Danilo Saccoccioni

Il Seicento e il Settecento: l'intreccio di fisica, matematica e filosofia

DIZIONARIETTO

Si premette un piccolo dizionarietto per comprendere meglio e senza ambiguità il testo, senza pretendere completezza nel definire i vari termini.

apodittico
è detto così l'asserto inconfutabile.

enunciato descrittivo
enunciato (soggetto + predicato) che dichiara uno stato di cose. Le leggi della fisica sono esempi di enunciati descrittivi. A differenza degli enunciati descrittivi, gli enunciati normativi fanno riferimento ad aspetti etici, comportamentali ecc...

epistemologia
studio dei fondamenti e delle metodologie proprie delle varie scienze.

essenza
ciò per cui un ente è quello che è (per es. l'uomo è tale per la sua essenza, cioè per il principio che lo rende uomo).

forma sostanziale di un ente fisico
principio metafisico per cui la materia è organizzata in un tutt'uno, ovvero nell'ente. La forma sostanziale fa sì che un ente non possa essere ridotto al semplice insieme delle sue parti.

funzione
in matematica è una legge che associa ad ogni elemento x un certo elemento y (x e y possono essere numeri o elementi di altra natura): per es. la funzione $y = 3x + 2$ associa al numero x il numero y che si ottiene prima triplicando x, poi sommando 2 al risultato.

gnoseologia
parte della filosofia che studia i fondamenti e le modalità della conoscenza umana.

meccanicismo
posizione filosofica di chi ritiene che tutta la natura "funziona" come una grande macchina descritta attraverso leggi predefinite, quelle della meccanica.

nominalismo
posizione filosofica di chi ammette che i concetti universali (per es. il concetto di "uomo") non hanno un fondamento nella realtà, ma si riducono a puri nomi.

ontologia
studio dell'ente dal punto di vista del suo essere.

platonismo
tendenza filosofica che considera i concetti universali (le "idee") come sussistenti a prescindere dalla loro attualizzazione in enti fisici singolari. E' ovvio che in questo senso si può parlare di *platonismo* anche per chi considera le verità matematiche e le leggi fisiche come assolute, a prescindere dalle realtà singolari che descrivono.

problema della referenza dei linguaggi scientifici
problema che riguarda se e in che modo i linguaggi scientifici si riferiscono al mondo reale.

relativismo
posizione di chi sostiene che la conoscenza non attinge verità assolute: ogni "verità" è solo un punto di vista soggettivo.

Il problema dell'incertezza in epistemologia è intrinsecamente legato a quello generale della verità / referenza degli enunciati, che da sempre ha impegnato i filosofi. Tuttavia, mentre nella filosofia antica e medievale la gnoseologia si risolveva in un'ontologia che poneva l'essere a fondamento di ogni tipo di enunciato, sia descrittivo che normativo[1], la straordinarietà dello sviluppo delle scienze matematiche e sperimentali nei secc. XVII e XVIII spostò l'attenzione degli scienziati-filosofi verso problemi di metodo, fino ad approdi nominalistici; una citazione di Vanni Rovighi mette bene in luce il diffuso atteggiamento di fondo di questo periodo:

> «Si parla molto di metodo all'inizio del secolo XVII […]. Ci si preoccupa tanto di metodo perché si ha l'impressione che quello seguito fino ad allora, il metodo delle ‹scuole›, sia sbagliato. E si ha questa impressione perché nelle ricerche particolari sui fenomeni naturali, ricerche spesso suscitate da esigenze tecniche, si constata che le conclusioni della fisica aristotelica sono contraddette dall'esperienza. La polemica contro l'aristotelismo, non solo di uno ‹scienziato› come Galileo, ma anche di un ‹filosofo› come Cartesio, si svolge sul terreno della filosofia della natura, della fisica […]. Per arrivare ad una scienza capace di dominare la natura bisogna dunque seguire procedimenti diversi da quelli teorizzati nell'*Organon* […] di Aristotele»[2].

Dunque il metodo delle scuole sembrava non funzionare; esso, infatti, non conosceva quella "necessaria" matematizzazione della realtà che tanto successo stava avendo nella descrizione e nella spiegazione dei fenomeni; inoltre appariva del tutto inadeguato per giustificare la presunta apoditticità che caratterizzava la geometria euclidea e le leggi fisiche via via scoperte nei vari ambiti (meccanica, ottica ecc.). Tutto ciò ispirò la generalizzata esigenza di un deciso approfondimento epistemologico, che a poco a poco si estese a tutti gli ambiti della filosofia. Evidenzieremo, allora, alcuni aspetti essenziali della scienza del periodo per mostrare, poi, come essi abbiano costituito il terreno sul quale è germogliata in modo pregiudizievole l'accezione relativistica della nozione di *incertezza*. In realtà il «metodo delle scuole» ha ancora molto da dire sull'epistemologia della fisica recente e sul problema della referenza dei linguaggi scientifici, ma di ciò non ci occuperemo in questa sede.

Uno dei concetti rivoluzionari che ha permesso lo sviluppo della scienza e della tecnica è quello matematico di *funzione*. Il termine fu introdotto dal tedesco Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) e il suo significato fu progressivamente puntualizzato da matematici del calibro, per esempio, dello svizzero Leonhard Euler (1707-1783,

1. Si badi, però, che epistemologicamente è alquanto diversa la strada da percorrere per fondare i due tipi di enunciati; in questa sede ci occuperemo solo degli enunciati descrittivi, in particolare di quelli delle scienze sperimentali, mentre per approfondire sulla stessa linea realistica il fondamento degli enunciati normativi, si possono consultare i seguenti testi, dove si esplicita una soluzione molto lontana dalla legge di Hume e legata strettamente al ruolo di una libertà fondata sulla conoscenza stessa:
    - J. de Finance, *Existence et Liberté*, Emanuel Vitte Editeur, Lyon 1955; [trad. it. *Esistenza e libertà*, a cura di E. Colombo, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 1990];
    - M. Konrad, *Precetti e consigli*, Lateran University Press, Roma 2005.
2. S. Vanni Rovighi, *Storia della filosofia moderna. Dalla rivoluzione scientifica ad Hegel*, Editrice La Scuola, Brescia 1994[3], pp. 11-12.

italianizzato *Eulero*) o del tedesco Gustave Lejeune Dirichlet (1805-1859). Oggi è universalmente accettata la seguente definizione, che fa uso degli insiemi:

> Dati due insiemi non vuoti A e B, si chiama *funzione* una legge che associa ad ogni elemento dell'insieme A uno e un solo elemento dell'insieme B.

Per esempio, se A e B coincidono con l'insieme dei numeri naturali $\mathbb{N}=\{0,\ 1,\ 2,\ 3...\}$, la legge che associa ad ogni numero naturale il suo doppio è una funzione. Con una formula si può scrivere $y = 2\cdot x$, la quale indica che ad ogni numero naturale x è associato il numero y, ovvero il suo doppio. Per esempio, ad $x=3$ è associato $y=2\cdot x=2\cdot 3=6$. La formula mostra anche cosa debba essere inteso in matematica con il termine *variabile* (per es. x e y): un segno (solitamente una lettera dell'alfabeto) che sta al posto di una quantità (o, nel caso generale, di una relazione) non precisata, ma di cui si conosce l'insieme di variabilità (nel nostro caso $\mathbb{N}$). Di solito, per indicare la dipendenza funzionale che lega ad ogni elemento x di A il corrispondente elemento y di B, si usa la notazione $y = f(x)$, dove f è il nome assegnato alla legge, cioè alla funzione. Nell'esempio visto, f indica la legge di associare il doppio.

Scrive lo storico della matematica Carl B. Boyer:

> «Leibniz non fu l'inventore della moderna notazione per le funzioni, ma si deve a lui il termine 'funzione', nello stesso senso in cui è usato oggi»[3].

A proposito di Eulero lo stesso Boyer scrive:

> «L'*Introductio in analysin infinitorum* di Eulero può essere considerato come la chiave di volta dell'analisi [matematica]. Questo importante trattato uscito in due volumi nel 1748 costituì la fonte di rigogliosi sviluppi della matematica per tutta la seconda metà del XVIII secolo. Da allora in poi il concetto di *funzione* diventò il concetto fondamentale dell'analisi. Esso aveva trovato anticipazioni nella *latitudo formarum* o "latitudine delle forme", ed era già implicito nella geometria analitica di Fermat e di Descartes, oltre che nel calcolo infinitesimale di Newton e di Leibniz. Il quarto capoverso della *Introductio* definisce la funzione di una quantità variabile come "una qualsiasi espressione analitica formata da quella quantità variabile e da numeri o quantità costanti". (In qualche rara occasione Eulero concepì la funzione in maniera meno formalistica, ossia più generale, come la relazione tra le due coordinate dei punti di una curva tracciata a mano libera in un piano). Oggi una tale definizione è inaccettabile, perché non spiega che cosa sia una "espressione analitica"»[4].

Su Dirichlet è riportato quanto segue:

> «Le sue ricerche [= di Fourier] rimasero fondamentali sia nel campo della fisica sia in quello della matematica. Le funzioni non dovevano più necessariamente presentare quella forma regolare alla quale i matematici erano stati abituati fino ad allora. Lejeune Dirichlet, per esempio, nel 1837 propose una definizione molto ampia di funzione: se una variabile *y* ha una relazione con una variabile *x* tale che, ogni qual volta venga assegnato un valore numerico alla *x*, esiste una regola in base alla quale viene determinato un valore univoco di *y*, si dice che *y* è una funzione della variabile indipendente *x*. Questa definizione presenta un'affinità con l'idea moderna di corrispondenza tra due insiemi di numeri, anche se a quel tempo i concetti di "insieme" e di "numero reale" non erano ancora entrati stabilmente nel campo della matematica»[5].

L'evoluzione del concetto di funzione non fu casuale nella matematica del '600 e del '700; come puntualizza Boyer, esso «era già implicito nella geometria analitica di Fermat e di Descartes» perché rispondeva ad un'esigenza alquanto profonda della nuova scienza che si era andata delineando a partire dai tempi di Galilei:

a) in geometria si cominciava a sentire il bisogno di svincolarsi dalle lungaggini argomentative tipiche degli *Elementi* di Euclide, poiché l'algebra stava entrando prepotentemente in scena permettendo di rappresentare in una formula tutte le

3. C. B. Boyer, *A History of Mathematics*, John Wiley & Sons, Inc. 1968; [trad. it. *Storia della matematica*, a cura di A. Carugo, Oscar Saggi Mondadori, Milano 1990, p. 465].
4. *Ibidem*, p. 512.
5. *Ibidem*, p. 635.

proprietà delle figure e di ottenere con pure manipolazioni simboliche ciò che prima richiedeva prolissi ragionamenti.

b) il connubio inscindibile che Galilei aveva posto fra la geometria e la fisica aveva implicitamente decretato la nascita di una nuova branca della matematica: l'analisi infinitesimale, che si impose come studio sistematico di funzioni. I primi timidi tentativi in tal senso erano ancora lontani dal rigore dimostrativo di Archimede (solo alla fine del XIX secolo si riuscì a disporre di una definizione di *limite* che per rigore fosse paragonabile alla teoria delle proporzioni, di epoca ellenistica, che Archimede utilizzava ad esempio per determinare il volume e i baricentri di figure solide come la sfera[6]), ma in breve i formalismi che venivano via via sviluppati fecero raggiungere risultati insperati e perdere di vista perfino la necessità del rigore stesso. La geometria differenziale, come studio delle caratteristiche metriche delle figure con i metodi dell'analisi, si prefigurava come la disciplina in grado di predire le caratteristiche del moto o della propagazione della luce.

L'enorme sviluppo della meccanica e dell'ottica, dunque, fu possibile perché l'utilizzo di funzioni permetteva di disporre di un metodo simbolico per rappresentare ed analizzare le dipendenze tra le grandezze fisiche coinvolte in un fenomeno. Per quanto riguarda la nostra indagine, tra le applicazioni fisiche più significative dell'analisi matematica occorre ricordare quello che va sotto il nome di *secondo principio della dinamica*, che stabilisce la proporzionalità tra l'accelerazione di un corpo e la forza totale ad esso applicata[7]. Dobbiamo ora soffermarci sul significato di tale principio, dall'inglese Isaac Newton (1642-1727) indicato come una delle leggi fondamentali del moto[8], poiché esso approccia la realtà fenomenica in una modalità che per circa due secoli e mezzo divenne paradigmatica, al punto da ispirare quelle tendenze filosofiche (meccanicismo, rappresentazionismo e, più in generale, tutte le varie forme di empirismo e razionalismo) che solo nel Novecento mostreranno la loro debolezza, proprio a partire dalle nuove scoperte fisiche e logiche. Cercheremo di rendere il più semplice possibile il linguaggio, a costo di sacrificare un po' di rigore.

L'accelerazione di un corpo è la rapidità con cui varia la velocità del medesimo; quest'ultima, a sua volta, è la rapidità con cui varia la posizione occupata da esso. La legge di Newton, dunque, mettendo in relazione accelerazione e forza totale applicata ad un corpo, ha a che fare con la *rapidità* con cui variano nel tempo alcune grandezze. Questa rapidità in fisica-matematica prende il nome di *derivata della grandezza rispetto al tempo* e le equazioni dove compaiono le derivate prendono il nome di *equazioni differenziali*. Grazie all'introduzione del simbolismo algebrico, a partire dalla fine del Seicento fu possibile sviluppare un calcolo per le derivate: dalla dipendenza della grandezza fisica dal tempo, espressa per mezzo di una funzione, era possibile valutare la rapidità della variazione della stessa grandezza in qualsiasi istante temporale[9]. Applicando quanto detto, il principio di Newton si formula analiticamente come segue:

6. Cfr. L. Russo, *La rivoluzione dimenticata. Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna*, Saggi Universale Economica Feltrinelli, Milano 2006[3], p. 70.
7. In notazione vettoriale, $\vec{F}_{TOT}=m\cdot\vec{a}$, dove *m* è definita "massa inerziale" del corpo.
8. Per un'introduzione storica all'opera di Newton e dei fisici più influenti dal Seicento al Novecento, cfr. E. Segrè, *Personaggi e scoperte della fisica*, Oscar Saggi Mondadori, Milano 1996, 2 voll.
9. Sarebbe assai interessante approfondire l'origine delle polemiche nate all'inizio del Settecento fra Newton e Leibniz sul primato dell'invenzione del calcolo differenziale, poiché esse determinarono un sostanziale isolamento dei matematici inglesi dal resto d'Europa e, come accade in tutte le polemiche, probabilmente diedero ulteriore spinta a interpretazioni assolutistiche, in questo caso nella direzione del meccanicismo. Per una breve ricostruzione storica delle origini della polemica, cfr. E. Giusti, *Piccola storia del calcolo infinitesimale dall'antichità al Novecento*, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pisa · Roma 2007, pp. 46-52.

$$\vec{F}=m\cdot\frac{d^2\vec{s}}{d\,t^2} \qquad (1)$$

cioè la forza $\vec{F}$ è il prodotto della massa inerziale m del corpo per la rapidità della rapidità con cui varia nel tempo la posizione $\vec{s}$ del corpo (tale *rapidità della rapidità* va sotto il nome di *derivata seconda rispetto al tempo*, simbolicamente indicata dal numero 2 che compare nella formula). A proposito della (1), sono fondamentali le seguenti considerazioni:

a) conoscendo la posizione $\vec{s}$ occupata dal corpo nei vari istanti di tempo (funzione posizione), il calcolo infinitesimale permetteva di determinare la forza totale $\vec{F}$ che doveva essere applicata al corpo per poter seguire effettivamente quella traiettoria;
b) viceversa, conoscendo il valore nel tempo della forza totale applicata $\vec{F}$, il calcolo infinitesimale permetteva di calcolare la traiettoria, cioè $\vec{s}$ in qualsiasi istante;
c) senza forze applicate al corpo, la (1) assicurava che il corpo si muovesse di moto rettilineo a velocità costante; viceversa, per far muovere il corpo di moto rettilineo a velocità costante, la forza totale da applicare doveva essere nulla.

La posizione meccanicistica, le cui tracce comparivano già nell'identificazione galileiana del linguaggio della natura con la matematica[10], trovò, così, nella legge di Newton il pretesto per una fondazione teoretica che appariva tanto solida quanto certe ed apodittiche apparivano le verità geometriche. Quanto appena evidenziato ai punti a, b e c, infatti, garantiva apparentemente la perfetta *predicibilità* dell'evoluzione temporale dei sistemi meccanici e, a motivo dell'universale accettazione della suddetta identificazione galileiana presso i pensatori, la geometria e l'analisi matematica finirono per essere considerate l'unico paradigma valido razionalmente per la conoscenza della natura, vivente e non vivente. Già qualche decennio prima di Newton, scriveva Cartesio:

> «Il che [il fatto che le nostre membra possano muoversi senza volontà per effetto delle strutture dei nervi e dei muscoli del corpo] non sembrerà affatto strano a coloro che, sapendo quanti diversi automi [*automates* nel testo originale], o macchine semoventi, l'industria umana può fare senza impiegarvi che pochissimi pezzi, in confronto alla grande quantità di ossa, di muscoli, di nervi, di arterie, di vene, e di tutte le altre parti, che si trovano nel corpo di ogni animale, considereranno questo corpo come una macchina, che, essendo stata fatta dalle mani di Dio, è incomparabilmente meglio ordinata, ed ha in sé movimenti più mirabili, di tutte quelle che possono essere inventate dagli uomini»[11].

In questo contesto si sviluppò l'Illuminismo settecentesco. La direzione che la cultura europea aveva ormai preso è ben delineata dal seguente brano:

> «In quest'opera [*Exposition du Système du Monde*, 1796] Laplace sviluppa con notevole successo, all'interno del paradigma newtoniano, il programma di riduzione di tutta la fisica a corpuscoli legati da forze di tipo meccanico (*riduzionismo meccanicistico*). Il cardine del suo programma è costituito infatti dall'ipotesi di molecole di dimensioni finite, che rappresentano, in accordo con le concezioni chimiche di Lavoisier, i più piccoli elementi in cui la materia può essere suddivisa senza perdere le sue particolari proprietà chimiche. La metodologia fisica adottata da Laplace nel suo trattato consisteva nel partire da un

10. «La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intender se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questa è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto» G. Galilei, «Il Saggiatore», in *Opere*, Edizione Nazionale, a cura di A. Favaro, Firenze 1890-1909, vol. VI, p. 232.
11. R. Descartes, *Discours de la Methode*, Leyda 1637; [trad. it. Cartesio, *Discorso sul metodo*, a cura di L. Urbani Ulivi, Bompiani Testi a fronte, Milano 2008[4], pp. 195 e 197].

sistema, del tutto ipotetico, di molecole e di forze intermolecolari centrali a distanza, postulato fondamentale che caratterizza la concezione meccanicistica del mondo di Laplace, per arrivare a spiegare i fenomeni macroscopici osservati medianti i metodi dell'analisi matematica: “Ho voluto stabilire che i fenomeni naturali si riducono in ultima analisi a un'azione *ad distans* da molecola a molecola, e che l'esame di queste azioni dovrebbe servire da base per la teoria matematica di questi fenomeni”»[12].

Quanto il fisico francese Pierre Simon de Laplace si spingesse verso una vera e propria interpretazione filosofica, perché assolutistica, è di seguito ben evidenziato:

«[...] Il meccanicismo divenne, più semplicemente, quella filosofia della scienza che ritiene che tutto l’universo possa essere descritto e spiegato mediante le sole leggi della meccanica newtoniana. È celebre, a testimonianza di questa posizione, l’affermazione di Pierre-Simon de Laplace (1749-1827): “Un’intelligenza che, in un dato istante, conoscesse tutte le forze che animano la natura e la situazione corrispondente degli enti che la compongono e fosse così vasta da poter sottomettere questi dati all’analisi, abbraccerebbe con una sola formula i movimenti dei corpi più grandi dell’universo e quelli dell’atomo più leggero: per essa niente sarebbe incerto e l’avvenire, come il passato, sarebbero presenti ai suoi occhi” (*Theorie analytique des probabilités,* Paris 1920, p. VII). Le ripercussioni di una simile concezione sulla filosofia e sulla teologia sono evidenti. Essa si fondava ormai su una metafisica della pura quantità e relazione e non possedeva più i concetti fondamentali di una metafisica dell’ente. Se i meccanicisti dell’epoca non se ne accorsero subito fu solo perché le loro convinzioni religiose supplirono fideisticamente all’insufficienza della base razionale della loro metafisica»[13].

L'intelligenza onnisciente di cui parla il precedente brano va sotto il nome di *demone di Laplace*.

Vogliamo ora approfondire ulteriormente alcuni aspetti storici della problematica. Abbiamo aperto il paragrafo sottolineando come per Galilei e per altri pensatori del tempo il metodo delle scuole dovesse essere abbandonato. Ma che cosa, di preciso, non convinceva? Ciò che strideva con il nuovo metodo, e che ora possiamo capire meglio, era la nozione di *forma sostanziale*, di tradizione aristotelico-tomista, e le applicazioni che in ogni campo della vecchia scienza ne venivano fatte, spesso anche a sproposito. Il passaggio dalla vecchia *physica* alla nuova fisica non fu indolore; la prima, con uno «sguardo globale e razionale mirante ai ″perché″ ultimi»[14], cercava di sistematizzare la conoscenza filosofica delle realtà naturali; la seconda, invece, come abbiamo visto, prese non solo la strada di una matematizzazione dei fenomeni naturali, ma faceva della matematica, o meglio *di un certo tipo di matematica*, quella che soggiaceva al determinismo apodittico del meccanicismo, l'unico criterio interpretativo del reale. Molti epistemologi hanno riconosciuto in quest'ultima posizione un vero e proprio platonismo:

«Se si accetta l'idea che solo la conoscenza delle nature o essenze possa essere vera, adeguata al reale perché categorica, apodittica e non ipotetica, allora al fisico-matematico […] non resterà altra possibilità che accettare di essere platonico e anti-aristotelico. Ovvero non gli resterà altra scelta che quella di affermare che la scienza fisico-matematica, lungi dal limitarsi ai soli fenomeni, definendo la legge matematica che soggiace al loro succedersi ordinato, è capace incommensurabilmente meglio della filosofia (metafisica) naturale di attingere all'essenza, alla struttura più intima e profonda dell'ente fisico. Essa allora, evidentemente, è di tipo matematico come la metafisica pre-aristotelica, pitagorica e platonica, affermavano. E' questa la lettura che Koyré dà della rivoluzione scientifica moderna e dello stesso pensiero galileiano […], come vittoria (o rivincita) del platonismo (e del pitagorismo) dell'antica fisica-matematica greca sull'aristotelismo medievale anti-matematico»[15].

---

12. M. De Maria, M. G. Ianniello, *Storia e didattica della fisica. Strumenti per insegnare*, Aracne Editrice, Roma 2004, pp. 62-63.
13. A. Strumia, «Meccanica», in *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede. Cultura scientifica, filosofia e teologia*, a cura di G. Tanzella-Nitti e A. Strumia, Urbaniana University Press - Città Nuova Editrice, Roma 2002, vol. 1, p. 883.
14. L. Congiunti, «Dalla *physica* alla fisica. Galileo e i gradi di astrazione», in *Umanesimo cristiano nel III millennio: la prospettiva di Tommaso d’Aquino*, Atti del Congresso Internazionale, Pontificia Accademia di San Tommaso, Città del Vaticano 2005, vol. II, p. 911.
15. G. Basti, *Filosofia della natura e della scienza*, pp. 20-21. E' celebre il passo di Koyré: «Se tu reclami per la matematica uno stato superiore, se per lo più le attribuisci un valore reale e una posizione dominante nella fisica, sei platonico. Se invece vedi nella matematica una scienza astratta che ha perciò un valore minore di quelle – fisica e metafisica – che trattano dell'ente reale, se in particolare affermi che la fisica non ha bisogno di

Tuttavia, «contaminazioni neoplatoniche dell'aristotelismo autentico»[16] erano anche quelle che avevano deformato la nozione originaria di *forma sostanziale*. Mentre Aristotele e la scolastica medievale, come vedremo in dettaglio nella parte critica di questo lavoro, avevano riconosciuto alla forma sostanziale il ruolo di principio organizzativo della materia di ogni ente fisico, gli aristotelici rinascimentali abusarono a tal punto di questa nozione che ogni spiegazione in campo naturale aveva assunto un carattere assai misterioso, giustamente ripudiato da Galilei, come evidenzia bene Vanni Rovighi:

> «[...] di fronte a certe stolte applicazioni del concetto di forma sostanziale, mutazione sostanziale, [Galileo] ha espresso il dubbio che mutazioni sostanziali e forme sostanziali non ci siano e che tutti i mutamenti si risolvano in "trasposizioni di parti" (*Dialogo*, giornata 1ª; *Opere*, VII, p. 65), ossia ha espresso una certa propensione ad una concezione meccanicistica della natura, ma non ha mai svolto una tale concezione, diversamente, anche qui, da Cartesio.
>
> Dobbiamo riconoscere del resto che lo scempio che dagli aristotelici si faceva delle forme sostanziali era una forte tentazione a cercare di spazzarne via il concetto stesso. A Galileo interessavano teorie che spiegassero il modo in cui si svolgono i fenomeni naturali [...]. Per Galileo se non si sa *quale sia il modo* in cui operano forme e qualità, il concetto stesso di forma sostanziale non ha senso; d'altra parte i suoi avversari credevano che noi conosciamo le essenze delle cose e possiamo spiegare i fenomeni naturali con pretesi concetti che erano in realtà puri nomi (e anche ridicoli). Ecco per esempio che cosa scriveva Antonio Rocco nelle sue *Esercitazioni filosofiche* in polemica con Galileo: "Ed al proposito di moscioni, la materia loro propinqua è il fumo del mosto, la quale ha però, nel suo modo, forma... informe e imperfetta di quella fumosità; questo fumo ha del terreo sottile, ed il calore che trae di sua natura dal mosto è anco umido grandemente, le quali disposizioni sono attissime alla formazione di questi imperfetti animaletti: la terrestrità gli serve per sussistenza stabile; l'umidità per impastargli, a punto come l'acqua nella farina per fare il pane; il caldo per dargli principio di vita e di operazione" (Galileo, Opere, vol. VII, 611)»[17].

Dunque un substrato platonico sorreggeva sia l'interpretazione della scienza che si andava ufficializzando sia, addirittura, il pensiero di chi avrebbe dovuto contrastare tale platonismo, ovvero quello professato da molti aristotelici. L'entusiasmo acceso dalla nuova fisica portò, più o meno direttamente, alle note correnti dell'empirismo, del razionalismo e del criticismo, tutte tese a dare giustificazione teoretica alla modalità di conoscenza dell'uomo. Per fare un esempio alquanto significativo, ricordiamo che se nel pensiero di Platone l'universalità e la necessità di un giudizio si fondavano sull'assolutezza delle idee, le quali costituivano un *a priori* ontologicamente sussistente rispetto alla conoscenza, nel criticismo kantiano erano le facoltà ad aggiungere quel "di più" richiesto dall'universalità e dalla necessità per fondare giudizi sintetici *a priori*[18]. Sembra che quanto affermato da Kant a proposito del legame tra matematica e fenomeni illustri bene questo sforzo:

> «Tutte le intuizioni sono quantità estensive. […] Questo principio trascendentale della matematica dei fenomeni conferisce alla nostra conoscenza a priori una grande estensione. Giacché è il solo che renda applicabile la matematica pura, in tutto il suo rigore, ad oggetti dell'esperienza; ciò che senza questo principio non potrebbe risultare da sé evidente, anzi ha dato luogo a più d'una contraddizione. I fenomeni non sono cose in sé. L'intuizione empirica non è possibile se non per mezzo dell'intuizione pura (spazio e tempo); ciò, quindi, che la geometria dice di questa, vale anche senza contraddizione di quella, e tutte le difficoltà fondate sul pretesto che gli oggetti dei sensi non possono conformarsi alle regole della costruzione spaziale (per es. della divisibilità infinita della linea o dell'angolo) devono cadere. Giacché altrimenti si nega allo spazio, e per esso a tutta la matematica, ogni valore oggettivo, e non si sa più perché, e fino a che punto essa sia applicabile ai fenomeni. La sintesi degli spazi e dei tempi, come forme essenziali di ogni intuizione, è ciò che rende possibile a un tempo l'apprensione dei fenomeni, e perciò ogni esperienza esterna, e per conseguenza anche ogni conoscenza degli oggetti di essa; e ciò che la matematica pura dimostra dell'una vale anche necessariamente dell'altra. Tutte le obbiezioni in contrario sono soltanto cavilli di una ragione falsamente informata, che erroneamente immagina di liberare gli oggetti dei sensi nella

---

altra base che l'esperienza e dev'essere costruita direttamente sulla percezione, che la matematica deve accontentarsi di una parte secondaria e sussidiaria sei un aristotelico» A. Koyré, *Introduzione a Platone*, Vallecchi, Firenze 1980, p. 160.

16. G. Basti, *Filosofia dell'uomo*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna 1995, p. 26.
17. S. Vanni Rovighi, *Storia della filosofia moderna*, pp. 61-62.
18. Cfr. A. Livi, *Il principio di coerenza*, Armando Editore, Roma 1997, p. 83.

condizione formale della nostra sensibilità, e li rappresenta, malgrado siano semplici fenomeni, come oggetti in se stessi dati all'intelletto; nel qual caso certamente nulla su di essi potrebbe esser conosciuto a priori e perciò nemmeno sinteticamente coi puri concetti dello spazio, e la scienza che questi determina, la geometria, non sarebbe possibile»[19].

Il predetto presupposto platonico condusse la filosofia del Novecento a forme di nominalismo, declinando il significato della nozione di *incertezza* verso approdi relativistici. Lo stesso Newton si formò e insegnò a Cambridge, dove era attivo un gruppo di platonici (B. Whichcote, J. Smith, H. More ecc..); ora, sebbene questi ultimi fossero «aperti alla conoscenza della nuova scienza, ne combattevano i presupposti meccanicistici in nome di una filosofia della natura ispirata al *Timeo* di Platone»[20], al contrario di quanto facesse Newton, come evidenzia questo significativo brano, segnalato e commentato dal già citato G. Basti e che riassume molto bene quanto detto finora:

«I fenomeni della natura ci insegnano che siffatti principi (= le tre leggi della dinamica) esistono realmente, anche se la loro causa non è stata ancora investigata. Le leggi di cui parliamo sono dunque evidenti e soltanto le loro cause possono dirsi oscure. Gli aristotelici e gli scolastici invece hanno considerato come qualità oscure non già delle proprietà in qualche modo note, ma piuttosto altre che pensavano fossero nascoste nei corpi e costituissero la ragione sconosciuta degli aspetti visibili. Ma a questa categoria tanto la gravitazione quanto la forza elettrica e magnetica apparterrebbero soltanto se noi presupponessimo che esse derivano dalla natura intima delle cose a noi sconosciuta, cioè da un sostrato impensabile e insondabile. Siffatte "qualità" sono indubbiamente un ostacolo per il progresso scientifico e sono quindi rifiutate a buon diritto dall'indagine moderna. La credenza in essenze specifiche delle cose dotate di specifiche forze nascoste e quindi adatte a produrre determinati effetti sensibili, è del tutto vuota e priva di significato. Derivare invece dai fenomeni due o tre principi generali del movimento e spiegare come poi da essi, quali presupposti chiari ed evidenti, debbano seguire tutte le proprietà e le manifestazioni di tutte le cose materiali, sarebbe già un importante progresso della conoscenza scientifica, anche se le cause di tali principi rimanessero a noi completamente sconosciute»[21].

Rileggendo la precedente citazione, viene da domandarsi se il solco tracciato fra la conoscenza del fenomeno e quella del noumeno da Kant, che forse riuscì a dare la più solida, complessa e strutturata fondazione filosofica al *nuovo metodo*, sia lo stesso di cui parlava Newton fra l'evidenza delle tre leggi e l'oscurità delle loro cause. Sembra, in effetti, che non appena nell'opera di questi autori si invochi un qualsiasi formalismo, subito riemerga con forza proprio quell' "inesauribilità" del reale che essi sottraevano alla conoscenza; ed è proprio questo che avrebbe dovuto richiedere maggiore attenzione e onestà intellettuale, per evitare di qualificare frettolosamente le *essenze* come «ostacolo per il progresso scientifico» e di assolutizzare i procedimenti formali stessi. Dunque si andava rafforzando una fiducia nelle capacità della ragione che, purtroppo, da una parte si fondava su una presunta apoditticità della geometria e delle leggi scientifiche acquisite, dall'altra allontanava da sé ogni indagine metafisica, nel senso che la scolastica medievale attribuiva ad essa.

Prima di concludere il paragrafo, è doveroso chiedersi se davvero il pensiero del Platone *storico* contenga in germe i presupposti di tanto pensiero moderno. Per rispondere adeguatamente, però, dovremmo andare oltre gli scopi del presente breve scritto. Ci limitiamo a dire che l'opera di Platone è troppo complessa e articolata per poter essere giudicata a senso unico e che, sebbene vi siano riferimenti che sembrano smentire il suo essere ispiratrice di queste derive razionalistiche ed empiristiche, tuttavia il suo impianto di fondo dà effettivamente l'impressione di avere denominatore comune con esse, pertanto, con le giuste riserve, continueremo a parlare di *presupposti platonici*, in accordo con i già citati epistemologi.

19. I. Kant, *Kritik der reinen Vernunft*, Riga 1781; [trad. it. *Critica della ragion pura*, a cura di V. Mathieu, Economica Laterza, Roma·Bari 2007^2, pp. 151-152].
20. S. Vanni Rovighi, *Storia della filosofia moderna*, p. 250.
21. I. Newton, *Optice*, a cura di S. Clarke, Losanna, Ginevra 1740, p. 326, tradotto e citato in G. Basti, *Filosofia dell'uomo*, p. 26.