

**Euler filosofo della natura e accademico.
L'ipotesi dell'etere e la controversia antiwolffiana**

PAOLO CASINI*

I. Da Basilea a San Pietroburgo

L'edizione degli *Opera omnia* di Euler, iniziata quasi un secolo fa e non ancora conclusa, ha rappresentato una grande sfida per le specializzazioni professionali dei suoi commentatori ed editori. Lo è tuttora per chiunque si addentri nel labirinto dei settantaquattro volumi di matematica, meccanica e astronomia, fisica, epistemologia e filosofia naturale, oltre ai primi nove delle corrispondenze, tuttora in corso.

In un'epoca che ignorava ogni rigida professionalità, l'estrema creatività e versatilità di Euler non fu soltanto un frutto spontaneo del suo genio, ma va spiegata anche alla luce della sua formazione e delle occasioni che gli si offrirono nelle istituzioni accademiche di San Pietroburgo e Berlino. In un *Lebenslauf* dettato al figlio Johann Albrecht nel 1767, a proposito degli studi di matematica iniziati a Basilea sotto la guida di Johann Bernoulli, Euler accenna alla vocazione dominante, le matematiche pure: «*Meine Neigung einig und allein auf die mathematischen Studien gerichtet war*»¹. Eppure fin dalla prima gioventù aveva dovuto dedicarsi a tutt'altre cose: teologia, greco, ebraico, medicina, fisica. Nel 1723 aveva ottenuto il diploma di *Magister* in filosofia con una dissertazione latina, perduta, in cui metteva a confronto i vortici di Descartes e l'attrazione di Newton. Non ancora ventenne, grazie alla stima di Johann Bernoulli e dei suoi figli, Daniel e Nicolaus, era già in predicato per una chiamata all'Accademia appena fondata dallo zar Pietro I a San Pietroburgo; dove però, al momento, un posto di matematico non era disponibile. Euler, ancora in attesa a Basilea, si iscrisse alla facoltà di medicina in vista di un possibile insegnamento medico, non senza candidarsi a una cattedra di fisica presentando al concorso una *Dissertatio physica de sono* (1727). Non ebbe successo, ma di lì a poco poté partire infine per San

* Professore emerito della Sapienza Università di Roma.

¹ Cit. in E.A. FELLMANN, *Leonhard Euler*, Basel-Boston-Berlin, Birkhäuser, 2007, p. 4.

Pietroburgo, dove, grazie alla protezione del lontano parente e compatriota Jacob Hermann, matematico in carica, poté essere nominato suo assistente: *Adiunctus Matheseos sublimior*². In tale veste, poco più che ventenne, pubblicò le sue prime memorie di matematica nei *Commentarii Academiae Petropolitanae*. Ma era solo un esordio. Per altri quattro anni fu addetto all'insegnamento della fisica, finché nel 1733 Daniel Bernoulli lo designò come suo successore nella cattedra di matematica; poco dopo fu nominato supervisore del dipartimento di geografia dell'accademia imperiale.

II. Fuoco ed etere

Nei primi anni che trascorse a San Pietroburgo, pur adattandosi per dovere d'ufficio all'insegnamento della fisica ed ai rilievi cartografici della Russia, Euler si dedicò soprattutto ai suoi studi prediletti in tre direzioni principali: i fondamenti matematici del sistema tonale e dell'armonia, con il *Tentamen novae theoriae musicae* (1736); l'analisi infinitesimale applicata alla scienza del moto, con la *Mechanica* (1736); la *Scientia navalis* (1738-1749), trattato pionieristico di idrostatica e idrodinamica utile all'ingegneria marittima.

Se ci si chiede in che cosa potessero consistere i corsi di fisica tenuti da Euler a San Pietroburgo, una risposta approssimata si può trovare nei vari scritti editi tra le *Commentationes physicae*³, ma anche in un'opera più tarda, anch'essa a suo modo didattica: le *Lettres à une princesse d'Allemagne*, datate 1760⁴. In questa enciclopedia divulgativa della scienza di metà Settecento non si parla solo di fisica matematica. Nelle 234 lettere indirizzate a Sophie von Brandenburg-Schwedt (biscugina di Federico II) Euler passa rapidamente in rassegna, in ordine sparso, una vasta gamma di temi di fisica generale e particolare, epistemologia e filosofia naturale: teoria musicale, meccanica, gravitazione universale, astronomia, teoria della materia, ottica, acustica, pneumatica, fisiologia, magnetismo, elettricità. Non esita neppure a pronunciarsi in merito a complesse controversie filosofiche correnti nei decenni precedenti: l'analisi delle sensazioni, la confutazione dell'idealismo, il nesso tra materia e spirito, il problema del male, la natura dell'errore, le figure del sillogismo.

² *Ibidem*.

³ In L. EULER, *Opera*, series III, *Opera physica*, voll. I-III, a cura di E. BERNOULLI *et alii*, Lipsia e Berlino, Teubner, 1924 e sgg.

⁴ *Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie*, San Pietroburgo, 1668-1772, 3 volumi; ora in L. EULER, *Opera*, cit., series III, voll. XI-XII. Una buona traduzione italiana è *Lettere a una principessa tedesca*, a cura di G. CANTELLI, Torino, Boringhieri, 1958.

È divulgazione, e come tale ha avuto una meritata fortuna con un'infinità di edizioni e traduzioni. Ma si tratta di divulgazione d'autore: pur nell'apparente facilità del dettato, le argomentazioni di Euler non sono mai prive di un'impronta personale. Da quasi ogni lettera emergono nettamente le sue scelte epistemologiche, la sua concezione pragmatica delle teorie e delle ipotesi per le quali si era battuto negli ambienti accademici prima a San Pietroburgo, poi a Berlino. Tra queste, l'idea di etere è onnipresente come ipotesi, più spesso come una realtà fisica. Euler è convinto che un fluido etereo universale sia la trama nascosta di tutti i fenomeni fisici. Si cercherà di ricostruire nei tratti essenziali la vicenda e gli intenti di questa convinzione, a proposito della quale è impossibile distinguere tra storia interna e storia esterna, considerando l'uso polemico e strumentale che l'autore fece dell'ipotesi dell'etere nella sua lunga battaglia contro la metafisica delle monadi di Leibniz, di Christian Wolff e dei loro seguaci.

Un primo abbozzo dell'ipotesi dell'etere è nella *Dissertatio de igne* che Euler presentò nel 1737 all'Académie des Sciences di Parigi per il premio del 1738, che gli fu assegnato. Per spiegare il fenomeno della combustione, Euler sostiene che la fiamma nasce dall'esplosione improvvisa di molecole di «*materiae subtilis igneae compressae*», e per illustrare la sua congettura ricorre a un modello di tipo corpuscolare:

Immaginiamo una grande quantità di sferette di vetro, tutte piene di aria fortemente compressa, e questa massa di sferette sia la materia che vogliamo. Supponiamo che intervenga una forza appena sufficiente a infrangere un'unica sferetta; è chiaro che sia l'impeto dell'aria sia la proiezione dei frammenti di vetro produrranno un effetto analogo nelle sferette vicine, e poi da queste in tutte le altre, fino a che tutte saranno infrante, emettendo con immenso fragore l'aria che racchiudevano⁵.

Euler prosegue argomentando che le proprietà del fuoco, dovute a una specifica *materia ignea*, non sono riducibili alle leggi ordinarie della meccanica, come il principio d'inerzia o la proporzionalità dell'azione e reazione. Il calore sprigionato dal fuoco, la rapida propagazione della fiamma in tutte le direzioni violano questi principi e debbono essere spiegati in altro modo. La densità estrema iniziale della *materia ignea* fortemente compressa è tale da provocare l'esplosione, liberando e moltiplicando le forze come una molla in

⁵ L. EULER, *Dissertatio de igne, in qua ejus natura et proprietates explicantur*, § X (mia traduzione); in *Pièces qui ont remporté le prix de l'Académie Royale des Sciences en 1738*, Paris, Imprimerie Royale, 1739; si cita dalla ristampa: EULER et alii, *De la nature et de la propagation du feu. Cinq Mémoires couronnés par l'Académie Royale des Sciences*, introduzione e commenti di H. SAGET e P. CASINI, ASPM, Vassy, 1994, p. 29. Nella raccolta sono comprese due memorie sul tema del fuoco, presentate rispettivamente da Voltaire e da Emilie du Châtelet, che non ottennero il premio.

estensione. Ma la *vis elastica* e la struttura corpuscolare di questa materia possono spiegare solo in parte fenomeni come la combustione, il calore, la riduzione di massa, densità e volume che i corpi subiscono bruciando, le loro trasformazioni in vapore, calce, vetro, e così via. Per spiegare i fenomeni della fiamma stessa e della luce è necessario ricorrere a un postulato ulteriore: l'etere, un fluido ancor più sottile, distinto dalla *materia ignea*. La fiamma non si disperde istantaneamente nell'aria a causa della resistenza di questo *medium* etereo universale, materiale, ma molto più elastico e rarefatto della *materia ignea*, che circonda e trattiene la fiamma in un equilibrio instabile. Le scosse continue che si creano al limite tra l'etere e la fiamma danno luogo a vibrazioni che generano la luce e la trasmettono in linea retta, così come accade per le onde sonore nell'aria:

vibrationes quae sese quaquaversus secum lineas rectas communicabunt;
his igitur vibrationibus, in aethere procreatis, efficiuntur radii luminis⁶.

Il postulato dell'etere non era certo una novità. Attorno al 1740 le scintille prodotte da macchine elettrostatiche, gli effetti della bottiglia di Leida, l'elettricità naturale suscitarono in tutta Europa grandi discussioni sulla natura del fluido elettrico. Furono formulate molte varianti di teorie dell'etere che si richiamavano soprattutto alle congetture che Newton aveva avanzato, sia pure in forma provvisoria problematica, nelle "*Quaestiones*" 17-24 dell'*Optice* (1706) a proposito della trasmissione della luce e di una serie di fenomeni fisico-chimici. La più nota di queste varianti fu formulata da Hermann Boerhaave nei suoi *Elementa chemiae* (1732).

Le varie ipotesi discusse nel decennio 1740-1750 tra fisici, chimici, studiosi di elettricità sono state analizzate in dettaglio, confrontate e classificate dagli studiosi recenti⁷. Non è certo facile dire a quale di esse si sia ispirato Euler, che cita i testi di Newton, allude a Boerhaave, ma argomenta a suo modo contaminando probabilmente più versioni. Nelle sue congetture *de igne* è netto il rifiuto delle qualità occulte insite nella materia e di ogni «*potentia ad motum generandum apta*». In altri termini, Euler non ammette alcuna attività spontanea della materia: non condivide la congettura dei «*principi attivi*» che Newton aveva attribuito ai corpuscoli, ma si contrappone soprattutto alle forze vive che Leibniz, Wolff e i loro seguaci avevano difeso in una controversia che era durata vari decenni.

⁶ L. EULER, *Dissertatio de igne*, cit., § XXVII, p. 44.

⁷ Si vedano soprattutto i saggi di P.M. HEIMANN, *Ether and the imponderables*, e di L. LAUDAN, *The medium and its message: a study of some philosophical controversies about ether*, nella raccolta *Conceptions of ether. Studies in the history of the ether theories*, a cura di G.N. CANTOR e M.J.S. HODGE, Cambridge, Cambridge University Press, 1981, rispettivamente pp. 61-84 e 157-188.

Fin dagli anni di San Pietroburgo, Euler rifiutò di *jurare in verba magistri*. La contrapposizione convenzionale tra newtoniani e leibniziani, eco delle grandi dispute che avevano diviso la comunità scientifica e filosofica soprattutto in Germania, non è sufficiente per comprendere la sua posizione né quella dei matematici di Basilea suoi maestri e amici. Soltanto per approssimazione si può dire che i maestri svizzeri, discepoli e continuatori di Leibniz per quanto riguarda il calcolo differenziale e integrale, in meccanica, fisica e astronomia condivisero la teoria della gravitazione e contribuirono a tradurla nel linguaggio dell'analisi infinitesimale⁸.

In realtà le sfere di influenza accademiche erano assai frammentate e intrecciate. L'autorità professorale di Christian Wolff, assai forte nel mondo germanico, si era estesa in Russia quando gli era stata offerta la presidenza dell'Accademia di San Pietroburgo, che rifiutò. La designazione del giovane Euler era partita dai Bernoulli, a Basilea, ma aveva ottenuto il *placet* di Wolff, che aveva ricevuto personalmente Euler di passaggio a Marburgo il 12 aprile 1727, e in una sua lettera gli aveva augurato buona fortuna in quel nuovo «paradiso di dotti»⁹.

In realtà l'accademia petropolitana, costituita in prevalenza di giovani, era assai composita e turbolenta. Prevalva tra loro una folta rappresentanza di naturalisti originari del Württemberg e di formazione filosofica wolffiana, ma v'era anche una nutrita pattuglia di matematici aperti alla sintesi newtoniana. Tra i leibniziani-wolffiani si distinguevano Georg Bernhard Bülfinger, Christian Fredrich Gross, Johann Georg Duvernoy; tra i fisici matematici di Basilea figuravano Nicolaus II e Daniel Bernoulli, Euler stesso, mentre l'autorevole Jacob Hermann era una figura intermedia tra i due gruppi. Le dispute diventavano assai accese quando si toccavano argomenti metafisici come le monadi, l'armonia prestabilita e le forze vive. Su questi temi esplose fin dal 1729, all'interno dell'Accademia, un violento conflitto tra la componente wolffiana, guidata da Bülfinger, e i matematici svizzeri¹⁰.

⁸ Sulla ricezione continentale della teoria matematica dell'attrazione si veda N. GUICCIARDINI, *Reading the Principia. The debate on Newton's mathematical methods from 1678 to 1736*, Cambridge, Cambridge University Press, 1999, soprattutto i due capitoli conclusivi, pp. 195-260.

⁹ Per l'incontro e la lettera si veda E.A. FELLMAN, *Leonhard Euler*, cit., p. 30.

¹⁰ Si vedano i contributi raccolti nel volume *Die Deutsche-Russische Begegnung und Leonhard Euler*, herausgegeben in Verbindung mit P. N. Berkov, N.A. Figurovskij und V.P. Zubov von E. Winter, Berlin, Akademie Verlag, 1958; una sintesi è in E.A. FELLMAN, *Leonhard Euler*, cit., pp. 32-36.

III. Luce, corpuscoli, onde

La controversia tra Euler e l'*establishment* leibniziano-wolffiano era destinata a diventare un conflitto permanente e un affare di Stato a Berlino, dove l'eredità di Leibniz, primo fondatore dell'Accademia, era tuttora dominante e il prestigio di Wolff considerevole anche nella cerchia del principe ereditario Federico. Quando il *Kronprinz*, prima ancora di salire al trono, aveva posto mano alla riforma dell'Accademia fondata all'inizio del secolo da Leibniz stesso, aveva offerto a Wolff la presidenza. La grande considerazione che Federico nutriva per il filosofo, a suo tempo accusato di spinozismo, emerge dalla sua corrispondenza con Voltaire; ma Voltaire non esitò a screditare Wolff agli occhi del principe, a convincerlo della superiorità della fisica di Newton e a suggerirgli la nomina di Pierre Moreau de Maupertuis¹¹. Voltaire ottenne che la riforma fredericiana dell'Accademia fosse posta sotto il segno del newtonianismo, che Wolff e i wolffiani si chiudessero in difesa, opponendo alla invisa influenza franco-inglese una resistenza nazionalista e po' xenofoba¹².

Le tensioni erano ancora latenti quando nel 1741 Euler fu chiamato a Berlino da Federico II. A causa della guerra in corso, la nuova Académie Royale des Sciences et Belles Lettres – francesizzante di nome e di fatto – fu inaugurata soltanto nel 1746. Nel frattempo, tra le numerose attività organizzative che si assunse, Euler pubblicò nei «Miscellanea Beroliniensia» una serie di memorie di astronomia e calcolo¹³. Elaborò anche una versione più articolata della teoria dell'etere nella memoria *Nova theoria lucis et colorum* (1744)¹⁴, con argomentazioni che riprendono vari temi già presenti della memoria *De igne*. Sviluppando la sua ipotesi sostenne che, in analogia a quanto accade per le onde sonore nell'aria, così anche le onde luminose

¹¹ Per i particolari mi sia consentito rinviare al mio articolo *Newton in Prussia*, «Rivista di filosofia», XCI (2002), 2, pp. 251-282. Analisi dettagliate dei rapporti tra Federico II e Voltaire sono in C. Mervaud, *Voltaire et Frédéric II: une dramaturgie des Lumières*, «Studies on Voltaire and the Eighteenth Century», 234, Oxford, The Voltaire Foundation, 1985, e nella biografia di vari autori *Voltaire et son temps*, diretta da R. Pomeau, in particolare nel secondo volume: R. VALLOT, *Avec Madame de Châtelet*, Oxford, The Voltaire Foundation, 1985.

¹² Queste vicende sono state variamente ricostruite: C. BARTHOLMÈSS, *Histoire philosophique de l'Académie de Prusse*, Paris, Champion, 1851; A. VON HARNACK, *Geschichte der Königl. Preussische Akademie der Wissenschaften*, Berlin, 1900, 4 volumi; E. WINTER, *Die Registres der Berliner Akademie der Wissenschaften, 1746-1748*, Berlin, Akademie Verlag, 1957; R.S. CALINGER, *Friedrich the Great and the Berlin Academy of the Sciences*, «Annals of Science», 24 (1968), pp. 239-249; R.S. CALINGER, *The Newtonian-Wolffian controversy (1740-1759)*, «Journal of the History of Ideas» 30 (1969) III, pp. 319-330.

¹³ Una lista completa è in A. VON HARNACK, *Geschichte der Königl. Preussische Akademie der Wissenschaften*, cit., vol. II, p. 305.

¹⁴ Apparsa in L. EULER, *Opuscula varii argumenti*, Berlin, 1746, pp. 169-244.

debbono trasmettersi in una «*materia subtilis summa elasticitate praedita*», che riempie l'atmosfera terrestre e l'intero spazio fino alle stelle fisse più remote. Questo postulato esclude sia la trasmissione dei raggi di luce nel *vacuum*, sia la natura strettamente corpuscolare della luce. Se il *lumen* fosse un effluvio di atomi, afferma Euler, il sole, le stelle fisse e tutte le sorgenti luminose perderebbero continuamente materia fino ad esaurirsi. La sua congettura suppone che il veicolo della luce sia l'etere, tramite vibrazioni di diverse frequenze, anisocrone per la luce bianca composta, isocrone per i singoli colori fondamentali dello spettro:

è evidente che il colore bianco non proviene da raggi semplici, ma composti, nei quali la frequenza degli impulsi è variabile; e gli intervalli tra gli impulsi saranno tanto minori per il colore rosso, quanto maggiori per il violetto, mentre quelli dei colori intermedi saranno egualmente mescolati tra loro e avranno frequenze intermedie che si succedono in un certo ordine¹⁵.

Euler conclude la sua elaboratissima memoria affermando che le onde vibratorie dell'etere sono in grado di spiegare non solo la dispersione della luce bianca nei colori nello spettro, ma tutti gli altri fenomeni studiati da Newton nell'*Opticks*: riflessione, rifrazione, inflessione, colorazione delle lamine sottili e delle superfici dei corpi che assorbono e riflettono i colori.

La medesima ipotesi fu ripresa e sviluppata nella memoria *Recherches physiques sur la nature des moindres parties de la matière*, che Euler lesse all'Accademia il 18 giugno 1744, ma che apparve a stampa due anni più tardi¹⁶. Interrogandosi sulla struttura della materia, Euler andava allo scoperto e affrontava direttamente i leibniziani sul loro stesso terreno. Egli pone in discussione il principio degli indiscernibili, premessa logico-metafisica della monadologia, e si chiede se le particelle più elementari della materia (*molécules dernières*) si possano invece considerare uniformi: «*question bien importante, tant dans la physique que dans la métaphysique*»¹⁷. La frase è significativa, perché Euler lascia subito da parte le formule metafisiche, alle quali oppone le definizioni, correnti in meccanica, di massa inerziale, gravità, volume, densità, peso specifico. Egli si chiede se le differenze di peso specifico che si riscontrano sperimentalmente tra le diverse materie siano da attribuire anche alle molecole minime che compongono tutta la materia, e

¹⁵ *Nova theoria lucis et colorum*, cit., p. 223: «*Manifestum est colorem album non a radiis simplicibus, sed compositis proficisci, in quibus frequentia pulsuum sit varia, atque intervalla pulsuum tam minora quae colorem rubrum, quam maiora colorem violaceum efficientia, atque singula intermedia, aequaliter inter se permixta et sibi certo quodam ordine succedentia contineatur*».

¹⁶ In L. EULER, *Opuscula varii argumenti*, cit., pp. 287-300. Si cita qui sotto da L. EULER, *Opera*, series III, *Opera physica*, vol. I, cit., pp. 3-15.

¹⁷ *Recherches physiques sur la nature des moindres parties de la matière*, cit., § 2, p. 7.

oppone ai metafisici leibniziani un apparente “paradosso”: le molecole minime di tutti i corpi non sono affatto entità indiscernibili, bensì particelle uniformi per densità, estensione, massa, peso specifico. Cerca di dimostrarlo argomentando che, a livello macroscopico, le diverse gravità specifiche dei vari elementi sono proporzionali alla quantità di materia – ossia alla densità di molecole minime – che ciascun elemento contiene. Gli elementi al loro interno sono più o meno porosi, e quindi varia la densità peculiare di ciascun elemento; il diverso rapporto tra massa e volume dipende dal fatto che ogni elemento è composto da una materia «propria» e da una materia «estranea»: l'etere, il fluido estremamente elastico e rarefatto che penetra nei suoi pori¹⁸. La forza di gravità è l'effetto della pressione di questo fluido verso il basso.

Euler è convinto che le particelle minime di materia siano per definizione divisibili all'infinito. Le sue argomentazioni sulla divisibilità della materia e sulle straordinarie proprietà del fluido etereo configurano un'ipotesi *ad hoc*, spesso data per certa; e le dimostrazioni che ne dà appaiono circolari e un po' dogmatiche. Ma risulta evidente, leggendole in trasparenza, che anno dopo anno il tono diventa sempre più polemico e strumentale nei confronti della metafisica delle monadi di Leibniz e di Wolff.

Con l'ipotesi dell'etere, Euler cercava infatti di dare risposte plausibili ai molti interrogativi lasciati aperti da Newton e dai suoi seguaci riguardo a problemi come la natura fisica dell'attrazione gravitazionale, la trasmissione della luce nel vuoto, la coesione dei corpi, i fenomeni magnetici, l'elettricità. Su questi punti si erano concentrate le critiche che Leibniz e i suoi seguaci avevano rivolto da decenni alla fisica corpuscolare di Newton, con l'accusa di essere incline al materialismo, e alla teoria dell'attrazione gravitazionale, sospettata di reintrodurre le qualità occulte con una formula matematica. L'ipotesi del fluido etereo intendeva opporre a queste accuse uno schema teorico che fosse in grado di salvare i fenomeni irriducibili alle leggi della meccanica. L'etere, fluido, materiale, con le sue proprietà fisiche quantificabili – densità, compressione, onde, vibrazioni – rappresentava per Euler l'origine stessa e il veicolo di quelle forze che Wolff e i leibniziani attribuivano alle loro monadi, entità metafisiche inestese, ma sede di forza e attività.

¹⁸ «La matière qui constitue le fluide subtil, cause de la pesanteur, est d'une nature tout à fait différente de la matière dont tous les corps sensibles sont composés. Il y aura donc deux espèces de matière, l'une qui fournit l'étoffe à tous les corps sensibles et dont toutes les particules ont la même densité [...] l'autre espèce de matière sera celle dont ce fluide subtil qui cause la gravité est composé, et que nous nommons l'éther»; *Recherches physiques sur la nature des moindres parties de la matière*, cit., § 14, p. 15.

IV. La battaglia accademica contro le monadi

In una contrapposizione così radicale di mentalità e di scuole la posta in gioco andava ben oltre le argomentazioni ipotetiche sull'etere. Euler si opponeva all'atteggiamento dogmatico degli accademici leibniziani, eredi a loro modo di un primato perduto: la pretesa che spettasse al filosofo dettare ai fisici matematici i principi teorici e il metodo delle loro discipline, considerate ancillari rispetto alla scienza prima. I sostenitori della dottrina delle monadi nutrivano la velleità, ormai anacronistica, di continuare a imporre ai cultori del metodo sperimentale una spiegazione delle forze fisiche in termini metafisici, e di riaffermare così l'egemonia della filosofia speculativa su tutte le scienze. Ormai la fisica, la meccanica, la matematica, l'astronomia, la teoria corpuscolare della materia, l'ottica erano discipline autonome, fondate su assiomi e leggi razionali, lontane dalle vecchie formule scolastiche riguardanti l'essenza, la sostanza, la forma. Leibniz aveva, a suo modo, riesumato e rinnovato nel proprio sistema alcune concezioni della filosofia naturale aristotelica, e le aveva poste come premesse metafisico-speculative ancora valide rispetto alla fisica sperimentale. Wolff si riteneva a sua volta depositario del primato della ontologia razionale, intesa come prologo dottrinale e metodico delle singole discipline scientifiche e riservata alla esclusiva competenza del filosofo. In seno all'accademia di Berlino c'erano eminenti membri wolffiani, come Johann Georg Sulzer, Johann Philipp Heinius, Philippe Joseph de Jariges, e il segretario perpetuo Jean Henri Samuel Formey. Screditare il loro partito e lo stesso *ipse dixit* di Wolff era l'unica strategia possibile per assicurare una piena autonomia ai cultori della fisica matematica.

Euler passò dalla teoria alla pratica guidando un attacco frontale contro i wolffiani, d'accordo con Maupertuis e Johann Bernoulli. Sua fu la scelta di umiliarli in pubblico proponendo l'esame del sistema delle monadi come tema del concorso per il biennio 1746-1747. Il bando, tutt'altro che imparziale, suggeriva di per sé una confutazione:

Si chiede che, a partire da un'esposizione chiara e precisa della dottrina delle monadi, si esamini se da un lato le monadi possano essere solidamente confutate e distrutte con argomentazioni definitive; oppure se, d'altro lato, si è in grado, dopo aver dimostrato le monadi, di dedurne un'esposizione intelligibile dei principali fenomeni dell'universo, e in particolare dell'origine e del moto dei corpi¹⁹.

¹⁹ Il testo originale francese è riferito in A. VON HARNACK, *Geschichte der Königl. Preussische Akademie der Wissenschaften*, cit., vol. II, p. 305.

L'eco della controversia raggiunse l'opinione pubblica provocando un'ondata di libelli pro e contro le monadi: «*Ganz Berlin räsönirte – scrisse Bernhard Merian, uno dei protagonisti – Gott weisst wie!*»²⁰. Ben al di là del suo significato puramente teorico, la contesa mirava a colpire Wolff in persona, e aveva implicazioni di politica accademica che coinvolgevano lo stesso Federico, apparentemente imparziale. La decisione fu sottratta alla classe di filosofia, in maggioranza wolffiana, e affidata a un'apposita commissione opportunamente nominata da Maupertuis, di cui lo stesso Euler era *magna pars*²¹. Così, oltre che giudice fu anche accusatore con i suoi anonimi *Gedancken von den elementen der Körper*²². Questo scritto polemico non aggiunge nulle alle precedenti teorizzazioni sull'etere, che si limita a ricapitolare, disegnando puntigliosamente un dilemma radicale alla metafisica delle monadi, cui vengono contrapposti i presupposti assiomatici della fisica matematica e le leggi della meccanica inerziale. La monadologia era definita fallace e insignificante in quanto teoria della materia, mentre l'ipotesi del fluido etereo si presentava come lo strumento concettuale in grado di salvare i fenomeni della fisica sperimentale, compresi quelli più enigmatici e non ancora scoperti.

Su proposta dello stesso Euler, il 1 giugno 1747 l'Accademia assegnò il premio a una memoria di Johann Heinrich Justi, un oscuro avvocato di provincia che aveva il solo merito di confutare le monadi, come Euler riconobbe in seguito. Ma il fine giustificava i mezzi, e l'intera vicenda è ricordata nelle *Lettere a una principessa tedesca* come un'epica battaglia vinta.

«Questa decisione dell'Accademia suscitò le terribili ire dei fautori delle monadi, alla cui testa era il grande Wolff, che nelle proprie decisioni voleva essere non meno infallibile del Papa. I suoi seguaci, il cui numero era allora molto più grande e temibile di oggi, protestarono altamente contro l'ingiustizia e la parzialità dell'Accademia; e poco mancò che il loro capo lanciasse il fulmine nell'anatema filosofico contro tutta l'Accademia»²³.

Wolff non ammetteva che la metafisica delle monadi potesse essere messa in discussione da un fisico matematico. Risulta dagli epistolari che il

²⁰ Cit. in A. VON HARNACK, *Geschichte der Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften*, cit., vol. I, p. 402 [«Tutta Berlino ragionava – Dio sa come»].

²¹ E. WINTER, *Die Registres der Berliner Akademie der Wissenschaften, 1746-1748*, cit., pp. 44-47. sgg., Akademie Verlag, 1957.

²² *Gedancken von den Elementen der Körper, in welchen das Lehr-Gebäude den einfachen Dingen und Monaden geprüft, und das wahre Wesen der Körper entdeckt wird*, Berlin, Haude und Spener, 1746; ora in L. EULER, *Opera*, series III, *Opera physica*, vol. II, pp. 350-366. Cfr. i giudizi di Euler sulle varie memorie presentate al concorso: *Différentes pièces sur les monades*, *Ibidem*, pp. 416-429.

²³ Si cita da L. EULER, *Lettere a una principessa tedesca*, a cura di G. CANTELLI, cit.; Lettera 125, p. 438.

filosofo si rivolse personalmente a Maupertuis per rivendicare la propria onorabilità offesa.

Anche nelle *Lettere una principessa tedesca* la confutazione antiwolfiana è uno dei motivi conduttori più frequenti. Riprendendo uno ad uno gli argomenti delle sue memorie degli anni Quaranta, Euler sviluppa a più riprese tre temi strettamente intrecciati tra loro: 1. L'etere come ipotesi, o addirittura come fluido fisico reale, in grado di spiegare le cause ancora sconosciute di fenomeni come la gravitazione, la luce, l'elettricità, il magnetismo, la conduzione dei fluidi nervosi nei viventi. 2. La divisibilità della materia all'infinito e l'incoerenza del concetto di monade. 3. L'incompatibilità tra i principi della fisica inerziale e la forza intrinseca attribuita alle monadi.

Quest'ultimo punto appare il più rilevante, perché ricapitola gli sviluppi delle polemiche degli anni precedenti. Secondo Euler la nostra esperienza dei corpi si limita alle proprietà primarie: estensione, volume, divisibilità, impenetrabilità, quantità di materia o massa, di cui fa parte l'inerzia, cioè la tendenza a conservare il proprio stato di quiete o di moto rettilineo uniforme, fino a quando intervenga una forza esterna.²⁴ È sufficiente analizzare gli assiomi del moto e il concetto di massa inerziale per confutare l'errore in cui si avvolgono

molti filosofi che ragionano come il grande Wolff: 1. L'esperienza ci fa vedere che tutti i corpi cambiano continuamente stato; 2. Tutto ciò che è capace di cambiare lo stato di un corpo è chiamato forza; 3. Dunque tutti i corpi sono dotati di una forza capace di farli cambiare di stato; 4. Dunque ogni corpo fa continui sforzi per cambiare il suo stato [...] ²⁵

e così via, fino a concludere che l'origine della forza sta nelle particelle minime, le monadi, intese come esseri semplici, attribuendo a ciascuna monade una forza che la rende capace di cambiare continuamente il proprio stato. Ma l'inerzia è l'opposto di una forza, e parlare di forza d'inerzia è una contraddizione in termini. Dunque, se si considera valido il principio d'inerzia,

è falso che gli elementi della materia, cioè le monadi, se ve ne sono, siano dotate di una forza che permette loro di cambiare di stato: deve essere vero il contrario, devono cioè possedere la qualità di conservarsi nello stesso stato. Con ciò il sistema delle monadi è completamente abbattuto²⁶.

²⁴ "Sull'inerzia e sulla forza dei corpi", Lettera 74, p. 247.

²⁵ "Sul sistema wolfiano delle monadi", Lettera 76, pp. 252-253.

²⁶ *Ibidem*, p. 254.

V. Meccanica e metafisica

Le ostilità tra i fisici sperimentali e i leibniziani erano destinate a riaccendersi in seno all'Accademia berlinese, all'inizio degli anni Cinquanta, con una controversia sul «principio della minima azione», sorta da un'accusa di plagio rivolta contro il presidente Maupertuis e con una disputa sulla priorità dell'invenzione attribuita a Leibniz. Anche in questa nuova battaglia accademica Euler si schierò contro i wolffiani in difesa di Maupertuis; ma l'ultima battuta del *Monadenstreit* berlinese era stata già segnata in precedenza dalla sua breve memoria *Réflexions sur l'espace et le temps* (1748), assai significativa dal punto di vista epistemologico, dove egli fece leva ancora una volta sul principio di inerzia in difesa dei postulati newtoniani riguardanti lo spazio assoluto e il tempo assoluto. Leibniz, come è noto, aveva respinto queste definizioni di un sistema di riferimento assoluto dei moti, che giudicò puramente immaginario, affermando che lo spazio è un semplice ordine di coesistenza dei corpi, il tempo un semplice ordine di successione di eventi.

Euler replicò alla tesi di Leibniz e dei suoi seguaci wolffiani argomentando che gli stati di quiete e di moto rettilineo uniforme, che la prima legge della meccanica definisce come equivalenti, non sarebbero comprensibili se si eliminasse il sistema di riferimento spazio-temporale assoluto su cui si fonda il principio d'inerzia:

è dunque una verità incontestabile che un corpo, una volta messo in moto, continuerà perpetuamente a muoversi con la stessa velocità e nella medesima direzione, purché non incontri ostacoli contrari alla conservazione di tale stato²⁷.

Posta questa premessa – argomenta Euler – il medesimo grado di certezza va riconosciuto ai postulati retrostanti il principio d'inerzia, come erano stati enunciati da Newton. Tempo e spazio assoluti, anche se non sono percepibili attraverso i sensi, hanno piena validità sperimentale, perché su di essi si fonda l'idea del moto rettilineo uniforme, a sua volta chiave dell'intera meccanica:

Il principio del moto dei corpi, in virtù del quale un corpo messo in moto deve continuare a muoversi con la medesima velocità e nella medesima direzione, questo principio – dico – ci fornisce nuove prove della realtà non solo dello spazio, ma anche del tempo. Giacché, siccome il moto uniforme

²⁷ *Réflexions sur l'espace et le temps*, § 1, in «Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin», 4 (1748, ma 1750), pp. 324-333 (mia traduzione); si cita da L. EULER, *Opera*, series III, *Opera physica*, vol. II, cit., p. 376.

descrive spazi eguali in tempi eguali, chiedo anzitutto che cosa sono spazi eguali, secondo l'opinione di coloro che negano la realtà dello spazio? Dubito assai che i metafisici osino dire che l'eguaglianza degli spazi dev'essere giudicata dall'eguaglianza del numero delle monadi che lo colmano: perché dovrebbero sostenere che le monadi sono egualmente disperse in tutti i corpi. Ma se anche volessero attenersi a questa spiegazione, essa sarebbe distrutta non appena si considerassero in moto i corpi, in rapporto ai quali si volesse determinare l'eguaglianza degli spazi. Giacché noi concepiamo, e il principio del moto c'insegna, che quando un corpo percorre spazi eguali, l'eguaglianza degli spazi non dipende affatto dagli altri corpi che lo circondano, e che essa rimane la stessa, a qualsiasi mutamento gli altri corpi siano esposti²⁸.

Le definizioni leibniziane del tempo come ordine di successione dei moti, e dello spazio come ordine di coesistenza dei corpi, rendono assurdo e impossibile il principio d'inerzia, senza il quale non sarebbe possibile neppure la meccanica: una scienza positiva, certa, le cui prove consistono nel

mirabile accordo di tutte le conclusioni che si traggono dai suoi principi mediante il calcolo, riguardo a tutti i moti dei corpi solidi e fluidi sulla terra, e anche i moti dei corpi celesti²⁹.

Questo ragionamento si potrebbe definire “pragmatista” ante litteram: il principio d'inerzia non può essere revocato in dubbio, perché ha conseguenze pratiche estremamente costruttive in meccanica; reciprocamente i postulati assoluti sui quali è fondato debbono essere considerati reali. Il moto di un corpo che percorre spazi eguali in tempi eguali implica necessariamente un duplice sistema di riferimento «reale», un tempo e uno spazio indipendenti dai corpi circostanti e dalla successione degli eventi. Dunque la critica di Leibniz è assurda, perché nega gli stessi fondamenti concettuali della meccanica.

Ma c'è di più: secondo Euler, la meccanica razionale, con i suoi principi e i suoi metodi, non soltanto va sottratta alle obiezioni dei metafisici, ma i metafisici stessi debbono ricercarvi una guida per l'esame dei loro problemi più spinosi (*«la connaissance de ces vérités pourra servir de guide dans ces recherches épineuses»*), e fornirà un criterio di giudizio valido per tutte le questioni metafisiche:

Si avrà infatti il diritto di respingere, in questa scienza, tutti i ragionamenti e tutte le idee, per quanto fondate possano apparire in altra sede, che conducano a conclusioni opposte a queste verità; e si avrà il diritto di non am-

²⁸ *Réflexions sur l'espace et le temps*, § 19, cit., p. 382.

²⁹ *Réflexions sur l'espace et le temps*, § 1, cit., p. 376.

mettere principi incompatibili con queste medesime verità. Le prime idee che ci formiamo delle cose che sono fuori di noi sono di solito così oscure e poco precise, che è estremamente pericoloso trarne conseguenze delle quali ci si possa fidare. Dunque ci si trova sempre un gran passo innanzi quando si conoscono già da altre fonti alcune conclusioni alle quali debbono giungere i primi principi della metafisica: e su tali conclusioni si dovranno fondare e determinare le prime idee della metafisica³⁰.

Kant, argomentando sulla distinzione delle regioni nello spazio, tenne conto di questa inversione di priorità e di metodo tra le due discipline, e ne trasse le proprie riflessioni sulla crisi della metafisica dogmatica di scuola wolffiana³¹. Uno storico kantiano come Ernst Cassirer ha definito le *Réflexions sur l'espace et le temps* un punto di svolta sostanziale nella complessa storia delle controversie post-newtoniane sul tempo e sullo spazio:

La dottrina di Euler è l'emancipazione filosofica della scienza matematica moderna, che da questo momento comincia a costruire autonomamente il vero criterio dell'oggettività, anziché lasciarselo imporre da un qualche interesse estraneo³².

Alcuni matematici contemporanei di Euler, e in seguito alcuni suoi commentatori e biografi, hanno ritenuto che il grande matematico fosse ingenuo e un po' sprovveduto come epistemologo e filosofo³³. Tutto dipende dal punto di vista. La sua difesa a oltranza del primato della fisica matematica e del metodo della meccanica razionale, come discipline autonome dalla metafisica, può apparire deludente ai nostalgici della filosofia speculativa e ai devoti della fenomenologia trascendentale; ma segnò indubbiamente un punto di non ritorno nell'epoca e nell'ambiente dell'*Aufklärung* accademica berlinese. Si può aggiungere che il suo pragmatismo epistemologico non rappresentò certo l'ultima parola riguardo a concetti problematici come etere, inerzia, tempo e spazio, sui quali fisici e epistemologi non cessarono di discutere dai tempi di Euler fino alla crisi della fisica classica e all'avvento della teoria della relatività.

³⁰ *Ibidem*, § 2, p. 376.

³¹ I. KANT, *Von dem ersten gründe des Unterschiedes der Gegenden im Raume* (1768); si veda la trad. it. *Del primo fondamento delle distinzioni delle regioni nello spazio*, in *Scritti precritici*, nuova ed. a cura di vari autori, Bari, Laterza, 1990, pp. 411-418; il riferimento alle *Réflexions sur l'espace et le temps* di Euler è a p. 412.

³² E. CASSIRER, *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der Neueren Zeit* (1911 sgg.); si cita dalla trad. it. di G. COLLI con il titolo *Storia della filosofia moderna*, vol. II; *Il problema della conoscenza nella filosofia e nella scienza da Bacone a Kant*, Torino, Einaudi, 1953, p. 522, cfr. p. 673.

³³ Si vedano i giudizi citati da E.A. FELLMAN, *Leonhard Euler*, cit., pp. 74-76.