit., pp. 50-52 e soprattutto S. Ducheyne, *The Status of Hypothesis and Theory*, cit.

⁸⁶ Sul baconismo di Boyle v. F. Abbri, *Bacon, Boyle e le 'forme' della materia*, in M. Fattori (ed.), *Francis Bacon. Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, cit., pp. 5-27 e A. Clericuzio, *Le trasmutazioni in Bacon e Boyle*, ivi, pp. 29-42; M. Hunter, *Robert Boyle and the Early Royal Society: A Reciprocal Exchange in the Making of Baconian Science*, «British Journal for the History of Science» 40 (2007), pp. 1-23 e nuovamente B. J. Shapiro, *Probability and Certainty in Seventeenth Century England*, cit., pp. 53-54 e soprattutto S. Ducheyne, *The Status of Hypothesis and Theory*, cit.

⁸⁷ L. Laudan, *The Clock Metaphor and Probabilism: The Impact of Descartes on English Methodological Thought, 1650-1665*, «Annals of Science» 22 (1966), pp. 73-104.

parte l'idea baconiana di un sapere certo, concependo la teoria come un costrutto temporaneo e continuamente in via di aggiustamento e abbracciando persino il corpuscolarismo nella forma di una verosimile ipotesi⁸⁸. Ciò senza trascurare, come i cartesiani, che la supposizione, oltre a essere più chiara e nota del problema, deve accordarsi al dato sperimentale e costruirsi in funzione di esso (e non viceversa).

Che Newton muova i suoi passi dietro l'evoluzione del baconismo – pur criticandone da subito il sapore congetturale – lo riscontriamo, con Gaukroger⁸⁹, già nei noti stralci della *New Theory about Light and Colors* che illustrano il processo di scoperta della sua teoria sulla natura del colore grazie ai celebri esperimenti coi prismi. Qui Newton, in piena “fase della scoperta”, illustra un metodo che, partendo dalla presa d'atto di un'apparente incongruenza tra le leggi di Snell e la forma ellittica presa dai colori, dalla misurazione passa direttamente a 1) misurare il fenomeno, iniziando poi, in base ai dati raccolti, a 2) formulare ipotesi – che Newton chiama «sospetti» (*suspitions*) –, infine a 3) sottoporre tali congetture a un controllo sperimentale – che Newton chiama «eliminazione graduale dei sospetti»⁹⁰, giungendo a stabilire, per prove ed errori, un'ipotesi verificata da un «*experimentum crucis*».

Riguardo al primo punto, come già osservava Koyré⁹¹ e ribadisce Harris⁹², la peculiarità di Newton – aspetto che lo avvicina a Galilei ben più che a Boyle, e in generale ai suoi contemporanei – è quella di effettuare innanzitutto *misurazioni*, cioè di applicare ai fenomeni valori numerici, traducendone la realtà qualitativa – di per sé misurabile solo comparativamente – sul piano omogeneo della quantità⁹³.

⁸⁸ V. spec. A. Clericuzio, *A Redefinition of Robert Boyle's Chemistry and Corpuscular Philosophy*, «Annals of Science» 47 (1990), pp. 561-588. Paradossalmente Boyle attinerà su di sé, per l'uso troppo prudente dell'ipotesi, le critiche di Leibniz, che a Huygens farà notare come «gli uomini eccellenti ci devono lasciare alle loro congetture, e hanno torto, se non vogliono dare che verità certe» (C. Huygens, *Oeuvres Complètes*, Amsterdam 1973, vol. 10, pp. 228-229 e pp. 262-263).

⁸⁹ S. Gaukroger, *Empiricism as a Development of Experimental Natural Philosophy*, cit., pp. 22-29; ma v. anche D. Jalobeanu, *Constructing Natural Historical Facts. Baconian Natural History in Newton's First Paper on Light and Colors*, nel medesimo volume Z. Biener-E. Schliesser (eds.), *Newton and Empiricism*, cit., pp. 39-65.

⁹⁰ I. Newton, *Scritti di ottica*, cit., p. 203.

⁹¹ A. Koyré, *Studi newtoniani*, cit., p. 45.

⁹² W. L. Harris, *Isaac Newton's Scientific Method*, cit., pp. 361-371.

⁹³ Come osserva ancora S. Ducheyne, *The Status of Hypothesis and Theory*, cit., già Hooke, nel *A General Scheme, or Idea of the Present State of Natural Philosophy* (pubblicato postumo nel 1705) e in altri manoscritti, includeva nel suo metodo una primaria fase

La costituzione di una “base dati” non sposta tuttavia lo scienziato su un astratto piano cartesiano, impegnandolo nell’ennesima *anticipatio mentis* del fenomeno, bensì, ancora sulla pista del metodo baconiano, lo aiuta a individuare, descrivendoli col linguaggio esatto e intelligibile dei numeri, alcuni rapporti tra i fenomeni che i sensi non potrebbero autonomamente portare alla luce. Le misurazioni svolgono insomma la funzione di «tavole di prima citazione», capaci di determinare relazioni oggettive tra le varie dimensioni costitutive del fenomeno, scomponendolo e portando alla luce i suoi elementi primi.

L’utilizzo di questo apparato metodologico e strumentale non consegna tuttavia allo scienziato, interessato ora all’individuazione di una causalità efficiente, alcuna analisi conclusiva. D’altra parte, come leggiamo nella bozza dello stesso *General Scholium* della seconda edizione dei *Principia*:

Non conosciamo le sostanze delle cose. Non abbiamo alcuna idea di esse. Raduniamo soltanto le loro proprietà a partire dai fenomeni, e dalle proprietà inferiamo quali sostanze possano essere. [...] E non dovremmo corrvivamente asserire ciò che non può essere inferito dai fenomeni⁹⁴.

La misurazione dei fenomeni occorre dunque a organizzare la “base empirica” in una “base dati”, restringendo preventivamente e al massimo grado il numero delle possibili spiegazioni H_1, \dots, H_n . Operazione, questa, effettuata in vista di una conclusione abduttiva e creativa⁹⁵ del processo di analisi, l’unica in grado di completare con un’inferenza il processo organizzativo del metodo, e traendo, a partire da una classe di elementi (gli effetti), elementi di una classe differente (le cause). Per Newton, dunque, la misurazione e la catalogazione dei fatti non “parla” da sé, ma consente di individuare con una certa “solidità” l’ipotesi H_i che spiega il fenomeno nella maniera più chiara, semplice e coerente con il processo sperimentale.

nella quale «definire e ridurre le forze e gli effetti <dei corpi naturali> alla certezza <geometrica>, già in parte conosciuta, stabilendo e delimitando essi e le loro proprie grandezze secondo il loro numero, peso e misura».

⁹⁴ I. Newton, *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, a cura di A. R. Hall-M. B. Hall, Cambridge University Press, Cambridge 1962, p. 360.

⁹⁵ Per questa accezione del concetto di abduzione v. L. Magnani, *Creative Abduction and Hypothesis Withdrawal*, in J. Meheus-T. Nickles (eds.), *Models of Discovery and Creativity*, Springer, Dordrecht 2009.

A ragione è stato quindi osservato⁹⁶ che lo scienziato inglese riprende, parlando di «*experimentum crucis*», proprio il lessico di Hooke, che probabilmente citava a memoria le “istanze cruciali” di Bacon, chiamandole “esperimento”. È pur vero, tuttavia, che Newton utilizza qui l’espressione a denominare il processo di verifica e ulteriore rettifica di una ipotesi la quale, pur scaturendo dai dati osservativi, è generata mediante una serie di inferenze abduttive comparate prima ai fatti e poi tra loro. E in questo ultimo passaggio la sperimentazione – e segnatamente l’utilizzo di una specifica strumentazione – costituisce un momento fondamentale, dato che permette, nello spettro di ipotesi H_1, \dots, H_n , di operare una selezione quasi meccanica, incaricando dello scarto la natura stessa o, meglio, la natura sottoposta all’esperimento.

Ora, proprio perché finalizzato da un’inferenza mentale, cioè l’abduzione, tale procedimento non assicura il reperimento di una spiegazione assolutamente necessaria, come la definizione raggiunta dal metodo baconiano o la spiegazione pretesa dal puro modello deduttivo di Descartes. Il procedimento giunge piuttosto a forgiare un’ipotesi, mirando a selezionare dapprima le più rispondenti ai dati e, tra queste, la più probabile o non falsificata dalle osservazioni, senza quindi poter abbandonare il modello logico del *modus tollens*. Tuttavia, all’opposto del modello cartesiano – infalsificabile perché metafisico e totalmente ipotetico-deduttivo – quello di Newton, sulla scia di Hooke e Boyle, ha edificato le sue congetture a partire da un’analisi sperimentale. La quale, pur continuando a porla come identica alle altre sul piano della forma, la rende, sul piano dei contenuti, la migliore possibile.

In conclusione, Newton sembra individuare quale “criterio di demarcazione” tra ipotesi scientifiche e non scientifiche non soltanto una formulazione falsificabile dai fatti, ma anche l’utilizzo di un metodo che ha preventivamente guidato il reperimento della spiegazione, il cui potenziale euristico è prova di veridicità. Come leggevamo nei *Principia*, «le proposizioni ricavate per induzione dai fenomeni» sono considerate dalla filosofia sperimentale «vere o rigorosamente o quanto più possibile», anche in presenza di ipotesi contrarie. Ciò fino all’eventuale comparsa di fenomeni «mediante i quali o sono rese più esatte o vengono assoggettate ad eccezioni». Ma è di fatto assente, per

⁹⁶ H. W. Turnbull in I. Newton, *Correspondence of Isaac Newton*, Cambridge University Press, Cambridge 1959, vol. 1, p. 104 e J. A. Lohne, *Experimentum Crucis*, «Notes and Records of the Royal Society of London» 23/2 (1968), pp. 169-199.

chi confida che questo sia «il miglior modo di ragionare che la natura consenta», l'eventualità della smentita di ogni indagine che abbia seguito il più strettamente possibile il metodo.

Universidade de Coimbra, Instituto de Estudos Filosóficos

FCT Grant: SFRH/BPD/120796/2016

simoneguidi@live.it



Lo statuto dell'astronomia e il metodo delle ipotesi secondo Giovanni Battista Riccioli

di

FLAVIA MARCACCI

ABSTRACT: In his *Almagestum Novum* (1651), the Jesuit astronomer Giovanni Battista Riccioli (1598-1671) presented an elaborate and original semi-geocentric system in which he offered a detailed confrontation between world-systems, which are sometimes referred to as *systema* and sometimes as *hypotheses*. This second term occurs when competing various astronomical solutions are assessed. Riccioli wanted to reach the most plausible and probable, and he aimed at the one he calls the *absoluta*. To make any evaluation valid, however, Riccioli deployed a comprehensive knowledge of physics and mathematics which are closely related. He insists that any *physica repugnantia* is to be avoided. Data and theory, observations and hypotheses must tally. This paper describes the methodology used by Riccioli to assess the alternative hypotheses of investigation.

KEYWORDS: Hypothesis, Absolute Hypothesis, Physical-Mathematics, Anti-Copernicanism, Giovanni Battista Riccioli

ABSTRACT: L'astronomo gesuita Giovanni Battista Riccioli (1598-1671) presentò un originale sistema semigeocentrico nella sua opera più impegnativa, l'*Almagestum novum* (1651). Qui sviluppò un serrato confronto tra i vari sistemi del mondo, denominandoli talvolta *systema*, talvolta *hypotheses*. Quest'ultimo termine ricorre quando vengono valutate le varie soluzioni astronomiche, per giungere a quella maggiormente probabile e, se possibile, a quella *absoluta*. Per rendere valida ogni valutazione, però, Riccioli costruisce un vero e proprio apparato dimostrativo dove fisica e fisicomatematica si richiamano continuamente in maniera coerente. Dati e teoria, osservazioni e ipotesi devono corrispondersi, per evitare la *physica repugnantia*. In questo contributo, si studierà la metodologia con cui l'astronomo costruisce ed esamina le ipotesi alternative all'interno della sua indagine scientifica.

KEYWORDS: ipotesi, ipotesi assoluta, fisicomatematica, anticopernicanesimo, Giovanni Battista Riccioli

ARTICOLI

Syzthesis VI/1 (2019) III-126

ISSN 1974-5044 - <http://www.syzthesis.it>

III

1. Introduzione

Il concetto di ipotesi è stato ampiamente esaminato per comprendere a fondo gli aspetti più complessi della questione galileiana. Proprio intorno ad esso il Cardinale Roberto Bellarmino (1542-1621) scriveva una nota lettera a p. P. Antonio Foscarini (1565-1616), sollecitandolo a considerare il sistema copernicano in quanto strumentale e convenzionale¹. Ereditando il significato più antico del termine *hypothesis*, Bellarmino non faceva che ribadire la funzione delle ipotesi astronomiche, nonché la natura stessa di questa disciplina: inclusa tra le arti del quadrivio, essa era utile a comprendere, descrivere, predire i moti celesti, senza alcuna implicazione ontologica. Se i filosofi della natura potevano discettare sugli enti che popolano il cielo, sulla loro essenza e sui concetti esplicativi che ne facevano comprendere il moto, gli astronomi dovevano giustificare quei moti dal punto di vista geometrico e posizionale.

Sozein ta phainomena era il motto della pratica astronomica, che nella seconda metà del Cinquecento si era andata arricchendo affiancando le proposte di Niccolò Copernico (1473-1543) e di Tycho Brahe (1546-1601) alla soluzione di Tolomeo (100-175 d.C. ca.). Il moltiplicarsi dei sistemi del mondo andava a rafforzare il presupposto che a tutte le discipline fisico-matematiche fosse vietato formulare considerazioni sulla realtà: a ciò si aggiunse il progressivo consolidarsi del ruolo della matematica, astrazione incapace di portare informazione fisica. In questo modo, l'astronomia poteva produrre più ipotesi matematiche, ma era inabile a fornire autonomamente criteri di scelta. Si andarono delineando due funzioni per l'astronomia tra la fine del Cinquecento e la prima metà del Seicento: da una parte valutare le ipotesi migliori dal punto di vista delle evidenze raccolte e degli argomenti esposti; dall'altra, continuare a salvare le apparenze. Nonostante questo, il rapporto tra filosofia naturale e discipline di natura matematica non fu affatto sereno e per la prima metà del Seicento trovò in Kepler e Galileo due atteggiamenti emblematici diversi: Kepler fece di tutto per matematizzare i moti celesti fino a scoprirne nuove leggi; Galileo preferì insistere sulla maggiore sensatezza fisica del modello copernicano rispetto al modello tolemaico².

¹ Lettera di Roberto Bellarmino a Paolo Antonio Foscarini, in G. Galilei, *Opere*, a cura di A. Favaro, Giunti-Barbera, Firenze 1968, vol. XII, pp. 171-172.

² S. Gaukroger, *The Emergence of a Scientific Culture. Science and the Shaping of Modernity 1210-1685*, Clarendon Press, Oxford 2006, pp. 169-172.

Questa discussione investì anche l'ambiente gesuitico, in prima linea nel tentativo di comprendere quale fosse il vero sistema del mondo. Soprattutto dopo la messa all'*Index libri proibitorum* del *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) avvenuta nel 1616 e con la condanna e l'abiura di Galileo nel 1633, i Gesuiti si trovarono a dover allineare le ricerche e la pratica astronomica intorno al sistema tyconico, se pur immettendo varianti importanti e assumendo la distanza critica necessaria a integrare l'analisi filosofica al discorso geometrico. L'esempio per eccellenza si trova in Giovanni Battista Riccioli, ferrarese noto in Italia e all'estero per la vasta ed erudita produzione. Il suo nome si lega in astronomia a due opere fondamentali: l'*Almagestum novum* (1651)³ e l'*Astronomia reformata* (1665)⁴. La prima opera, incompleta, trova parziale continuità nella seconda, la quale resta molto più sintetica e compilativa. Nei quattordici anni che intercorrono tra l'una e l'altra Riccioli ritocca e riformula alcuni aspetti del suo sistema, sebbene resti insuperato il corredo di concetti filosofici, teologici, metodologici e fisici imbastito all'interno dell'opera del 1651. È qui che egli propone il suo originale sistema semityconico (Sole, Giove, Saturno intorno alla Terra; Mercurio, Venere e Marte intorno al Sole) a epicepicicli (*epicepicyclos*)⁵, nonché perfeziona il valore della costante di accelerazione gravitazionale⁶, produce la nomenclatura lunare ancora

³ G. B. Riccioli, *Almagestum novum astronomiam veterem novamque complectens: observationibus aliorum, et propriis novisque theorematibus, problematibus, ac tabulis promotam: in tres tomos distributam quorum argumentum sequens pagina explicabit*, Ex Typographia Haeredis Victorij Benatij, Bononiae 1651. Dell'opera è stato pubblicato solo il primo tomo in due volumi: il primo volume contiene i libri dal I al VII, il secondo volume dal libro VIII al X. Da qui in poi, i rimandi alle pagine dei due volumi saranno riferiti anteponendo la sigla AN e il numero del libro da I a X.

⁴ G. B. Riccioli, *Astronomiae reformatae tomi duo, quorum prior observationes, hypotheses et fundamenta tabularum, posterior praecepta pro usu Tabularum Astronomicarum, et ipsas tabulas astronomicas 102 continet. Prioris tomi in decem libros divisi, argumenta pagina sequenti exponitur. Auctore P. Ioanne Baptista Ricciolo ...*, ex Typographia Haeredis Victorij Benatij, Bononiae 1665.

⁵ Per le specifiche tecniche di questo sistema mi permetto di rimandare a F. Maracci, *Cieli in contraddizione. Giovanni Battista Riccioli e il terzo sistema del mondo*, Aguaplano-Accademia delle Scienze lettere e arti di Modena, Perugia-Modena 2018, pp. 133-144; vedi anche Id., *Un Gesuita contro tutti: astronomia e pensiero di Giovanni Battista Riccioli*, «Giornale di astronomia» 44/3 (2018), pp. 11-20.

⁶ Sugli esperimenti di Riccioli circa la caduta dei gravi, cfr. M. T. Borgato, *Riccioli e la caduta dei gravi*, in M. T. Borgato (ed.), *Giambattista Riccioli e il merito scientifico dei Gesuiti nell'età barocca*, L. S. Olschki, Firenze 2002, pp. 79-118; C. M. Graney, *Setting Aside All Authority. Giovanni Battista Riccioli and the Science Against Copernicus in the*

oggi in uso e annuncia per la prima volta nella storia che Mizar è una stella doppia⁷. È proprio a quest'opera che ci rivolgeremo per capire come concretamente questo gesuita abbia interpretato il concetto di ipotesi nella pratica astronomica e nella cosmologia, per giungere a intendere in che modo astronomia e filosofia della natura potessero interagire. La domanda posta ai suoi scritti, pertanto, sarà circoscritta e non si mostreranno i contenuti specifici dell'astronomia di Riccioli; si esaminerà solo la metodologia logica e dimostrativa, ritenendola un'importante esemplificazione dell'articolato passaggio dall'antica alla nuova scienza della natura. Occorre anche ricordare che in Italia Riccioli si macchiò della colpa di aver reso pubblico, proprio nella sua opera più importante, il decreto del Sant'Uffizio contro Galileo e il testo stesso dell'abiura nella *sectio IV* del libro IX⁸. Può risultare interessante capire se e in che modo il Gesuita intendesse accogliere la proposta che Bellarmino rivolgeva a Foscarini circa il ruolo ipotetico della astronomia.

Nel presente contributo andremo pertanto a vedere prima di tutto come Riccioli reagisce alle istanze culturali del suo Ordine, dovendo decidere quale relazione far intercorrere tra astronomia, matematica, fisica e cosmologia; si passerà all'astronomia, mostrando gli aspetti sistematici del lavoro del Ferrarese e per capire come formulasse e comparasse le ipotesi alternative fino a scegliere un'ipotesi privilegiata, *absoluta*.

2. *Astronomia, fisicomatematica, cosmologia*

La Compagnia di Gesù era stata fondata nel 1540, poco prima che l'opera di Copernico venisse pubblicata. Fin dalle origini, dunque, le sue vicende si intrecciarono con quelle della nuova scienza, in modo né lineare né immediato. Fin dalla prima Costituzione dell'Ordine (1558) era stato dichiarato che il riferimento necessario per la filosofia era

Age of Galileo, University of Notre Dame Press, Notre Dame 2015, pp. 90-101; E. M. Di Teodoro-R. Bedogni-F. Bònoli, *I primi esperimenti sulla caduta dei gravi: Galileo e Riccioli*, «Giornale di Astronomia» 36/3 (2010), pp. 32-40.

⁷ AN, X, p. 422: «Stella unica videatur illa, quae media est in cauda Ursae Maioris, cum tamen sint duae, ut Telescopium prodidit».

⁸ Sulle motivazioni di tale gesto sono state avanzate alcune supposizioni, per cui rimandiamo alla discussione ampia ed aggiornata svolta in A. Dinis, *A Jesuit Against Galileo? The Strange Case of Giovanni Battista Riccioli Cosmology*, Axioma- Publicações da Faculdade de Filosofia, Braga 2017, pp. 293-307.

Aristotele, con la progressiva precisazione che lo studio della filosofia avesse come unico fine di supportare la teologia (1573). Il documento che fornì criteri educativi più dettagliati fu la *Ratio studiorum* (1599), dove si ribadiva sia di doversi riferire ad Aristotele che di tenere come costante punto di riferimento Tommaso d'Aquino; nonostante questo, era concesso prenderne le distanze, pur avendo cura di mostrare un certo senso di riverenza, qualora vi fossero ragioni per discordare. I decreti del 1616 e del 1633, però, costrinsero gli astronomi dell'Ordine a prendere maggiori distanze dalla nuova scienza, in maniera particolare dalle novità che il sistema copernicano comportava. Oltretutto la seconda metà del secolo XVII si aprì con la pubblicazione dell'*Ordnatio pro Studiis Superioribus* (1651), dove la linea di fedeltà ad Aristotele e Tommaso era ribadita, pur sorvolando su alcune questioni astronomiche dubbie per concedere una certa libertà.

A seguito di questo programma culturale i Gesuiti dovettero chiarificare il rapporto tra matematica e fisica: la *mathesis mixta* praticata nel Medioevo doveva trasformarsi nella *physico-mathesis* del Seicento. La tenue libertà di ripensamento della tradizione aristotelica permise di passare da una matematica interpretata come separata dalla fisica e inadatta a rimandare alla realtà, a una matematica connessa alla fisica in quanto studio della *materia intelligibilis*, ottenuta per astrazione dagli enti fisici. È vero che permaneva la lezione aristotelica di collocare gli enti matematici al di fuori dell'ordine temporale di successione causa-effetto, sebbene pienamente posti nell'ordine logico tipico delle dimostrazioni geometriche. È anche vero, però, che i matematici gesuiti poterono adoperarsi per rendere scienze come l'ottica e l'astronomia sempre più alla stregua delle scienze geometriche, relative alla *quantitas terminata* riferibile agli enti fisici⁹.

Nel programma di Riccioli si risente di questo dibattito, sebbene egli non abusi mai del termine *physico-mathesis*. Egli stesso chiarì il fine e il metodo dell'astronomia: «Astronomia est Scientia Physico-Mathematica de Coelestium corporum quantitate terminata, & eorum accidentia sensibilia terminante» (AN, I, p. 2). L'astronomia è intermedia a fisica e matematica e a entrambe subalterna: alla fisica, in quanto esamina gli oggetti e i moti celesti riducendoli a quantità; alla matematica, in quanto le previsioni dell'astronomia (*praedicta accidentia*) non sono assolute, sebbene le migliori che possano darsi,

⁹ Cfr. L. Ingaliso, *Filosofia e cosmologia in Christoph Scheiner*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2005, pp. 29-44.

ma sono attribuzioni di vario genere e non affezioni naturali¹⁰. Un breve richiamo alla fisicomatematica è, però, interessante, anche qualora Riccioli esponga la sintesi del II libro (AN, *Appendix ad partem I Tomi I*, p. 727) e richiami il I scolio al capitolo III: qui viene precisato che gli argomenti basati sulla parallasse annua e sulla rifrazione sono utili solo per contestare le misure usate dai Copernicani, e non in assoluto contro i Copernicani. Per contrastare l'ipotesi eliocentrica occorrono altri argomenti, appunto argomenti di tipo fisicomatematico (*Physicomathematicè evidentia*). Questi ultimi sono migliori rispetto a quelli dei Copernicani; costoro, infatti, con un approccio apodittico, suppongono il moto diurno e annuo della Terra, così anche una notevole distanza delle Stelle fisse, senza avere manifestazione sensibile («nullam sensibilem diuersitatem aspectus experietur»; AN, II, p. 52).

In questo senso, Riccioli sembra intendere che l'astronomia debba emanciparsi dalla pura matematica e sollecitare la fisica a dare risposte chiare¹¹. Esistono infatti più prove dimostrative, nelle quali è sempre centrale l'esperienza. Si prenda ad esempio il moto della Terra: esso risulta inesistente a ragione di una *probatio maior* e di una *probatio minor*. Il primo tipo di dimostrazione pertiene alla fisica e attesta la realtà della caduta accelerata dei gravi, che si spiega solo nel caso di una Terra immota¹²; il secondo tipo di dimostrazione pertiene alla fisico-matematica e riguarda la riduzione geometrica degli esperimenti sulla caduta libera¹³. Quasi a insistere sul legame tra astronomia e fisica, altrove Riccioli giungerà a parlare di *physico-astronomoi*, a intendere coloro che si dedicarono sia all'astronomia che ai problemi di tipo

¹⁰ Continua infatti il brano: «Subalternatur enim Physicae, quatenus coelorum, ac syderum mutationes sensibiles, aut sensibilibus in illis accidentium varietatem, considerat; cuiusmodi sunt Figura, Color, Lumen, Umbra, Locus, Situs, Ordo, Distantia, Motusque, sed Mathematicae potissimum subalterna est, quia praedicta accidentia non considerat praecisè, vt affectiones naturales, aut sub quacunque alia ratione, sed quatenus sub certam, ac terminatam quantitatem cadunt; sive illa continua, sive discreta sit; & sive permanens sive successiva. Est autem Astronomia totius Matheseos species nobilissima, nec alia ingenia requirens, quam coelestia, aut naturam admirabilem, ut censet Plato, in Epinomide».

¹¹ Riferimento analogo si ritrova in AN, VIII, p. 70.

¹² Riccioli tornerà in particolare su questo problema in *Argomento fisicomatematico del Gio. Battista Riccioli ... contro il moto diurno della Terra confermato di nuovo con l'occasione della Risposta alle considerazioni sopra la forza del detto argomento etc. fatte dal M. R. Fr. Stefano de gli Angeli*, per Emilio Maria, e fratelli de' Manolesi, in Bologna 1668 (per la cura di M. Manfredi).

¹³ AN, IX, pp. 409-410.

fisico del cielo. Proprio a loro va tributata la nomenclatura lunare¹⁴.

L'astronomia ha un valore ambivalente, per il tipico uso della fisicomatematica. Infatti, i principi della fisica devono trovare conferma grazie al rigore della fisicomatematica («Haec enim in rigore Physicomathematico salva esse nequeunt, nisi in sola hypothesi Terrae quiescentis»; AN, IX, p. 478): è la fisicomatematica a garantire la correttezza dei principi utili alla fisica¹⁵. Questa condizione non è ovviamente sufficiente: la fisicomatematica può fornire dimostrazioni a più argomenti contemporaneamente, senza darne la prova definitiva; essendo però essa lo strumento di analisi e di verifica per eccellenza, se un argomento fisico non ha una coerente riduzione fisicomatematica, allora non è valido né utile all'astronomo.

Procedendo in questo modo è possibile individuare i principi utili a fare una buona astronomia, che a loro volta devono avere corrispondenza nei principi di filosofia naturale. Riccioli riesce a mettere in atto un duplice movimento teoretico:

- mediante l'astronomia, avvalorata dalla fisicomatematica, si ottengono argomenti capaci di descrivere i fenomeni celesti dal punto di vista quantitativo, in stretta corrispondenza con i dati registrati a occhio nudo e con gli strumenti;
- la fisica dei cieli spiega la natura mediante principi filosofici che sanno comporre gli argomenti astronomici in una sintesi unitaria. La matematica non spiega la natura dei cieli, ma le ipotesi sulla natura dei cieli non devono essere smentite dal lavoro astronomico.

Dati sperimentali, sintesi matematica, applicazione astronomica e infine collegamento con i principi fisici: si tratta di una concatenazione metodologica che non confonde mai fisica e matematica, ma mette in risalto il ruolo intermedio dell'astronomia tra le due. Il collegamento tra i vari momenti della successione può anche essere percorso a ritroso, qualora si identifichino i principi fisici per poi cercarne il modello astronomico; a sua volta, questo viene affinato mediante gli strumenti della matematica per poi essere messo in corrispondenza con i dati.

Come frutto di questo processo, Riccioli otteneva i caposaldi concettuali cosmologici che garantivano l'unità e la coerenza del suo universo, sia in riferimento alle osservazioni che alle dimostrazioni

¹⁴ AN, IV, p. 204 (prima delle mappe lunari).

¹⁵ AN, II, p. 69: «Huic tamen opinion vix subscribat Physicomathematicis, siquidem ad calculum reuocetur hinc aqua, quam flumen quoduis in Mare exonerat quotidie».

fisicomatematiche. Non potendo in questa sede affrontare la complessa cosmologia del Ferrarese, ci limitiamo a evidenziare il ruolo metodologico di questi principi. Come è noto, l'astronomia di quest'epoca non era in grado di fornire le prove fisiche definitive per scegliere se il sistema del mondo corretto fosse quello tychonico, copernicano o altro. Per questo motivo, Riccioli voleva esplicitare la cosmologia collegata all'astronomia: era importante spiegare i presupposti del sistema del mondo, essendo ottenuti non *a priori* come per i Copernicani, piuttosto mediante generalizzazioni dai dati osservati e rielaborazione matematica. Ebbero pertanto un ruolo guida le seguenti assunzioni:

1. solo la Terra può occupare il centro dell'universo¹⁶;
2. deve essere unica la figura geometrica che spiega i moti celesti e in particolare i moti planetari, poiché non c'è nessun motivo per pensare che tale forma debba cambiare a seconda degli oggetti celesti esaminati o delle zone del cielo. Tale figura è la spirale, e il metodo fisicomatematico corrispondente è il metodo a epicepicicli, con eccentrico mobile ed epiciclo variabile¹⁷.

Frutto della duplice attenzione al dato numerico e matematico, nonché al dato sensibile e fisico, questi principi cosmologici sono scelti dopo lunghe valutazioni sul merito delle tante ipotesi sui sistemi del mondo, e diventano principi guida per spingere Riccioli a scegliere l'ipotesi migliore.

3. *La sistemazione dei contenuti dell'astronomia: teoria, dati, sistema*

Il metodo *ex hypothesi* non era certo nuovo nella Compagnia di Gesù¹⁸. D'altra parte, dovendo prestare fedeltà alla lezione tomista, non si poteva occultare l'opinione dell'Aquinate quando divideva ciò che è *secundum veritatem* da ciò che è *secundum apparentiam*: si trattava di un

¹⁶ Non ci dilungheremo sugli aspetti che connotano questo principio, essendo il tema più trattato in letteratura a proposito di Riccioli. Vedi Borgato, *op. cit.*; Dinis, *op. cit.*, pp. 237 ss.; P. Galluzzi, *Galileo contro Copernico. Il dibattito sulla prova 'galileiana' di G. B. Riccioli contro il moto della Terra*, «Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze» 2 (1977), pp. 87-148; I. Gambaro, *Astronomia e tecniche di ricerca nelle lettere di G.B. Riccioli ad A. Kircher*, Prima cooperativa grafica genovese, Genova 1989; Graney, *op. cit.*

¹⁷ Marcacci, *Cieli in contraddizione*, *op. cit.*

¹⁸ U. Baldini, "Legem impone subactis". *Studi su filosofia e scienza dei gesuiti in Italia*, Bulzoni, Roma 1992; Id., *Saggi sulla cultura della Compagnia di Gesù (secoli XVI-XVIII)*, CLUEP, Padova 2000.

principio gnoseologico e ontologico difficile da contrastare. In questo modo, la spiegazione geometrica era solo finalizzata a dar conto delle apparenze, del tutto ininfluyente per delucidare le *causae*. Da un punto di vista pratico, quando la geometria forniva diverse spiegazioni agli stessi fenomeni, nell'antichità si optava per l'ipotesi più semplice. Tale consuetudine aveva permesso di coniugare il cosmo tolemaico con la fisica aristotelica e aveva trovato un'eco nel tono convenzionalista della prefazione di Andrea Osiander al *De revolutionibus* di Copernico; tuttavia, diventava sempre più greve adottarla con il moltiplicarsi delle proposte sui sistemi del mondo. La possibilità di scegliere le ipotesi più complesse non era esclusa, nel caso in cui le ipotesi semplici fossero troppo deboli; restava però più seriamente irrisolta la relazione tra matematica e realtà.

Occorre aggiungere un altro elemento: il programma didattico e formativo della Compagnia, cui si è accennato sopra, costringeva i chierici a mettere in atto una serie di strategie, affinché fedeltà alle indicazioni dell'Ordine e minima libertà intellettuale si mantenessero congiunte. Si adottò dunque il principio del probabilismo: confrontando le opinioni andava estrapolata la più probabile. Preclusa la certezza, e restando oscura la relazione tra matematica e realtà, i Gesuiti si adoperarono per sostenere ciò che pareva maggiormente probabile. L'uso sistematico di un approccio probabilistico alle varie opinioni costituì il cuore di una comune strategia. Ragionando sulla seconda metà del Seicento, Caruana ha sostenuto che, sfruttando la *Ordinatio* del 1651, i Gesuiti approfittarono per portare a compimento un processo di valutazione del copernicanesimo che, se inizialmente era stato reputato falso perché impossibile, quindi possibile ma improbabile, esso diveniva lentamente un'ipotesi possibile e probabile, fino a essere l'ipotesi vera¹⁹. Venendo a Riccioli, però, questo giudizio non è per nulla ovvio: ci troviamo esattamente a metà del Seicento, prima che si diffondesse la *Ordinatio* e quando la *physica* non sapeva fornire una adeguata giustificazione fisica per scegliere un sistema di mondo.

In che modo, allora, Riccioli poteva ricorrere al metodo *ex hypothesi*? A tale scopo, è essenziale capire l'impianto generale in cui tutti i contenuti dell'*Almagestum novum* sono organizzati. Nella *Praefatio* il Ferrarese elogiava l'astronomia perché capace di tenere insieme,

¹⁹ L. Caruana, *The Jesuits and the Quiet Side of the Scientific Revolution*, in T. Worcester (ed.), *The Cambridge Companion to the Jesuits*, Cambridge University Press, Cambridge 2008, pp. 243-260 e in particolare p. 249.

grazie al rigore del metodo, semplicità della matematica e incostanza delle cause fisiche²⁰. Essa è in grado di rivolgersi alla realtà sensibile ma anche ai principi naturali. L'estrema bellezza del suo oggetto di studio, il cielo, deve portare a esprimerlo nel migliore dei modi: non per retorica o per erudizione, ma perché l'astronomia stimola la ricerca di fronte a difficoltà sempre nuove più di ogni altra scienza. La volontà di dare ragione di ogni argomento diventa nell'*Almagestum novum* l'occasione per improntare l'impianto sistematico tipico dei sistemi dimostrativi matematici.

Si trovano così *definitiones, propositiones, sententiae, probationes, argumenta, problemata, theoremata, conclusiones, corollaria, scholia, exempla*. Si riconosce la terminologia delle scienze deduttive, ed è proprio all'interno di un impianto deduttivo che vengono forniti abbondanti resoconti di dati, osservazioni, calcoli: da una parte vengono introdotte nozioni e contenuti, assegnando loro una specifica posizione nel sistema; dall'altra parte, si richiamano i risultati empirici degli astronomi passati e attuali senza lesinare tabulati fitti di misurazioni. I due lati di questa metodologia corrispondono da una parte al momento deduttivo, connotato dallo stile della *disputatio* e della *quaestio*, organizzando informazioni e conoscenza secondo la priorità logica; dall'altra parte, vi è il momento empirico, per cui il riferimento alla realtà misurabile e misurata è costante. Per raffrontare e far compenetrare questi due versanti serve una metodologia (*methodo investigandi*) che mediante *suppositiones* e *opiniones* porti a comporre teoria e pratica nelle *hypotheses*.

Per quanto concerne il momento deduttivo, il libro I *De sphaera* è quello con la struttura più compilativa tra tutti, essendo devoluto a fornire le tecniche di costruzione della sfera celeste. I dati sono riportati solo quando occorre riferire le divisioni più generali delle zone del cielo, ad esempio per la domificazione e per i segni zodiacali. Si trova qualche dato comparativo quando si riferisce la discussione sulla durata del giorno (AN, I, p. 39). Qualcosa di analogo si può dire per il II libro *De sphaera elementare* utile alla costruzione del sistema di orientamento sul globo terrestre. Il sistema di proposizioni, scoli e corollari fornisce molti elementi geometrici e dimostrativi, a eccezione di qualche passaggio che tra breve andremo a menzionare.

È dal libro III in poi, dunque, da quando l'esposizione si orienta allo studio dei corpi e dei fenomeni celesti, che dimostrazione e misurazione si intrecciano senza sosta. Dopo aver dato elementi storici e dottrinali

²⁰ AN, *Praefatio*, i-xix.

intorno all'oggetto in discussione, il Gesuita discute tutte le proprietà quantificabili cercando sia il miglior dato tra quelli forniti da lui e da altri, che la migliore giustificazione. Prima della valutazione, è sempre importante esporre il problema nei termini corretti. Si prenda ad esempio il problema della grandezza apparente del Sole: vengono presentati tre modi di fornire la misurazione (AN, III, pp. 116-120), ma tutti ruotano intorno al problema *De vera solis semidiametro*, a cui fanno seguito il problema di determinare la distanza dell'astro, la relativa distanza Terra-Sole e così via. Riccioli mostra le risoluzioni teoriche che poi saranno applicate ai dati, ma senza le quali la misurazione da sola è alquanto sterile e non sottoponibile a valutazioni interessanti. Da tutto questo si ottiene una sintesi in 9 teoremi, *Theoremata ex vera Solis Semidiametro, & Distantià sequentia* (AN, III, p. 125), seguiti da tre scoli: questa sintesi altro non è che la griglia teorica nella quale sarà possibile leggere i dati registrati dagli strumenti²¹.

Circa il momento osservativo ed empirico, è difficile fornire tutte le esemplificazioni che si dovrebbero, vista la consuetudine costante e ripetuta nell'*Almagestum novum* di riportare tutte le osservazioni e le misurazioni conosciute e disponibili. Nel corso del II libro viene introdotto il problema della costruzione dell'unità di misura (AN, II, p. 58), essenziale per avere una prima comparazione tra le opinioni circa la grandezza della Terra (AN, II, p. 63), nonché appena dopo per altre valutazioni: Riccioli inizia a dare nota degli aspetti pratici dell'attività di astronomo e di quei dati che sono fondamentali anche per la restituzione teorica. Nei capitoli XX e XXI del II libro si studia il comportamento di un pendolo a seconda della latitudine e del grave usato, al fine di ricavare misurazioni di tempo: proposizioni, scoli e appendici sono esposti in maniera sintetica, anticipando la legge del quadrato del tempo²². Rispetto a quest'ultimo punto, tra le esperienze che hanno reso famoso il nome di Riccioli c'è sicuramente l'analisi del moto di caduta libera *uniformiter difformis*, grazie alla quale ottenne il miglioramento dei risultati di Galileo misurando una distanza di 4,62 metri (15 piedi) nel

²¹ Il libro X tornerà ad avere una struttura simile per presentare in maniera sistematica la struttura teorica per computare problemi di distanze e di tempo sul globo terrestre.

²² In particolare, la *propositio IV* (AN, II, p. 89): «Gravia naturali descensu per lineam perpendicularem velocius ac velocius mouentur versus finem, eo incremento velocitatis, quod est inter numeros pariter impares ab unitate numeratos; seu ita ut spatium transmissa certis temporibus, sint inter se ut quadrata temporum; seu ita ut spatia transmissa habeant inter se duplicatam proportionem illius, quam habent tempora quibus spatia illa mensurata fuerint».

primo secondo di caduta. Altre esperienze che avvalorano la sua capacità sperimentale furono le accurate osservazioni delle fasi di Venere e Mercurio nel libro VII; come anche la pubblicazione della carta lunare fatta con il collaboratore Francesco Grimaldi, capace di lavorare in maniera eccellente (*Grimaldica selenographia ex excellentia*, AN, IV, p. 204). E ancora, l'assidua ricerca del valore della parallasse solare per una corretta determinazione della distanza Sole-Terra: in generale si sapeva che tale distanza sarebbe stata essenziale per determinare le distanze orbitali, in seguito alla legge dei periodi di Kepler, ma in particolare tale valore serviva a Riccioli nel suo sistema a epicepicicli, in quanto ogni altra misurazione veniva costantemente riferita a essa. In ogni caso, la parte preponderante dell'opera del Ferrarese risponde strettamente alla vocazione dell'astronomo di quel tempo, il mestiere del quale si spendeva per la maggior parte del tempo nel fare misurazioni, osservazioni, calcoli, previsioni.

4. Dalle hypotheses alla hypothesis assoluta

Giungiamo a comprendere ciò che congiungeva e armonizzava momento deduttivo e momento empirico. Si tratta delle ipotesi, nelle quali teoria e dati venivano integrati in modo da garantire sia il rispetto dei risultati di osservazioni ed esperimenti, sia la spiegazione fisico-matematica. Talvolta le ipotesi sembrano indicate come *opiniones*, ma a vedere più da vicino l'uso del termine, esso va a differenziarsi se riferito a semplici *opiniones* o a *tabula opinionum*. Nel primo caso allude alle dottrine. Ad esempio, nel libro VIII vi è un'ampia indagine sulle comete. Al sondaggio riferito alle opinioni antiche, consegue quello dedicato alla *Astronomorum Recentiorum Opinio*²³. Un altro caso ancora è la discussione intorno alla comparsa della stella del 1572, di cui si danno anche *numerosas mensuras*²⁴. Quando si ricorre all'espressione *tabula opinionum* si vogliono invece indicare i risultati e le misurazioni²⁵. Un'altra distinzione da fare è proprio tra le esemplificazioni (*exempla*) date ai fini della misurazione dalle vere e proprie ipotesi: si prenda il

²³ AN, VIII, p. 33.

²⁴ AN, VIII, p. 133 e p. 137: «Historia Obseruationum generalium Stellæ Nouæ anni 1572, in Cassiopea visæ: & Opinionum de illius Loco ac Origene» e «Historia Obseruationum Eiusdem Stellæ particularium quod Numerosa ac Mensuras».

²⁵ Alcuni esempi: AN, I, p. 39; AN, II, p. 62, 63; AN, III, p. 157.

caso del calcolo della latitudine lunare massima per la determinazione della parallasse, che può essere fatto in tre modi arricchiti con un esempio tolemaico e un esempio proprio di Riccioli (AN, IV, pp. 217-218). Questi *exempla* non dicono nulla sul sistema del mondo, ma sono espedienti pratici²⁶.

Affinché emerga l'idea del sistema del mondo occorre esaminare quanto è introdotto come *hypothesis*, dove si sintetizzano più questioni in un'unica soluzione. Si trova un uso conforme del termine *hypothesis* nel cap. VIII del libro VII (*Indicantur Hypotheses, quibus Planetarum Minorum Morus explicari, & Machinae, quibus repraesentari solent*, p. 503), in tutta la sezione II dello stesso libro VII, e in altri luoghi. Nella sezione III del libro IX il termine *systema* è preferito al termine *hypothesis*. Per quanto non è possibile classificare tutte le sfumature, Riccioli ricorre all'"ipotesi" quando ha bisogno di spiegare, valutare e comparare i risultati, mentre ricorre al termine "sistema" quando esamina ogni autonoma soluzione astronomica.

Il programma di ricerca dei Gesuiti è stato talvolta paragonato a quello inteso dal filosofo della scienza Imre Lakatos (1922-1974) a ragione dell'uso di costruire intorno al nucleo dottrinale centrale (il geocentrismo, in questo caso) una cintura protettiva di assestamento per inglobare i nuovi risultati²⁷. In parte questo vale anche per Riccioli, che esamina tutte le ipotesi al fine di capire quale sia quella giusta e, mantenendo sia l'idea geocentrica e geostatica, sia criticandone e adattandone la versione tyconica, presenta il suo risultato come il più probabile. L'obiettivo non è la certezza e a tal fine Riccioli ripete spesso che l'astronomia deve ottenere solo l'ipotesi più probabile. Ciò non gli evita, però, di distinguere la propria ipotesi dalle altre mediante l'espressione "hypotheses absolutas".

L'espressione fa pensare che, dopo tante analisi, Riccioli si sente sicuro di offrire davvero la migliore soluzione. D'altra parte, anche quando si dilunga a commentare sia il metodo degli eccentrici ed ep cicli che il metodo per ellissi dichiara di optare per la soluzione più semplice, ovvero la sua: infatti, l'impiego dei circoli garantirebbe un'analisi matematica sperimentata a lungo e della quale tutti gli astronomi sono molto sicuri. Inoltre, il circolo non determina situazioni strane come il dimezzamento dell'eccentrico, riferendosi al caso di Kepler²⁸.

²⁶ Non a caso, talvolta gli esempi sono privi di aggettivi. Cfr. AN, VII, p. 702.

²⁷ Ingaliso, *op. cit.*, p. 90; Caruana, *art. cit.*

²⁸ Cfr. F. Marcacci, *All the Planets are Related to the Sun: Riccioli and His "Spiralized" Skies*,

Purtroppo, il Gesuita non compilò mai il volume dell'*Almagestum novum* che doveva tributare alle sue soluzioni compattezza, visibilità e autonomia: come si legge nelle prime pagine del Volume I dell'*Almagestum novum*, il *Tomus tertius* doveva riportare le «aliorum, & nostras cum conclusionibus Astronomicis inde deductis», oltre che le tavole con i dati. Ancora più chiare le parole

inter tabulas praedictas non solùm quae ex Hypothesi Auctoris videntur certiores, sed etiam reliquorum Astronomorum tabulae in epitomen redactae, seu Aequationes addendae, vel demendae Tabulis Auctoris, ut reducantur ad aliorum Tabulas.

Non disponendo di questa parte del lavoro, occorre andare a leggere tutti i luoghi in cui Riccioli esprime la *nostra opinio* per chiarire la *hypothesis absoluta*. L'astronomo introduce o considerazioni circa la natura del problema che sta affrontando o la soluzione sperimentale e la misurazione; questo avviene sempre dopo aver presentato le altre opinioni, con punti pregevoli e limiti più o meno gravi²⁹.

Un criterio irrinunciabile che la fisicomatematica deve seguire è quello di non provocare la *physica repugnantia*³⁰: ogni soluzione matematica deve rispettare la realtà fisica. L'ipotesi assoluta, infatti, è il risultato della continua interazione tra fisica e fisicomatematica. L'astronomia non può dare certezza del sistema prescelto, perché le sue ipotesi restano probabili. Ma è doveroso verificarne la praticabilità in seno alla fisica: questo non significa solo avvalorarne la continuità con l'evidenza sensibile, ma anche capirne i caposaldi concettuali entro cui sviluppare la filosofia della natura. A tale scopo gran parte del libro IX è dedicata all'esame delle cause dei moti celesti, giungendo a concludere che qualsiasi causa si ipotizzi deve restare nell'ordine fisico della natura. Per questo, si rilegge la fisica aristotelica degli elementi in modo da giustificare la continuità tra mondo terrestre e mondo celeste, nonché la mutabilità dei cieli. Al di là della risposta ontologica sulla natura e sul moto dei cieli che Riccioli elabora, è interessante cogliere il tentativo di formulare una soluzione onnicomprensiva: non convinto che il concetto di forza e di inerzia dei copernicani bastasse a giustificare l'apparente immobilità della Terra, il

in A. Garuccio (ed.), *Atti del XXXVII Congresso SISFA (Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia)*, Pavia University Press, Pavia (di prossima pubblicazione).

²⁹ L'elenco dei luoghi in cui Riccioli riporta le sue personali soluzioni è offerto in Marcacci, *Cieli in contraddizione*, cit., pp. 229-231.

³⁰ Cfr. AN, IX, 259. Inoltre, cfr. Marcacci, *Cieli in contraddizione*, cit., pp. 109-112.

Gesuita tentò di valutare l'esistenza di una prova fisica. Non poteva trovarla, le prove giunsero solo qualche decennio dopo, come si sa. Pertanto, dovette restare convinto dell'immobilità della Terra, se ancora dopo l'*Astronomia reformata* ribadì per voce di Michele Manfredi le sue ragioni nell'*Argomento fisicomatematico*³¹. La sintesi tra fisica e fisicomatematica richiedeva lo sviluppo di categorie ontologiche che, sebbene sbagliate, volevano essere la risposta alla nuova matematizzazione.

Se il metodo di Riccioli sia del tutto comprensibile accostandolo alla proposta di Lakatos, resta un'interessante questione. Il valore probabilistico assegnato alle ipotesi, anche nella versione *absoluta*, solleva il dubbio se alcuni aspetti del suo pensiero non potrebbero essere capiti meglio mediante le analisi di Gustav Hempel (1905-1997) o di Wesley Salmon (1925-2001). Tale problema, di estremo interesse speculativo, esula dalle finalità del presente studio, in quanto costringerebbe a esaminare altri aspetti dell'opera di Riccioli che qui non trovano spazio.

5. Conclusioni: un hypotheses non fingo ante litteram

Nel discutere del sistema copernicano e riferendone l'opinione circa il moto della Terra, Riccioli scrive: «haec opinio absolutè, & non hypotheticè tantummodo asserta» (AN II, p. 51). *Absolutè* contrasta con *hypotheticè* mentre si discute della soluzione copernicana e dei motivi della sua condanna nel 1616. Probabilmente è un caso fortuito che il termine *absolutè* compaia qui con una accezione lievemente diversa rispetto ai luoghi in cui viene impiegato a fianco dell'ipotesi astronomica. Se nel piano dell'*Almagestum novum* l'*hypothesis absoluta* è la migliore, sebbene probabile, parlando di Copernico il termine è richiamato esattamente in opposizione, e non in continuità, a tutto ciò che ha una soluzione probabilistica.

Non tentiamo di dare ragione di questo ambiguo uso del termine: potrebbe essere un'occorrenza fortuita, volta a sottolineare i problemi intercorsi nella vicenda copernicana. Ad ogni modo, il termine *hypothesis* nell'astronomia di Riccioli ricorre in maniera sostanzialmente coerente e rende esplicito l'atteggiamento valutativo con cui si sta guardando a un particolare sistema del mondo. Proprio dentro una *hypothesis* si congiungono la pratica matematica e la spiegazione fisica. Le ipotesi diventano recinti concettuali per contenere informazioni

³¹ Riccioli, *Argomento fisicomatematico*, cit.

ed esporre rappresentazioni sintetiche dell'universo: i vari sistemi del mondo sono *hypotheses*, corredati da metodi di calcolo e da osservazioni. Incapace di fornire principi meccanici, ruolo che spetterà a Newton, Riccioli propone qualcosa di più che una giustapposizione tra risultati provenienti da ambiti di ricerca diversi. Il Gesuita vuole pensare l'universo come un'unità coerente, la cui intelligibilità è data da principi cosmologici in continuità con principi fisicomatematici.

Tra tante *hypotheses* occorre individuare la migliore, quella *absoluta*: l'astronomo gesuita ritiene che tale sia la sua originale variante all'ipotesi tychonica, abile a spiegare tutti i dati empirici disponibili e attrezzata con l'uso di circoli per facilitare i calcoli. Descrizioni, calcoli, previsioni: questo era ciò che si chiedeva alla scienza del cielo, questo era ciò che la scienza del cielo sapeva fare. Riccioli non fu in grado di ripensare lo statuto della sua disciplina, per molti motivi, tra i quali che non comprese il principio di composizione dei moti né l'inerzia di Galileo. Egli ricorse ad altri principi, lasciandosi guidare da un empirismo radicale che lo portò a formulare giudizi probabili. Le ipotesi vengono così ad avere un ruolo speculativo e metodologico fondamentale, perché permettono di spingere l'epistemologia al suo massimo sforzo, fino alle sue estreme possibilità. In questo territorio speculativo, dove si formulano e valutano tante soluzioni, poté prendere forma l'ipotesi assoluta. Fu il rigore logico del sistema che permise a Riccioli di sorvegliare il modo con cui ricavarla, e tale per cui ogni astrazione deve essere mantenuta molto vicina ai dati empirici.

Il rifiuto di fare astronomia *a priori* è così diffuso nell'*Almagestum novum* da sembrare a tratti maniacale. I principi che orientano la comprensione e la descrizione del cielo devono accordarsi regolarmente con ciò che l'occhio e il telescopio constatano. Non si inventano ipotesi se non c'è la certezza del calcolo e dell'osservazione, al punto che l'ipotesi diventa quasi una generalizzazione dei dati raccolti, e la fisica la sua conferma. Sembra l'eco *ante litteram* di un successivo *hypotheses non fingo*, con esiti opposti rispetto a quelli ai quali la nuova scienza newtoniana aprirà poco dopo la strada.

Pontificia Università Lateranense (Roma)
f.marcacci@pul.it



Just like Astronomers Do: Building Hypotheses in Giorgio Baglivi's Medicine

di

LUCA TONETTI

ABSTRACT: Thomas Sydenham's view on methodology in the preface to *Observationes medicae* (1676) is traditionally considered one of Giorgio Baglivi's main sources for the reform of medical practice outlined in *De praxi medica* (1696). This is the case for two crucial aspects: the recovery of observation in medicine and the conception of "natural history of disease". However, Sydenham and Baglivi have different opinions about the role of hypotheses in medical practice. While recognising the main critical issues about their use, Baglivi tries to provide physicians with some useful instructions for building them: just like astronomers do, hypotheses should be founded on a strong empirical evidence and rejected once they are in discordance with Nature and thus unable to properly explain phenomena. This paper will explore this pivotal aspect of Baglivi's methodology.

KEYWORDS: Giorgio Baglivi, Thomas Sydenham, Experience, Natural History, Hypothesis

ABSTRACT: La metodologia di Sydenham descritta nella prefazione alle *Observationes medicae* (1676) è tradizionalmente considerata una delle principali fonti usate da Giorgio Baglivi per la sua riforma della medicina pratica delineata nel *De praxi medica* (1696). Questo vale soprattutto per due aspetti essenziali: il recupero dell'osservazione in medicina e la concezione della "storia naturale della malattia". Tuttavia, Sydenham e Baglivi hanno opinioni diverse in merito al ruolo delle ipotesi nella medicina pratica. Pur riconoscendo le principali criticità nel loro uso, Baglivi tenta di fornire ai medici alcune utili istruzioni per la loro formulazione: proprio come fanno gli astronomi, le ipotesi dovrebbero essere fondate su una solida evidenza empirica, da rigettare una volta entrate in disaccordo con la natura e quindi divenute incapaci di spiegare correttamente i fenomeni. Questo contributo approfondirà questo aspetto fondamentale della metodologia di Baglivi.

KEYWORDS: Giorgio Baglivi, Thomas Sydenham, esperienza, storia naturale, ipotesi

Introduction: Baglivi and the Reform of Medical Practice

In 1696, the Croatian physician Giorgio Baglivi (1668-1707), professor of anatomy and surgery at Sapienza University (*Studium Urbis*), published his first work *De praxi medica*, a treatise about medical practice¹. Differently from what we generally expect from the genre of *practica medicinae*², however, Baglivi does not provide here a “head-to-toe” (*a*

¹ On Giorgio Baglivi's life and works, see M. Salomon, *Giorgio Baglivi und seine Zeit. Ein Beitrag zur Geschichte der Medizin im 17. Jahrhundert*, Hirschwald, Berlin 1889; F. Scalzi, *Giorgio Baglivi. Altre notizie biografiche ricavate da un epistolario inedito e dalla sua opera*, «Gazzetta medica di Roma» 15 (1889), pp. 457-470, 529-546, 553-561; Id., *Giorgio Baglivi e il suo tempo*, «Lo Spallanzani» 7-8 (1889), pp. 321-337; M. D. Grmek, *Osservazioni sulla vita, opera ed importanza storica di Giorgio Baglivi*, in *Atti del 14. Congresso internazionale di storia della medicina, Roma-Salerno, 13-20 settembre 1954*, Guerra e Belli, Roma 1960, pp. 423-437; Id., *La vita e l'opera di Giorgio Baglivi medico raguseo e leccese (1668-1707)*, in G. Cimino-U. Sanzo-G. Sava (eds.), *Il nucleo filosofico della scienza*, Congedo, Galatina 1991, pp. 93-III. See also the proceedings of the conference *Alle origini della biologia medica. Giorgio Baglivi tra le due sponde dell'Adriatico*, published as a special issue in «Medicina nei secoli» 12/1 (2000). On Baglivi and medicine in Rome, see M. Conforti-S. De Renzi, *Sapere anatomico negli ospedali romani: Formazione dei chirurghi e pratiche sperimentali (1620-1720)*, in A. Romano (ed.), *Rome et la science moderne: Entre Renaissance et Lumières*, Publications de l'École française de Rome, Rome 2009, pp. 433-472. A pivotal source for Baglivi's biography is the correspondence: see D. Schullian (ed.), *The Baglivi Correspondence from the Library of William Osler*, Cornell University Press, Ithaca-London 1974 (hereafter: Osler); A. Toscano (ed.), *Carteggio, 1679-1704: conservato nella Waller Collection presso la University Library Carolina Rediviva di Uppsala*, L.S. Olschki, Firenze 1999 (hereafter: Waller); F. Di Trocchio-G. Guerrieri-E. De Simone (eds.), *Carteggi di Giorgio Baglivi: Fondi Osler e Magliabechi (1677-1706)*, Milella, Lecce 1999. In this paper passages of *De praxi medica* are quoted from the first edition: Giorgio Baglivi, *De praxi medica ad priscam observandi rationem revocanda. Libri duo. Accedunt Dissertationes novae*, typis Dominici Antonii Herculis, sumptibus Caesaretti, Romae 1696 (hereafter: *PM*). Other quotations are from G. Baglivi, *Opera omnia medico-practica, et anatomica*, sumptibus Anisson, & Joannis Posuel, Lugduni 1704 (hereafter: *Opera 1704*).

² For an account of how the genre of *practica medicinae* developed, see J. Coste, *La Médecine pratique et ses genres littéraires en France à l'époque moderne*, available at <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/medpratique.htm> (23.05.2019): Coste's analysis is restricted to the French collection, notably at the Bibliothèque Nationale de France (BNF). See also A. Wear, *Explorations in Renaissance Writings on the Practice of Medicine*, in A. Wear-R. K. French-I. M. Lonie (eds.), *The Medical Renaissance of the Sixteenth Century*, Cambridge University Press, Cambridge 1985, pp. 118-145; I. Maclean, *Logic, Signs and Nature in the Renaissance*, Cambridge University Press, Cambridge 2001.

capite ad calcem) description of diseases³, but rather he focuses his attention on the method of medicine, particularly on the main problems that are supposed to weaken its reliability. Following a Baconian perspective, he firstly tries to identify the *idola* of medical practice, i.e. those malpractices affecting medical formation and profession; secondly, he outlines a new method for making accurate observations and good clinical inferences, which implies the construction of “natural histories of diseases” – an adaptation of Bacon’s *historiae naturales* to medicine.

According to Baglivi, the main reason for the crisis of medicine is to be found in the fact that physicians have gradually neglected the importance of direct observations and bedside experiences due to the spread of rational medical systems with scant consideration of Nature. While recognising the limits of rationalism, however, Baglivi is also perfectly aware of the risks of mere empiricism in medicine, which states that knowledge comes only or primarily from sensory experience. In both cases, rationalism and empiricism suffer from the absence of a «*methodus experiundi*», meaning a procedure for processing the information provided by the senses, in order to appropriately analyse experience. Such a misleading interpretation of nature explains the dissemination of numerous medical theories grounded on false hypotheses – namely, Van Helmont’s chemical medicine, Gilbert’s magnetism, Mayow’s nitroaerial theory, acid-alkaline theory, or Doläus’s cardimelech and microcosmetor principles, for example – by which physicians claim to define and heal diseases⁴. Similarly, empiricists base their clinical judgments (on both diagnosis and therapeutics) entirely on experience, but without any filter, so that their *ratio experiundi*, as rationalists reply, is

³ In fact, Baglivi provides an account of diseases in a separate section of aphorisms, after describing (bk. I, ch. 9) the sixth “impediment” to the progress of medicine, that is the «*intermissum studium tractandi de morbis aphoristice*». However, although this section may be used for clinical purposes (and it has been used indeed: see, for instance, *Maladies traduites du latin de Baglivi... par M.G. D’Aignan, chez la Veuve Delaguette...*, Paris 1757, which provides a French translation of these aphorisms), this is not the main aim of Baglivi’s work. Rather, these aphorisms serve as a reference model for the style physicians should use in their medical reports. See *PM I*, 9, §1, p. 50: «*Sed quomodo solidae, diutiusque repetitae morborum observationes stylo brevi, & aphoristico exponendae sint, ex morbis mox recensendis, & per Patientem in Xenodochiis Italiae factam observationem examinatis aperte constabit*».

⁴ On these theories, see A. G. Debus, *The Chemical Philosophy*, Dover Publications, Mineola, New York 2002; A. Clericuzio, *Elements, Principles and Corpuscles: A Study of Atomism and Chemistry in the Seventeenth Century*, Kluwer, Dordrecht 2000.

«stupidam, erraticam, non repetitam, in intellectu non fermentatam»⁵, which inevitably draws false conclusions.

De praxi medica provides a possible alternative to these two opposing views. Another form of experience can be pursued, which is mediated by reason, and therefore able to properly question nature and lead to the knowledge of the morbid state, thanks also to the direct intervention on nature, according to the Baconian idea of *natura constricta et vexata*⁶. Thus, Baglivi's medical reform searches for a balance between reason and observation, because experience without reason is not able to manage the complexity of the living being:

Quod spectat ad peculiarem cujuslibet morbi curationem, arbitrator illam raro feliciter cessuram, nisi ratio observationi adiungatur. Mille namque morborum causae, varia aegrorum temperamenta, aetates, sexus, vitae genera, climata diversae naturae, variae annorum constitutiones, & varia semper influentes; innumera denique alia, quae ad producendos, fovendosque morbos concurrunt, ita interdum certam constantemque morbi, & suorum symptomatum naturam perturbant, ut difficile sit veritatem investigare, nisi complexus horum omnium sagaci rationis usu perpendatur, & illustretur⁷.

This perspective follows the same combination of experimental and rational faculties represented by the action of “bees”, according to the well-known Baconian metaphor in *Novum Organum* I, 95:

Qui tractaverunt Scientias aut Empirici, aut Dogmatici fuerunt. Empirici, formicae more, congerunt tantum & utuntur; Rationales, araneorum more, telas ex se conficiunt; Apis vero ratio media est, quae materiam ex floribus horti et agri elicit, sed tamen eam propria facultate vertit & digerit⁸.

This image perfectly fits also the idea of physician promoted by Baglivi

⁵ PM II, 2, §I, p. 155.

⁶ See, for instance, Baglivi's experiments with blistering drugs: L. Tonetti, *Corpus fasciculus fibrarum: Teoria della fibra e pratica medica nel De praxi medica di Giorgio Baglivi*, «Physis. Rivista Internazionale di Storia della Scienza» 51/I-2 n.s. (2016), pp. 379-392.

⁷ PM I, 2, §12, pp. 11-12.

⁸ *Novum Organum* I, 95, in G. Rees-M. Wakely (eds.), *The Oxford Francis Bacon* (hereafter OFB), vol. XI, Clarendon Press, Oxford 2004, p. 152. See P. Rossi, *Ants, Spiders, Epistemologists*, in M. Fattori (ed.), *Francis Bacon: Terminologia e Fortuna nel XVII Secolo*, Edizioni dell'Ateneo, Rome 1984, pp. 245-260.

in his work:

Formica colligit & utitur, ut faciunt Empirici, qui hinc inde experimenta venantur, iisdemque nec observatione repetita confirmatis, nec dilucido examinatis ratiocinio, paulo post indiscriminatim utuntur. Aranea ex se omnia fila educit, neque ullam à particularibus materiem petit, ita faciunt Medici speculativi, ac mere sophistici. Apis denique caeteris se melius gerit: haec indigesta è floribus mella colligit, deinde in viscerum cellulis concoquit, maturat, iisdemque tandiu insudat, donec ad integram perfectionem perduxerit. Hoc genus Medicorum apis aemulum desideratur in Arte nostra [...] ⁹.

Therefore, what physicians need is not mere experience, but a very new approach to Nature enabling them to perform “qualified” observations. Baglivi’s new method represents exactly that kind of approach that makes it possible to combine the role of experience with reason, that is with those cognitive processes necessary to infer clinical principles and “practical axioms” suitable for medical practice.

It is worth noting that the English physician Thomas Sydenham (1624-1689), core advocate of empiricism in medicine, is one of Baglivi’s main sources: undoubtedly, Sydenham’s ideas on methodology have influenced *De praxi medica*, especially on these two crucial aspects, 1) the recovery of observation in medicine according to a Hippocratic perspective, and 2) the collection of “natural histories of disease”¹⁰. However, in some respects, these two positions seem to differ with regard to the problem of hypotheses in medicine: unlike Sydenham, Baglivi devotes an entire chapter to this issue, providing some instructions for building reliable and proper hypotheses.

This paper will explore this pivotal aspect of Baglivi’s methodology. In the first part, I will describe Sydenham’s instructions for compiling

⁹ *PM I*, 12, §5, pp. 104-5. Baglivi will further address the main issues of rational medicine, by the image of the “spider”. Cf. *PM I*, 7, §10, pp. 41-42: «Medici itaque valde litterati, Philosophiis, & Theoriis plusquam par est addicti, & ad instar aranae ab indigestis cogitationibus sapientiam perpetuo educentes, nunquam boni Practici evadent, nisi diuturno praxeos usui, & exercitationi omnino se subjecerint».

¹⁰ On Thomas Sydenham, see K. Dewhurst, *Dr. Thomas Sydenham (1624-1689): His Life and Original Writings*, Wellcome Historical Medical Library, London 1966. See also: A. Cunningham, *Thomas Sydenham: Epidemics, Experiment and the ‘Good Old Cause’*, in R. French-A. Cunningham (eds.), *The Medical Revolution of the Seventeenth Century*, Cambridge University Press, Cambridge 1989, pp. 175-177.

natural histories of diseases, provided in the preface to *Observationes medicae* (1676), a tentative “discourse on method” of medicine which shows a strict dependence from Locke. Then, I will analyse Baglivi’s method (§2) and his view about hypotheses’ role in medicine (§3). Finally, in §4, I will focus on William Cole (1635-1716), a rational physician, friend of Sydenham and Locke, but also one of Baglivi’s correspondents. Interestingly, he addressed this issue in a letter to Baglivi after the publication of *De praxi medica*. His observations will allow us to further clarify Baglivi’s position.

1. Sydenham’s Natural History of Disease

Thomas Sydenham’s views on clinical methodology are given in the thirty-five pages of the preface to *Observationes medicae* (1676), a large description of epidemics and fevers occurred in London between 1661 and 1675. In fact, this is the third edition of a previous work, *Methodus curandi febres* (1666), whose main aim was that of providing practical methods in order to both identify the species of fevers and find the best way to treat them, without relying on any hypotheses about the body or the disease itself.

However, although the term “hypothesis” is used almost inconsistently – as usually happens at that time – such approach does not seem to disregard suppositions. Interestingly, at the very beginning of the first chapter about continued fevers, Sydenham considered it necessary to reveal the two main assumptions on which his method of healing was based, in order to prove it reasonable and fully justified¹¹. He supposed that 1) fevers are the effort of Nature to remove disease,

¹¹ T. Sydenham, *Methodus curandi febres propriis observationibus superstructa*, edited by G. G. Meynell, Winterdown Books, Folkestone 1987, p. 17: «Quaenam a me in Febrium continuarum medela observata est methodus, quo luculentius patescat, non abs re futurum arbitror de Principiis, e quibus Praxis nostra enascitur, pauca quaedam praemittere. Id quod eo libentius facio, ut palam fiat Therapiam nostram non esse prorsus Empirice institutam, sed ejusmodi quae solidis rationum fulcris innitantur, aut saltem nobis inniti visa sit». However, Meynell says (p. 229, note 1), this paragraph should not be too literally interpreted: «Presumably the ‘solid foundation of reason’ was, to him, the body of hypotheses that follow immediately in para.1-5 which he regarded as derived from his clinical experience». Meynell’s edition reproduces the Latin text of the 1666 and 1668 editions with the English translation by R. G. Latham (1848). See also K. D. Keele, *The Sydenham-Boyle Theory of Morbific Particles*, «Medical History» 18 (1974), pp. 240-248.

by evacuating the impurities in the blood or making disease conversions (*successiones morborum*) possible; 2) the best treatment is the one that tempers the blood commotion. However, despite Sydenham's emphasis on his personal manifest experience, a tacit knowledge may be anyway unconsciously implied: it could be, for instance, a certain conception of Nature, or a certain definition of blood composition, or some idea about the morbid mechanism that is supposed to be involved in fevers. It is not obvious to determine if such "hypotheses" are really subservient to experience or rather they are the result of some *a priori* knowledge, which may correspondingly influence the way of observing and interpreting the nature. Three main problems are at issue here: 1) to what extent and manner hypotheses are related to experience and observation; 2) to what extent physicians employ them consciously; 3) to what extent hypotheses prove necessary for clinical practice.

The close collaboration with John Locke in 1660s may have helped Sydenham explore more deeply these issues¹². The same themes that will be developed in the preface of 1676 are already given in some medical papers in Locke's hand amongst the Shaftesbury Papers now preserved at the Public Record Office in London¹³. Besides sharing same interests and values, these unpublished manuscripts, now attributed

¹² On Sydenham-Locke collaboration, see: G. G. Meynell, *Sydenham, Locke and Sydenham's De peste sive febre pestilentiali*, «Medical History» 36 (1993), pp. 330-332; Id., *John Locke and the Preface to Thomas Sydenham's Observationes Medicae*, «Medical History» 50 (2006), pp. 93-110; J. C. Walmsley, *Sydenham and the Development of Locke's Natural Philosophy*, «British Journal for the History of Philosophy» 16/1 (2008), pp. 65-83.

¹³ The transcription of *Anatomia* (P.R.O. File 30/24/47/2) is given in K. Dewhurst, *Locke and Sydenham on the Teaching of Anatomy*, «Medical History» 2 (1958), pp. 3-8. The transcription of *De arte medica/Ars medica* is given in A. G. Gibson, *The Physician's Art: An Attempt to Expand John Locke's Fragment "De arte medica"*, Clarendon Press, Oxford 1933, pp. 13-26. Walmsley offers a new revised version of both manuscripts in his PhD dissertation: J. C. Walmsley, *John Locke's Natural Philosophy (1632-1671)*, Thesis (Ph.D.), King's College, London 1998, pp. 221-231, 232-239. Their attribution to Locke is a much-debated issue: see G. G. Meynell, *Locke as the Author of Anatomia and De arte medica*, «Locke Newsletter» 25 (1994), pp. 65-73; P. Anstey-J. Burrows, *John Locke, Thomas Sydenham, and the Authorship of Two Medical Essays*, «The Electronic British Library Journal» 3 (2009), pp. 1-42. On Locke as a "physician", see K. Dewhurst, *John Locke (1632-1704): Physician and Philosopher: A Medical Biography; with an Edition of the Medical Notes in his Journals*, The Wellcome Historical Medical Library, London 1963. See also C. Crignon, *Locke médecin: manuscrits sur l'art médical*, Classiques Garnier, Paris 2016.

to Locke, show the evolution of that methodological approach to medicine which, although already partially presented in *Methodus*, will be fully outlined only in *Observationes medicae*.

In the short paper *Anatomia*, for example, Locke argues against the role of anatomical knowledge in medicine. No improvement in medical practice follows the development of anatomy, because it is impossible in fact to grasp and penetrate the hidden structure and functioning of the body by dissection. But even if it were possible, it would be of no use to the physician. A good disease treatment does not depend on a good anatomical knowledge:

But that anatomie is like to afford any great improvemts [in]to the practise of physic or assist a man in the findeing out & establishing a true method I have reason to doubt: All that Anatomie can doe is only to shew us the grosse & sensible parts of the body, or the vapid and dead juices. all wch, after the most diligent search will be noe more able to direct a physitian how to cure a disease than how to make a man, for to remedy the [eff]defects of a part whose organica{...} constitution & that texture whereby it operates he cannot possibly know is alike hard as to make a part wch he knows not how is made. now it is certaine & beyond controversy that nature perform all her operations in the body by parts soe minute. & in sensible that I thinke noe body will ever hope or pretend even by the assistance of glasses or any other invention to come to a sight of them [...]¹⁴.

What allows medicine to improve is only experience, that means natural history («only from history & the advantage of a [seriou] diligent observation of *these* diseases»), performed at the bedside without knives or magnifying tools, just as a gardener who «may by his art & observation be able to ripen meliorali{...} & preserve his fruit without examining, what kindes of juices fibres pores &c are to be found in the roots barke or body of the tree»¹⁵.

If *Anatomia* is concerned with the impossibility to detect the operations of nature, say to grasp the hidden causes of things, *De arte medica* instead explores further the reason of this inability (strictly related to the idea of a both non-understandable God and creation), by accusing the learned physicians of disseminating fanciful hypotheses due to

¹⁴ PRO 30/24/47/2 f. 31r. I quote from Walmsley's edition.

¹⁵ f. 31v. On Locke's conception of "natural history", see P. Anstey, *Locke, Bacon and Natural History*, «Early Science and Medicine» 7/1 (2002), pp. 65-92.

their vain attempt to penetrate the essences of diseases and, as a result, of preventing medicine from progress.

[...] I think I may confidently affirme, that those hypothesis w^{ch} tied the long & elaborate discourses of the ancientts & suffered not their enquirys to extend them selves any farther then how the phenomena of diseases might be explaind by these doctrines & the rules of practise accommodated to the received principles has at last but confined & narrowed men thoughts, amused their understanding with fine but uselesse speculations, & diverted their enquiries from the true & advantageous knowledge of things¹⁶.

The same scant consideration for the use of hypotheses, except for their function of aid to memory, can also be found in the so-called “Smallpox Fragment” by Locke (1670), probably the sketch for the preface of a work by Sydenham on smallpox, which however never appeared:

But tis but ostentation & losse of time to lay downe hypothesis wch are many times false always uncertain & make a show to enquire into the essences of things & pretend to shew the way & manner of their observacon things that we cannot know being beyond the information of our senses or the reach of our understanding & therefor with very little advantage pretend to them. Hypothesisis serveing after the thing is discovered very well for helps to our memory but very seldom are sound & sure enough without experience to warrant our practise or lead us into the right way of operacon¹⁷.

In the second and third editions of *Methodus*, published respectively in 1668 and 1676, Sydenham provided a revised version of his previous work, that is practically doubled in pages: from 156 pages of the first edition, to 218 of the second one, and 425 of the third one. Such change does not involve only the content structure, being evidently fuelled with new material from clinical observations, but concerns also a different approach to medicine, more pessimistic and critical about the effective capabilities of human knowledge. This new attitude is particularly evident from the preface to the third edition, in

¹⁶ PRO 30/24/47/2 f. 51r.

¹⁷ For this transcription, see P. Romanell, *Locke and Sydenham: A Fragment on Smallpox (1670)*, «Bulletin of the History of Medicine» 32/4 (1958), pp. 293-321: 295.

which Sydenham for the first time clearly outlines his methodology. Scholars have in depth examined Locke's influence on these introductory pages¹⁸.

Development and progress in medicine are made possible only by natural history. By «historia» Sydenham means a disease description that is «graphica & naturalis», namely that represents phaenomena as appear to our eyes, without any unnecessary information, according to what proposed by Bacon:

Sane morbos crasse depingere satis obvium est; atqui Historiam eorum ita conscribere, ut evitetur Censura, quam *Clariss. Verulamius* in nonnullos ejusmodi Promissores vibravit, longe majoris est negotii: *Satis scimus* (inquit vir Nobiliss.) *haberi Historiam Naturalem, mole amplam, varietate gratam, diligentia saepius curiosam: Atamen si quis ex ea fabulas, & authorum citationes, & inanes controversias, Philologiam denique & ornamenta eximat (quae ad convivales sermones, hominumque doctorum Noctes potius, quam ad instituentiam Philosophiam sint accommodata) ad nil magni res recidet. Longe profecto abest ab ea Historia quam animo metimur*¹⁹.

Four rules should guide the compilation of natural histories:

1. Physicians should classify diseases by reducing them to certain and defined species, in the same way that botanists build their phytology;
2. Physicians should abandon any theoretical hypothesis and, like painters, should draw a picture as accurate as possible of the disease;
3. Physicians should be able to distinguish constant and purely adventitious features within diseases;
4. Physicians should be able to identify the relationship between the diseases and the season of the year in which they arise more frequently.

Independently of Locke's influence, Sydenham's view about hypoth-

¹⁸ See note 12.

¹⁹ T. Sydenham, *Observationes medicae circa morborum acutorum historiam et curationem*, Typis A.C. Impensis Gualteri Kettelby, Londini 1676, pp. ar-v, emphasis in the original. Sydenham quotes from Bacon's *De Augmentis Scientiarum*, book II, ch. 3. Cfr. *Descriptio globi intellectualis*, ch. 3, in OFB VI, pp. 104-107. The same passage is quoted also by Baglivi.

eses, as represented in rule two, is the result of a more general consideration about the search for causes in medicine, which is already highlighted in *Methodus*. What explains the absence of a theoretical structure in his exposition is the impossibility, for him, to identify the causes responsible for the morbid condition. Anyway, even if this were the case, such knowledge would not be necessary for therapy.

2. Baglivi's Methodology

After his death in 1689, Thomas Sydenham's reputation dramatically changed, since his methodology was gradually considered an inspiring means to return to the early Hippocratism due to the disdain of speculations and the promotion of bedside experiences. Peter Anstey has recently argued for Locke's role in establishing Sydenham's myth as the "English Hippocrates"²⁰. Interestingly, Baglivi was among the first to support this view, by celebrating Sydenham as «*artis nostrae ornator, & ornamentum, qui sepositis opinionum commentis ad observationes prorsus se dedit, & a prima aetate ad extremum usque senium cum natura cohabitavit*»²¹, «*Vir magni nominis*»²², «*doctissimum*»²³, «*diligentissimus post Hippocratem Observator*»²⁴. Such new approach to medicine was so widespread that, for instance, Oronzio Rizzo, asking Baglivi for a medical advice, wrote: «*Si degni dunque, e come ordina V.S. al modo di Sydenam [sic], intendere nude, et sine filosofia l'istoria del mio male [...]*»²⁵. In a sense, Baglivi is thus perceived as embodying that "modo di Sydenham", that way of interpreting medicine as something entirely free of conjectures and theoretical speculations (*sine filosofia*). Similarly, even one of Sydenham's supporters, the English physician Walter Harris (1647-1732), considered Baglivi's medicine compatible with what advocated by Sydenham: «*Tu vero, insignissime Domine, signis uspiam, expectationem nostram suscitās, et quae Sydenhamius noster voluit, efflagivit aut conatus est, ex te merito speramus, et ex principiis tantis perfectionem aliquam in difficillima Praxeos provin-*

²⁰ P. Anstey, *The Creation of the English Hippocrates*, «*Medical History*» 55/4 (2011) pp. 457-478.

²¹ *Opera* 1704, p. 130.

²² *Ivi*, p. 138.

²³ *Ivi*, p. 207.

²⁴ *Ivi*, p. 222.

²⁵ Rizzo's letter to G. Baglivi, 13 October 1699, in Waller, no. 22, p. 72.

cia, nobis promittimus»²⁶. However, the steps towards the definition of a new method for medical practice are more complicated in Baglivi. The same applies also to the way Sydenham's methodology has been then implemented in *De praxi medica*.

What does "to observe" really mean? How do physicians accomplish "qualified" observations, i.e. make experiences that prove to be reliable sources of information from which principles and operative axioms can be inferred? Hippocrates, while being a model for the physician-observer, did not arrange any form of methodology or procedure: just like architects, Baglivi said, the Hippocratics «pro talibus perficiendis operibus scalas, trabes, funes, & innumera alia aedificandi instrumenta; opere absoluto omnia submovent: unde posterius licet aedificiorum magnificentiam admirentur, ignorant tamen eisdem perficiendis adhibita instrumenta»²⁷. Thus, Baglivi believed that those means or methods (*vias*), that «olim ab Hippocrate in usu forsitan habitas ad promovendam perficiendamque Medicinam per observationes, historiam & praecepta»²⁸, could be found in Baconian methodology²⁹.

Baglivi's method for natural histories of diseases consists of four different but strictly interrelated steps:

1. *acquisitio*;
2. *dispositio*;
3. *maturatio ac digestio*;
4. *abstractio praeceptorum*.

In the first step, data recording (*acquisitio*), physicians should only collect observations, without adding any comment, supposition or rhetorical device. Baglivi, like Sydenham, quotes the aforementioned

²⁶ Harris's letter to G. Baglivi, 8-19 April 1701, in Waller, no. 57, p. 132. A version of this letter is given also in Opera 1704, p. 658.

²⁷ PM II, 3, §1, p. 161.

²⁸ *Ibidem*.

²⁹ See J. Boucher, *De l'influence du baconisme sur les sciences en général et la médecine en particulier*, Labè, Paris 1851; G. Dell'Anna, *Giorgio Baglivi e la «Medendi methodus»: una rilettura dell'empirismo baconiano*, in L. Conti (ed.), *Medicina e biologia nella rivoluzione scientifica*, Edizioni Porziuncola, Santa Maria degli Angeli-Assisi 1990, pp. 272-288; M. Vidal, *Giorgio Baglivi tra osservazione clinica e speculazioni iatromeccaniche*, «Atti del centro ricerche storiche di Rovigno» 20 (1990), pp. 133-214; Ead., *The methodus medendi Innovation in Giorgio Baglivi's Work*, «Medicina nei secoli» 12/1 (2000), pp. 171-190; R. K. French, *Medicine Before Science: The Business of Medicine from the Middle Ages to the Enlightenment*, Cambridge University Press, Cambridge 2003, pp. 207-212.

well-known passage from Bacon to explain precisely the way that physicians should follow when preliminary dealing with diseases:

Satis scimus, inquit, haberi historiam naturalem varietate gratam, diligentia saepius curiosam; si quis tamen ex ea fabulas, & antiquitatem, Auctorum citationes, inanes controversias, superstitionem, philologiam denique & ornamenta eximat (quae ad convivales sermones, hominumque Doctorum noctes potius quam ad instituendam Philosophiam sunt accomodata) ad nil magni res recidet³⁰.

This implies that everything they see must be recorded, even if considered meaningless or useless. Any judgments or inferences from sensory impressions are not allowed, even when evidences for discarding them are compelling.

In the second step, data organization (*dispositio*), physician should classify and organize data sets in order to obtain refined information assets that can be effectively processed. Data preparation consists in gathering, combining and structuring the “raw” data according to labels or categories of sorts (*articula inquisitionis*). So, for instance, data concerning a disease will be divided and organized in diagnostic and prognostic signs, constant or inconstant signs, causes, constitutions, symptoms (occurring continuously over a period of time or not), unfortunate events associated with indications or remedies.

Only in the third step, data elaboration (*maturatio ac digestio*), data are finally accurately processed, in order to carefully examine all the information that may be dubious and ambiguous or eliminate those false. Notes and comments, like Bacon’s *monita*, are now allowed. This operation of data refinement, that seems to imitate Bacon’s negative method of exclusion (*reiectio*), is subject to a new form of induction, just like in *NO*. In providing a definition of induction, Baglivi clearly refers to Bacon (*Verulamio teste*), as also results from the comparison between the two following passages:

³⁰ *PM* II, 3, §2, p. 163.

Bacon, *Distributio operis*

Inductionem enim censemus eam esse demonstrandi formam, quae Sensum tuetur, & Naturam premit, & Operibus imminet ac fere immiscetur. [...] At in forma ipsa quoque Inductionis, & iudicio quod per eam fit, opus longe maximum movemus. Ea enim de qua Dialectici loquuntur, quae procedit per Enumerationem simplicem, puerile quiddam est, & precario concludit, & periculo ab instantia contradictoria exponitur, & consuetam tantum intuetur, nec exitum reperit. Atqui opus est ad Scientias Inductionis forma tali, quae experientiam solvat, & separet, & per exclusiones ac reiectiones debitas necessario concludat³¹.

Baglivi, *De praxi medica*

Inductio namque quae fit per simplicem enumerationem nullis additis cautionibus rebus dubiis, & analogiam habentibus cum phaenomenis alterius morbi sub cuius specie illudunt; vel reiectionibus falsarum, & omnino incostantium, imperfecte concludit. Contra inductio laudata est Verulamio teste, quaedam demonstrandi forma, quae sensum tuetur, mentem illustrat ac perficit in conclusionibus recte deducendis, naturae imminet, ac fere immiscetur³².

However, Baglivi provides us with a rather naive interpretation of Bacon's method, in which data processing is greatly simplified, ending (in the fourth step) with some gradual generalization from the collection of particulars, which leads to the derivation of axioms or "practical aphorisms", i.e. those precepts that should guide medical practice.

Observator postquam in copiosa observationum sylva sat superque se exercitaverit, & Abecedarium naturae morborum optime didicerit, non debet ad maxime generalia advolare via compendiaria, & praecipiti, ad naturam impervia, disputationibusque proclivi; sed ascendendo, & descendendo, massam particularium sufficienter penetrando, sensim denique & continenter ad eadem pervenire, ab iisque postea propositiones medias & axiomata deducere³³.

A question immediately arises: how can physicians guarantee data

³¹ OFB XI, pp. 30-33.

³² PM II, 3, §4, p. 166.

³³ PM II, 3, §6, p. 167.

quality and completeness in order to get inductive inferences that are «sine fallaciis»? Baglivi would reply that both the collection of observations and the inference process are the result of a collaborative activity in which physicians work together in order to manage the amount of data created and achieve as much qualified information as possible. This would be possible thanks to “practical academies” aimed at systematically collecting observations.

However, generalization is not clearly explained, and it is therefore difficult to understand how this process of abstraction of practical axioms should really be.

3. *Baglivi's Requisites for Good Hypotheses*

In a letter to the Swiss physician Jean-Jacques Manget (1652-1742) – who was at that time involved in the design of the *Bibliotheca medico-practica* and in the re-edition of the *Bibliotheca anatomica* – Baglivi suggested paying more attention to the definition of a medical practice totally free of hypotheses, as Sydenham has shown in his works³⁴. Remarkably, Manget replied that he has always avoided making hypotheses in his own descriptions of diseases, with the sole exception of those of Thomas Willis, which he decided to include in his *Bibliotheca* for their accuracy and clarity, despite being them however founded too much on conjectures. He gave Baglivi also an account of how each disease would have been described:

Per me itaque, aut subinde tantorum Virorum opera, postquam morbum aliquem delineavi eiusque curationem tradidi, varias alias curationes e selectioribus Practicis Autoribus, tum Galenicis, tum Chemicis, tum, si ita loqui licet, mixtis, petitas exhibeo, illisque consilia, consiliis Observationes, observationibus anatomicas inspectiones, distincto ac proprio quaque loco superaddo³⁵.

In his correspondence with Manget, Baglivi – working on a book on surgery that unfortunately never appeared – repeatedly emphasizes

³⁴ G. Baglivi's letter to J.-J. Manget, 1 August 1693, in Osler, no. 51, p. 112: «postpositis hypothesum figmentis et nugis [...], quae omnium votis hodie expetitur, eiusque fontes nuper aperuit immortalis ille Sydenhamius toti Italiae perquam charissimus».

³⁵ J.-J. Manget's letter to G. Baglivi, 17/27 September 1693, in Osler, no. 53, pp. 116-121, p. 118.

the need to create an apparatus of observations derived from manifest experience, without relying on any hypothesis, as Hippocrates himself realised with his «divina opera». Baglivi's disdain of hypotheses, however, is not yet supported by strong arguments. *De praxi medica*, in this sense, offers us a more pondered view on this issue.

Ch. XII in book I – whose title is «Methodus ad Tyrones de Morborum hypothesi recte construenda» – does not prohibit the use of hypotheses, but rather it is intended to provide inexperienced physicians with some requisites to form valuable and long-lasting ones. Thus, while having the same pessimistic attitude as Sydenham towards the possibility to grasp the essences of diseases, Baglivi does not exclude hypotheses at all, but believes that only those produced by mere speculation are definitely vain and harmful. Hypotheses do not precede but follow by necessity observation. In other words, the practice of natural histories, as the only way to achieve a “qualified” experience, is a necessary condition for the formulation of any hypothesis.

Interestingly, Baglivi recommends that physicians behave the same way as astronomers when formulating hypotheses. This comparison paves the way for a remarkable correlation between astronomy' and medicine's methodology, even if in so different fields. Astronomers, he says, proceed first with an accurate collection of data and only then formulate theories or hypotheses, by which predicting and calculating the motions of the stars and, in general, making sense of the phenomena observed. This is exactly what physicians should do: inferring hypotheses directly from nature, by preventing however the errors of the empiricists thanks to the compilation of natural histories of disease, that only ensures experience be qualified and, thus, able to be processed.

Such comparison may be further explored, by focusing on the debate on the epistemic status of astronomical hypotheses begun with the earliest reception of Copernicus's planetary heliocentric system³⁶, particularly between those supporting a conventionalist or a realist interpretation of it³⁷. Conventionalism in astronomy is concerning with the attention that some mathematicians, particularly German

³⁶ See P. D. Omodeo, *Perfection of the World and Mathematics in Late Sixteenth-Century Copernican Cosmologies*, in J. D. Fleming (ed.), *The Invention of Discovery, 1500-1700*, Ashgate, Farnham 2011, pp. 93-108; Id., *Copernicus in the Cultural Debates of the Renaissance. Reception, Legacy, Transformation*, Brill, Leiden 2014.

³⁷ These categories – Nicholas Jardine says – should be avoided since they may be anachronistic if applied to the early modern astronomy. However, I will use them here only to simplify a very broad and complex debate.

scholars at the University of Wittenberg, paid to the problem of model predictability and empirical adequacy, independently from the search for the causal explanation of physical reality. In other words, Copernicus's system was shared to the extent it can better predict phenomena, say, for instance, the angular position of a planet. But other claims, such as those about the motion of the earth, were severely questioned or minimized as mere mathematical hypotheses, which are useful for making predictions but are not supposed to have any ontological implication, being inevitably in conflict with Aristotle's physics or the Bible. This interpretation fosters numerous arguments about the geometrical equivalence of models³⁸.

A very different view, a realist one, was defended instead by Kepler, who addressed the problem of the status of astronomical hypotheses in a dispute with Nicolaus Reimers Baer (1551-1600), also known as Ursus³⁹. In 1588, in his work *Fundamentum astronomicum*, Ursus proposed a geo-heliocentric model very similar to the one outlined by Tycho Brahe in *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis*, which probably was actually ready in 1587, but appeared at Hveen just the following year. Tycho's account of geoheliocentrism puts the planets (Mercury, Venus, Mars, Jupiter, and Saturn) orbiting the Sun, which in turn – together with the Moon and the fixed stars – moves about a motionless Earth. Ursus's model is the same, except for admitting a daily rotation (a single motion from West to East) of the Earth and correcting Mars's orbit. Helisaeus Roeslin (1545-1616) proposed a further variant in 1597. Tycho accused both of plagiarism in a letter to Cristoph Rothmann⁴⁰.

³⁸ R. S. Westman, *The Melanchthon Circle, Reticus, and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory*, «Isis» 66/2 (1975), pp. 164-193.

³⁹ On this dispute, see N. Jardine (ed. and trans.), *The Birth of History and Philosophy of Science: Kepler's "A Defence of Tycho Against Ursus"*, Cambridge University Press, Cambridge 1984. See also, the French edition: N. Jardine-A. P. Segonds, *La guerre des astronomes. La querelle au sujet de l'origine du système géo-héliocentrique à la fin du XVIe siècle. Volume II/2 – Le Contra Ursum de Jean Kepler*, Les Belles Lettres, Paris 2008. Jardine's analysis of Tycho/Kepler-Ursus dispute focuses particularly on the epistemological issues. See also: G. Cifoletti, *La nuova edizione di «Apologia pro Tychone contra Ursum» di Keplero: Teoria e storia delle ipotesi astronomiche*, «Rivista di Storia della Filosofia» 42/3 (1987), pp. 465-480; R. Martens, *Kepler's Philosophy and the New Astronomy*, Princeton University Press, Princeton and Oxford 2000, ch. 3; J. D. Serrano, *Trying Ursus: A Reappraisal of the Tycho-Ursus Priority Dispute*, «Journal for the History of Astronomy» 44/1 (2013), pp. 17-46.

⁴⁰ On Tychonic world system, see C. J. Schofield, *Tychonic and Semi-Tychonic World*

The controversy over the birth and the development of the geoheliocentric model dealt also with the nature of hypotheses. In his harsh reply to Tycho, within the *Tractatus de astronomicis hypothesibus*, Ursus defended a “sceptical” interpretation of hypotheses: these would be mere inventions which are aimed only at fostering observations and predicting phenomena⁴¹. Since they are constructions, they cannot be true, nor really represent the system of the world:

HYPOTHESIS, SEU FICTITIA SUPPOSITIO, est effecta Delineatio quorundam imaginariorum circularium imaginariae formae systematis Mundani, observandis motibus coelestibus accomodata, atque ob servandos salvandosque motus coelestium corporum, eorundemque calculum exprimentum, effecta, assumpta, introductaque. Dico effectam Delineationem imaginariae (non verae ac genuinae, eam namque scire non possumus) formae systematis Mundani, non ipsius systematis; sed ejus formae talis, qualem imaginando mente concipimus, mentisque conceptu circumferimus⁴².

Kepler was forced to intervene in the dispute, in order not only to defend Tycho, but also to save his own reputation: in *De astronomicis hypothesibus* Ursus had reported a letter by Kepler who looked at him with great admiration.

Kepler’s reply is given in an unfinished manuscript *Apologia pro Tychone contra Ursum* (composed between October 1600 and April 1601), which however appeared for the first time only in 1858, within the 19th-century critical edition of Kepler’s *Opera omnia* (1858-1871) by C. Frisch⁴³. This text proves to be a valuable means to reconstruct the dispute over the epistemic status of hypotheses in early modern astronomy.

Chapter I addresses exactly this question: «Quid sit Hypothesis Astronomica»⁴⁴. In refuting Ursus’ arguments, Kepler traces the history

Systems, Arno Press, New York 1981, particularly pp. 50f. Tycho’s starting point is explaining the comet of 1577. On Ursus’ claim to priority of discovery, see *ibid.*, pp. 108f.

⁴¹ Moreover, Ursus maintains that Tycho’s model – which centres the fixed stars upon the Earth and admits a motion of the Sun about the Earth – reproduces the same version originally proposed by Apollonius of Perga. It’s quite clear why Tycho is particularly concerned about refuting Ursus’ claim as soon as possible.

⁴² Quoted in N. Jardine-A. P. Segonds, *La guerre des astronomes*, cit., pp. 402-403.

⁴³ N. Jardine (ed. and trans.), *The Birth of History and Philosophy of Science*, cit. I quote from this edition: hereafter, *Contra Ursum*. See also the French edition: N. Jardine-A-P Segonds, *La guerre des astronomes*, cit.

⁴⁴ Kepler provides a preliminary general definition of “hypothesis”: «Non statim cum cum ipsa caeli observandi consuetudine natus est mos iste, ut quam quisque

of the concept of “hypothesis”, which originated from geometry, by maintaining that at least three different meanings are possible:

1. as to geometry, hypotheses are those axioms or postulates supposed to be self-evident and universally accepted, on which geometers base their demonstrations;
2. as to logic – precisely, Aristotle’s theory of demonstration – hypotheses are the premises of a syllogism;
3. finally, as to astronomy, hypotheses represent a) the empirical data achieved by observation on which the demonstration is grounded; b) the general conceptions about the planetary system, from which the explanations of celestial phenomena are derived.

Kepler reverses Ursus’s thesis, by claiming that astronomical hypotheses must be “true”, being this a necessary condition for making true conclusions too. It is impossible, if not by mistake or chance, that a true conclusion follows from false premises. This is the case, even if there seems to be a variety of hypotheses able to explain the same phenomena. In fact, different hypotheses cannot lead to the same conclusion, if not apparently. And even if this happened, there would be some physical differences to be considered in the conclusions. If, for instance, Kepler says, Tycho got the same calculations as Copernicus from his hypotheses, however, the conclusions would be very different, because he would not accept the immensity of fixed stars admitted by Copernicus. Therefore: «Ita conclusione mutata, Hypotheses varias existere necesse est. Inconsideratus vero aliquis, ad solos numeros respiciens, idem ex varijs hypothesibus adeoque verum ex falsis sequi existimabit»⁴⁵.

Remarkably, Kepler realised, moreover, the difference between the geometrical and physical level of hypotheses: «Nam si in Geometricis duarum hypothesium conclusiones coincidunt, in physicis tamen quaelibet habebit suam peculiarem appendicem»⁴⁶. What underlies scepticism is then exactly the confusion between these two different levels. For example, orbits are something completely different from their geometrical constructions (say, concentric-plus-epicycle model or eccentric-circle model).

philosophorum ex intuitu caeli, de mundi dispositione concepisset opinionem, ea nomen aliquod haberet, *Hypothesisque* diceretur». *Contra Ursum*, I, 264r, p. 87.

⁴⁵ Ivi, 267v, p. 90.

⁴⁶ Ivi, 268r, p. 90.

The fact that geocentrism and heliocentrism – so, two contradictory hypotheses – are able to explain the same phenomena does not imply that a true conclusion could derive from both a false and true hypothesis. These models properly work because of what they are in common, i.e. to the extent they both assume the separation between the heaven and the earth. This means that:

Omnis in astronomia conclusio non nisi ab uno et eodem medio perficitur, et uniformem praemittit hypothesin: etsi illa a seipsa differat, quatenus extra hanc demonstrationem consideratur. Et vicissim, quaelibet hypothesis, si accurate consideremus, propriam nec ulli alij hypothesi communem penitus producit conclusionem⁴⁷.

Conventionalists like Ursus confuse the different levels (geometrical, logical, and physical) implied in the formulation of the hypotheses and, consequently, are patently absurd when admitting that the astronomical hypotheses can be only false. As summarized by Serrano, the main aim of Kepler's reply is refuting two pivotal arguments of Ursus's scepticism about hypotheses: 1) the empirical equivalence (different hypotheses are deemed equally able to predict the same phenomena) and 2) insufficiency of evidence (evidences are not a sufficient condition to prove the truth of a hypothesis)⁴⁸.

It is hard to say if and how much Baglivi really dealt with these issues, but the fact that, as we will see, he distinguished between Tychonic and semi-Tychonic world systems shows a certain, even perhaps approximate, knowledge of the debate on the astronomical hypotheses⁴⁹. This may depend on his close connection with Jesuit science, as a result of the "Galileo's affair", or rather on his probable familiarity with Bacon's works. Astronomical models, such as the Ptolemaic and the Copernican systems, are indeed considered by Bacon mere mathematical constructions that do not say anything about reality or the causal factors involved, serving rather as convenient tools for making predictions and calculations⁵⁰. And since

⁴⁷ Ivi, 268v-269r, p. 92.

⁴⁸ Serrano, *op. cit.*, p. 21.

⁴⁹ On Tychonic and semi-Tychonic world systems, see Schofield, *op. cit.*

⁵⁰ See S. Ducheyne, *The Status of Hypothesis and Theory*, in P. Anstey (ed.), *Oxford Handbook of British Philosophy in the Seventeenth Century*, Oxford University Press, Oxford 2013, pp. 169-191.

they are mere constructions, without any ontological implication, it is always possible to think of alternative models that can be equally compatible with phenomena, provided they are likewise able to “save” them. Baglivi seems to adopt the same “conventionalist/instrumentalist” interpretation of hypothesis in medicine.

Interestingly, Baglivi realizes that one of astronomy’s main concerns is the dissemination of different and opposing models, all equally able to explain the same phenomena. At stake here is the difference between the physical and mathematical level and the possibility to combine them in order to explain reality. As we have seen, how can be possible, for instance, to accept Copernicus’s calculations and tables without sharing his heliocentric system? Baglivi claims that the existence of different astronomical models, such as the Ptolemaic, Copernican, Tychoinic and Semi-Tychoinic world systems, does not prove the “way of hypothesis” be as so useless and weak as to justify its rejection in astronomy. It is not properly a problem of underdetermination. That these systems, although so different from each other, can equally explain celestial phenomena and achieve the purpose for which they have been formulated, i.e. measuring the motion of planets or predicting astronomical phenomena, is due to the fact that they all are founded on the same observations, meaning that they all share a common basis data:

[...] Quilibet Astronomorum, quamvis peculiarem astrorum theoriam, suam quisque animo conceperit; singulorum tamen theoriae ab una eademque corporum coelestium constanti observatione prodierunt; nam quicquid observavit unus, observavit etiam & alter⁵¹.

Thus, there can be different models because numerous ways of interpreting reality are possible, but data and observations on which these interpretations are built – if correctly carried out by the practise of natural histories – should be the same for everyone. This is what assure their applicability to reality. According to Baglivi, the same applies to medicine. Therefore, when formulating hypotheses about diseases, physicians should follow astronomers:

Hoc efficient, si prius idioma didicerint, quo natura loquitur, & modos quibus eadem exprimitur, id est longam in observandis

⁵¹ *PM* I, 12, §7, p. 106.

juvantium, & laedentium eventibus exercitationem. Postquam igitur per diuturnas observationes innotuerit tale quid in aliquo morbo frequenter, ac perpetuo tali modo succedere, tunc mens assurgat ad formandam hypothesim, eamque stabilendam super praedictos constantes naturae motus in hoc, aliove morbo tum producendo, tum sanando⁵².

Clinical hypotheses are mere heuristic “tools”, whose main aim is not to provide a description of the diseases, but to make sense of them – «rationem reddere phaenomenon in morbis apparentium» – so that the indications for treatment can more easily be inferred. Since they are constructions of the mind, hypotheses should be modified once they stop properly representing reality. The goal of a good physician is then to formulate as much as possible strong and long-lasting hypotheses, that are representative of what really happens in nature. This obviously depends on the degree of accuracy of the observations and on some necessary requisites, which can be so resumed:

1. First of all, clinical hypotheses should be the result of accurate observations by means of the compilation of natural histories of diseases;
2. Hypotheses should be abandoned not only when they “move away” from nature, but also when they no longer get the expected results;
3. Finally, good hypotheses are grounded also upon some general and self-evident principles – namely, figure and motion.

This explains why so different hypotheses, provided they meet these rules, will have the same effect in a disease treatment, just like in astronomical systems.

4. *On Hypotheses in Medicine: William Cole's Letters to Locke and Baglivi*

Contrary to a widely and common interpretation of Locke – which is well represented by Laudan and Farr, for example⁵³ – Anstey has

⁵² *PM I*, 12, §8, p. 107.

⁵³ See L. Laudan, *The Nature and Sources of Locke's Views on Hypotheses*, «Journal of the History of Ideas» 28/2 (1967), pp. 211-223; J. Farr, *The Way of Hypotheses: Locke on Method*, «Journal of the History of Ideas» 48/1 (1987), pp. 51-72.

recently argued for the importance of natural history in Locke's natural philosophy, having hypotheses (and analogical reasoning) only a secondary role⁵⁴. Hypotheses indeed would serve rather as mere aids to memory. As we have seen in §I, Locke's manuscripts, during the close collaboration with Sydenham, seem to support this view.

The same issue is addressed in the correspondence with William Cole (1635-1716), an English physician that, although being close to the Sydenham's circle, did not share the same view on hypotheses. Indicatively, Haller refers to him as «jatromathematicus & hypothesium inventor» in his *Bibliotheca medicinae practicae*⁵⁵. Cole's first work, *De Secretione Animalis* (1674), tries to explain secretion in mechanical terms, following a completely conjectural and even more speculative approach. It leaves no doubt, moreover, the fact that the term "hypothesis" clearly appears in the title of a work on fevers: *Novae Hypotheseos ad explicanda februm intermittentium symptomata...Hypotyposis* (1694)⁵⁶.

On 11 June 1690, Cole wrote to Locke, replying to an earlier letter that unfortunately has been lost but that probably was also concerned with the problem of hypothesis in medicine. After having reassured Locke about the state of his health, Cole specified his conception of hypothesis that most likely reflected that of his correspondent:

And now to looke back a little to the former part of your letter. As I thinke no Hypothesis allowable which goes not upon such (mechanicall) grounds as the subject is, without straining, in an easy and obvious chaine of thoughts, capable to beare; so all ought, as much as is possible, to be eyther built on Experiment, or be tryed by it; and if that confirme them not, when it can come in to be consulted, they ought to be slighted. But, since every thing has a reason of its being so or so, I thinke that Physitian is very much to blame who will content himselfe, without particularly enquiring into it (so farre as the matter will beare, and his Talent goes) to advise medicines upon generall rules, which can never square to all cases, the circumstances and complication of diseases and symptoms being so various, and thence a variation of Indications so necessary; so that tis requisite a man dig deepe to lay a good

⁵⁴ P. Anstey, *John Locke and Natural Philosophy*, Oxford University Press, Oxford 2011, ch. 4.

⁵⁵ A. von Haller, *Bibliotheca medicinae practicae qua scripta ad partem medicinae practicae fascientia a rerum initiis recensentur*, Tomus III: ab anno 1648 ad a. 1685, apud Em. Haller, Bernæ; apud Joh. Schweighauser, Basileæ 1779, p. 362.

⁵⁶ On William Cole, see J. F. Payne, *Cole, William (1635-1716)*, in *Dictionary of National Biography*, Smith, Elder, & Co., London 1887, vol. 11, pp. 277-278.

foundation to built a judgment on; and, according to the Maxim, Dolus latet in Universalibus⁵⁷.

Two aspects are worth highlighting. First of all, hypotheses should be grounded on a strong empirical evidence by performing experiments: when this does not happen, they should be rejected. Secondly, physicians should be advised against recommending remedies based on too general rules. A high level of generality cannot cover all cases, due to the variation of diseases and symptoms, and the individual characteristics predisposing each patient. A good empirical foundation is required for building valuable clinical judgments.

Interestingly, nine years later, Cole took up the same issue in a letter to Baglivi dated 8 August 1699, by commenting on the claims about hypotheses in *De praxi medica*, namely in the preface and the twelfth chapter of the first book⁵⁸. While recognising some limits of hypothetical reasoning, Cole accused Baglivi of having too brutally treated those physicians using it in their work. In fact, the effort of formulating hypotheses «tum pro eruendo morborum, quandocunque in praxi contigerint, [...], tum pro prognosi et curatione apposite ad rem praesentem instituendis»⁵⁹, once performed the necessary observations, cannot be condemned. Rather, for Cole it may be even more dangerous for a physician to act on the basis of inaccurate and incomplete observations, without being guided by a research hypothesis:

Quin, pace Doctissimi, mihi que multum celebrandi Viri, interrogare liceat, num observationes ex re praesenti habitae, nulla que vel non satis plena, circumstantiarum, ut pote temporis morbi, aetatis, constitutionis, et (quale quid in ipso magno Hippocrate quandoque desideratur) notatione, chartis mandata, lectores hypothesibus et methodo destitutos in errores ducere possint⁶⁰.

Cole believes that the hypotheses built on mechanistic principles, of which he himself makes use in his works, are more likely to better respond to the morbid phenomena.

Baglivi replied to these objections months later, in a letter dated

⁵⁷ W. Cole's letter to J. Locke, 11 June 1690, in E. S. De Beer (ed.), *The Correspondence of John Locke*, 8 voll., Clarendon Press, Oxford 1979, vol. 4, letter no. 1299, pp. 89-99, p. 91.

⁵⁸ W. Cole's letter to G. Baglivi, 8 August 1699, in Waller, no. 20, pp. 67-70.

⁵⁹ Ivi, p. 68.

⁶⁰ *Ibidem*.

4 January 1700, explaining that the use of hypotheses is necessary and legitimate only when is founded «super geometrico mechanicas regulas»⁶¹:

Verum qui librum attente pervoluat, inveniet me caput peculiare de hypotesi recte construenda conscripsiste; et inter hypotheses, quae unquam excogitatae antea sint, vel impostenum essent proditurae, principem locum tribuisse hypotesi super geometrico mechanicas regulas stabilitae; quam non temporis livor, non hominum turbulentum Ingenium delere poterunt, sed adinstar Ignis externa vi coacti, [...] cum impetu depressa exurget, et ad longam durabit posteritatem. Ecquid enim Vir Celeb.me mathematice certius? Ecquid solidus medicina, mechanica methodo explicata?⁶²

Baglivi is evidently referring to those self-evident principles, such as figure and motion, which by definition do not need to be proved and which represent a reliable basis for clinical hypotheses. Thus, Cole has nothing to worry about: «Te igitur quoniam omnes mechanicorum in re medica principem salutant, puto meum libellum offendere non potuisse cogitationes tuas, quas in aureis libri de secretione animalis prodidisti»⁶³.

Conclusions: «Medicina prima» comes first!

It might seem hard to understand how Baglivi's attack on the dissemination of abstract systems of medicine could be at the same time compatible with a some form of hypothetical reasoning, even if in an instrumentalist perspective. But Baglivi's view on hypotheses depends on a more important distinction – which remarkably characterizes his medicine – that is the difference between «medicina prima» and «medicina secunda»⁶⁴.

«Medicina prima» means an accurate description of the morbid

⁶¹ G. Baglivi's letter to W. Cole, 4 January 1700, in Waller, no. 28, p. 85.

⁶² Ivi, pp. 85-86.

⁶³ Ivi, p. 86.

⁶⁴ On this distinction, see R. Andrault, *What Does it Mean to Be an Empiricist in Medicine? Baglivi's Praxis Medica (1696)*, in A.-L. Rey-S. Bodenmann (eds.), *What Does it Mean to Be an 18th Century Empiricist? Construction and Circulation of a Pluralistic Concept*, Springer, Cham 2018, pp. 169-188.

state, which is the first step in the cognitive processes involved in clinical decisions. The “descriptive level” precedes any support from other disciplines similar or external to medicine, i.e. from all branches of knowledge that complete medical education and represent the so-called «*medicina secunda*». But it takes priority over any matter, because it implies the practice of *historia naturalis*, which is a «*scientia sui generis*» deriving its principles exclusively from nature, without depending on anything else.

For Baglivi, just as for Bacon, natural (and experimental) history is not only a means for organizing data, but constitutes also the “matter” – therefore, it comes “first” – for induction. However, although it is independent from the other sciences, «*medicina prima*» cannot by itself produce any clinical judgments and determine the most effective curative indications to treat diseases. It needs the support of the other sciences. Similarly, it needs also the formulation of hypotheses, provided they are well formed, in order to better process sensory data.

Sapienza *Università di Roma*
tonetti.luca@gmail.com



Le ipotesi secondo Kant: Requisiti, giustificazione, status epistemico e euristica

di

MIRELLA CAPOZZI

ABSTRACT: This essay is ideally divided into two parts (sections 1-5 and 6-8). Sections 1 and 2 set out the requirements that Kant imposes on hypotheses, and the *a posteriori* proofs to which they must be submitted. Section 3 shows how a hypothesis, depending on the favorable consequences drawn from it (and in the absence of unfavorable consequences), can be considered either opinion or empirical knowledge *pro tempore* or complete knowledge by induction. In section 4 the reference to induction is evaluated in the light of Kant's late doctrine that makes it (and analogy as an induction on predicates) a reliable inference placed under the aegis of the Principle of the reflective Judgment, which allows us to think the world *as if* conforming to the project of an intelligence, although we know that *we* make this thought a principle, with no need to hypostatize either that intelligence or the ordering of the world. This foundation of induction, though confirming that it produces only provisional conclusions, makes it a legitimate ampliative inference that attributes a property found in all the things examined to all possible things, having to respect the only condition that these things be *homogeneous*, i.e. belonging to the same common genus. This explains why hypotheses can obtain by induction only an *analogon* of complete certainty, so that they always remain liable to a refutation. Section 5 examines Kantian texts that mention a probability of the hypothesis that grows with the increase in the number of favorable consequences drawn from it. This is a notion of *a posteriori* probability that poses problems of interpretation, both because it was sometimes framed in conceptions that envisaged a constant nature and a God that only creates fully determinate beings, which Kant would not have accepted, and because it does not fit with the Kantian definition of probability that is based on *a priori* probability, in which homogeneous and therefore countable cases are considered, and in which it is possible to calculate *a priori* the exact ratio of the insufficient cases in favor of something to all the cases that would be sufficient for certainty. The interpretation proposed here is based on the observation that this probability is introduced in the context in which Kant

discusses the inductive extension of the certainty of hypotheses. Therefore, since this probability respects the homogeneity clause imposed on inductive inferences, it also respects the requirement of homogeneity (albeit as a *virtual* homogeneity) which is essential for *a priori* probability. What is lacking is the standard of the relationship to all the reasons of certainty because the consequences of an empirical hypothesis are unlimited. However, in the context of the inductive extension of the certainty of hypotheses the growth of this probability must be understood as a quantitative parameter on which to evaluate the *strength* of induction and of the *analogon* of the certainty that a hypothesis can achieve. On the basis of this interpretation the *a posteriori* probability, like induction, does not give, nor does it want to give, to the hypotheses the same certainty of the *a priori* probability, and does not require hypostases about the world and the modalities of divine creation. Section 6 shows how Kant advocates – under the name of *meditation* – a heuristic offering guidance to arrive at promising hypotheses *with method*. Section 7 shows that Kant does more than advocate a heuristic and reconstructs the phases of the heuristic meditation he was thinking of, ranging from brainstorming techniques to the use of the *ars topica*. This meditation favors the formation of preliminary and provisional judgments that direct the search for solutions to problems. In fact, a rational weighing of heterogeneous reasons for and against a solution, where the reasons are drawn from a well-conducted meditation, produces provisional judgments based on those of the considered reasons that appear to be endowed with more verisimilitude than the others. The verisimilitude thus assigned, which is very different from probability, has a subjective character but is grounded on a method and does not simply depend on chance or luck or an inexplicable talent. Such provisional judgments do not guarantee certainty and success, and perhaps because they do not guarantee certainty and success, have a great potential of inventiveness and constitute the basis of promising hypotheses, which will subsequently be subjected to the rules Kant sets for hypotheses. Finally, the additional section 9 analyzes the reasons why Kant, who often indicates the Copernican hypothesis as exemplary (given its compliance with the requirements, the *a posteriori* proof, and the precarious certainty by induction of hypotheses), in the Preface of the second edition of the *Critique of pure reason*, declares that it has been proved *a priori* and, consequently, has achieved a rigorous certainty. This declaration is functional to Kant's promise to his readers to prove *a priori* and with rigorous certainty what, inspired by Copernicus, he had initially admitted as a hypothesis regarding his philosophical problem.

KEYWORDS: Kant, Hypotheses, Induction and Reflective Judgment, Probability and Verisimilitude, Heuristic Meditation and Provisional Judgments

ABSTRACT: Il saggio è idealmente diviso in due parti (§§ 1-5 e §§ 6-8). I §§ 1 e 2 espongono i requisiti che Kant impone alle ipotesi e le prove *a posteriori* alle quali devono essere sottoposte. Il § 3 mostra come l'ipotesi, a partire dalle conseguenze favorevoli che ne sono tratte (e in assenza di conseguenze sfavorevoli), possa essere considerata opinione o sapere empirico *pro tempore* o sapere

completo per induzione. Nel § 4 il riferimento all'induzione è valutato alla luce della tarda dottrina di Kant che ne fa (assieme all'analogia come induzione sui predicati) un'inferenza affidata al Giudizio riflettente e al suo principio il quale ci permette di pensare il mondo *come se* fosse conforme al progetto di un'intelligenza, nella consapevolezza che siamo noi a farci un principio di questo pensiero senza ipostatizzare né quell'intelligenza né l'ordine del mondo. Data questa fondazione Kant, pur confermando che l'induzione produce solo conclusioni provvisorie, sostiene che si tratta di un'inferenza ampliativa che può legittimamente estendere una proprietà trovata in tutte le cose esaminate a tutte le cose possibili, dovendo rispettare la sola condizione che queste cose siano *omogenee*, cioè appartenenti a uno stesso genere comune. Per quanto riguarda le ipotesi, ciò spiega perché possono legittimamente ottenere una certezza che supera quella raggiungibile al momento presente, ma che è solo un *analogon* della certezza completa, di modo che le ipotesi rimangono sempre soggette alla possibilità di una confutazione. Il § 5 esamina i testi kantiani che menzionano una probabilità dell'ipotesi che cresce al crescere del numero delle sue conseguenze favorevoli. Questa nozione di probabilità *a posteriori* pone problemi di interpretazione, sia perché talora era inquadrata in concezioni che prevedevano una natura costante e un Dio che crei solo enti determinati, che Kant non avrebbe accettato, sia perché non si adatta alla definizione kantiana della probabilità, che è palesemente improntata alla probabilità *a priori*, in cui vengono considerati casi *omogenei* e quindi numerabili, e in cui è possibile calcolare *a priori* l'esatto rapporto fra i casi insufficienti a favore di qualcosa e tutti i casi che sarebbero sufficienti per la certezza. L'interpretazione qui proposta si basa sulla constatazione che questa probabilità è introdotta nel contesto in cui Kant discute dell'estensione induttiva della certezza delle ipotesi. Perciò, dato che questa probabilità rispetta la clausola dell'omogeneità imposta all'inferenza induttiva, rispetta anche il requisito dell'omogeneità (sia pure come omogeneità *virtuale*) che è essenziale anche per la probabilità *a priori*. Quel che manca è lo standard del rapporto a tutte le ragioni della certezza essendo le conseguenze di un'ipotesi empirica illimitate, tuttavia nel contesto dell'estensione induttiva della certezza delle ipotesi il crescere di questa probabilità va inteso come un parametro quantitativo sul quale valutare *la forza* dell'induzione e dell'*analogon* della certezza che un'ipotesi può conseguire. In base a questa interpretazione la probabilità *a posteriori*, al pari dell'induzione, non dà, né vuole dare, alle ipotesi la stessa certezza che ha la probabilità *a priori*, e non richiede ipostasi sul mondo e sulle modalità della creazione divina. Il § 6 mostra come Kant auspichi una euristica che, sotto il nome di *meditazione*, offra una guida per arrivare a ipotesi promettenti *con metodo*. Il § 7 mostra che Kant non si limita all'auspicio e ricostruisce le fasi di una meditazione euristica a cui stava pensando, che vanno dalle tecniche di *brainstorming* all'uso della *ars topica*. Questa meditazione favorisce la formazione di giudizi preliminari e provvisori che orientano la ricerca nella soluzione di problemi. Infatti, una ponderazione razionale di ragioni eterogenee a favore e contro una soluzione, in cui le ragioni siano tratte da una meditazione ben condotta, produce giudizi provvisori basati su quelle delle ragioni considerate che sembrano dotate di una maggiore verosimiglianza rispetto alle altre. La verosimiglianza così

assegnata, che è molto diversa dalla probabilità, ha un carattere soggettivo ma è fondata su un metodo e non dipende semplicemente dal caso o dalla fortuna o da un talento inspiegabile. Tali giudizi provvisori non garantiscono certezza e successo, e forse perché non garantiscono certezza e successo, hanno un grande potenziale di inventiva e costituiscono la base di ipotesi promettenti, che dovranno poi essere sottoposte alle regole che Kant impone alle ipotesi. Infine, il § 9 aggiuntivo analizza le ragioni per cui Kant, che indica spesso l'ipotesi copernicana come esemplare (data la sua conformità ai requisiti, alle prove *a posteriori*, e alla precaria certezza per induzione delle ipotesi), nella Prefazione della seconda edizione della *Critica della ragione pura* dichiara che essa ha avuto una prova *a priori* e, di conseguenza, goda di rigorosa certezza. Questa dichiarazione è funzionale alla promessa che Kant fa ai suoi lettori di provare *a priori* e con rigorosa certezza ciò che, ispirandosi a Copernico, aveva inizialmente ammesso come ipotesi riguardo al suo problema filosofico.

KEYWORDS: Kant, ipotesi, induzione e Giudizio riflettente, probabilità e verosimiglianza, meditazione euristica e giudizi provvisori

Molti sono gli aspetti del pensiero di Kant sulle ipotesi degni di interesse: la riflessione sui requisiti da rispettare quando le si propone, l'analisi delle prove alle quali devono essere sottoposte, la valutazione della loro modalità epistemica, e la delineazione di un'euristica che le riguardi¹.

I. I requisiti delle ipotesi

Kant presenta l'attività del fare ipotesi come una delle procedure "razionali" per uscire dallo stato di incertezza anche quando non si hanno ragioni oggettive sufficienti per farlo:

Quando uno non può provare [*beweisen*] che una cosa è, può

¹ Le opere di Kant sono citate con il volume (preceduto dalla sigla AA) e la pagina di Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften (und Nachfolgern) (ed.), *I. Kant's gesammelte Schriften*, Berlin (Berlin und Leipzig) 1900-. Per le citazioni dalla *Kritik der reinen Vernunft (KrV)* i riferimenti sono alle pagine della prima (A) e della seconda (B) edizione, riportate anche dalla trad. it. di P. Chiodi (*Critica della ragion pura*, UTET, Torino 1967), che ho utilizzato anche apportandovi modifiche. Per *Logik* si intende I. Kant, *Logik. Ein Handbuch zu Vorlesungen*, a cura di G. B. Jäsche (1800) (trad. it., *Logica. Un manuale per lezioni*, a cura di M. Capozzi, Bibliopolis, Napoli 1990), citata con il solo riferimento al volume e alla pagina dell'edizione accademica, che la traduzione utilizzata reca al margine. Le traduzioni di altri testi, dove non esplicitamente dichiarato, sono mie.

sempre tentare di provare che essa non è. Se poi non gli riesce nessuna delle due cose (un caso che accade sovente), egli può ancora chiedere se lo interessa ammettere l'uno o l'altro (mediante un'ipotesi), e ciò o da un punto di vista teoretico o da un punto di vista pratico, cioè o per spiegarsi semplicemente un certo fenomeno (come ad esempio per l'astronomo il moto retrogrado e il sostare dei pianeti) o per raggiungere un certo fine².

Dunque, si fa un'ipotesi, in ambito teorico e pratico, quando si cerca di spiegare una qualche circostanza, supponendo che sia un caso che consegue da una qualche ragione generale. Se focalizziamo l'attenzione sull'ambito *teoretico*, vediamo che Kant si occupa in special modo della scienza della natura dove le ipotesi sono addirittura «indispensabili»³. Relativamente a tale ambito Kant stabilisce un protocollo di ammissibilità delle ipotesi costituito da tre requisiti⁴:

1. la supposizione dell'ipotesi deve essere possibile:

di ciò che deve servire come i p o t e s i per spiegare la possibilità di un dato fenomeno bisogna che sia almeno interamente certa la possibilità. È sufficiente che circa un'ipotesi io rinunci alla conoscenza della realtà [...] non posso sacrificare più di questo; la possibilità di ciò che metto a fondamento di una spiegazione dev'essere almeno sottratta ad ogni dubbio, perché altrimenti non vi sarebbe un termine per le vuote fantasie⁵.

Ad esempio, nel fare un'ipotesi che spieghi i fenomeni vulcanici il requisito della possibilità è soddisfatto dalla supposizione di un fuoco sotterraneo⁶, ma non lo è dalla supposizione che la Terra sia un animale i cui umori producono calore, poiché questa supposizione è una «mera finzione»⁷;

² *Die Metaphysik der Sitten*, AA 6:35 (trad. it. di G. Vidari, riv. da N. Merker, *La metafisica dei costumi*, Laterza, Roma-Bari 1983, 1970, p. 349).

³ *Logik*, AA 9:86.

⁴ Cfr. *Logik*, AA 9:85-6; *KrV*, A 769-82/B 797-810.

⁵ *Kritik der Urtheilskraft*, AA 5:466 (trad. it. di A. Gargiulo, riv. da V. Verra, *Critica del Giudizio*, Laterza, Bari 1972, p. 349).

⁶ Cfr. *Logik*, AA 9:85; cfr. anche *Logik Blomberg*, AA 24:89-90 e *Wiener Logik*, AA 24:887. Nella *Physische Geographie*, AA 9:259, si suppone che al centro della Terra non vi sia «un vero fuoco», poiché questo «non si manterrebbe senza la concomitanza dell'aria», ma vi sia una materia incandescente, ad esempio dei metalli fusi «o qualcosa di simile». Cfr. E. Adickes, *Kant als Naturforscher*, de Gruyter, Berlin 1924-1925, vol. II, pp. 353 ss.

⁷ *Logik*, AA 9:85. Cfr. *Logik Pöhlitz*, AA 24:559.

2. il rapporto di conseguenza [*Consequenz*] deve essere tratto correttamente, cioè le conseguenze [*Folgen*] tratte dal fondamento ipotizzato devono *sequire* effettivamente da esso. Questo è il passo deduttivo dell'ipotesi⁸;

3. l'ipotesi deve essere una sola e non deve sostenersi con ipotesi ausiliarie perché deve essere sufficiente a spiegare ciò che deve spiegare. Kant mette così in guardia dall'errore di Tycho de Brahe che, per spiegare il sostare dei pianeti, assunse come ipotesi dei cicli, e per spiegare questi cicli devianti assunse l'ipotesi ausiliaria che ci fossero cicli nei cicli, e così via all'infinito⁹.

Una volta formulata un'ipotesi nel rispetto di questi tre requisiti – che la *KrV* presenta come caso speciale dei «presunti predicati trascendentali delle cose», racchiusi nella formula scolastica «*quodlibet ens est UNUM, VERUM, BONUM*»¹⁰ – occorre metterla alla prova.

2. Le prove delle ipotesi

Le prove delle ipotesi sono indirette o *a posteriori*: quando si fanno ipotesi si cerca di provare la supposizione fatta risalendo ad essa dalle conseguenze favorevoli che se ne sono tratte. Ecco perché l'ipotesi è «un tener per vero il giudizio sulla verità di un fondamento in virtù della sufficienza delle conseguenze»¹¹. Kant però sottolinea che la prova *a posteriori* è una prova conclusiva solo se si risale al fondamento da tutte le sue conseguenze favorevoli¹².

Non essendo pensabile un esame di tutte le possibili conseguenze di un'ipotesi empirica, la sua prova indiretta non è mai conclusiva: «che

⁸ Cfr. *Logik*, AA 9:85.

⁹ Cfr. *Wiener Logik*, AA 24:889. Cfr. pure *Logik Philippi*, AA 24:440; *Logik Pöhlitz*, AA 24:559. La *Logik Blomberg*, AA 24:222 e 223, critica sotto il profilo dell'unicità l'ipotesi dei vortici di Cartesio.

¹⁰ *KrV*, B 113. Secondo Kant si tratta solo di «esigenze e criteri logici di ogni conoscenza delle cose in generale», a fondamento della quale gli scolastici «pongono le categorie della quantità, che sono: unità, pluralità e totalità» (*KrV*, B 114). Nel caso delle ipotesi, si tratta dei tre requisiti della «comprensibilità del principio esplicativo assunto, cioè della sua unità (senza ipotesi sussidiarie), della verità delle conseguenze che ne derivano (accordo fra loro e l'esperienza) e finalmente dalla completezza [*Vollständigkeit*] del principio esplicativo rispetto alle conseguenze, le quali non debbono rinviare a nulla di più di quanto era stato assunto nell'ipotesi» (*KrV*, B 115).

¹¹ *Logik*, AA 9:84.

¹² *Ivi*, AA 9:52.

le ipotesi in quanto tali non possono mai ottenere certezza completa, dipende dal modo di inferire determinatamente dalle conseguenze ai fondamenti»¹³. Al tempo stesso, la necessità di ricorrere a una prova indiretta comporta che un'ipotesi empirica sia falsificata anche da una sola conseguenza contraria: «è più facile considerare e scoprire la falsità di una conoscenza, piuttosto che la verità; infatti se una conoscenza ha una sola conseguenza falsa, essa è allora totalmente falsa, sebbene si possano derivare da essa alcune conseguenze corrette»¹⁴. In tal caso, l'ipotesi va abbandonata, specialmente se nel formularla si è rispettato il requisito dell'unicità: se l'ipotesi è davvero una, allora una singola conseguenza falsa è sufficiente a farla dichiarare fallita.

Kant invita a non scoraggiarsi davanti ai fallimenti¹⁵, e anzi osserva che un'ipotesi falsificata offre utili informazioni:

Non sempre mediante ipotesi si trova ciò che si vuole, ma più spesso qualcosa d'altro, si saggia, si mette alla prova, si assume qualcosa, e si ricerca se da ciò si possono spiegare o meno le conseguenze conosciute; se si ha il primo caso, si assume l'ipotesi, se si ha il secondo caso la si rigetta¹⁶.

In breve, i fallimenti, per un verso, consentono di formulare ipotesi migliori «giacché è impossibile che colui che conosce solo tutte le vie false possibili, alla fine non debba trovare la via giusta»¹⁷, per l'altro verso, possono farci trovare «qualcosa d'altro» che non avevamo cercato.

Se ora circoscriviamo l'attenzione alle ipotesi non falsificate, resta da chiarire come Kant le consideri sotto il profilo della certezza, dato che è il desiderio di uscire dallo stato di incertezza la motivazione che spinge a fare ipotesi.

¹³ R. 2687, AA 16:471 (1780-89 o 1776-78).

¹⁴ *Logik Bauch*, in I. Kant, *Logik-Vorlesung: unveröffentlichte Nachschriften*, I *Logik Bauch*, a cura di T. Pinder, Meiner, Hamburg 1998, ms. 55, p. 87.

¹⁵ *Wiener Logik*, AA 24:889: «Chiunque faccia esperimenti formula anzitutto delle ipotesi, in quanto crede che questo o quel tentativo avrà tali conseguenze. Nel caso di una ricerca non riuscita non si perderà subito d'animo».

¹⁶ *Logik Blomberg*, AA 24:222-3.

¹⁷ Ivi, AA 24:225.

3. La modalità del tener per vero delle ipotesi: tra opinare e sapere empirico

La questione della certezza delle ipotesi va inquadrata nella dottrina kantiana del tener per vero [*Fürwahrhalten*]. Questa dottrina riguarda la modalità della certezza di una data conoscenza che prevede una triplice articolazione: opinare, credere e sapere¹⁸.

L'*opinare* è un tener per vero caratterizzato dalla consapevolezza dell'insufficienza di ragioni sia oggettive che soggettive per asserire una certa conoscenza. Il *credere* è un tener per vero tale che, sebbene sia caratterizzato dalla coscienza di non avere sufficienti ragioni oggettive a sostegno della cosa creduta, è però caratterizzato anche dalla consapevolezza di avere sufficienti ragioni soggettive per non sospendere il giudizio (assertorio). Il *sapere* è quel tener per vero che Kant chiama *certezza logica*, in quanto la distingue dalla certezza soggettiva del credere. La certezza logica è definita come un tener per vero fondato sulla consapevolezza di disporre di ragioni sufficienti soggettivamente e oggettivamente ad asserire la cosa saputa. Ciò significa che di una cosa di cui qualcuno ha certezza logica, di una cosa che *sa*, quel qualcuno può dire non solo "io sono certo" (cosa che non dice chi opina, ma può dire chi crede), ma "è certa". Il sapere, però, può essere empirico o razionale. Il sapere per eccellenza è quello razionale ed è un sapere non soggetto a variazioni e necessario. Invece, il sapere empirico, che può ben essere il risultato di un'evoluzione del tener per vero trasformatosi da opinione in sapere, è indubbiamente caratterizzato dalla certezza, ma può non essere necessario e non rimanere tale in ogni tempo: «è una vera contraddizione voler ricavare la necessità da una proposizione empirica (*ex pumice aquam*)»¹⁹.

Delineato brevemente questo quadro, si comprende perché Kant sostenga che con le ipotesi empiriche «non possiamo mai raggiungere nella nostra conoscenza una certezza *apodittica*», propria del sapere razionale²⁰. C'è un'unica possibilità che questa certezza sia raggiunta, cioè il caso in cui alla prova indiretta di un'ipotesi si possa abbinare una prova diretta o *a priori*: «se a un'ipotesi si aggiungono, oltre alle prove *a posteriori* anche ragioni *a priori*, allora essa ha certezza. Questo

¹⁸ Cfr. *Logik*, AA 9:66-70. Per un'esposizione di questo tema complesso, cfr. M. Capozzi, *Kant e la logica*, vol. I, Bibliopolis, Napoli 2002 (rist. 2013), cap. XIV, pp. 541-645.

¹⁹ *Kritik der praktische Vernunft*, AA 5:12 (trad. it. di F. Capra, riv. da E. Garin, *Critica della ragion pratica*, Laterza, Bari 1955, p. 53).

²⁰ *Logik*, AA 9:84 (corsivo aggiunto).

è il supremo dovere nella scienza della natura, cioè che si dimostri anche *a priori* ciò che si è assunto»²¹. Ma, qualora un'ipotesi fosse provata *a priori*, cesserebbe d'essere tale.

Se a un'ipotesi *non falsificata* si deve negare la certezza apodittica quale modalità del tener per vero le conviene? Deve essere chiaro che qui si stanno valutando le *ragioni oggettive* che la sostengono, cioè le conseguenze che se ne sono tratte, le quali, quand'anche fossero tutte favorevoli, non esauriscono le conseguenze possibili, trattandosi di un'ipotesi empirica. Inoltre, poiché qui si sta valutando se l'ipotesi è *certa*, sembra che, a causa delle insufficienti ragioni *oggettive* (le uniche che qui contano), un'ipotesi empirica sia solo opinabile, indipendentemente dal fatto che qualcuno (segnatamente chi l'ha proposta), ne sia soggettivamente certo, cioè creda all'ipotesi. Ne abbiamo conferma dalla *Logik Dohna-Wundlacken*, secondo cui «ogni ipotesi in fin dei conti è mera opinione»²², e anche da appunti autografi, ad esempio la R. 2693: «ipotesi è una specie di opinare con la ragione [durch die Vernunft zu meynen]»²³.

Questa non è una *diminutio*. R. B. Butts ha considerato «unfortunate» l'accostamento delle ipotesi all'opinione manifestando il timore che così le ipotesi sarebbero «purely subjective feelings»²⁴. Questo timore non ha ragion d'essere. Nella dottrina del tener per vero Kant esclude che si opini su ciò che è conoscibile *a priori*, perché in questo caso non solo si dispone di *tutte* le ragioni oggettive, ma si dispone di ragioni *a priori*, e a ciò che è conoscibile *a priori* spetta la modalità del sapere razionale, fonte di certezza apodittica²⁵. Tuttavia Kant esclude dall'ambito dell'opinione anche ciò che, fosse pure non-contraddittorio, non ha *alcuna* ragione oggettiva che lo sostenga. Ad esempio, Kant vieta di ammettere come un'opinione che «nell'universo materiale vi siano spiriti pensanti puri [...] questo si chiamerebbe fantasticare e non sarebbe cosa d'opinione»²⁶. Per opinare occorrono ragioni *oggettive*, per insufficienti che siano, ed è per questo che Kant restringe il campo dell'opinabile alle *cose di esperienza*. L'opinione

²¹ *Logik Philippi*, AA 24:440.

²² *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:746.

²³ AA 16:472 (dopo il 1790).

²⁴ R. B. Butts, *Kant and the Double Government Methodology: Supersensibility and Method in Kant's Philosophy of Science*, Reidel, Dordrecht 1984, p. 232.

²⁵ Cfr. R. 2689, AA 16:471 (anni Ottanta o 1776-79): «Nessuna opinione nella matematica, metafisica, morale».

²⁶ *Kritik der Urtheilskraft*, § 91, AA 5:467-8 (trad. cit. p. 351).

non è un sentimento puramente soggettivo²⁷.

Ciò nondimeno, un collegamento *esclusivo* delle ipotesi con l'opinione non è privo di difficoltà. Infatti se, invece di considerare tutte le illimitate conseguenze possibili (rispetto alle quali anche un'ipotesi costantemente convalidata dalle sue conseguenze è un'opinione), si considerano tutte le conseguenze effettivamente tratte fino ad un certo tempo, e se tutte queste conseguenze sono favorevoli, l'ipotesi – a condizione di evidenziare l'indicizzazione temporale – può essere tenuta per vera come un sapere empirico che, essendo basato sulla consapevolezza di sufficienti ragioni oggettive, comporta la sufficienza di ragioni soggettive da parte di chiunque sia consapevole di quelle oggettive. Dunque – come conferma la *Logik Dohna-Wundlacken* nel medesimo contesto in cui sostiene che l'ipotesi è opinione – *fin quando* non sia eventualmente falsificata da conseguenze sfavorevoli l'ipotesi ha «certezza empirica»²⁸ e, in questo senso, è «più che mera opinione»²⁹. Del resto, la dottrina kantiana del tener per vero insegna che quel che è certo empiricamente è pur sempre un sapere, ancorché non apodittico.

Un esempio della *Logik Philippi* illustra l'oscillazione delle ipotesi fra opinione e sapere empirico, pur rimarcando la contingenza di tale sapere: «Da poco è morto Monatessa un dottore di Padova che fu l'ultimo contestatore del sistema copernicano. Ma non bisogna inorgogliersi in ciò. Talora è deciso in un'epoca, qualcosa che non lo era in un'altra»³⁰. Con la scomparsa dell'ultimo contestatore di Copernico si può dire che tutta la comunità scientifica di fatto ha abbandonato l'ipotesi tolemaica. Ma questa circostanza deve servire da monito: non solo in via di principio, ma anche sulla base della storia della scienza, non dobbiamo escludere che una parte o la totalità della comunità scientifica possa aderire in «un'altra» epoca a ipotesi alternative a quelle che attualmente godono del più ampio consenso. Questa possibilità, che in una conoscenza provata *a priori* non è nemmeno concepibile, per un verso, riporta l'ipotesi nell'ambito dell'opinione, ma per un altro verso consente, grazie a un'indicizzazione temporale («in un'epoca»), di storicizzare il sapere empirico e di parlare di un'epoca in cui l'ipotesi

²⁷ Se ne ha prova ulteriore dal fatto che, quando gli sembra opportuno, Kant qualifica una certa opinione come «opinione *privata* [*Privatmeinung*]» (*KrV*, A 782/B 810). Cfr. L. Fonnesu, *Kant on Private Faith and Public Knowledge*, «Rivista di Filosofia» 106 (2015), pp. 362-390, p. 373.

²⁸ *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:747.

²⁹ *Ivi*, AA 24:746.

³⁰ *Logik Philippi*, AA 24:422.

tolemaica era stata tenuta per vera come un sapere empirico (e che lo stesso destino potrebbe essere riservato all'ipotesi copernicana).

4. Le ipotesi, l'induzione e l'analogo della certezza

Tutto ciò non ci impedisce di supporre che, oltre alle conseguenze favorevoli effettivamente tratte, che consentono una certezza empirica *pro tempore*, anche tutte le conseguenze possibili siano favorevoli. In virtù di questa supposizione, pensiamo che «se il fondamento assunto risulta in accordo con tutte le conseguenze che sono state prese in esame, sarà in accordo anche con tutte le altre conseguenze possibili»³¹. La *Logik* specifica che in tal caso «noi ci affidiamo all'ipotesi come se fosse del tutto certa, sebbene lo sia solo per induzione»³².

Queste affermazioni impongono di precisare che, nella tarda maturità, Kant qualifica l'induzione e l'analogia, quale induzione sui predicati³³, come *inferenze del Giudizio riflettente* [*Schlüsse der reflectirenden Urtheilskraft*]. Qui non è possibile entrare nei dettagli, ma per Kant il Giudizio riflettente:

procedendo dal particolare all'universale per trarre giudizi universali dall'esperienza, quindi non *a priori* (empiricamente), inferisce o da *molte cose a tutte* le cose di una specie, o da *molte* determinazioni e proprietà in cui concordano cose di una stessa specie alle *rimanenti, nella misura in cui queste appartengono allo stesso principio*. Il primo modo di inferire si chiama inferenza *per induzione*, il secondo inferenza *per analogia*³⁴.

Kant dichiara che questa attività inferenziale è eseguita dal Giudizio che *riflette* cioè, per adoperare una metafora di Meier, esegue un'attività analoga a quella di chi, avendo compitato le singole lettere di una parola, le legge raccogliendole *in unum*³⁵, e lo fa, per usare un'altra

³¹ *KrV*, A 790-91/B 818-19.

³² *Logik*, AA 9:85.

³³ Cfr. *Logik Blomberg*, AA 24:286-87: l'analogia «non è altro che un'induzione, ma solo un'induzione dal punto di vista del predicato. Se cioè due cose convergono dal punto di vista di tutte le qualità che ho potuto conoscere in esse, converranno anche nelle restanti qualità che non ho potuto conoscere in esse».

³⁴ *Logik*, AA 9:32, § 84.

³⁵ Cfr. G. F. Meier, *Metaphysik*, 4 voll., Hemmerde, Halle 1755-59, 2 ed. 1765, rist. anast. in C. Wolff, *Gesammelte Werke*, a cura di J. École et al., sez. iii, vol. 108, 3 (*Psychologie*),

metafora meieriana, assumendo il punto di vista dell'architetto che, guidato dall'idea progettuale, può *übersehen im Ganzen* le parti altrimenti solo aggregate di un edificio in costruzione³⁶. Infatti la visione collettiva di un aggregato è possibile quando se ne coglie una conformità a leggi, là dove la «conformità a leggi del contingente, si chiama finalità [*Gesetzlichkeit des Zufälligen Zweckmäßigkeit heißt*]»³⁷.

Questa capacità del Giudizio che riflette è posta in luce da Kant quando nella terza Critica gli affida la funzione di superare la dimensione di una mera aggregazione delle leggi particolari empiriche per poterle considerare secondo un'unità sistematica, ossia la funzione di non limitarsi a compitare i fenomeni, ma di darne una lettura. Per esercitare questa funzione il Giudizio riflettente ha bisogno di un principio. Tale principio non può dipendere dall'assunzione dogmatica di una costituzione del mondo determinata dalla creazione divina, né dall'assunzione pragmatica dell'uniformità e costanza della natura, alla maniera del *survival axiom* di 'sGravesande³⁸, né dall'esperienza «perché è un principio, che deve fondare appunto l'unità di tutti i principi empirici sotto principi parimenti empirici ma superiori»: un tale principio il Giudizio riflettente «può dunque darselo soltanto esso stesso come legge»³⁹. Il principio in questione è:

poiché le leggi universali della natura hanno il loro fondamento nel nostro intelletto, che le prescrive ad essa (sebbene soltanto secondo il concetto universale della natura in quanto tale), le leggi particolari empiriche, rispetto a ciò che dalle prime vi è stato lasciato indeterminato, debbono essere considerate secondo un'unità, quale avrebbe potuto stabilire un intelletto (quand'anche non il nostro) a vantaggio della nostra facoltà di conoscere, per rendere possibile un sistema dell'esperienza secondo particolari leggi della natura⁴⁰.

In virtù di questo principio si può rappresentare la natura *come se fosse*

Olms, Hildesheim 2007, § 515.

³⁶ Cfr. G. F. Meier, *Anfangsgründe aller schönen Wissenschaften*, 3 voll., Hemmerde, Halle 1748, 1749, 1750, rist. anast. dell'ediz. Halle 1754-1759, Olms, Hildesheim 1976, II, § 308.

³⁷ *Kritik der Urtheilskraft*, § 76 nota, AA 5:404 (trad. cit., p. 277).

³⁸ Cfr. M. Capozzi, *Le inferenze del Giudizio riflettente nella logica di Kant: l'induzione e l'analogia*, «Studi Kantiani» 24 (2011), pp. 11-48, pp. 20-21.

³⁹ *Kritik der Urtheilskraft*, AA 5:180 (trad. cit., p. 19).

⁴⁰ Ivi, AA 5:180 (trad. cit., pp. 19-20).

conforme a un progetto, cioè «come se un intelletto contenesse la ragione dell'unità del molteplice delle leggi empiriche di essa»⁴¹. Il principio del Giudizio riflettente si fonda sull'analisi della terza idea di ragione condotta nella *KrV*, ma ciò che lo caratterizza è che fa della finalità (che per la ragione è un principio solo regolativo) un principio che è *come se fosse oggettivo*⁴². E lo fa perché altrimenti «non vi sarebbe nessuna guida per l'esperienza e la ricerca in tanta varietà delle leggi stesse»⁴³.

Sotto il profilo logico, il principio del Giudizio riflettente sostiene gli *Schlüsse der Urtheilskraft* e il principio di *generalizzazione* che le governa il quale, nel caso dell'induzione, recita: «ciò che conviene a molte cose di un genere, conviene anche alle rimanenti», vale a dire «Uno in molti, dunque in tutti»⁴⁴. Kant insiste che il principio di generalizzazione, contrariamente a una dottrina ampiamente ricevuta, non è la premessa occulta di *inferenze deduttive razionali* (eseguite dalla ragione)⁴⁵, che hanno conclusioni *necessarie e non ampliative*, ma è il garante di inferenze *non deduttive* che hanno conclusioni *non necessarie e ampliative*, appunto inferenze «utili e indispensabili all'ampliamento della nostra conoscenza empirica»⁴⁶. Ad esempio, esaminati molti, ma non completamente enumerati, esemplari di corvo di colore nero, a rigore si dovrebbe generare il giudizio (determinante) «alcuni corvi sono neri», ma il Giudizio riflettente si spinge a concludere «tutti i corvi sono neri» ampliando per generalizzazione una determinazione contingente al di là delle occorrenze osservabili nel tempo e nello spazio. Conclusioni come questa sono prive dell'«universalità logica» che «dice qualcosa del genere o delle specie e non di tutti gli individui in un loro aggregato: infatti

⁴¹ Ivi, AA 5:180-81 (trad. cit., p. 20).

⁴² Cfr. ivi, § 76 nota, AA 5:404 (trad. cit., pp. 277-78).

⁴³ Ivi, AA 5:185 (trad. cit., p. 25).

⁴⁴ *Logik*, AA 9:133, § 84, Oss. 1.

⁴⁵ Ad esempio, secondo il manuale usato da Kant per le lezioni logiche, G. F. Meier, *Auszug aus der Vernunftlehre*, Gebauer, Halle 1752 (rist. in AA 16), § 401, AA 16:753, l'induzione è un entimema riconducibile a un *ratiocinium* categorico. Kant nega che ad eseguire inferenze induttive e analogiche possa essere la ragione che, come facoltà logica può solo subordinare, e per questo motivo, non le considera *ratiocinia*. Occorre invece una specifica facoltà che sappia generalizzare, raccogliendo in maniera trasversale o obliqua, elementi semplicemente aggregati, una facoltà che, osserva R.-P. Horstmann, *Der Anhang zur Transzendentalen Dialektik*, in G. Mohr-M. Willaschek (eds.), *Immanuel Kant: Kritik der reinen Vernunft*, Akademie, Berlin 1998, p. 544, prima era «del tutto sconosciuta».

⁴⁶ *Logik*, AA 9:133, § 84, Oss. 3.

quest'ultimo dà solo proposizioni particolari»⁴⁷, e perciò scontano il loro essere ampliative con l'essere «proposizioni generali, ma non universali in senso proprio», cioè con l'essere solo «presunzioni logiche»⁴⁸. Così, riferendosi all'inferenza per analogia, ma comprendendo ovviamente anche l'induzione, la *Logik Dohna-Wundlacken* afferma che «è inferenza di un giudizio provvisorio [*Schluß eines provvisorischen Urtheils*]. Ci si riserva di cambiarlo»⁴⁹, perché potrebbe essere compromesso da una singola istanza contraria, secondo la regola: *data instantia cadit inductio*⁵⁰.

Bisogna ora sottolineare che l'enunciato del principio di generalizzazione – «ciò che conviene a molte cose di *un genere*, conviene anche alle rimanenti» – contiene una clausola: le cose su cui compiere l'induzione devono appartenere a *un genere comune*, infatti è la presenza di una certa proprietà in alcune cose di *un genere* che ci fa presumere che tale presenza abbia un fondamento comune nel genere medesimo, e consente di inferire che quella proprietà si estende a tutte le cose del genere in questione. Ma allora tali cose devono essere *omogenee* sotto il profilo del comune genere di appartenenza, perché solo così quel che conviene a molte di esse può essere attribuito a tutte quelle appartenenti a *quel* genere. Il rispetto di questa clausola, che è qualificante al punto che «l'inferenza secondo l'induzione si chiama anche «*ob paritatem rationis*»⁵¹, fa sì che le inferenze del Giudizio riflettente procedano «con tutta esattezza [*ganz richtig*]»⁵², e ottengano la loro tardiva sistemazione nella Dottrina degli elementi della logica.

Data questa concezione, l'appello all'induzione nella dottrina delle ipotesi non altera il quadro generale della loro modalità epistemica, ma lo rende solo più articolato. Si può dire che un'ipotesi empirica: 1) è opinione (perché le sue conseguenze, anche se tutte favorevoli, sono sempre ragioni oggettive insufficienti rispetto alle illimitate conseguenze

⁴⁷ R. 3286, AA 16:758-759 (1776-78-anni Ottanta).

⁴⁸ *Logik*, AA 9:133, § 84, Oss. 2. Cfr. R. 4677, AA 17:659: la presunzione «non è anticipazione, perché non determina, ma dice solo che qualcosa è determinabile secondo una regola che è ancora da esser trovata secondo un certo esponente dato».

⁴⁹ *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:772.

⁵⁰ Cfr. G. F. Meier, *Auszug aus der Vernunftlehre*, cit., § 508, AA 16:854: «Un'istanza (*instantia*) è un'eccezione a una proposizione, da cui risulta sufficientemente che essa non è vera universalmente»; cfr. pure Id., *Vernunftlehre*, Gebauer, Halle 1752, § 562; *Logik Blomberg*, AA 24:296; *Logik Philippi*, AA 24:490: si ha un'istanza «se qualcosa è usato universalmente e io mostro che non è universale»; *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:782: «istanza è una proposizione particolare che contraddice una universale».

⁵¹ *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:777.

⁵² *Kritik der Urtheilskraft*, AA 5:464, nota (trad. cit., p. 346, nota)

possibili, e non comportano che le ragioni soggettive debbano essere sufficienti); 2) ha la certezza del sapere empirico (perché le sue conseguenze, tutte favorevoli, rapportate a tutte le conseguenze considerate di fatto fino al tempo presente, sono ragioni oggettive sufficienti, e la sufficienza delle ragioni oggettive comporta la sufficienza di quelle soggettive); 3) possiede per induzione – appellandosi al principio «se il fondamento assunto risulta in accordo con tutte le conseguenze che sono state prese in esame, sarà in accordo anche con tutte le altre conseguenze possibili»⁵³ – l'«*analogon* della certezza» completa ed è perciò «come se fosse del tutto certa»⁵⁴, sebbene in maniera provvisoria.

5. Le ipotesi e la probabilità

A questo quadro la *Logik* aggiunge un ulteriore tassello affermando che si può assegnare a un'ipotesi «un grado, ora maggiore ora minore, di probabilità»⁵⁵. Questa affermazione genera perplessità, data la dottrina kantiana della probabilità.

La probabilità [in latino *probabilitas*, in tedesco usualmente *Wahrscheinlichkeit*, ma anche *Probabilität*⁵⁶] per Kant è «un tener per vero fondato su ragioni insufficienti che tuttavia hanno con le ragioni sufficienti un rapporto maggiore di quanto non lo abbiano le ragioni del contrario»⁵⁷. Le ragioni della probabilità di un evento, per quanto insufficienti, devono essere *oggettive* e devono poter figurare al numeratore di una frazione al cui denominatore figurano le ragioni che sarebbero sufficienti alla certezza⁵⁸. Ma ciò è possibile a due condizioni: 1) tanto il numeratore quanto il denominatore della frazione devono rappresentare ragioni *omogenee*, tali da poter essere *numerate*, dal momento che «la matematica può fornire una certa misura, con la quale paragona le quantità, perché le quantità non contengono nient'altro che ciò che è omogeneo»⁵⁹; 2) il denominatore della frazione deve designare

⁵³ *KrV*, A 790-91/B 818-19.

⁵⁴ *Logik*, AA 9:85.

⁵⁵ *Ivi*, AA 9:84.

⁵⁶ Per «*Probabilität*», cfr. R. 2698, AA 16:475 (1764-75)

⁵⁷ *Ivi*, AA 9:81.

⁵⁸ *Logik Blomberg*, AA 24:196: «La probabilità è una frazione in cui la ragione sufficiente della verità è il denominatore, ma le ragioni insufficienti del tener per vero che ho sono il numeratore».

⁵⁹ *Wiener Logik*, AA 24:880.

tutte le ragioni della certezza, sì da poter costituire lo *standard* rispetto al quale *calcolare* la probabilità: «nella probabilità ci deve esser sempre un metro con cui poterla misurare. Questo metro è la certezza. Infatti, dovendo confrontare le ragioni insufficienti con quelle sufficienti, devo sapere quali sono i requisiti della certezza»⁶⁰. Kant sostiene che, soddisfatte queste condizioni:

il *calculus probabilitium* [...] non contiene giudizi probabili [*wahrscheinliche*], ma anzi del tutto certi sul grado della possibilità di certi casi in date condizioni omogenee [*gleichartige*]: casi che, nella somma di tutti i casi possibili, devono verificarsi immancabilmente secondo la regola, sebbene questa non sia sufficientemente determinata riguardo ad ogni singolo caso⁶¹.

Si può fare, con Kant, l'esempio del gioco dei dadi⁶², o più semplicemente quello del singolo lancio di una moneta. Le ragioni (i casi) che stanno al numeratore (i casi favorevoli) e quelle che stanno al denominatore (i casi possibili) della frazione che esprime il loro rapporto sono fra loro omogenee e sono *note*, così che l'evento "testa" ha probabilità $1/2$, calcolabile *a priori*. Ma se, prima e indipendentemente da qualsiasi risultato effettivo dei lanci, si è in grado di calcolare la probabilità nei termini dell'esatta misura del rapporto fra le ragioni oggettive a favore di un evento e tutte le ragioni che occorrerebbero alla certezza, si è anche in possesso di ragioni soggettive sufficienti a tener per vera tale probabilità alla maniera di un sapere razionale, cioè si può esprimere «un giudizio del tutto certo» in proposito. Perciò «il probabile appartiene alla verità come l'insufficiente al sufficiente. Infatti, se si aggiungono ulteriori ragioni alla probabilità essa diviene vera»⁶³. Per tornare all'esempio del

⁶⁰ *Logik*, AA 9:82,

⁶¹ *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können*, AA 4:369 (trad. it. di P. Carabellese, rivista da R. Assunto, nuovamente rivista da H. Hohenegger, *Prolegomeni ad ogni metafisica futura che potrà presentarsi come scienza*, Laterza, Roma-Bari 1996, p. 267).

⁶² Cfr. *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:742 e *Wiener Logik*, AA 24:880.

⁶³ *Logik Pölitz*, AA 24:507; *Warschauer Logik*, in I. Kant, *Logik-Vorlesung: unveröffentlichte Nachschriften*, II *Logik Hechsel*; *Warschauer Logik*, a cura di T. Pinder, Meiner, Hamburg 1998, ms. 9r, p. 513. Cfr. J. Bernoulli, *Ars conjectandi*, Impensis Turnisiorum fratrum, Basileae 1713, ora in *Die Werke von Jakob Bernoulli*, die Naturforschende Gesellschaft in Basel (ed.), Birkhäuser, Basel 1975, Pars IV, Caput I, p. 239: «Probabilitas enim est gradus certitudinis et ab hac differt ut pars a toto». Kant possedeva questo testo, cfr. A. Warda, *Immanuel Kants Bücher*, Breslauer, Berlin 1922, p. 38, n. 1.

lancio di una moneta, se alla frazione $1/2$ si aggiungesse al numeratore un'ulteriore ragione a favore del risultato "testa", la frazione ottenuta, $2/2$, mostrerebbe che l'evento "testa" ha verità e certezza. Kant esclude pertanto che la probabilità richieda in logica una trattazione separata sotto l'insegna di una *logica probabilium*, auspicata da molti, e per molti versi memore di un antico legame con la dialettica, ma rientri di diritto nell'analitica. Commentando il manuale di Meier, la *Logik Busolt* ricorda che «per gli aristotelici la logica si distingueva in analitica e dialettica cioè, secondo la definizione dell'Autore, in logica 1. della conoscenza certa e 2. della conoscenza probabile», e osserva che in questo modo analitica e dialettica hanno *entrambe* per oggetto la verità e differiscono solo perché l'una presenta la verità con ragioni sufficienti e l'altra con ragioni insufficienti. In questo gli aristotelici sbagliano perché solo l'analitica si occupa della verità, e lo fa anche quando tratta della probabilità (come è definita da Kant), così che «la definizione appropriata dell'analitica e della dialettica deve essere questa: l'analitica è la logica della verità, la dialettica è la logica della parvenza»⁶⁴.

Coerentemente, Kant sostiene che quando si hanno solo ragioni *eterogenee* pro e contro un qualche evento, ragioni che, non essendo omogenee, non sono numerabili, ed essendo solo contrapposte *fra loro* non sono rapportabili allo standard della certezza, non si deve usare il termine "probabilità". In questi casi, infatti, si può solo valutare, con una *ponderazione* inevitabilmente *soggettiva*, quale delle ragioni contrapposte abbia una maggiore «*verosimiglianza*» [usualmente in latino *verisimilitudo*, ma anche *verisimilitas*, e in tedesco usualmente *Scheinbarkeit*, ma anche *Schein der Wahrheit* e *Warheitsanschein*]⁶⁵. In

⁶⁴ Cfr. *Logik Busolt*, AA 24:612. Cfr. pure *Logik Hechsel*, in I. Kant, *Logik-Vorlesung: unveröffentlichte Nachschriften*, II *Logik Hechsel*; *Warschauer Logik*, cit., ms.14, p. 284. Cfr. *KrV*, A 293/B 349: «Sopra abbiamo chiamato la dialettica in generale logica della parvenza. Ciò non sta a significare che essa sia una dottrina della probabilità [*Wahrscheinlichkeit*]; questa è difatti una verità conosciuta senza ragioni sufficienti, la cui conoscenza, pur essendo difettosa, non è per questo erronea, e risulta quindi inscindibile dalla parte analitica della logica». Non seguo la traduzione di Chiodi che, come altre traduzioni italiane della *KrV*, rende *Wahrscheinlichkeit* con 'verosimiglianza', invece che con 'probabilità', facendo perdere il senso della tesi di Kant su questa decisiva questione.

⁶⁵ Cfr. *Logik*, AA 9:82, per i più rari «*verisimilitas*», cfr. R. 2698, AA 16:475 (in un'aggiunta successiva a 1764-75); «*Schein der Wahrheit*», cfr. R. 2593, AA 16:433 (1764-75); «*Warheitsanschein*», cfr. R. 1531, AA 15:959 (dopo 1797). Sulle radici della nozione di verosimiglianza nelle teorie estetiche, in particolare quelle di Bumgarten, che connette la verosimiglianza alla nozione di *eikós*, cfr. M. Capozzi, *Kant e la logica*, cit., pp. 692-99, e R. Campe, *Spiel der Wahrscheinlichkeit - Literatur und Berechnung zwischen Pascal und Kleist*, Wallstein,

breve, «quando le ragioni del tener per vero sono omogenee allora il grado del tener per vero dipende dal loro numero, ossia: allora devono essere numerate [*numerirt*]; se sono eterogenee allora devono essere ponderate [*ponderirt*]»⁶⁶. Di conseguenza, «dove le ragioni sono numerate, posso dire che è probabile, ma dove sono pesate posso dire solo che è probabile *per me*»⁶⁷, ma questa “probabilità” soggettiva altro non è che la verosimiglianza⁶⁸.

La concezione kantiana della probabilità giustifica le sopra accennate perplessità circa l’attribuzione di una probabilità alle ipotesi. Si apre infatti la questione se sia possibile considerare, oltre alla probabilità che possiamo calcolare *a priori* a partire da dati che conosciamo, che è la probabilità come è definita da Kant, anche una probabilità che intendiamo valutare quando, ignorando i dati, possiamo servirci solo dei riscontri empiricamente rilevati, e dunque *a posteriori*, una probabilità che dovrebbe coprire il caso delle ipotesi.

La probabilità *a posteriori* e la probabilità *a priori* erano state oggetto di ricerche volte a trovare un loro collegamento, ricerche in cui si era distinto Jakob Bernoulli, e alle quali accenneremo molto brevemente. Un primo collegamento era dovuto al tentativo di rispondere alla domanda se e come possiamo esser certi che la frequenza dei risultati effettivi, ad esempio in una lotteria, si approssima alla probabilità dei risultati calcolabile *a priori*, e quanto aumenta questa certezza con l’aumento delle osservazioni o prove⁶⁹. Ad esempio, data un’urna il cui contenuto a noi noto sono x biglie bianche e y biglie nere, possiamo calcolare del tutto *a priori* che la probabilità che la prima estrazione dia per risultato una biglia bianca è $x/(x+y)$. Con un celebre teorema Bernoulli dimostra che, in una serie tendente all’infinito di estrazioni con rimpiazzo, la frequenza dell’effettivo

Göttingen 2003 (trad. ingl. di E. H. Wiggins jr., *The Game of Probability: Literature and Calculation from Pascal to Kleist*, Stanford University Press, Stanford, Calif. 2013, p. 343).

⁶⁶ *Logik Pölitz*, AA 24:555; cfr. *Logik*, AA 9:82 e R. 2591, AA 16:432 (1764-75): «Nella probabilità non si devono paragonare le ragioni che si conoscono -. Con le ragioni dell’opposto, ma con le ragioni sufficienti della certezza. Quello costituisce solo la verosimiglianza, *verisimilitudo*».

⁶⁷ *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:742.

⁶⁸ Cfr. S. Funaki, *Kants Unterscheidung zwischen Scheinbarkeit und Wahrscheinlichkeit. Ihre historischen Vorlagen und ihre allmähliche Entwicklung*, Peter Lang, Frankfurt am Main 2002.

⁶⁹ Cfr. L. Daston, *Classical Probability in the Enlightenment*, Princeton University Press, Princeton 1988, p. 228.

verificarsi dell'estrazione di una biglia bianca *tende* a coincidere con la sua probabilità calcolata *a priori* (la probabilità a noi nota) secondo il grado di precisione desiderato⁷⁰. Un secondo collegamento, che è quello che qui interessa, era dovuto al tentativo di rispondere alla domanda se, quando qualcosa non può essere accertato *a priori*, può essere trovato *a posteriori* dai risultati osservati molte volte in situazioni simili, cioè se, nell'esempio dell'urna, essendo noti solo i risultati delle estrazioni, è possibile valutare la probabile proporzione delle biglie dei due colori in essa contenute. Bernoulli non solo argomenta che la probabile proporzione delle biglie è valutabile con precisione crescente al crescere delle estrazioni, ma si fa anche carico di dimostrare che, in accordo con i principi dell'*ars conjectandi*, al crescere del numero delle osservazioni cresce la probabilità di ottenere *il vero rapporto* fra il numero dei casi in cui un evento può accadere e non accadere, in maniera che questa probabilità possa infine eccedere ogni dato grado di certezza, persino quando si trattasse di convertire dati statistici di mortalità, rilevati *a posteriori*, in probabilità *a priori*. Bernoulli si impegna in questa impresa «assumendo che c'è una proporzione determinata, sebbene sconosciuta, di risultati possibili»⁷¹, assunzione che a sua volta presuppone che la natura sia uniforme e semplice, e che Dio crei solo enti determinati⁷².

Disponiamo di testi kantiani che provano, quanto meno, la sua consapevolezza di questa concezione⁷³. Ma se ci focalizziamo sulla

⁷⁰ Cfr. S. M. Stigler, *The History of Statistics. The Measurement of Uncertainty before 1900*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge Mass.-London 1986, pp. 64 ss.

⁷¹ E. D. Sylla, *Mendelssohn, Wolff, and Bernoulli on Probability*, in R. Munk (ed.), *Moses Mendelssohn's Metaphysics and Aesthetics*, Springer, Dordrecht-Heidelberg-London-New York 2011, pp. 41-63, p. 48.

⁷² Cfr. L. Daston, *Classical Probability in the Enlightenment*, cit., p. 129, che riporta come Bernoulli considerasse il caso *a priori* di «un'urna piena di sassi di diverso colore, estratti con rimpiazzo, che stanno ciascuno per le malattie del corpo umano che procurano la morte». Daston spiega (ivi, p. 238) che Bernoulli riteneva ci fosse un rapporto fra tali sassi e l'occorrenza di malattie mortali predominanti osservate, quali l'idropisia, della peste ecc., «come se le malattie fossero tristemente 'estratte' a caso dal loro opaco ricettacolo» e che, (ivi, p. 233) «in una maniera non completamente giustificata dai risultati del suo teorema», esperimenti e prove «potessero rivelare empiricamente le probabilità nascoste (la vera e a noi ignota proporzione delle malattie contenute nel corpo umano)». Sull'assunzione dell'uniformità e semplicità della natura, e della creazione divina solo di enti determinati, cfr. ivi, pp. 237 e 238.

⁷³ Cfr. R. 2619, AA 16:440 (anni Ottanta o 1776-78): «Dal numero dei casi effettivi (biglie

probabilità *a posteriori* delle ipotesi dobbiamo fare due precisazioni preliminari. La prima precisazione riguarda la condizione dell'omogeneità delle ragioni che devono caratterizzare qualsiasi genere di probabilità, per darne una lettura quantitativa. Questa condizione si può ritenere soddisfatta anche nella probabilità *a posteriori*, essendo plausibile che Kant seguisse l'esempio dei filosofi empiristi del Settecento che, come osserva Daston, avevano spostato l'accento «dagli aspetti qualitativi agli aspetti quantitativi dell'esperienza», prendendo in considerazione solo gli eventi «che erano *virtualmente* identici e che si presentavano (o mancavano di presentarsi) ripetutamente»⁷⁴. È a una siffatta *omogeneità virtuale* che Kant deve avere pensato quando attribuisce una probabilità alle ipotesi, visto che si riferisce costantemente al numero delle loro conseguenze che evidentemente considera tra loro omogenee⁷⁵. La seconda precisazione consiste nel chiarire che, se si parla della probabilità *a posteriori* di un'ipotesi, valutata a partire dalle conseguenze favorevoli, si deve comunque escludere la presenza di conseguenze sfavorevoli, nel rispetto della tesi che, se ve ne fosse anche una sfavorevole, l'ipotesi sarebbe da respingere.

Fatte queste precisazioni, possiamo esaminare il contesto in cui la probabilità delle ipotesi compare nei testi kantiani. La *Logik Pöhlitz* afferma:

se [...] tutte le conseguenze che mi sono occorse si lasciano spiegare dall'ipotesi: allora aumenta la probabilità dell'ipotesi e non c'è ragione per cui non debba ammettere che se ne lascino spiegare tutte le conseguenze possibili; - ne inferisco che tutte le conseguenze possibili sono vere, vengono quindi tenute per vere non apoditticamente, ma *per inductionem*⁷⁶.

bianche e nere) indovinare il numero che c'è di entrambi»; R. 2616, AA 16:440 (anni Ottanta o 1776-78): «Dalla moltitudine delle osservazioni trarre il vero. Come si rapporta l'inclinazione dei due sessi ad un vizio. Confessionale. Quanti biglietti perdenti sono in un'urna». Anche la *Logik Blomberg*, AA 24:38, allude alla probabilità sottostante la costituzione di «fondi assicurativi in caso di morte [*Sterbe-Cassen*]», chiaramente basata sui rilevamenti statistici di mortalità.

⁷⁴ Cfr. L. Daston, *Classical Probability in the Enlightenment*, cit., p. 228 (corsivo aggiunto).

⁷⁵ La possibilità che un'ipotesi sia sostenuta anche da "altre" assicurazioni [*Versicherungen*] è contemplata e benvenuta, ma si tratta, appunto, di un sostegno ulteriore, che si aggiunge al sostegno delle conseguenze (fra loro omogenee) alle quali l'ipotesi deve essere sufficiente, cfr. *Logik Blomberg*, AA 24:220: «se un'ipotesi è rafforzata, oltre che dalla sufficienza per le sue conseguenze, anche da altre assicurazioni, allora è confermata» (corsivo aggiunto).

⁷⁶ *Logik Pöhlitz*, AA 24:558.

Simile è il contenuto della *Logik*:

la probabilità di un'ipotesi può anche crescere ed elevarsi a un *analogon* della certezza, e cioè quando tutte le conseguenze che ci si sono presentate finora possono essere spiegate derivandole dal fondamento supposto. In tal caso, infatti, non v'è ragione per cui non dovremmo ammettere che si potranno spiegare tutte le possibili conseguenze derivandole da esso. In questo caso, allora, noi ci affidiamo all'ipotesi come se fosse del tutto certa, sebbene lo sia solo per induzione⁷⁷.

Questi testi pongono in relazione la probabilità *a posteriori* dell'ipotesi e l'inferenza induttiva, relazione che va opportunamente commentata.

1. Kant, fedele a quanto dice sull'induzione, afferma che, se tutte le conseguenze riscontrate dell'ipotesi sono favorevoli, per induzione lo sono (ancorché provvisoriamente) tutte le conseguenze possibili. Perciò, alla lettera, l'induzione vale (in assenza di conseguenze sfavorevoli) sia se tutte le conseguenze favorevoli (numerabili in quanto almeno virtualmente omogenee) sono 10, sia se sono 100 o molte di più. Ora, il riferimento al *crescere* della probabilità fa cadere l'accento sulla peculiarità della probabilità *a posteriori* di crescere all'aumentare del numero delle conseguenze favorevoli, come si legge anche nella *Logik Pölitz*: «quante più conseguenze discendono da un'ipotesi, tanto più essa è probabile, quante meno conseguenze, tanto più essa è improbabile»⁷⁸. La considerazione di *quante* sono tutte le omogenee conseguenze favorevoli dell'ipotesi (poche o molte o moltissime) non sembra perciò contrastare la concezione kantiana della probabilità *a priori*, ma è piuttosto un

⁷⁷ *Logik*, AA 9:85.

⁷⁸ *Logik Pölitz*, AA 24:559. Cfr. *Logik Philippi*, AA 24:392: «se molte conseguenze di una conoscenza sono vere, è probabile». Si osservi che, se si hanno solo alcune, poche conseguenze favorevoli, anche in assenza di sfavorevoli, si può cercare di riformulare l'ipotesi, la qual cosa la rende poco probabile specialmente se si ricorre a ipotesi ausiliarie, cfr. *Wiener Logik*, AA 24:888 sostiene: «poiché molte conseguenze sono adatte a un fondamento, tanto più è probabile che il fondamento sia vero e che sia quello corretto. Se però alcune, ma non molte, conseguenze si lasciano dedurre dall'ipotesi, e si devono fare sempre nuove ipotesi per sostenerla: allora là c'è poca probabilità». Cfr. *Logik Busolt*, AA 24:647: «quante più ipotesi sussidiarie sono necessarie, tanto più improbabile è l'ipotesi»; la *Danziger Physik*, AA 29:103, commenta: «è molto più probabile l'ipotesi, con la quale si possano spiegare tutti i fenomeni a partire da una causa, rispetto a quelle in cui si ha bisogno di molte cause per spiegare gli eventi di cui si parla, perché qui c'è già troppo artificio».

complemento alla dottrina, altrimenti indeterminata, della generalizzazione induttiva delle ipotesi, perché ne esalta *la forza* collegandola all'aumento, in termini probabilistici, delle conseguenze favorevoli.

2. Si è visto che le inferenze induttive secondo Kant sono affidabili perché sono poste sotto l'egida del principio del Giudizio riflettente che ci autorizza a pensare il mondo *come se* fosse conforme al progetto di un'intelligenza, nella consapevolezza che siamo noi stessi a farci un principio di questo pensiero senza ipostatizzare né quella intelligenza, né l'ordinamento del mondo. Il collegamento con l'induzione fa sì che anche la probabilità *a posteriori* possa essere valutata senza ipostasi di sorta, escluse decisamente dalla dottrina degli *Schlüsse der Urtheilskraft*. Del resto, Kant nemmeno tenta di servirsi, analogamente a quel che aveva fatto Bernoulli, del presupposto dell'uniformità e costanza della natura e/o di assunzioni sulle modalità della creazione divina per giungere, attraverso il progressivo incremento della probabilità *posteriori* di un'ipotesi, al superamento di ogni dato grado di certezza. Per Kant l'ipotesi resta, deve restare, provvisoria e passibile di smentite, quale che sia il numero delle conseguenze favorevoli che fanno crescere la probabilità *a posteriori*, e con essa la forza dell'induzione che ce la fa considerare *come se* fosse completamente certa.

6. *La necessità di una euristica*

L'attenzione di Kant per i requisiti, le prove, e il complesso status epistemico delle ipotesi testimonia dell'ampiezza della sua riflessione sul contesto della loro giustificazione. Invece, per quel che riguarda il «come si debba ricercare con fortuna» facendo ipotesi, Kant sembra accontentarsi di chiamare in causa la sfuggente capacità di subodorare indizi, grazie a un talento o dono naturale di cui godono studiosi di successo, ammettendo così implicitamente l'impossibilità di costituire una metodologia della scoperta. Questa impressione è avvalorata da un celebre passo dell'*Anthropologie* che afferma che per scoprire qualcosa occorre sì il «talento di sapere come si deve fare una buona ricerca», ma:

è un dono naturale quello di *giudicare previamente* [*vorläufig zu urtheilen*] (*iudicium praeivium*) dove si potrebbe trovare la verità, di andare sulla traccia delle cose e di utilizzare le più piccole circostanze affini per scoprire o trovare il cercato. La logica delle scuole non ci dice nulla al riguardo. Ma Bacone di Verulamio nel

suo *Novum Organum* ci diede uno splendido esempio del metodo come può essere scoperta per mezzo dell'esperimento la natura nascosta delle cose. Però anche questo esempio non basta per insegnare secondo determinate regole il modo come si debba ricercare con fortuna perché si deve sempre qui presupporre anzitutto qualcosa (partire da un'ipotesi), da cui si vuole procedere lungo la propria strada, e questo deve avvenire secondo principi in forma di determinati indizi, ciò che dipende appunto da come li si possa subodorare [*auswittern*]⁷⁹.

Kant dunque dichiara deludenti le cosiddette arti della scoperta offerte dalla logica delle scuole. Ad esempio, lo è l'*ars inveniendi* di Darjes sulla quale sentenzia la *Logik Hechsel*: «Darjes ha scritto un libro sull'arte della scoperta, ma né lui né nessun altro ha mai trovato con essa qualcosa»⁸⁰. Si potrebbe pensare che Kant, avendo negato che la logica sia un'*ars inveniendi*, ed avendo affermato che è solo un canone di correttezza formale, condivide l'opinione molte volte espressa nell'epistemologia del Novecento che l'incapacità euristica della logica è la banale conseguenza del fatto che non spetta ai logici occuparsi della scoperta, ma ad "altri", in particolare gli psicologi. Eppure leggiamo nella tarda *Metaphysik der Sitten*:

Un'istanza [...] che la logica deve soddisfare, ma non s'è ancora sufficientemente presa a cuore, è che essa fornisca anche regole su come *cercare* in modo conforme a un fine [*zweckmäßig*], ossia regole che non valgano sempre solo per i giudizi *determinanti*, ma anche per i giudizi *provvisori* [*vorläufige Urtheile*] (*iudicia praevia*) mediante i quali si è condotti a dei pensieri; una dottrina [*Lehre*] che può servire di indicazione perfino al matematico per le sue scoperte e che viene da lui anche spesso applicata⁸¹.

La delusione di Kant per i tentativi della logica delle scuole di sviluppare un'arte della scoperta non lo porta ad escludere l'euristica dalle competenze dei logici ma, al contrario, lo porta a esortarli a rimediare

⁷⁹ *Anthropologie in pragmatischer Hinsicht abgefaßt*, § 56, AA 7:223 (trad. it. di G. Vidari, riv. da A. Guerra, *Antropologia pragmatica*, Laterza, Roma-Bari 1985, p. 112).

⁸⁰ *Logik Hechsel*, cit., ms. 9, p. 279. Accolto l'emendamento del curatore che sostituisce 'Dabrick' con 'Darjes'. Il riferimento è a Joachim Georg Darjes, *Introductio in artem inveniendi seu logicam theoretico-practicam qua Analytica atque Dialectica in usum et iussu auditorum suorum methodo iis commoda proponuntur*, Impensis Christ. Francisci Buchii, Jenae 1742.

⁸¹ *Die Metaphysik der Sitten*, AA 6:478 (trad. cit., pp. 356-57).

alla mancata elaborazione di un'euristica adeguata che si sostituisca alla cieca fiducia nel caso: «per puro caso non si trova nulla, senza tracce e senza guida»⁸². Non che Kant neghi la possibilità di scoperte casuali e fortuite: «per procedere secondo un filo conduttore occorre solo diligenza e attenzione. Ma per trovare il filo conduttore stesso e i suoi pezzi sconnessi, occorre l'idea ingegnosa [*Einfall*], che nel pensare è proprio la stessa cosa che il colpo di fortuna è negli avvenimenti»⁸³. Tuttavia Kant ritiene che persino chi abbia il talento naturale per la scoperta (la sagacia) non debba essere istruito ad avventurarsi alla cieca fidando nella buona sorte, alla maniera di chi «inciampa in un sasso e trova un pezzo di minerale, e poi anche un filone minerario»⁸⁴.

Queste dichiarazioni favorevoli all'euristica non comportano una revisione della concezione kantiana della logica. Lo chiarisce un'osservazione marginale (1794) della *Logik Bauch* che, riferendosi a un capitolo della logica dedicato all'euristica, afferma: «questo capitolo deve ancor essere elaborato dai logici e appartiene alla Dottrina del metodo»⁸⁵. Una metodologia euristica, pertanto, non dovrebbe appartenere alla logica-canone, ossia la logica pura, consegnata alla Dottrina degli elementi, ma alla logica applicata, da ospitare nella seconda ed ultima parte di un trattato di logica: la Dottrina del metodo. Questa sistemazione, peraltro, è consentita dalla distinzione fatta nella *KrV* fra la logica pura e la logica applicata, in base alla quale la logica applicata condivide con la logica pura il requisito irrinunciabile di essere *generale*, cioè di non occuparsi di specifici contenuti, ma non concerne solo l'intelletto e la ragione, bensì un insieme di capacità cognitive umane che devono essere considerate in una più ampia prospettiva antropologica⁸⁶.

Non c'è dubbio che una metodologia euristica sarebbe utilissima per formulare ipotesi poiché «tutte le ipotesi sono autorizzazioni relative, di ammettere qualcosa arbitrariamente, cioè onde trovare intorno a

⁸² *Wiener Logik*, AA 24:862.

⁸³ R. 4997, AA 18:55-6 (1776). Ugualmente, Kant non esclude ma, al contrario, auspica che si cerchi ispirazione nell'esempio di chi ha avuto successo nella scoperta, cfr. *Wiener Logik*, AA 24:862: «Se tutto ciò fosse illustrato con esempi d'inventori, come cioè essi sarebbero giunti a questo o a quello mediante giudizi previ: ciò darebbe una guida per giungere alla scoperta di molte conoscenze».

⁸⁴ *Anthropologie*, § 56, AA 7:223 (trad. cit. modificata, p. 112).

⁸⁵ *Logik Bauch*, cit., Rand Text 87, ms. 82-84, p. 246.

⁸⁶ Cfr. M. Capozzi, *The Relevance of Anthropology for Kant's Logic*, in F. V. Tommasi (ed.), *Der Zyklus in der Wissenschaft. Kant und die 'anthropologia transcendentalis'*, «Archiv für Begriffsgeschichte», Sonderheft 14, Meiner, Hamburg 2018, pp. 167-184.

qualcosa che deve avere una causa questa causa. Sono autorizzazioni a inventare euristicamente»⁸⁷.

7. Giudizi provvisori e meditazione euristica

L'euristica è strettamente connessa con l'uso di giudizi provvisori [*vorläufige Urtheile*] o *iudicia praevia* che abbiamo visti menzionati nella *Metaphysik der Sitten*. Questi giudizi, alla lettera, precorrono e perciò sono chiamati anche «*antecedentia*»⁸⁸, o «anticipazioni [*Anticipationen*]» in quanto «si anticipa il proprio giudizio su una cosa prima ancora di avere il giudizio determinante»⁸⁹. Sono giudizi con cui «già presagiamo» la verità di una certa cosa «prima ancora di conoscerla con certezza determinata»⁹⁰, e di cui ci serviamo spesso nella nostra condotta pratica. Al tempo stesso questi sono giudizi *provvisori*, come Kant chiarisce quando dice che le inferenze del Giudizio riflettente sono inferenze per giudizi provvisori, cioè aventi conclusioni valide *pro tempore*, ma soggette a variazioni. Questa provvisorietà è fondamentale perché è uno dei caratteri che distingue i giudizi previ dai «pregiudizi [*Vorurtheile*]»⁹¹.

Non meraviglia che i giudizi provvisori siano coinvolti nella scoperta: «non c'è mai stato scopritore al mondo, e non c'è mai stato qualcuno che ha scoperto qualcosa, che al tempo stesso non abbia fatto un giudizio provvisorio riguardo alla sua scoperta e alla cosa scoperta. Egli non era certo della cosa, ma il giudizio gli spianava la

⁸⁷ R. 2681, AA 16:469 (1776 o 1778-anni Ottanta).

⁸⁸ *Logik Pölitz*, AA 24:546.

⁸⁹ *Logik*, AA 9:75. Cfr. *Logik Pölitz*, AA 24:547.

⁹⁰ *Logik*, AA 9:66-7.

⁹¹ Cfr. *Logik*, AA 9:75. Un pregiudizio è un giudizio che asseriamo prima di avere ragioni sufficienti della sua verità e che, per di più, usiamo come principio da cui deriviamo conseguenza erronee. I giudizi provvisori non sono asseriti ma sono volutamente lasciati *in suspenso* come giudizi problematici fino a quando non abbiamo ragioni sufficienti per asserirli o per rigettarli. Sulla distinzione kantiana fra “*Urtheil (iudicium)*”, come termine generale per “giudizio”, che può essere problematico, assertorio o apodittico, e “*Satz (proposizione, propositio)*”, come termine da usare solo per un giudizio assertorio (e anche per uno apodittico), cfr. *Über eine Entdeckung, nach der alle neue Kritik der reinen Vernunft durch eine ältere entbehrlich gemacht werden soll*, AA 8:193-94 nota, trad. di G. De Flaviis, *Su una scoperta secondo la quale ogni nuova critica della ragion pura sarebbe resa superflua da una più antica*, in I. Kant, *Scritti sul criticismo*, Laterza, Roma-Bari 1991, p. 70 nota. Cfr. M. Capozzi, *Kant e la logica*, cit., pp. 443-446.

strada per cercare e per sperimentare»⁹². Se si legge attentamente il seguente passo della *Wiener Logik*, si può apprezzare come il giudicare previamente sia parte integrante dell'attività dell'ipotizzare:

Si giudica previamente quando, prima di giudicare determinatamente, si hanno certe ragioni per dirigere la propria ricerca più su un oggetto che su un altro. Rispetto agli oggetti, cercando una futura conoscenza, io giudico qualcosa, in modo da poter in seguito effettuare esperimenti al riguardo. Prima di ogni invenzione deve pur essere intrapresa una ricerca⁹³.

Che noi giudichiamo provvisoriamente è dunque un fatto, ma come giudicare provvisoriamente al fine di compiere una ricerca razionalmente orientata? Questa è la domanda alla quale deve rispondere un'euristica. Non meraviglia perciò che la Logik Dohna-Wundlacken sottolinei la necessità di un capitolo della logica sull'euristica chiamando in causa esplicitamente il giudicare provvisorio: «questo capitolo finora è stato trascurato dalla logica. Ogni inventore deve giudicare previamente»⁹⁴.

Kant non si ferma agli auspici. Le sue lezioni logiche di epoca precritica, e ancor più di epoca critica, contengono istruzioni su come giudicare previamente quando parlano del “*Meditiren*”, in accordo con molti testi di logica che trattano della scoperta nel contesto della “*meditazione*”⁹⁵. La *Logik* afferma:

Quando meditiamo [*meditiren*] su un oggetto dobbiamo sempre giudicare provvisoriamente e, per così dire, già subodorare la conoscenza che acquisiremo con la meditazione [*Meditation*]. E quando si è alla ricerca di invenzioni o scoperte bisogna sempre farsi un piano provvisorio, altrimenti i pensieri vanno solo a caso. Perciò sotto il nome di giudizi provvisori si può pensare a *massime* per indagare su una cosa [...]. Giudizi siffatti hanno dunque il loro buon uso, e si potrebbero persino dare delle regole su come dobbiamo giudicare provvisoriamente su un oggetto⁹⁶.

⁹² *Logik Blomberg*, AA 24:162.

⁹³ *Wiener Logik*, AA 24:862.

⁹⁴ *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:737.

⁹⁵ Per la presenza della meditazione euristica nella tradizione logica tedesca, cfr. M. Capozzi, *Kant on Heuristics as a Desirable Addition to Logic*, in C. Cellucci-P. Pecere (eds.), *Demonstrative and Non-Demonstrative Reasoning in Mathematics and Natural Science*, Edizioni Università di Cassino, Cassino 2006, pp. 123-181, pp. 128-130.

⁹⁶ *Logik*, AA 9:75.

Il fine primario della meditazione è promuovere nuove conoscenze. Già la precritica *Logik Blomberg* afferma: «Meditare non vuol dire ricordarsi di una conoscenza che si è avuta, ma produrne di nuove, che non si sono ancora avute. Il meditare metodico evita che non ci si procuri materiali sufficienti al meditare»⁹⁷. La più tarda *Wiener Logik* evidenzia la connessione della meditazione, promotrice di nuove conoscenze, con i giudizi provvisori: «nel meditare [*beym meditiren*] dobbiamo giudicare provvisoriamente dove possa essere la verità», infatti «non appena si medita su qualcosa ci si fa dei piani prima del cui compimento precorre un certo mezzo giudizio [*halbirtes Urtheil*] sulle proprietà che devono essere ancora trovate»⁹⁸. Persino la *Logik*, che nel paragrafo della Dottrina del metodo sulla meditazione non dice quasi nulla sulla sua natura euristica⁹⁹, quando introduce i giudizi provvisori nel contesto della dottrina del tener per vero, li lega esplicitamente alla meditazione e ne esalta la funzione di guida: «i giudizi provvisori sono molto necessari, anzi indispensabili, per l'uso dell'intelletto in ogni meditazione e indagine [*bei allem Meditiren und Untersuchen*]. Infatti essi servono a guidare l'intelletto nelle sue ricerche e a rendergli disponibili a tal fine vari mezzi»¹⁰⁰.

8. La meditazione euristica come metodo multifase

Kant insegna agli uditori di uno dei suoi ultimi corsi di logica che «il meditare, pensare metodico» va incardinato su due elementi: «1. sapere esattamente che cosa davvero si vuol sapere, e poi 2. da che cosa dipende»¹⁰¹. Una volta che si sia individuato il problema da risolvere, si

⁹⁷ *Logik Blomberg*, AA 24:293. Cfr. *Logik Philippi*, AA 24:484: «Meditare non vuol dire ricordarsi di conoscenze che si sono avute, ma procurarne di nuove che ancora non si hanno».

⁹⁸ *Logik*, AA 9:75.

⁹⁹ Cfr. *Logik*, AA 9:174, § 120: «Per meditare si deve intendere un riflettere o un pensare metodico. Il meditare deve accompagnare ogni lettura e ogni apprendimento e, a tal fine, è necessario compiere prima delle ricerche preliminari, e poi ordinare i propri pensieri, ovvero collegarli secondo un metodo».

¹⁰⁰ *Logik*, AA 9:75.

¹⁰¹ *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:783-84 e ivi, AA 24:780: «1. che cosa voglio? (molti che scrivono libri non lo sanno affatto oppure ancora oscuramente). 2. donde proviene?». La *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:780, dice anche che chi si pone questi obiettivi è «l'uomo giudizioso», cioè l'uomo capace di quella che Crusius chiamava la riflessione «*judiciöse*» o «*meditatio dianöetica*» che dirige le forze intellettive, secondo

può attivare una procedura euristica che i testi di Kant sulla meditazione ci consentono di ricostruire come un metodo multifase che ci avvii alla soluzione.

I Fase. Bisogna raccogliere materiali su cui meditare con tecniche che richiamano una sorta di *brainstorming*: il pensiero tumultuoso. A tal fine è utile leggere: «Nel meditare si ha necessità di un oggetto, di conseguenza si devono raccogliere i materiali e questo avviene nel migliore dei modi mediante il pensiero tumultuoso. Per promuovere ulteriormente ciò si leggano libri, specialmente quando si tratta di cose storiche o polemiche: ma altrimenti il pensiero altrui dà occasione a noi stessi di nuove idee e nuovi pensieri»¹⁰². Kant raccomanda particolarmente letture di ambito diverso da quello che stiamo indagando per agevolare digressioni foriere di nuove idee: «Poiché [...] la nostra immaginazione una volta che è portata su un tragitto, non lo abbandona; così, affinché non si osservi sempre l'oggetto solo da un punto di vista, ci si deve sforzare di staccarsi di frequente, di leggere libri di tutt'altra materia, e di fare per così dire una diversione»¹⁰³. Inoltre, seguendo l'esempio di Lambert, Kant consiglia la lettura dei lessici: «Lambert usava *lexica* e andava in cerca di sinonimi, analogie ecc. ecc., e in tal modo si ottiene la molteplicità»¹⁰⁴. I lessici erano usati da Lambert soprattutto per rintracciare le etimologie di concetti astratti facendo così emergere ciò che nel loro significato originale c'era di «particolare e sensibile»¹⁰⁵, e dunque capace di offrire una loro esibizione sensibile indiretta, andando incontro al bisogno degli agenti conoscitivi umani di rendere comprensibile un concetto attraverso l'analogia con qualcosa tratto dai sensi¹⁰⁶.

un fine, al raggiungimento di «una conoscenza della verità più distinta e completa, o più certa, o più estesa», cfr. C. A. Crusius, *Weg zur Gewißheit und Zuverlässigkeit der menschlichen Erkenntniß*, Leipzig 1747, riprod. in Id., *Die philosophischen Hauptwerke*, a cura di G. Tonelli, vol. 3, Olms, Hildesheim 1965, § 566.

¹⁰² *Logik* Busolt, AA 24:685.

¹⁰³ *Ibidem*.

¹⁰⁴ *Ibidem*.

¹⁰⁵ Cfr. J. A. Eberhard, *Über Lamberts Verdienste um die theoretische Philosophie*, in H. J. Lambert, *Logische und philosophische Abhandlungen*, vol. II (1787), riprod. in Id., *Philosophische Schriften*, a cura di H. W. Arndt, Olms, Hildesheim 1965-, vol. VII, p. 345.

¹⁰⁶ Cfr. *Die Religion innerhalb der Grenzen der bloßen Vernunft*, AA 6:65 nota (trad. cit. p. 68 nota). Cfr. G. Lakoff-R. Núñez, *Where Mathematics Comes From. How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*, Basic Books, New York 2000, p. 39: «one of the principal results in cognitive science is that abstract concepts are typically understood, via metaphor, in terms of more concrete concepts».

II Fase. Bisogna scrivere «tutti i pensieri così come vengono, senza ordine»¹⁰⁷, cioè fissare su carta i materiali acquisiti nella prima fase, nella sequenza in cui si sono presentati. La scrittura come parte del metodo di ricerca figurava in una lettera di Lambert a Kant: «per prima cosa scrivo in brevi proposizioni tutto ciò che mi viene in mente sulla cosa, e anzi esattamente nell'ordine in cui mi viene in mente, sia esso chiaro di per sé o solo presumibile o dubbio o persino parzialmente in contraddizione l'uno con l'altro»¹⁰⁸. Anche un famoso libro posseduto da Kant¹⁰⁹, la *Medicina mentis* di Tschirnhaus, si soffermava sulla funzione dello scrivere nel fare ricerca: «se buoni pensieri ci sovengono (qualcosa che accade spesso senza sperarlo nel mezzo di una conversazione con altri, quando non stiamo nemmeno pensando all'acquisizione della verità), scriviamoli giorno per giorno e nell'ordine in cui ci imbattiamo in essi»¹¹⁰. Questa della scrittura non è una fase banale: i pensieri fluenti *nel tempo*, una volta scritti, acquistano una dimensione *spaziale* che rende possibile considerarli come “cose” che, senza affaticamento della memoria, possiamo manipolare e disporre secondo qualsiasi ordine decidiamo di imporre loro.

III Fase. Bisogna ordinare catalogando. Questa è l'autentica fase dell'ordine perché il materiale fissato con la scrittura nella sequenza con cui lo si è trovato viene catalogato distribuendolo sotto titoli. Nell'uso di Kant, e nella letteratura logica dell'*aetas kantiana*, «titolo [Titel]» è un luogo della topica. Nella retorica i *topoi* o *loci* avevano una funzione euristica, perché erano un insieme-base di categorie di relazioni tra idee che fungevano da strumento per trovare ciò che è disponibile nel proprio bagaglio di conoscenze, in modo da parlare in modo persuasivo su ogni problema¹¹¹. Ma la topica, che è un aiuto alla memoria¹¹², non è solo questo perché è «una guida incomparabile alla

¹⁰⁷ *Logik Blomberg*, AA 24:293.

¹⁰⁸ Lettera del 3 febbraio 1766, AA 10:63.

¹⁰⁹ Cfr. A. Warda, *op. cit.*, p. 30. La *Logik Busolt*, AA 24:613 elogia questo libro: «Von Tschirnhausen scrisse una *Medicina mentis et corporis mathematice illustratur*, che va molto raccomandata».

¹¹⁰ Cfr. E. W. von Tschirnhaus, *Medicina mentis, sive artis inveniendi praecepta generalia* (Amstelodami 1687), *editio nova* Lipsiae 1695, riprod. (con *Einleitung* di W. Risse), Olms, Hildesheim 1964, p. 235.

¹¹¹ W. J. Ong, *Ramus, Method, and the Decay of Dialogue. From the Art of Discourse to the Art of Reason*, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1983 (I ed. 1938), p. 104.

¹¹² *Anthropologie*, § 34, AA 7:184 (trad. cit., p. 70): «la topica, cioè un'opera speciale che raccoglie quei concetti generali chiamati *luoghi comuni*, che sono divisi per classi, come in una biblioteca i libri in scaffali con diverse etichette, facilita moltissimo la memoria».

riflessione nelle scienze»¹¹³. Infatti, nella fase della meditazione dedicata all'ordine collochiamo i materiali, che ci siamo procurati, nelle caselle di una griglia intellettuale, che non è una griglia standard prefissata, ma è di nostra scelta in quanto le caselle che la compongono recano titoli che riflettono la nostra competenza in una certa quantità di campi del conoscere¹¹⁴. Riscontrare la presenza di una stessa cosa sotto titoli diversi, stimola a considerarla da diversi punti di vista, sfruttando lo straordinario mezzo inventivo che è lo stabilire analogie. Il kantiano Kiesewetter coglie il nesso fra punti di vista e topica, e lo collega al meditare:

con *topica universale* si intende la scienza dei punti di vista, dai quali si può trattare ogni oggetto, ordinare il meditare su di esso e così sviscerare l'oggetto. I punti di vista particolari dai quali la topica ci insegna a trattare un oggetto nel meditare, si chiamano *titoli della topica (loci topici)*¹¹⁵.

Per esempio, se intendo risolvere un problema riguardante la virtù, «posso assegnare alla virtù, quale mezzo per raggiungere la felicità, un luogo politico, ma anche un luogo morale»¹¹⁶. Ugualmente, «conosco il moto come qualcosa che appartiene alla scienza della natura», ma lo conosco anche «nella misura in cui appartiene alla metafisica nei suoi effetti, e questo allora è il luogo metafisico del moto»¹¹⁷. La presenza della virtù sotto un titolo morale e uno politico, e del moto sotto un titolo scientifico e uno metafisico, permette di guardare alla virtù e al moto da prospettive inusitate e produttrici di nuove idee al loro riguardo.

¹¹³ *Logik Pölitz*, AA 24:596.

¹¹⁴ Cfr. M. Capozzi, *Kant on Heuristics as a Desirable Addition to Logic*, cit., p. 143 ss. per riferimenti a Lambert, Leibniz e Bacone. Per la topica e il meditare in Lambert, cfr. Id., *The Cognitive Importance of Sight and Hearing in Seventeenth and Eighteenth-Century Logic*, in C. Cellucci-E. Grosholz-E. Ippoliti (eds.), *Logic and Knowledge*, Cambridge Scholars Publishing, Newcastle 2011, pp. 3-25, pp. 14-18.

¹¹⁵ J. G. K. C. Kiesewetter, *Grundriß einer allgemeinen Logik nach Kantischen Grundsätzen. Zum Gebrauch für Vorlesungen. Begleitet mit einer weitern Auseinandersetzung für diejenigen die keine Vorlesungen darüber hören können*, I parte (*reine allgemeine Logik*), Berlin 1791, II parte (*angewandte Logik*) Berlin 1796, riprod. dell'ediz. Leipzig 1824⁴ (I parte), 1825³ (II parte), Culture et Civilisation, Bruxelles 1973, II parte, *Weitere Auseinandersetzung* ad § 33.

¹¹⁶ *Logik Pölitz*, AA 24:596. Cfr. pure *Logik Hechsel*, cit., ms. 114, pp. 486-487: «si dà alla virtù un luogo nella politica come a una dottrina della prudenza, in morale [*Moral*] come una dottrina della moralità [*Sittenlehre*]».

¹¹⁷ *Logik Hechsel*, cit., ms. 113, p. 486.

IV Fase. Bisogna fare un piano provvisorio e anticipatorio della ricerca. Questa è la fase in cui si realizza quell'intima connessione, più volte richiamata, della meditazione con il giudicare previo e provvisorio¹¹⁸.

È degno di nota che la *Logik Dohna-Wundlacken* del 1792 – che abbiamo visto individuare i due cardini del meditare nel sapere esattamente che cosa si vuol sapere, e da cosa dipende – dica anche che questo è l'ambito in cui facciamo «*judicia reflectentia*», intesi appunto come «quelli che introducono l'indagine, che mostrano 1. se una cosa richiede un'indagine, 2. come devo indagare una cosa», così che «un *judicium reflectens* è dove si pone un giudizio come un problema al fine di indagare la verità»¹¹⁹. In questa dimensione metodica, in cui ci occupiamo di risolvere problemi ben individuati, noi formuliamo giudizi provvisori la cui natura *intenzionale* – dovendo essi «*cercare* in modo conforme a un fine [*zweckmäßig*], dove si potrebbe trovare la verità»¹²⁰ – è qui sottolineata dalla *Logik Dohna-Wundlacken* mediante il nesso con la *riflessione*, che opera in maniera affine alla finalità del Giudizio riflettente, alla quale era stata dedicata la *Kritik der Urtheilskraft* pubblicata due anni prima.

Il vantaggio di formulare i giudizi provvisori nell'ultima fase di una meditazione euristica è poter mettere a frutto le fasi precedenti: proponiamo anticipazioni che promettono di guidare una ricerca di successo perché abbiamo raccolto materiali nei modi descritti, li abbiamo fissati nella scrittura, e li abbiamo ordinati nelle sezioni di una topica che ha offerto punti di vista originali e possibilmente fecondi da cui trattare il problema prescelto. È così che chi medita può contare su «ragioni per dirigere le proprie ricerche più verso un oggetto che verso un altro»¹²¹, ragioni che non sono arbitrarie o fortuite, ma possono essere ritenute *verosimili* e, in quanto tali, sostenere un giudizio previo. Scrive Kant: la «*verisimilitudo* dà il fondamento per un giudizio provvisorio»¹²², e la *Logik Pölitz* ribadisce: «la verosimiglianza dà un giudizio previo»¹²³.

La verosimiglianza è *parvenza della verità*, cioè è quel che *appare* vero ed è possibile fonte di inganno. Come può la verosimiglianza essere la base per giudizi con cui si intende precorrere l'esperienza e indirizzare

¹¹⁸ *Logik Pölitz*, AA 24:601; *Wiener Logik*, AA 24:861, 862; *Logik Busolt*, AA 24:685; *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:780.

¹¹⁹ *Logik Dohna-Wundlacken*, AA 24:737: «I giudizi provvisori nascono da ragioni che sono insufficienti, con coscienza».

¹²⁰ *Die Metaphysik der Sitten*, AA 6:478 (trad. cit., pp. 356-357).

¹²¹ *Wiener Logik*, AA 24:862.

¹²² R. 2595, AA 16:434 (1769-75).

¹²³ *Logik Pölitz*, AA 24:555.

la ricerca? Si è visto che, a differenza della probabilità, la verosimiglianza si basa su insufficienti ragioni *eterogenee* che non sono numerabili e che non sono rapportabili allo standard della certezza, motivo per cui sono solo ponderabili una di contro all'altra: se riteniamo qualcosa verosimile è perché le ragioni insufficienti a suo favore ci sono apparse più *pesanti* di quelle del contrario. Qui si insinua la possibilità di inganno: le ragioni «ponderate» sono «valutate secondo gli effetti», e questi effetti sono valutati con un criterio soggettivo cioè «secondo il superamento degli ostacoli nell'animo», e infatti ciò che si ottiene non è un «rapporto con la certezza, ma solo di una verosimiglianza a un'altra»¹²⁴. Ora, però, si tratta di attribuire verosimiglianza a qualche cosa a seguito di una ponderazione che avviene nell'ambito di una meditazione ben condotta, la quale trae le ragioni eterogenee dalle fasi di raccolta, selezione e ordinamento descritte. Non si tratta dunque di un passivo rifarsi a ciò che appare vero e che potrebbe non esserlo, ma di propendere *razionalmente* per certe ragioni, piuttosto che per altre ad esse contrarie, nella consapevolezza di non avere certezza (o misura della certezza, come nella probabilità). Ma proprio per questo il giudizio provvisorio, che si fonda sulla verosimiglianza soggettivamente assegnata in base al peso riconosciuto a ragioni eterogenee, per un verso, non dà garanzie di successo¹²⁵, per l'altro verso, non è tutelato, ma nemmeno vincolato, dalla clausola dell'omogeneità imposta alle ragioni della probabilità e alle inferenze del Giudizio riflettente, e può contenere i germi dell'innovazione. A condizione di essere consapevolmente ritenuto problematico, il giudizio provvisorio al quale si sia giunti meditando è autorizzato a sorreggere la soggettiva fiducia a servirsene come strumento euristico.

Qui la *meditatio heuristica* conclude il suo compito e si può passare alle regole di formazione e giustificazione delle ipotesi dalle quali avevamo iniziato. Infatti, una volta che la strategia euristica abbia condotto a un giudizio provvisorio ritenuto verosimile, si deve formulare un'ipotesi e porla al vaglio dei tre requisiti della possibilità, consequenzialità e unicità, requisiti che, se sono soddisfatti, la rendono ammissibile. E, una volta che, come dice Peirce, si sia compiuto il «perilous step»¹²⁶ di

¹²⁴ R. 2598, AA 16:435. Cfr. *Logik*, AA 9:82.

¹²⁵ Come dice la *Logik Philippi*, AA 24:426, «posso aver indovinato o no».

¹²⁶ Cfr. Ch. S. Peirce, *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, 8 voll., a cura di C. Hartshorne-P. Weiss, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1931-1958, 2nd ed. 1965, 2.632. È degno di nota che Peirce (ivi, 2.511) scriva: «the sense in which I have used "hypothesis" is supported by good usage. I could prove by a hundred authorities. The following is from Kant: "An hypothesis is the holding for true of the judgment of the

ammetterla, la si deve mettere alla prova. Con quel che segue – dato che si deve ricorrere a una prova *a posteriori* – relativamente alla valutazione della modalità epistemica che, qualora non sia falsificata, le compete.

9. Coda. Il “caso” dell’ipotesi copernicana

L’ipotesi copernicana è ripetutamente proposta come ipotesi-modello sia nel *corpus* logico, ad esempio nella *Logik*¹²⁷, sia in altri testi kantiani

A) L’ipotesi copernicana è esemplare rispetto al metodo della scoperta. Nella narrativa di Kant, il problema su cui medita Copernico è la «spiegazione dei movimenti celesti»¹²⁸, in particolare la spiegazione del fatto che i pianeti «visti dalla Terra, sembrano ora andare indietro, ora star fermi, ora andare avanti»¹²⁹. Posto il problema, una corretta meditazione deve ricercare da che cosa dipende. Paragonando il corso delle vicende umane al corso dei pianeti, Kant scrive che il primo, al pari del secondo, ci appare «*so widersinnisch*» perché dipende dall’erronea scelta del punto di vista da cui li consideriamo¹³⁰. Così, nella *KrV* egli riconduce l’origine dell’ipotesi copernicana proprio al non considerare l’oggetto da un unico punto di vista. Con un’esposizione fin troppo stringata Kant fa intendere che Copernico ha messo a confronto (e ponderato) le ragioni sottostanti due contrastanti punti di vista: 1) il punto di vista ‘naturale’ del comune osservatore sulla Terra, ma anche di studiosi «peraltro non ignoranti» che continuano ad adottarlo «dovessero anche impigliarsi fino all’assurdo [*bis zur Ungereimtheit*] nei cicli ed epicicli ticoniani»¹³¹, cioè il punto di vista che portava ad assumere che «l’intero insieme degli astri ruotasse intorno allo spettatore»¹³², e 2) il punto di vista conforme a «un modo contrario ai sensi [*auf eine widersinnische*

truth of a reason on account of the sufficiency of its consequents”».

¹²⁷ *Logik*, AA 9:86.

¹²⁸ *KrV*, B xvi.

¹²⁹ *Der Streit der Facultäten in drei Abschnitten*, AA 7:83 (trad. it., *Il conflitto delle facoltà in tre sezioni*, in I. Kant, *Scritti di storia, politica e diritto*, a cura di F. Gonnelli, Laterza, Roma-Bari 1995, p. 227). Cfr. *Prolegomena*, § 13 Osservazione III, AA 4:291 (trad. cit., p. 85), dove Kant chiarisce che il problema concerne la spiegazione di ciò che appare ai sensi, i quali non possono che rappresentare «il corso dei pianeti or svolgentesi per un verso, ora retrocedente, e in ciò non vi è né falsità né verità».

¹³⁰ *Ibidem*.

¹³¹ *Ibidem*.

¹³² *KrV*, B xvi.

[...] *Art*] e tuttavia vero»¹³³ – essendo «il punto di vista del Sole, cosa che solo la ragione può fare»¹³⁴ – che portava ad assumere che si facesse «ruotare lo spettatore e invece far stare in quiete gli astri»¹³⁵. Sulla base di elementi, importanti per la storia della scienza ma sui quali Kant tace, Copernico ha assegnato la palma della verosimiglianza al secondo punto di vista, nonostante si presentasse con i caratteri del paradosso¹³⁶. La qual cosa mostra *in concreto* come la verosimiglianza, a seguito di una meditazione consapevole, non debba identificarsi sempre con ciò che appare ai sensi¹³⁷: in questo caso Kant la interpreta, in termini non privi di ironia, come il fondamento che, “*auf eine widersinnische Art*”, sostiene un giudizio previo che dirige la ricerca volta a spiegare i moti dei pianeti che, dal punto di vista tolemaico, si presentano “*so widersinnlich*” da richiedere assunzioni ausiliarie assurde come i cicli e gli epicicli ticoniani.

B) L'ipotesi copernicana è un modello per quel che riguarda il rispetto dei requisiti delle ipotesi. Per esempio, nella R. 2680 Kant li riporta: «1. Il fondamento assunto deve essere certo secondo la modalità. 2. La conseguenza. 3. Unità del fondamento. Nessuna *hypothesis subsidiaria*». Aggiunge poi un'annotazione frammentaria: «ad esempio: il sistema copernicano 1. Che la terra ruoti, è possibile. 2. Che le stelle appaiano muoversi dalla mattina alla sera, è saputo con certezza. 3. Che questo possa discendere da quello»¹³⁸. Pur riconoscendo a questa ipotesi il possesso dei tre requisiti, Kant – come risulta da una sua lezione di antropologia – la menziona come esemplare anche per quanto riguarda sia la consapevolezza del rischio corso da chi fa ipotesi innovative e rivoluzionarie, sia il coraggio necessario per metterle alla prova: «inizialmente Copernico deve essersi ritratto davanti alla sua propria ipotesi, tuttavia egli ha arditamente osato (vedere) se non fosse valida e così in seguito l'ha trovata confermata»¹³⁹.

¹³³ *KrV*, B xxi nota.

¹³⁴ *Der Streit der Facultäten*, AA 7:83 (trad. cit., p. 227).

¹³⁵ *KrV*, B xvi.

¹³⁶ *Anthropologie Mrongovius*, AA 25:1225: «si danno anche proposizioni paradossali [*Paradoxe Satze*] che in realtà sono vere, p. es. la proposizione di Copernicus dell'orbita della Terra intorno al Sole».

¹³⁷ Questo era prevalentemente quanto Kant sosteneva in epoca precritica, cfr. *Logik Philippi*, AA 24:436, prima di giungere alla presentazione della verosimiglianza in termini di ponderazione di ragioni eterogenee contrastanti.

¹³⁸ R. 2680, AA 16:466-67 e 468.

¹³⁹ *Menschenkunde*, AA 25:879. Cfr. D. Schönecker-D. Schulting-N. Strobach, *Kants kopernikanisch-newtonische Analogie*, «Deutsche Zeitschrift für Philosophie» 59/4 (2011), pp. 497-518.

C) L'ipotesi di Copernico è un modello per quanto riguarda le prove *a posteriori* e il conseguente statuto epistemico: «dalla verità delle conseguenze si può inferire la verità della conoscenza solo per approssimazione; ma essa non ha evidenza logica. Così è il sistema copernicano e tutte le altre ipotesi la cui correttezza si inferisce dall'insieme delle conseguenze»¹⁴⁰. Questa è una tesi che abbiamo visto più volte conclamata: nonostante si riconosca che l'ipotesi copernicana concorda con i fenomeni celesti, dato che «i pianeti [...] si muovono nella loro regolare traiettoria, secondo l'ipotesi copernicana»¹⁴¹, e nonostante si sottolinei che «non ci si è ancora imbattuti in una sola osservazione che non ne possa essere derivata», essa ha raggiunto solo il massimo che a un'ipotesi empirica è concesso, cioè «un *analogon* della certezza»¹⁴². Tanto che diverse volte abbiamo visto Kant alludere alla possibilità che l'ipotesi copernicana possa condividere il destino di quella tolemaica.

Sappiamo che Kant adotta l'ipotesi copernicana come modello per la propria impresa filosofica. Il problema individuato da Kant è come sia possibile «stabilire qualcosa sugli oggetti prima che ci siano dati»¹⁴³, cosa indispensabile se si vuole, come si deve, far sì che la metafisica sia una scienza razionale, diversa per metodo dalla matematica, e nondimeno *a priori*. Kant ne cerca una soluzione attraverso un'analogia con la soluzione del problema di Copernico: «nella metafisica un tentativo del genere può essere messo in atto per quanto riguarda l'intuizione degli oggetti»¹⁴⁴. Infatti «se l'intuizione si deve regolare sulla costituzione degli oggetti, non vedo come sia possibile saperne qualcosa a priori»; se si cambia il punto di vista, ed «è l'oggetto (in quanto oggetto sensibile) a doversi conformare alla natura della nostra facoltà intuitiva, posso immaginare benissimo questa possibilità»¹⁴⁵.

¹⁴⁰ *Logik Philippi*, AA 24:392. Cfr. pure *Logik Busolt*, AA 24:647: «Un'ipotesi non può essere portata alla certezza apodittica. Ad esempio il sistema di Copernico è solo un'ipotesi. Non possiamo inferire con sicurezza da conseguenze date a fondamenti determinati, se non si può dimostrare che le conseguenze discendono da un unico fondamento».

¹⁴¹ Cfr. *Logik Blomberg*, AA 24:221: «il sistema copernicano è un'ipotesi. Ci si può ancora rappresentare l'opposto come possibile, per quanto ciò sia difficile e per quanto il sistema sia facile, e per quanto esso asseconi la ragione e concordi con tutti i fenomeni celesti».

¹⁴² *Wiener Logik*, AA 24:887-88.

¹⁴³ *KrV*, B xvi.

¹⁴⁴ *KrV*, B xvi-xvii.

¹⁴⁵ *KrV*, B xvii. La stessa cosa, prosegue il passo citato, si deve fare riguardo ai concetti (le categorie) mediante i quali le intuizioni, per poter divenire conoscenze, possono

Stando così le cose, l'analogia con l'ipotesi di Copernico dovrebbe comportare che anche l'ipotesi kantiana possa essere falsificata o, al massimo, possa conseguire un analogo della certezza. Ma, come rileva Hanson sollevando il problema di una palese incongruenza¹⁴⁶, in una nota della Prefazione alla seconda edizione della *KrV* Kant dichiara che la sua ipotesi sarà provata apoditticamente:

In questa Prefazione io propongo come un'ipotesi quel mutamento del modo di pensare che viene esposto nella Critica e che risulta analogo a detta ipotesi [*scilicet* quella copernicana]; e ciò per richiamare l'attenzione sui primi tentativi di un mutamento del genere, che sono sempre ipotetici; però nel corso della trattazione la prova avrà luogo non più ipoteticamente, ma apoditticamente, a partire dalla natura delle nostre rappresentazioni dello spazio e del tempo e dai concetti elementari dell'intelletto¹⁴⁷.

Contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare, Kant non abbandona il modello copernicano, ma si ispira nuovamente ad esso perché ne fa *un caso straordinario*. In questo medesimo contesto in cui preannuncia che proverà apoditticamente la propria ipotesi, Kant sostiene che essa raggiungerà la «rigorosa certezza» dell'ipotesi di Copernico, di cui loda i meriti e il coraggio:

le leggi centrali dei moti dei corpi celesti conferirono una rigorosa certezza [*ausgemachte Gewißheit*] a ciò che Copernico aveva in un primo tempo ammesso soltanto come ipotesi, e provarono nello stesso tempo l'invisibile forza (dell'attrazione *newtoniana*) che tiene unito il sistema dell'universo [*Weltbau*]; forza che sarebbe rimasta per sempre nascosta, se egli non avesse per primo osato indagare – in un modo contrario ai sensi e tuttavia vero [*auf*

essere riferite a un qualche oggetto. Se tali concetti si regolano sull'oggetto, si ripresenta la difficoltà di come sia possibile «conoscere alcunché a priori», se si cambia punto di vista e si ritiene che «gli oggetti, o, il che fa lo stesso, l'esperienza – nella quale soltanto possono esser conosciuti (in quanto oggetti dati) – si regolino su questi concetti», la difficoltà può essere superata. Sulla ricostruzione dell'adozione da parte di Kant della meditazione euristica nella sua personale ricerca, e sulle differenze che pure intercorrono fra i suoi argomenti e quelli di Copernico, cfr. M. Capozzi, *Kant on Heuristics as a Desirable Addition to Logic*, cit., pp. 153-66.

¹⁴⁶ Cfr. R. Hanson, *Copernicus' Role in Kant's Revolution*, «Journal of the History of Ideas» 20 (1959), rist. in R. F. Chadwick-C. Cazeaux (eds.), *Kant. Critical Assessments*, vol. II, Routledge, London-New York 1992, p. 39.

¹⁴⁷ *KrV*, B xxii nota.

eine widersinnische, aber doch wahre Art] – i movimenti osservati non già negli oggetti del cielo, bensì nel loro spettatore¹⁴⁸.

Un anno prima della pubblicazione di questo testo Kant aveva fornito nei *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* una fondazione *a priori* per la legge della gravitazione universale. Ciò era stato possibile perché aveva provato *a priori* «la legge newtoniana del moto, da un lato, e le due proprietà cruciali dell'immediatezza e universalità dell'attrazione gravitazionale, dall'altro»¹⁴⁹. Così, ciò che Copernico aveva ammesso per ipotesi non aveva semplicemente avuto conseguenze sempre favorevoli, in numero tale da far crescere continuamente la sua probabilità *a posteriori*, e da farle raggiungere, attraverso un passo induttivo, un analogo della certezza completa. Aveva anche ottenuto una fondazione *a priori*, cioè la fondazione a partire dai principi di quella teoria fisica dimostrata che aveva contribuito a costruire, ricavandone una «rigorosa certezza». In altri termini, quella di Copernico ha goduto dell'unica possibilità che ha un'ipotesi di raggiungere questa certezza, come previsto da un passo sopra citato: «se a un'ipotesi si aggiungono, oltre alle prove *a posteriori* anche ragioni *a priori*, allora essa ha certezza. Questo è il supremo dovere nella scienza della natura, cioè che si dimostri anche *a priori* ciò che si è assunto»¹⁵⁰. In conclusione, quella di Copernico era un'eccellente ipotesi, ma essendo stata provata *a priori*, non lo è più¹⁵¹. E allora Kant proclama che anche la *sua* ipotesi non resterà tale a lungo, perché sarà provata apoditticamente a partire dalla natura delle nostre rappresentazioni dello spazio e del tempo e dai concetti elementari dell'intelletto, considerati secondo il rivoluzionario punto di vista che aveva portato a formularla.

Sapienza Università di Roma
mirella.capozzi@uniroma1.it

¹⁴⁸ *Ibidem*.

¹⁴⁹ M. Friedman, *Kant and the Exact Sciences*, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1992, p. 255.

¹⁵⁰ *Logik Philippi*, AA 24:440.

¹⁵¹ Non sembra casuale che nella trattazione delle ipotesi della *Logik Dohna-Wundlacken* del 1792, AA 24:746-47, l'ipotesi copernicana non compaia come ipotesi-modello delle ipotesi, per così dire 'normali', cioè quelle che non cessano mai di essere ipotesi.



La trasformazione di un'ipotesi nell'Intelligenza Artificiale

di

NICOLE DALIA CILIA

ABSTRACT: The paper aims to discuss the role of hypotheses starting from the treatment that since the 40s has been given of “synthetic method” in which the simulation was seen as a test or as a control of a theory. Secondly, the well-known problem of the under-determination of the models generated by the use of the synthetic method will be highlighted, which cannot be easily solved, or neglected, starting from obtained performances. This question in fact becomes crucial if we consider that, with the current Machine Learning techniques, it is possible to obtain the same result starting from different implementation constructs. Then the problem is building the right hypothesis in favor of the explanation of the phenomenon under consideration. Thirdly, a reconstruction of the various paths that a scientific hypothesis follows from its conception to its validation in the current methods of Artificial Intelligence will be provided. In trying to evaluate the movement of scientific hypotheses from the 50s to the present, through two experimental examples that use Machine Learning techniques, we will show the passage from an explicit use of the hypothesis, which remains subject to validation or denial, to a type of hypothesis that seems emerging only *a posteriori*.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, Hypotheses, Machine Learning, Synthetic Method, Undertermination Problem

ABSTRACT: Il presente saggio ha lo scopo di discutere il ruolo delle ipotesi partendo dalla trattazione che già dagli anni '40 è stata fornita del “metodo sintetico” in cui la simulazione era vista come test o come controllo di una teoria. In secondo luogo, verrà messo in evidenza il noto problema della sottodeterminazione dei modelli generato dall'impiego del metodo sintetico, il quale non può essere risolto facilmente, o trascurato, a partire dalla scelta del livello di spiegazione più adeguato quanto a prestazioni ottenute. Tale questione infatti diventa cruciale se si considera che con le tecniche di apprendimento automatico attuali è possibile ricavare lo stesso risultato a partire da costrutti implementativi differenti. E allora il problema diventa costruire la giusta ipotesi a favore della spiegazione del fenomeno preso in

esame. In terzo luogo, verrà fornita una ricostruzione dei vari percorsi che un'ipotesi scientifica segue dalla sua ideazione alla sua validazione nelle attuali metodologie dell'Intelligenza Artificiale. Nel cercare di valutare il movimento delle ipotesi scientifiche dagli anni '50 ad oggi, attraverso due esempi sperimentali che vedono l'impiego di tecniche di *Machine Learning*, verrà evidenziato il passaggio da un uso esplicito dell'ipotesi, la quale rimane comunque soggetta a convalida o smentita, ad un tipo di ipotesi che sembra, più che altro, emergente solo a posteriori.

KEYWORDS: apprendimento automatico, intelligenza artificiale, ipotesi, metodo sintetico, sottodeterminazione dei modelli

1. Introduzione

All'interno del panorama attuale dell'Intelligenza Artificiale sembrano convivere due linee di ricerca differenti, caratterizzate da differenti obiettivi. Un primo obiettivo è quello di costruire manufatti tecnologicamente avanzati (ad esempio, robot, veicoli senza pilota) e macchine intelligenti, come quelli che sfidano gli esseri umani nei giochi o quelli chiamati a svolgere il ruolo di assistenti virtuali, per far progredire la nostra tecnologia e la nostra economia. La ricerca nelle scienze comportamentali e nelle scienze cognitive ha contribuito a questo obiettivo tecnologico, e gli organismi biologici hanno spesso ispirato la costruzione di robot e altri manufatti, dando luogo a diversi programmi di ricerca che sono chiaramente bioispirati o biomimetici¹. Un secondo obiettivo è quello di costruire (o simulare) macchine intelligenti in modo da riprodurre e infine comprendere l'intelligenza biologica.

In questa prospettiva, le simulazioni al computer e soprattutto i robot possono influenzare profondamente il nostro modo di concettualizzare il comportamento e la cognizione. Il dibattito, ancora acceso, ha contribuito a dichiarare una sorta di "dualismo" negli obiettivi dei ricercatori che operano in questi campi (e una separazione parziale dei programmi di ricerca, dei convegni e delle comunità). Riconoscere questa distinzione concettuale e questa sorta di "dualismo" è utile per evitare malintesi e false dichiarazioni dei progressi nei vari campi di ricerca. Allo stesso tempo, il dualismo non è necessariamente rigido, poiché concettualmente questi due estremi hanno due possibili direzioni di influenza: dalle

¹ V. M. A. Arbib, *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks*, MIT Press, Cambridge 2003.

scienze naturali alle scienze dell'artificiale, e dalle scienze dell'artificiale alle scienze naturali. È infatti a questo proposito che Webb afferma: «Come dovrebbe essere modellato il comportamento biologico? Un approccio relativamente nuovo è quello di indagare i problemi in neuroetologia attraverso la costruzione di modelli di robot fisici dei sistemi sensorimotori biologici»². In modo analogo Pfeifer e Bongard sostengono che gli scienziati cognitivi e i neuroscienziati hanno molto da imparare dalla robotica³. Un argomento che è stato più volte sottolineato è che l'approccio simulativo e la robotica chiedono ai ricercatori di formulare le loro richieste e le loro ipotesi in maniera più precisa. Inoltre, i robot possono essere utilizzati in vari modi, ad esempio,

come modelli operativi di confronto tra teorie specifiche, come prova di concetti, come strumenti di esplorazione concettuale per generare nuove ipotesi, o possono essere utilizzati come prove sperimentali per scoprire particolari proprietà comportamentali negli animali o negli esseri umani. [...] Addirittura possono essere utilizzati come strumenti terapeutici⁴.

Le influenze tra le scienze naturali e le scienze artificiali e tecnologiche possono essere, quindi, bidirezionali, e ci sono ricercatori che non si posizionano in uno dei due ambiti, ma in mezzo o in entrambi. Ne deriva che alcuni dei metodi che sono al giorno d'oggi influenti nelle neuroscienze (ad esempio, gli approcci alla funzione della dopamina che derivano dalla ricerca nell'apprendimento per rinforzo, gli approcci statistici per i processi decisionali e l'integrazione sensomotoria) non sono stati inizialmente sviluppati come modelli di intelligenza biologica e corroborano ulteriormente l'idea che il dualismo, di cui sopra, non è rigido⁵. I robot che sono stati inizialmente costruiti per convalidare le ipotesi scientifiche hanno successivamente proposto ai ricercatori nuovi modi di concettualizzare il problema in questione.

² B. Webb, *Using Robots to Understand Animal Behaviour*, «Advances in the Study of Behavior» 38 (2008), pp. 1-58.

³ R. E. Pfeifer-J. C. Bongard, *How the Body Shapes the Way We Think*, MIT Press, Cambridge 2006.

⁴ P. Y. Oudeyer, *On the Impact of Robotics in Behavioral and Cognitive Sciences: From Insect Navigation to Human Cognitive Development*, «IEEE Transactions on Autonomous Mental Development» 2 (2010), pp. 2-16, p. 1.

⁵ V. G. Santucci-N. D. Cilia-G. Pezzulo, *The Status of the Simulative Method in Cognitive Science: Current Debates and Future Prospects*, «Paradigmi. Rivista di Critica Filosofica» 3 (2016), pp. 51-74.

A partire da queste assunzioni, il presente saggio ha lo scopo di discutere il ruolo delle ipotesi partendo dalla trattazione che già dagli anni '40 è stata fornita del "metodo sintetico" in cui la simulazione era vista come test o come controllo di una teoria. In secondo luogo, verrà messo in evidenza il noto problema della sottodeterminazione dei modelli generato dall'impiego del metodo sintetico, il quale non può essere risolto facilmente, o trascurato, a partire dalla scelta del livello di spiegazione più adeguato quanto a prestazioni ottenute. Tale questione infatti diventa cruciale se si considera che con le tecniche di apprendimento automatico attuali è possibile ricavare lo stesso risultato a partire da costrutti implementativi differenti. E allora il problema diventa costruire la giusta ipotesi a favore della spiegazione del fenomeno preso in esame. In terzo luogo, verrà fornita una ricostruzione dei vari percorsi che un'ipotesi scientifica segue dalla sua ideazione alla sua validazione nelle attuali metodologie dell'Intelligenza Artificiale. Nel cercare di valutare il movimento delle ipotesi scientifiche dagli anni '50 ad oggi, attraverso due esempi sperimentali che vedono l'impiego di tecniche di *Machine Learning*, verrà evidenziato il passaggio da un uso esplicito dell'ipotesi, la quale rimane comunque soggetta a convalida o smentita, ad un tipo di ipotesi che sembra, più che altro, emergente solo a posteriori.

2. Metodo sintetico

Dal 1940, al fine di riprodurre e studiare i meccanismi di alcune funzioni cognitive, gli scienziati hanno seguito una metodologia conosciuta come *synthetic method*⁶. L'obiettivo del metodo sintetico è quello di testare il "meccanismo" sottostante la costruzione della macchina, non quello di riprodurre un meccanismo cognitivo. Ciò è possibile comparando il comportamento della macchina con quello dell'organismo.

Il primo tentativo esplicito di applicare il metodo sintetico fu la macchina descritta da S. Bent Russell nel 1913⁷, trent'anni prima dalla pubblicazione dell'articolo di Rosenblueth, Wiener e Bigelow⁸, solitamente

⁶ R. Cordeschi, *The Discovery of the Artificial: Behaviour, Mind and Machines Before and Beyond Cybernetics*, Kluwer, Dordrecht 2002.

⁷ S. Bent Russell, *A Practical Device to Simulate the Working of Nervous Discharges*, «Journal of Animal Behaviour» 3 (1913), pp. 1535.

⁸ A. Rosenblueth-N. Wiener-J. Bigelow, *Behaviour, Purpose and Teleology*, «Philosophy

considerato il manifesto della nascente cibernetica. Tale macchina era un dispositivo idraulico, che simulava alcune semplici forme di apprendimento associativo. La metodologia modellistica impiegata prevedeva i due passi che caratterizzano tutt'oggi il metodo sintetico:

- i. Esposizione delle ipotesi. Nel caso della macchina idraulica le ipotesi sono due: 1) la stimolazione ripetuta e ravvicinata nel tempo di neuroni dà luogo al rafforzamento delle reciproche connessioni e a un aumento della conduzione; 2) la stimolazione non ripetuta e distanziata nel tempo di neuroni dà luogo all'indebolimento delle reciproche connessioni e a una diminuzione della conduzione nervosa.
- ii. Descrizione del progetto di una macchina idraulica funzionante che "incorpora" le ipotesi e il successivo confronto dei risultati ottenuti dalla macchina con quelli delle connessioni nervose organiche per verificare se la macchina simula effettivamente le caratteristiche essenziali delle connessioni nervose.

Questa macchina rappresenta una svolta sorprendente perché per l'epoca l'idea di un dispositivo in grado di modificare il proprio comportamento in relazione all'ambiente, cioè in grado di apprendere, richiedeva un ampliamento del concetto stesso di macchina, considerata invece un mero automatismo. È proprio in questa macchina che, secondo Cordeschi, si ritrovano gli ingredienti fondamentali del metodo sintetico:

[la macchina] si comportava come previsto dalla teoria che essa incorpora, ed era un dispositivo (idraulico) funzionante, e non una delle tante generiche analogie (idrauliche) con il sistema nervoso. In questo senso, essa costituiva un test o un controllo di quella teoria, giacché «organismo meccanico (o macchina) e «organismo biologico» (o organismo propriamente detto) condividevano alcune «caratteristiche essenziali» del fenomeno indagato (l'apprendimento), rivelando una comune organizzazione funzionale al di là delle differenti strutture fisiche⁹.

La speranza era di riuscire ad ottenere su questa stessa base un test per i

of Science» 10 (1943), pp. 18-24.

⁹ R. Cordeschi, *Il Metodo Sintetico: Problemi Epistemologici nella Scienza Cognitiva*, «Sistemi intelligenti» 20/2 (2008), pp. 167-191, p. 170.

tipi di apprendimento più complessi, che al momento la macchina non riusciva a manifestare. In ogni caso, la stessa esistenza della macchina «era una prova a sostegno della sufficienza delle ipotesi neurologiche invocate nella spiegazione del fenomeno indagato»¹⁰. Già nel 1935, infatti, Thomas Ross scriveva: «La speranza è che diventi possibile controllare le diverse ipotesi psicologiche sulla natura del pensiero costruendo macchine ispirate ai principi che implicano tali ipotesi e confrontando il comportamento delle macchine con quello delle creature intelligenti»¹¹. È chiaro che questo metodo non si propone di dare alcuna indicazione sulla natura delle strutture meccaniche o le funzioni fisiche del cervello stesso, ma solo di determinare, nel modo più adeguato possibile, i tipi di funzione che possono aver luogo tra «stimolo» e «risposta». Infatti, un atteggiamento erroneo è l'idea che il costruttore di una macchina che apprende debba pensare di costruire un meccanismo fisicamente simile a quello che sta alla base dell'apprendimento umano o animale. In questa occasione Ross sembrava già essere consapevole delle caratteristiche più controverse del metodo sintetico: parlando di artefatti fisicamente diversi ma con uguali funzioni, egli formula infatti sia i problemi relativi al test di sufficienza, sia quelli relativi alla realizzabilità multipla e a quelli del funzionalismo.

In quegli stessi anni anche Kenneth Craik aveva già chiara l'importanza di tale metodo. Egli infatti scriveva che vi è differenza tra un metodo "analitico", interessato alla struttura anatomica e neurofisiologica degli organismi, e un metodo "sintetico"¹². Quest'ultimo ingloba «i principi generali» che valgono sia per gli organismi viventi sia per le macchine, considerando entrambi come complessi sistemi adattativi. Craik ne indicava tuttavia anche i rischi, sottolineando come fosse possibile che

i modelli finissero per ridursi a pure imitazioni del fenomeno studiato, dunque a esperimenti privi di ogni interesse scientifico per quanto riguarda la spiegazione del comportamento degli organismi, [...] proprio perché non condividevano con gli organismi, che si limitavano ad imitare, nessun principio funzionale comune¹³.

¹⁰ *Ibidem*.

¹¹ *Ibidem*.

¹² K. J. W. Craik, *The Nature of Explanation*, Cambridge University Press, Cambridge 1943.

¹³ R. Cordeschi, *Il Metodo Sintetico*, cit., p. 171.

In effetti già Rosemblueth *et al.* (1943) avevano sottolineato come gli artefatti potevano essere di grande interesse per la spiegazione all'interno della scienza cognitiva, solo se «erano istanziazioni di un “modello teorico”, il quale garantiva la base per il confronto tra il sistema naturale e il sistema artificiale»¹⁴. Di nuovo, dunque, compare l'idea del modello come test di una teoria, ma soprattutto viene formulato esplicitamente quel ciclo metodologico teoria-modello che sarebbe diventato pervasivo nella successiva evoluzione del metodo sintetico fino ai nostri giorni. Si tratta di elementi del metodo sintetico che hanno caratterizzato l'approccio simulativo della *Information Processing Psychology* di Newell e Simon¹⁵, poi confluita nella scienza cognitiva. Per fare un esempio ormai storico, la messa a punto del *Logic Theorist* aveva mostrato la necessità che ne venisse elaborata una “versione modificata”, come si esprimevano Newell e Simon, che prenderà la forma del *General Problem Solver* (GPS)¹⁶. Si tratta del processo “elicoidale” teoria-modello, verso modelli sempre più realistici del fenomeno indagato, i quali includessero dunque restrizioni sempre più esigenti.

2.1. Il ciclo metodologico

Per comprendere meglio il ciclo metodologico di cui si è parlato si consideri la Fig. 1, in cui sono riportati i principali agenti presenti in uno studio cognitivo.

¹⁴ A. Rosemblueth *et al.*, *Behaviour*, cit. Si veda anche G. Tamburrini-E. Datteri, *Machine Experiments and Theoretical Modelling: From Cybernetic Methodology to NeuroRobotics*, «Minds and Machines» 15/3 (2005), pp. 335-358.

¹⁵ A. Newell-H. Simon, *Human Problem Solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (NJ) 1972. Oppure A. Newell-H. Simon, *Computer Simulation of Human Thinking*, «Science» 134 (1961), pp. 2011-2017.

¹⁶ Il GPS, programma realmente implementato, rappresentava una teoria del *problem solving* umano, poiché tentava di spiegare tutto il comportamento in funzione delle operazioni di memoria, dei processi di controllo e delle regole. Il GPS aveva lo scopo di fornire un insieme di processi utilizzati per risolvere una varietà di diversi tipi di problemi, attraverso la definizione dello spazio del problema in termini di obiettivi da raggiungere e regole di trasformazione impiegabili per passare da uno stato all'altro all'interno del problema.

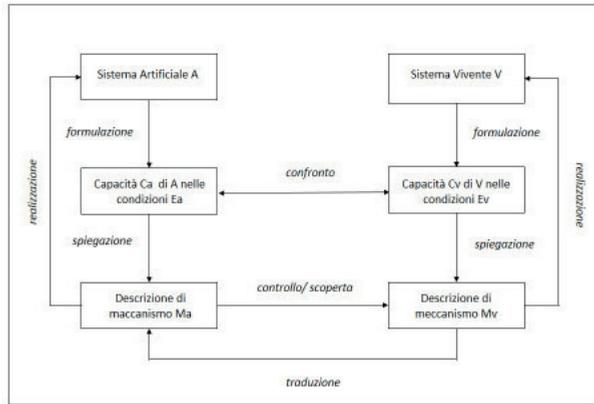


Fig. 1 – Schema metodologico per l’analisi degli studi simulativi. Tratto da E. Datteri, *Filosofia delle scienze cognitive: spiegazione, previsione, simulazione*, Carocci, Roma 2012.

Ci serviremo di un esempio per indagare come questo ciclo sia effettivamente impiegato nel processo della modellizzazione. Alcuni ricercatori statunitensi si sono proposti di scoprire il meccanismo che guida i movimenti degli astici verso le fonti di cibo attraverso scie chimiche dissolte nell’acqua, probabili indizi di fonti di nutrimento¹⁷. Per far ciò hanno costruito un piccolo robot chiamato RoboLobster, capace di muoversi sott’acqua. L’idea di fondo è che gli astici riescano a raggiungere le fonti di cibo perché sono in grado di seguire le scie chimiche emesse dal cibo e disperse dalle turbolenze marine. L’ipotesi esplicativa soggiacente dei costruttori della macchina era che l’intensità dello stimolo percepito da ogni chemiorecettore stimolasse, in proporzionalità diretta, la velocità degli organi motori del lato opposto, portando dunque l’animale a sterzare nella direzione corrispondente allo stesso lato del sensore. Attraverso il comportamento manifesto del robot – della forma per nulla somigliante a quella di un astice – hanno poi tratto la conclusione che l’ipotesi da loro formulata per spiegare il comportamento dell’animale non fosse adeguata.

Da questo esempio, come da altri, è possibile trarre uno schema metodologico per l’analisi dei modelli simulativi (si veda la Fig. 1): si

¹⁷ F. Grasso-T. Consi-D. Mountain-J. Atema, *Biomimetic Robot Lobster Performs Chemo-Orientation in Turbulence Using a Pair of Spatially Separated Sensors: Progress and Challenges*, «Robotics and Autonomous Systems» 30 (2000), pp. 115-131.

osserva un comportamento biologico e si individua un particolare meccanismo cognitivo che possa generare qual comportamento (parte destra della figura). Allora si costruisce una simulazione informatica o, come in questo caso, robotica dell'ipotesi di meccanismo da valutare; si confronta il comportamento della simulazione con quello che costituisce l'oggetto della spiegazione; concordanze e discrepanze comportamentali vengono considerate basi empiriche per rafforzare o indebolire la valutazione della plausibilità dell'ipotesi, sotto l'assunzione che il sistema abbia simulato accuratamente tale ipotesi¹⁸. In alcuni casi questa rappresentazione della teoria ha avuto una forma "virtuale", in alcuni casi è divenuta una rete neurale o un ambiente simulato su calcolatore, in altri casi la rappresentazione era data da un artefatto *embodied*, di norma un robot mobile. In ogni caso, ogni artefatto, virtuale o *embodied* che sia, in questo contesto, può essere un esempio del metodo sintetico, ovvero può risultare importante per la spiegazione del fenomeno studiato.

3. *Machine Learning*

Al discorso più generico riguardo le metodologie impiegate in intelligenza artificiale si affiancano oggi le implementazioni utilizzate. Partendo dal problema teorico della sottodeterminazione dei modelli – come abbiamo visto, messo in evidenza già da Ross (1935) – per cui uno stesso risultato sperimentale è ottenibile utilizzando costrutti implementativi differenti, cercheremo allora di indagare le recenti tecniche impiegate nell'intelligenza artificiale per far luce sul ruolo che le ipotesi oggi rivestono. Alla nascita delle teorizzazioni sul metodo sintetico, come detto, la speranza era che fosse possibile ottenere su questa stessa base un test per i tipi di apprendimento più complessi, che al momento la macchina non riusciva a manifestare. Focalizzeremo pertanto la nostra attenzione sulle maggiori tecniche di *machine learning* o, in italiano, "apprendimento automatico", utilizzate oggi negli studi di Intelligenza Artificiale.

Con *apprendimento automatico* si intende la tecnica che fornisce ai computer l'abilità di apprendere senza che questi ultimi siano stati esplicitamente programmati per farlo. Il *machine learning* tuttavia non è una tecnica ben definita e univoca ma rappresenta piuttosto

¹⁸ Per maggiori dettagli si consulti E. Datteri, *Filosofia delle scienze cognitive: spiegazione, previsione, simulazione*, Carocci, Roma 2012.

un insieme di metodi di elaborazione automatica dell'informazione sviluppati a partire dagli ultimi decenni del '900 in varie comunità scientifiche¹⁹. All'interno del *machine learning*, lo stesso Arthur Samuel²⁰, che ne coniò il termine nel 1959, identificò due approcci distinti. Il primo, indicato come rete neurale, ha lo scopo di sviluppare macchine ad apprendimento automatico (cioè in grado di imparare) in cui, grazie ad una routine di apprendimento che propaga il segnale avanti e indietro per mezzo di meccanismi di rinforzo o inibizione, la rete apprende un comportamento. Il secondo metodo, più specifico, utilizza invece reti altamente organizzate, progettate per imparare solo alcune attività specifiche. Questo approccio necessita di supervisione e richiede la riprogrammazione per ogni nuova applicazione. Tuttavia, risulta essere molto più efficiente dal punto di vista computazionale poiché è problema-specifico. Le varie direzioni di ricerca perseguite all'interno del *machine learning* sono: la statistica computazionale (*statistical computing*), il riconoscimento di pattern (*pattern recognition*), le reti neurali artificiali (*artificial neural network*), il filtraggio adattivo (*adaptive filtering technique*), la teoria dei sistemi dinamici (*dynamical systems theory*), il *data mining*, gli algoritmi adattivi (*adaptive algorithm*), ecc. L'apprendimento automatico, in particolare, esplora lo studio e la costruzione di algoritmi che possano apprendere strutture da un insieme di dati e impiegare queste strutture per fare previsioni. In altri termini, costruiscono in maniera induttiva un modello basato sui campioni presi in esame e impiegano tali modelli per fare previsioni. È facile notare che l'apprendimento automatico è strettamente legato al *pattern recognition*, cioè all'abilità di riconoscere pattern. Tale attività, evidente e cruciale per la stessa sopravvivenza degli esseri umani, ha portato a sviluppare sistemi neurali e cognitivi altamente sofisticati per progettare e costruire macchine in grado di riconoscere *pattern* forniti dal mondo esterno. Nel risolvere la miriade di problemi necessari per costruire tali sistemi, come abbiamo osservato, otteniamo una comprensione più profonda dei sistemi di riconoscimento nel mondo naturale, in particolare nell'essere umano e negli esseri animali. Per alcune applicazioni, come il riconoscimento vocale e visivo, la nostra progettazione può infatti essere influenzata dalla conoscenza di come

¹⁹ R. O. Duda-P. E. Hart-D. G. Stork, *Pattern Classification*, Wiley-Interscience, New York 2000.

²⁰ A. L. Samuel, *Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers*, «IBM Journal of Research and Development» 3/3 (1959), pp. 210-229.

questi compiti sono risolti in natura, sia per quanto riguarda le strutture hardware che per gli algoritmi impiegati. L'apprendimento automatico viene utilizzato in quei campi dell'informatica nei quali progettare e programmare algoritmi espliciti è impraticabile; tra le possibili applicazioni citiamo il filtraggio delle email per evitare spam, l'individuazione di intrusioni in una rete, il riconoscimento ottico dei caratteri, il riconoscimento vocale e il riconoscimento di impronte digitali, i motori di ricerca, le identificazioni di sequenze nel DNA e molto altro ancora.

3.1. Tipologie di compiti

Una rete neurale artificiale (ANN – *Artificial Neural Network* in inglese), normalmente chiamata solo “rete neurale” (NN – *Neural Network* in inglese), è un modello matematico-informatico di calcolo basato sulle reti neurali biologiche. Tale modello è costituito da un gruppo di interconnessioni di informazioni costituite da neuroni artificiali e processi che utilizzano un approccio di connessionismo di calcolo²¹.

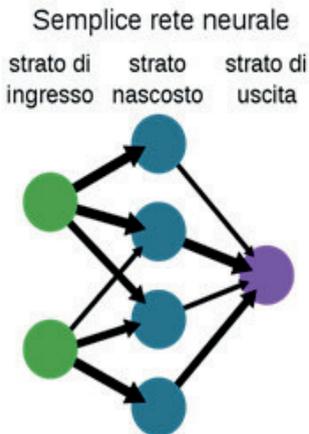


Fig. 2 – Esempio di rete neurale elementare. Tratto da: www.intelligenzaartificiale.it/reti-neurali/ (23.05.2019).

²¹ Per una sintetica ricostruzione storica, si consulti N. D. Cilia-L. Tonetti, *Introduction*, in N. D. Cilia-L. Tonetti (eds.), *Wired Bodies. New Perspectives on the Machine-Organism Analogy*, CNR Edizioni, Roma 2017, pp. 13-25.

Nella maggior parte dei casi una rete neurale artificiale è un sistema adattivo che cambia la sua struttura sulla base di informazioni esterne o interne che scorrono attraverso la rete durante la fase di apprendimento. In termini pratici le reti neurali sono strutture non-lineari di dati statistici organizzate come strumenti di modellazione. Una rete neurale artificiale riceve segnali esterni su uno strato di nodi (unità di input) d'ingresso, ciascuno dei quali è collegato con numerosi nodi interni, organizzati in più livelli. Ogni nodo elabora i segnali ricevuti e trasmette il risultato ai nodi successivi.

Tipicamente, vi sono tre grandi tecniche impiegate nel campo dell'apprendimento automatico. L'impiego di queste tecniche varia in relazione alla natura del *segnale*, o dell'input, utilizzato per l'apprendimento e dal *feedback* disponibile al sistema. Queste generiche categorie sono:

- i. Nell'apprendimento supervisionato, al programma vengono forniti degli esempi di possibili input e i rispettivi output desiderati. L'obiettivo è quello di estrarre una regola generale che associ l'input all'output corretto.
- ii. Nell'apprendimento non supervisionato, non viene fornita invece alcuna descrizione dell'output desiderato. Il programma ha quindi lo scopo di trovare una struttura negli input forniti, senza che questi siano stati etichettati in alcun modo.
- iii. Infine, nell'apprendimento per rinforzo il programma interagisce costantemente con un ambiente dinamico, cercando di raggiungere un obiettivo specifico. In questo caso al programma viene fornito solo un suggerimento riguardo il raggiungimento dell'obiettivo desiderato. Un esempio dell'impiego dell'apprendimento per rinforzo è quello di imparare le regole di un qualsiasi gioco, dall'esercizio costante con un avversario.

A metà strada tra l'apprendimento supervisionato e quello non supervisionato si pone infine l'apprendimento semi-supervisionato. Nell'utilizzo di questa tecnica si ha a disposizione un dataset incompleto per la fase di addestramento della rete (il *training*), cioè un insieme di dati, per alcuni tra i quali non è fornito il rispettivo output.

Considerando invece l'output del sistema, si potrebbe avanzare un altro tipo di tripartizione:

- i. Nella classificazione, gli input sono divisi in due o più classi e il sistema di apprendimento deve produrre un modello che permetta di assegnare ad un nuovo input una o più classi tra quelle definite. Questo compito viene solitamente affrontato

in maniera supervisionata e i possibili output sono definiti a priori. Un esempio di classificazione è il filtraggio email anti spam: le email, cioè gli input, vengono classificate nelle due cartelle “spam” e “non spam”.

- ii. Nella regressione, l'output desiderato è, invece, solitamente, un valore continuo. Non ci sono classi entro cui far ricadere il valore di output. Un esempio di regressione è la predizione dell'andamento del valore di un immobile, in un paese, avendo come input i suoi valori nel passato.
- iii. Il *clustering*, infine, così come la classificazione, permette di dividere gli input in gruppi, classi o *cluster* appunto. Tuttavia, diversamente da quanto accade per la classificazione, gli output non sono definiti a priori e quindi la rete cerca delle “somiglianze” tra i dati autonomamente per poi spartire gli output in diversi gruppi. Tale problema impiega tipicamente, quindi, un approccio non supervisionato.

3.2. *L'applicazione del machine learning attraverso due studi sperimentali*

Presenteremo adesso due studi sperimentali per analizzare il ruolo che le ipotesi hanno assunto con la nascita del *machine learning*.

Nel primo studio sperimentale che presenteremo, lo scopo è stato quello di riprodurre il riconoscimento di un'analogia percettiva, basata sulla similarità o differenza interna ad ogni coppia di stimolo. In altre parole, il modello costruito doveva riprodurre la capacità umana di riconoscere un'analogia percettiva. Il compito da eseguire era dunque quello di visualizzare due immagini, composte a loro volta da due figure tra loro uguali o differenti; riconoscere la relazione appartenente a queste due figure e infine scegliere l'immagine (tra le altre due presentate) che godesse della stessa relazione rispetto l'immagine target (la prima presentata). Come mostrato in Fig. 3, parte destra, in cui l'immagine target è quella riportata in basso, il compito prevedeva di scegliere l'immagine, tra le due mostrate in alto, che avesse la stessa relazione (di similarità o differenza) dell'immagine target. In questo caso, poichè l'immagine target riporta una relazione di differenza tra le figure componenti, l'immagine corretta da scegliere sarebbe dovuta essere la C. In linea generale, l'ipotesi del modello prevede una porzione semplificata del sistema visivo, in cui le aree LGN²², VI e

²² Il nucleo genicolato laterale (NGL) del talamo è una parte del cervello preposta al

V2²³ vengono campionate due volte in corrispondenza della presentazione di due oggetti, che possono essere diversi o uguali tra loro (Fig. 3, parte destra)²⁴. Le due campionature vengono poi valutate in modo topografico da un'area superiore, rappresentata in modo generico come parte della corteccia prefrontale PFC, entro cui viene identificata una distribuzione di neuroni che apprendono la relazione di eguaglianza e diversità (Fig. 3, parte sinistra). Per l'implementazione

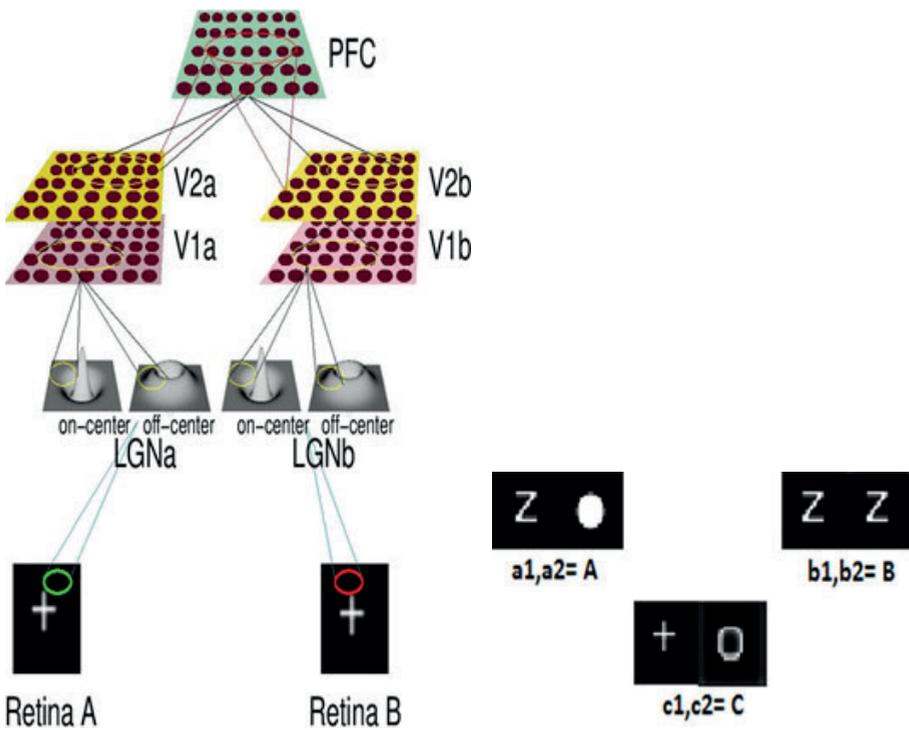


Fig. 3 – A sinistra la struttura del modello, a destra un esempio di stimolo utilizzato.

trattamento dell'informazione visiva proveniente dalla retina.

²³ Vi si riferisce alla corteccia visiva primaria e V2 alle aree visive corticali secondarie extra-striate.

²⁴ A. Plebe-N. D. Cilia, *La difficoltà nel simulare la semplicità*, in G. Airenti-M. Cruciani-M. Tirassa (eds.), *Mind the Gap: Brain, Cognition and Society*, 13th Annual Conference of the Italian Association for Cognitive Science, Università degli Studi di Torino, Torino 2016, pp. 17-24.

è stato utilizzato Topographica²⁵, il quale integra reti biologicamente realistiche di decine o centinaia di migliaia di neuroni, che formano mappe topografiche che contengono decine o centinaia di milioni di connessioni e consente di simulare qualsiasi regione corticale o sottocorticale bidimensionale, come quella visiva, uditiva, somatosensoriale. Tipicamente, i modelli comprendono più regioni cerebrali, come una parte di un percorso di elaborazione.

Per rendere più pratica la modellizzazione l'unità neurale fondamentale nella simulazione è un foglio bidimensionale di neuroni, piuttosto che un neurone o una parte di un neurone²⁶. Concettualmente, un foglio è una porzione continua bidimensionale che è in genere approssimata da una serie finita di singoli neuroni. I modelli sono costituiti da un insieme interconnesso di tali fogli, in cui ciascuna regione cerebrale è rappresentata da uno o più fogli.

L'ipotesi di apprendimento si basa sulla LISSOM (*Laterally Interconnected Synergetically Self-Organizing Map*), la quale implementa connessioni laterali modificabili e flessibili di tipo inibitorio ed eccitatorio, connessioni afferenti, il rafforzamento della coefficiente sinaptica per l'apprendimento di Hebb ecc. L'equazione è la seguente:

$$x_i^{(k)} = f \left(\gamma_{AGA} (\mathbf{a}_{r_A,i} \cdot \mathbf{v}_{r_A,i}) + \gamma_{BGB} (\mathbf{b}_{r_B,i} \cdot \mathbf{u}_{r_B,i}) + \gamma_E \mathbf{e}_{r_E,i} \cdot \mathbf{x}_{r_E,i}^{(k-1)} - \gamma_I \mathbf{i}_{r_I,i} \cdot \mathbf{x}_{r_I,i}^{(k-1)} \right).$$

L'architettura LISSOM descrive l'attivazione x_i di ogni neurone i ad un certo time step k . Possiamo dire che accanto all'ipotesi fondante il modello, che riguarda la scelta dell'implementazione specifica utilizzata (rete neurale), e all'ipotesi riguardante il modello di apprendimento, basato sulla LISSOM, le sotto ipotesi che andranno ad influenzare la bontà del modello (Fig. 5) sono strettamente legate alla modifica dei parametri mostrati in Fig. 4.

²⁵ A. Plebe, *Neurocomputational Model of Moral Behavior*, «Biological Cybernetics» 109/6 (2015), pp. 685-699.

²⁶ J. Sirosh-R. Miikkulainen-Y. Choe (eds.), *Lateral Interactions in the Cortex: Structure and Function*, The UTCS Neural Networks Research Group, Austin 1996.

layer	r_A	r_B	r_{BCK}	r_E	r_H	γ_A	γ_B	γ_{BCK}	γ_E	γ_H
LGN	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V1	0.1	-	-	0.5	0.2	2.0	-	-	1.3	-1.4
V2	0.5	-	0.5	0.1	0.9	1.	0.0	-	1.2	-1.1
PFC	0.6	0.7	-	0.1	0.8	1.2	1.5	-	2.0	-1.9

Fig. 4 – Tabella dei parametri implementati dal modello.

Questi parametri rappresentano varie caratteristiche del sistema visivo, come l'ampiezza del raggio di visione sul campo osservato o l'influenza di un neurone sul suo neurone prossimo. La modifica di tali parametri è manuale e guidata dalla letteratura sul campo. Si potrebbe dunque sostenere che le ipotesi sottostanti l'assunzione del modello vengono riformulate in funzione della prestazione finale del modello stesso.

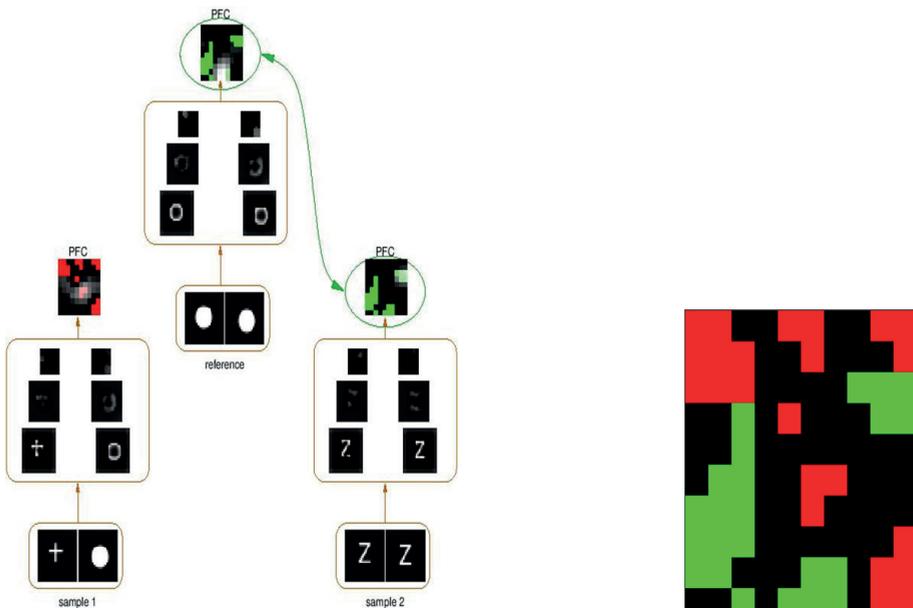


Fig. 5 – Esempio di attivazione della rete. A sinistra l'intero modello, a destra il risultato dell'addestramento.

Il secondo studio che presenteremo è stato scelto come esempio per mostrare il ruolo che le ipotesi rivestono in uno studio che utilizza le tecniche di classificazione sopra presentate. Lo scopo di questa sperimentazione è quello di utilizzare la scrittura come strumento di supporto alla diagnosi precoce di malattie neurodegenerative²⁷. La fase sperimentale si è articolata nei seguenti punti:

- a. Realizzazione di un protocollo sperimentale. Il protocollo sperimentale è l'insieme dei *task* utilizzabili per testare la compromissione del tratto grafico²⁸.
- b. Acquisizione dei dati per pazienti e gruppo di controllo (coordinate x, y, z con la tavoletta grafica Bamboo Folio della Wacom).
- c. Elaborazione dei dati con estrazione di *feature* (cioè le caratteristiche statiche e dinamiche estratte dal tratto). A partire dalle coordinate, si sono calcolate 24 *feature* rappresentanti il tratto grafico di ogni *task* per tutti i soggetti in termini di numero di *stroke*, pressione, accelerazione, velocità, *slant* (inclinazione della penna rispetto il foglio), *jerk* (o tremolio del tratto), dimensione verticale e orizzontale del tratto, durata, ecc.²⁹.
- d. Analisi dei dati con tecniche di *machine learning*: classificazione e regressione. Utilizzando algoritmi di classificazione si è cercato di addestrare il sistema a riconoscere quali *feature* fossero indici prodromici della malattia.

Mantenendo in questa sede un livello di descrizione qualitativa, possiamo dire che l'applicazione del *machine learning*, attraverso algoritmi di classificazione, permette di indentificare la classe di un nuovo obiettivo sulla base di conoscenza estratta da un *training set* (insieme di addestramento). Nel nostro caso specifico, forniti dunque i dati grafici (le coordinate trasformate in *feature*), dopo opportuno

²⁷ N. D. Cilia-C. De Stefano-F. Fontanella-A. Scotto Di Freca, *Handwriting Analysis to Support Alzheimer Disease Diagnosis: A Preliminary Study*, «Proceedings of CAIP», Salerno (di prossima pubblicazione). Si consulti anche J. Neils Strunjas-K. Groves Wright-P. Maschima-S. Harnish, *Dysgraphia in Alzheimer's Disease: A Review for Clinical and Research Purposes*, «Journal of Speech Language Hearing Research» 49 (2006), pp. 1313-1330.

²⁸ N. D. Cilia-C. De Stefano-F. Fontanella-A. Scotto Di Freca, *An Experimental Protocol to Support Cognitive Impairment Diagnosis by Using Handwriting Analysis*, «Procedia Computer Science» (2018), pp. 141, 466.

²⁹ Per ulteriori dettagli, cfr. C. De Stefano-F. Fontanella-D. Impedovo-G. Pirlo-A. Scotto Di Freca, *Handwriting Analysis to Support Neurodegenerative Diseases Diagnosis: A Review*, «Pattern Recognition Letters» 21 (2018), pp. 23-46.

addestramento, il classificatore è in grado di restituire un grado di accuratezza nella classificazione del soggetto in uno dei due gruppi (controllo o malato). Se ci chiediamo qual è stato l'obiettivo della sperimentazione in termini teorici e non puramente implementativi, è possibile rispondere che stiamo simulando un processo di decisione. In particolar modo, si è cercato di simulare il processo decisionale di un medico, il quale, in funzione di alcuni parametri, stabilisce se un paziente è o meno affetto da una patologia neurodegenerativa³⁰.

La simulazione non è altro che l'attuazione della classificazione biologica o artificiale in relazione a dei parametri (dati) ottenuti da una sperimentazione. Come abbiamo largamente discusso, nel ciclo metodologico precedentemente presentato abbiamo due grandi componenti sperimentali: l'artefatto e l'organismo biologico. Abbiamo anche osservato che ciò che differenzia i due approcci simulativi è in particolar modo la possibilità di confrontare le prestazioni della macchina a quelle dell'organismo, e ciò costituisce proprio il test della teoria che essa incorpora. Nel nostro caso, allora, il problema può essere espresso nella seguente forma: è possibile confrontare la scelta o decisione del medico con quella che opera la macchina attraverso la classificazione? Rispondendo di sì a questa domanda si sostiene che la modellizzazione ricalca il metodo sintetico e che l'ipotesi sottostante è quella generale di riprodurre un meccanismo cognitivo attraverso una simulazione e comparare i risultati ottenuti dal decisore umano e dalla macchina. Tuttavia, intenzione di tale paragrafo era quella di scendere maggiormente nel dettaglio dello strumento implementativo e chiedersi quali sottoipotesi venissero formulate, come fatto per la rete neurale.

In questo caso è in discussione il processo di diagnosi, il quale rimanda alla metodologia di *machine learning* adottata o, con ancora più precisione, allo specifico algoritmo di classificazione adottato. Come abbiamo osservato in precedenza, il sistema di classificazione, come ogni altro sistema di *machine learning* è diviso in due fasi: l'addestramento (*training*), in cui la rete riceve dei campioni e impara ad associarli all'output desiderato, cercando dei criteri per minimizzare l'errore; il *test*, in cui la rete riceve nuovi input, non osservati nella fase

³⁰ Per maggiori dettagli sugli aspetti metodologici di questo studio, cfr. N. D. Cilia-C. De Stefano-F. Fontanella-A. Scotto Di Freca, *La spiegazione nel Machine Learning: un caso neuroscientifico*, in F. Gagliardi-M. Cruciani (eds.), *Medicina, Filosofia e Cognizione*, Aracne Editrice, Roma 2019.

di addestramento, e li classifica secondo i criteri appresi. Potremmo allora sostenere che le ipotesi si inseriscono anche a questo livello, spingendo la rete a riconoscere il criterio o i criteri migliori per la classificazione dello stimolo. Questi criteri non sono altro che le *feature* immesse dallo sperimentatore in fase di creazione del *dataset*.

5. Conclusioni

Come è stato largamente presentato in 2.1., in una simulazione *model oriented* il sistema artificiale deve incorporare l'ipotesi di funzionamento, presupposta essere comune al sistema naturale. È proprio tale presupposto ad essere testato attraverso la comparazione delle prestazioni. Poiché negli studi presentati (3.2) è possibile tale confronto, si potrebbe essere tentati di concludere che il lavoro proposto sia ascrivibile completamente al metodo sintetico. In effetti, è possibile comparare le prestazioni del medico a quelle del sistema artificiale e questo ci permette di capire se l'ipotesi sottostante la categorizzazione, nel primo caso, e la classificazione nel secondo è corretta. Questo processo non è altro che l'abilità, nel nostro caso il modello teorico, comune all'uomo e alla macchina e cioè la facoltà di categorizzare o classificare.

La facoltà indagata è la categorizzazione, corrisponde a compiti di elaborazione del mero dato sensoriale e può avere come risultato finale l'individuazione di un oggetto attraverso la sua astrazione categoriale, cioè la sua inclusione in una determinata classe o categoria³¹. Nelle sperimentazioni presentate le classi sono "Stimoli Analoghi" o "Stimoli non Analoghi" e, nel secondo caso, "Paziente" o "Controllo Sano". Tuttavia, come abbiamo argomentato, le sempre più efficienti tecniche impiegate in Intelligenza Artificiale ci spingono a guardare oltre le ipotesi di costruzione del modello più alte. La forma dell'ipotesi attraverso l'uso di queste tecniche infatti sembra cambiare, prendendo posto all'interno del processo indagato solo a posteriori. Rivolgendoci alle ipotesi più prossime al fenomeno indagato, abbiamo infatti visto che nel primo studio presentato le ipotesi divengono i parametri implementati. Al variare di questi ottengo un risultato, di accuratezza nella categorizzazione dello stimolo percettivo, differente. È l'accuratezza finale che guida la bontà della mia ipotesi, che altro non è che la

³¹ F. Gagliardi, *Un'analisi cognitiva delle teorie della diagnosi*, in F. Gagliardi-M. Cruciani (eds.), *Medicina, Filosofia e Cognizione*, Aracne Editrice, Roma 2019.

modifica randomizzata o quasi (parzialmente guidata dalla letteratura o dalla plausibilità biologica a riguardo) del parametro iniziale. Nel secondo studio presentato invece, si potrebbe sostenere che oltre ad ipotizzare le classi che rappresentano l'output e i classificatori dalle migliori prestazioni, le ipotesi sono l'insieme delle *feature* utilizzate per rappresentare il tratto grafico.

Tale saggio non ha pretese di esaustività rispetto alle tecniche di intelligenza artificiale adottate nel panorama attuale e una grande parte di queste è stata, al momento, trascurata. Si pensi ad esempio al *Deep Learning* – *apprendimento profondo* o *approfondito* – il cui uso diventa sempre più dirompente e pervasivo. Il *deep learning* ha compiuto passi da gigante, ottenendo risultati che, fino a qualche decennio fa, erano pura utopia, grazie alle conquiste soprattutto in campo hardware e alla maggiore disponibilità di dati. Solo una nota conclusiva verrà spesa in tal senso per sottolineare il costante cambiamento, tuttora in corso, che le ipotesi hanno subito dagli anni '40 ad oggi. Il *deep learning* funziona creando modelli di apprendimento su più livelli. A livello teorico, il suo funzionamento è molto semplice e ci porta, ancora una volta, ad uno stringente parallelismo con il funzionamento dell'apprendimento umano e animale. Immaginiamo di elaborare una nozione. La apprendiamo e subito dopo ne elaboriamo un'altra. Il nostro cervello raccoglie gli input della prima e la elabora insieme alla seconda, trasformandola ed astraendola sempre di più. Se iteriamo questo processo, l'apprendimento così realizzato ha la forma di una piramide: i concetti più alti sono appresi a partire dai livelli più bassi. Abbiamo visto come sia importante portare il calcolatore a fare esperienza su un quantitativo sempre maggiore di dati per addestrare la rete, tuttavia nel caso del *deep learning* non vengono fornite esplicite *feature* di riferimento sulle quali basare l'addestramento. Queste sono invece implicite e pervasive nei dati grezzi che osserva la rete. È compito degli stessi algoritmi riconoscerle. Scientificamente, è corretto definire l'azione del *deep learning* come l'apprendimento di *feature* che non sono fornite dall'uomo, ma sono apprese grazie all'utilizzo di algoritmi di calcolo statistico. Ciò significa che le ipotesi, che avevamo assunto essere le *feature* nei compiti di *machine learning*, svaniscono in principio e emergono solo a posteriori dalla rete.

Possiamo concludere sostenendo che il ruolo delle ipotesi all'interno del panorama dell'Intelligenza Artificiale è sempre più articolato e difficilmente indagabile sia a causa della complessità degli studi che nel corso della sua evoluzione l'IA si è trovata ad affrontare sul

piano cognitivo o neuroscientifico, spingendosi a livelli di accuratezza sempre maggiori, sia per quanto riguarda la complessità crescente di tecniche algoritmiche di indagine impiegate. Nel cercare di valutare il movimento delle ipotesi scientifiche dagli anni '50 ad oggi, attraverso i due esempi sperimentali presentati, ciò che risulta evidente è il passaggio da un uso esplicito dell'ipotesi, la quale rimane comunque soggetta a convalida o smentita, ad un tipo di ipotesi che sembra, più che altro, emergente solo a posteriori.

Università degli Studi di Cassino
nicoledalia.cilia@unicas.it