

Mentre Lagrange considera gli assiomi fondamentali della meccanica come dedotti a priori dalla ragione umana, Laplace li considera dedotti dall'osservazione empirica del mondo fisico. Secondo l'opinione di Laplace, esponente di punta della tradizione meccanicistica, l'approccio di Lagrange è in totale contrasto con lo spirito della fisica newtoniana, al punto da ritenere che i suoi lavori non siano neppure classificabili come lavori di un fisico.

Secondo le affermazioni di Poisson, la “meccanica analitica” di Lagrange sarebbe stata rimpiazzata dalla “meccanica fisica” di Laplace, basata sull'ipotesi di moti e di forze molecolari e applicabile con successo ai più svariati problemi, come lo studio delle corde flessibili, delle superfici elastiche e della pressione di fluidi. La rivalità tra queste due scuole costituisce un elemento importante che caratterizzerà non soltanto la nascita e lo sviluppo della teoria elettromagnetica, ma estenderà il suo influsso anche in altri campi.

### 1.2 *Dinamismo in filosofia e in filosofia della scienza*

Mentre la filosofia meccanicistica si sviluppa in Inghilterra e in Francia, sotto l'influsso di Newton e Locke, le filosofie dinamiche rivali si sviluppano soprattutto in Scozia e in Germania, sotto l'influenza degli elementi dinamistici dell'opera di Newton e, successivamente, delle concezioni di Immanuel Kant.

GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ [1646–1716] sviluppa un calcolo infinitesimale rivale di quello di Newton. Di quest'ultimo rifiuta naturalmente la posizione secondo cui la gravità poteva essere spiegata come conseguenza della Divina Presenza e al contrario ne cerca una spiegazione in termini di una qualche causa fisica; ma rifiuta ogni approccio meccanicistico alla fisica in termini di atomi e di forze a distanza nel vuoto.

Nella sua *Monadologia*, scritta in latino nel 1714 e pubblicata postuma in francese nel 1728, Leibniz sostiene una concezione della natura come *plenum* dinamico — un “continuo” di forze che considera “qualità primarie” — nel quale le forze stesse danno origine all'estensione dei corpi o alle altre qualità meccaniche come impermeabilità, solidità e moto, considerate quindi “qualità secondarie”. Anche se la filosofia di Leibniz non fornì di per sé un approccio valido da un

punto di vista euristico alla conoscenza del mondo fisico, tuttavia essa condusse all'importante concezione dell'atomo come centro non materiale di forza. La sua influenza sugli scienziati e filosofi, in tutta Europa e non solo nei paesi di lingua tedesca, fu notevolissima.<sup>14</sup>

Ma analizziamo ora il contributo di IMMANUEL KANT [1724–1804] allo sviluppo delle concezioni dinamicistiche. Nella sua opera *Monadologia Fisica*, del 1756, cerca inizialmente di riconciliare le filosofie naturali di Newton e di Leibniz, ipotizzando la materia come un aggregato di “atomi” concepiti però come centri non estesi di forze attrattive e repulsive. Una teoria simile viene proposta due anni dopo dal filosofo naturale italiano RUGGERO GIUSEPPE BOSCOVICH [Dubrovnik 1711 – Milano 1787] nella sua *Theoria Philosophiae Naturalis* [Vienna, 1758]<sup>15</sup>. Le teorie di

<sup>14</sup> Dal punto di vista linguistico, Leibniz stabilisce un'equivalenza tra la struttura combinatoria degli oggetti e quella dei nostri giudizi, giungendo alla teorizzazione di un linguaggio simbolico universale, che racchiuda in sé la vera conoscenza astratta, distinta da quella esprimibile in una lingua storicamente data. Basandosi su tale filosofia, giunse a sistematizzare il calcolo infinitesimale in base al carattere inverso delle operazioni di derivazione e di integrazione e delle loro regole. Nel trattato *Nova methodus pro maximis et minimis...* [1684], espone per la prima volta il calcolo differenziale nella forma e nella simbologia attuale (a lui si deve il simbolo di integrale); impiegò tali tecniche nella deduzione della legge di rifrazione della luce a partire dall'ipotesi che il cammino luminoso è percorso nel minimo tempo. Nel dimostrare che nel concetto cartesiano di moto era insita un'incompatibilità tra causa (forza motrice) ed effetto (quantità di moto), introdusse l'idea di “forza viva” che esprimeva la quantità dinamica conservata nel corso delle trasformazioni dell'universo, espressa come prodotto della massa e del quadrato della velocità, opposta alla quantità di moto cartesiana, pari al prodotto della massa e della velocità e inadeguata, secondo Leibniz a rappresentare la misura della forza posseduta da un corpo in movimento. Leibniz analizza gli urti elastici ed anelastici utilizzando questa quantità, esattamente come già aveva fatto Huygens, ma attribuendole lo status di un principio di conservazione, ben più rilevante rispetto ad una semplice misura di forza e chiama appunto “dinamica” questa nuova meccanica incentrata sul concetto di “forza viva”, che in termini moderni corrisponde all'energia cinetica.

<sup>15</sup> Gesuita, Boscovich soggiornò a lungo nei principali centri di cultura europei, insegnò matematica a Pavia dal 1764 e, dopo la soppressione dell'ordine dei gesuiti (1773), si trasferì a Parigi. Tornò in Italia nel 1782. Si occupò di ottica, astronomia, geodesia, matematica e filosofia della natura, un campo nel quale, influenzato da Leibniz e rielaborando in modo originale le idee di Newton, arrivò a proporre una prima teoria matematica dell'atomismo. Nel delineare la sua ipotesi sui costituenti elementari della materia, una classe di particelle identiche (indivisibili, puntiformi, centri permanenti di attività, di forza) l'obiettivo di Boscovich è quello di ricondurre le varie proprietà della materia stessa (mobilità, impenetrabilità, estensione, coesione, solidità, ecc.) ad un'unica legge, guidato

Kant e di Boscovich erano ancora in parte meccanicistiche, in quanto i centri di forza puntiformi non erano semplici “conseguenze” delle forze come per Leibniz (gli atomi erano considerati da Kant e da Boscovich ancora come entità “primarie”), ma in parte erano anche dinamistiche, in quanto le forze costituivano per entrambi qualità definitorie della materia; inoltre gli atomi non avevano estensione e la loro impenetrabilità, considerata come una “qualità meccanica primaria” dai meccanicisti, era invece considerata da Kant e da Boscovich una conseguenza delle intense forze repulsive a corto raggio esercitate dagli atomi.

Nel 1786, cinque anni dopo la *Critica della ragion pura*, Kant pubblicò l'opera *Fondamenti metafisici della Scienza Naturale*, in cui pose le basi dell'approccio dinamistico alla meccanica. La materia rimaneva ancora un'entità primaria, tuttavia non era più concepita come un insieme di atomi puntiformi, ma come un “substrato indefinito”, le cui proprietà erano derivabili dalle sue forze attive, che erano le uniche entità che potevano essere empiricamente conosciute. Solidità, estensione e impenetrabilità non sono più per Kant “qualità primarie”, ma sono conseguenza delle forze di attrazione e repulsione.

sia dal principio leibniziano di continuità, sia dalle congetture di Newton circa la polarità attrattivo-repulsiva, da lui introdotta in una delle *Queries*. Secondo questo modello l'attrazione gravitazionale si trasforma a livello microfisico in una interazione di tipo oscillatorio, in base alla quale attrazione e repulsione si alternano secondo una legge che dipende dalla distanza tra ogni coppia di punti o centri di forza. Il suo concetto di forza cerca quindi di conciliare la visione newtoniana della *actio in distans* con la concezione leibniziana degli “elementi” semplici delle cose: “Ritengo che tutti i punti di materia siano omogenei e dotati di forze, che li costringono ad avvicinarsi reciprocamente o ad allontanarsi reciprocamente in ragione della loro distanza, o che sollecitano in essi moti veloci tendenti a congiungerli o allontanarli; dico attrattive tali forze nel primo caso, repulsive nel secondo caso”. [*De Lumine, Pars secunda*, Roma, 1748, cit. in: P. Casini, *Newton e la coscienza europea*, Bologna, 1983; cfr. anche: E. Cassirer, *Storia della filosofia moderna*, vol. 2, Milano, 1968 e la voce *Atomismo* nell'*Enciclopedia delle Scienze Fisiche*, Roma, 1992, p. 279] Questa legge complessa era in grado, secondo Boscovich, di coprire l'intera fascia delle proprietà chimico-fisiche e risultava essere una legge di tipo cinematico, poiché la massa era introdotta come puro numero stabilito conteggiando il numero dei punti di forza presenti in un sistema. La sua *Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium* ebbe grande fortuna in Inghilterra con fisici e chimici come Young, Davy, Maxwell, Kelvin e Faraday, il quale cita esplicitamente Boscovich attribuendogli la concezione dell'atomo come un punto “con un'atmosfera di forza raccolta intorno ad esso” [*Experimental Researches...*, vol. II, p. 290, Londra, 1844].

Nei *Fondamenti metafisici* Kant fornisce la più chiara definizione della dicotomia esistente tra l'approccio meccanicistico e quello dinamistico. A proposito della teoria della materia:

Per quanto concerne il modo di procedere nella scienza naturale rispetto al più importante di tutti i problemi, cioè la spiegazione di una possibile specifica varietà di corpi [...] si possono percorrere soltanto due strade: o quella *meccanica*, mediante l'unione dell'assolutamente pieno con l'assolutamente vuoto, oppure quella *dinamica*, opposta alla prima, che spiega tutte le varietà di materia, soltanto mediante le varietà di combinazione delle forze primarie di attrazione e di repulsione. La prima via utilizza, come materiale per le sue deduzioni, gli atomi e il vuoto. Un atomo consiste in una piccola porzione di materia fisicamente indivisibile [...]. Un atomo, in quanto è specificamente distinto da altri per la sua configurazione, è detto corpo primario. Si dice *macchina* un corpo la cui forza agente dipende dalla sua configurazione. La *filosofia naturale meccanica* è il modo di spiegazione della specifica varietà dei corpi mediante la costruzione e la composizione delle sue più piccole parti considerate come macchine; mentre si può chiamare *filosofia naturale dinamica* quella che fa derivare la specifica varietà della materia non dai corpi considerati come macchine [...], ma dalle forze agenti di attrazione e di repulsione che originariamente ad essi appartengono[...]. Io preferisco un modo di spiegazione dinamica, che è molto più adatto e più vantaggioso per la filosofia sperimentale, in quanto esso conduce direttamente alla scoperta delle forze agenti appropriate e delle loro leggi, mentre esso limita la libertà di assumere spazi vuoti interposti e corpi fondamentali con definite configurazioni, entrambi impossibili da definire o da scoprire attraverso esperimenti<sup>16</sup>.

Le concezioni dinamistiche si sviluppano appunto secondo due filoni: il primo, in Germania, con Kant, il secondo in Scozia con i filosofi del cosiddetto "senso comune" (common sense), entrambi in risposta all'opera del filosofo scozzese, David Hume, esponente della filosofia scettica.

DAVID HUME [1711–1776]. Nelle sue opere principali, il *Treatise of Human Nature* [1739] e l'*Enquiry concerning Human understanding* [1748, rev. nel 1758], il suo scetticismo è diretto contro la pretesa che l'uomo possa raggiungere una *conoscenza oggettiva* non solo nelle scienze naturali ma anche in campo morale o religioso. Per quanto riguarda la natura, Hume criticava sia le filosofie meccanicistiche, e in particolare la distinzione tra qualità primarie e secondarie su cui si basava la filosofia di Locke, sia le filosofie dinamistiche, in quanto basate, secondo la sua opinione, su ipotesi metafisiche. Tutti i sistemi scientifici, sia meccanicisti

<sup>16</sup> I. Kant, *Prolegomena and Metaphysical Foundations of Natural Science*, trad. ingl. Londra, 1883, pp. 210–211.

che dinamistici, in quanto basati su ipotesi, non avevano per Hume alcuna validità oggettiva. Essi erano mere credenze derivate dalla natura delle menti che le avevano formulate, e non sistemi di conoscenze oggettive riguardanti il mondo esterno e derivate, come si sosteneva, esclusivamente dalla ragione e dall'esperienza. La filosofia di Hume minava alla radice quell'ideale di scienza come conoscenza oggettiva che era stato alla base della rivoluzione scientifica e dell'Illuminismo. Ciò nonostante l'enfasi data da Hume al ruolo primario della mente umana era maggiormente in risonanza con l'approccio dinamistico.

Nel suo *Fondamenti metafisici della Scienza Naturale* [1786], Kant riformula la meccanica newtoniana nell'ambito di una filosofia dinamica consistente, ricostruendola la scienza sulla base delle "qualità" direttamente percepite di forza e moto. Ma soprattutto cerca di dare una risposta allo scetticismo di Hume, il quale aveva attaccato i pilastri fondamentali su cui si fondavano le teorie scientifiche, i concetti di spazio e di tempo e il principio di causalità. In particolare Hume considerava quest'ultimo il risultato di un'abitudine ad associare causa ed effetto, una credenza quindi soggettiva, senza alcuna base nel mondo osservato. Kant, in risposta a Hume, accetta la soggettività, cosa che per lui non costituisce alcun problema: lo spazio, il tempo e il principio di causa ed effetto, sono secondo il filosofo tedesco "forme" e "categorie a priori" del pensiero, mediante le quali l'uomo ordina le sue osservazioni. Queste categorie sono sì "soggettive", nel senso che sono proprie della mente dell'uomo e non del mondo esterno, ma anche "oggettive" in quanto comuni a tutti gli uomini. L'enfasi posta da Kant sulla componente mentale della scienza doveva diventare, nel mezzo secolo successivo, uno dei pilastri fondamentali dell'approccio dinamistico.

Nei *Prolegomeni ai Fondamenti Metafisici della Scienza Matematica*, Kant si esprime in modo ancora più chiaro sul contenuto mentale a priori della scienza:

La più alta conformità alle leggi della natura deve risiedere in noi stessi, cioè nel nostro intelletto [...]. Non dobbiamo cercare le leggi universali della natura per mezzo dell'esperienza, al contrario dobbiamo esaminare la natura, per quanto riguarda la sua regolarità universale, esclusivamente mediante quelle condizioni di possibilità di esperienza che risiedono nei nostri sensi e nel nostro intelletto. [...] L'intelletto non trae le sue lezioni dalla natura, ma le prescrive ad essa.

In altre parole, secondo Kant, le regolarità della nostra immagine della natura, la necessità delle leggi che ad essa attribuiamo, nonché il principio di causalità e i concetti di spazio e di tempo all'interno dei quali formuliamo queste leggi, provengono dalla mente.

La posizione di Kant rappresenta una delle molte versioni della filosofia dinamistica, anche se una tra le più influenti.

Come reazione alle conclusioni scettiche dell'empirismo di Hume (che negava la realtà oggettiva delle "sostanze" sia materiali sia spirituali) nacque la scuola scozzese del "senso comune", che ebbe i suoi principali centri nelle università di Glasgow e di Edimburgo. Diretto ispiratore dei filosofi di senso comune, i quali sostenevano che la percezione non è una conoscenza della natura fatta di "idee" o di "rappresentazioni mentali", ma è in rapporto immediato con la realtà degli oggetti che ne sono causa, fu il filosofo scozzese Thomas Reid.

THOMAS REID [1710–1796]<sup>17</sup> sostiene che "un principio fondamentale consiste nel non dare alcun rilievo alle congetture e alle ipotesi dei filosofi naturali, comunque antichi, anche se generalmente accettati" e a proposito della legge di gravitazione scrive: "la filosofia naturale ci informa che la materia gravita secondo una certa legge, e non dice altro. Che la materia sia attiva o passiva nella gravitazione non può es-

<sup>17</sup> Scozzese, studiò teologia e fu pastore e successivamente insegnante di filosofia al King's College di Aberdeen. Dal 1764 insegnò filosofia morale all'università di Glasgow. Secondo Reid, Hume ha esteso all'anima la critica di Berkeley nei confronti dell'esistenza del mondo esterno, muovendo tuttavia dal presupposto cartesiano e lockiano che la conoscenza abbia a che fare con "idee", e cioè con "rappresentazioni" e "immagini mentali" delle cose. A questa tesi Reid oppone quello che William Hamilton definì "realismo naturale". Questo deriva dalla distinzione tra sensazione come dato unicamente soggettivo e "affettivo", e percezione, intesa non come semplice comprensione dell'oggetto, ma anche come presenza diretta e immediata dell'oggetto appreso. Alla percezione si accompagna pertanto una "credenza" nella realtà dell'oggetto che è la base del "senso comune". Scrisse *An Inquiry into the human mind on the principles of Common Sense* [1764] insieme a *Essay on the intellectual powers of men* [1785] e *Essay on the active power of man* [1788]. Le tesi di Reid ispirarono la cosiddetta scuola scozzese del senso comune, che ebbe in seguito i suoi principali centri nelle università di Glasgow e di Edimburgo. Tale scuola reagì alle conclusioni scettiche dell'empirismo di D. Hume (che negava la realtà delle sostanze materiali e spirituali) e anche all'idealismo esasperato di G. Berkeley, rivendicando le tesi del senso comune: la percezione non è una conoscenza di idee o di rappresentazioni mentali, ma è in rapporto immediato con la realtà degli oggetti che ne sono causa.

sere determinato mediante alcun esperimento a cui io possa pensare”<sup>18</sup>. Sul terreno della scienza il pensiero di Reid fu ispirato al più stretto empirismo e risponde allo scetticismo di Hume introducendo “principii di senso comune” a cui “la costituzione della nostra natura ci porta a credere e che siamo obbligati a dare per scontati, per consenso comune di vita”.<sup>19</sup> Reid quindi, come già Kant, reintroduce la possibilità di una “effectively objective science” (scienza oggettiva a tutti gli effetti), fondata sulla mente umana più che sul mondo naturale e, in quanto tale, “soggettiva”, ma fondata su elementi comuni a tutte le menti umane e quindi universalmente condivisi. Ma mentre per Kant spazio e tempo erano pure forme “a priori” dell’intelletto, per Reid costituiscono caratteristiche proprie del mondo naturale, riconosciute a posteriori dalla mente, e quindi valide come concetti scientifici sulla base del comune riconoscimento da parte degli uomini.

I filosofi del “common sense” si interessano molto all’uso e ai limiti del metodo dell’analogia nella scienza. A proposito del valore euristico dell’uso di tali analogie, Reid scrive:

È naturale per gli uomini giudicare cose meno conosciute mediante qualche similitudine che essi osservano, o credono di osservare, fra queste ed altre cose più familiari e meglio note. In molti casi essi non hanno una via migliore per giudicare. E quando le cose osservate presentano realmente una grande somiglianza, e quando c’è ragione di credere che esse siano soggette alle stesse leggi, allora esiste un considerevole grado di probabilità nelle conclusioni tratte dall’analogia” e conclude: “il modo di ragionare analogico può fornire un’evidenza soltanto probabile”.<sup>20</sup>

Gli stessi argomenti vengono ripresi da WILLIAM HAMILTON [1788–1856]<sup>21</sup>, il quale non ritiene che il metodo della analogia possa costituire «un criterio di verità, soggettivamente necessario e oggettivo».

<sup>18</sup> T. Reid, *The Works*, 1858, Edimburgo, cit., pp. 57–58.

<sup>19</sup> *Ibid.*, p. 108.

<sup>20</sup> *Ibid.*, pp. 236–237.

<sup>21</sup> Scozzese, fu professore di storia civile e in seguito di logica metafisica all’università di Edimburgo. Hamilton riprese la tradizione della filosofia scozzese del senso comune ma sostenne che, nella percezione, pur essendo consapevoli della dualità tra io e non-io, l’oggetto e il soggetto non sono conoscibili in se stessi, ma solo nelle loro manifestazioni fenomeniche, cioè in quanto modificano i sensi e sono condizionati dalle leggi del pensiero.

vamente certo». Il valore dell'analogia per Hamilton era invece una guida, anzi l'unica guida, per l'elaborazione delle teorie scientifiche, ma non rappresentava una garanzia della loro verità. Hamilton è consapevole dei limiti dell'intelligenza umana e non crede che esista una "conoscenza assoluta", per cui esprime questi concetti in termini di una sorta di "principio di relatività" della conoscenza:

Tutta la conoscenza della mente e della materia è semplicemente relativa. Non conosciamo, e non possiamo conoscere, nulla in sé e in modo assoluto; tutto ciò che conosciamo, lo conosciamo in forme e modi particolari, solo nella misura in cui essi possono essere analoghi alle nostre facoltà [mentali].<sup>22</sup>

Per Hamilton questa conoscenza relativa di sé e del mondo, poteva essere soltanto analogica: consisteva cioè in una consapevolezza di "somialianze", e a volte soltanto di somiglianze formali più che di analogie materiali tra i fenomeni. Lo scopo della scienza consisteva nello scoprire queste relazioni di "somialianza" e il metodo con cui queste relazioni potevano essere messe in luce e isolate dal substrato delle osservazioni, sia fisiche che mentali, era quello dell'analogia. Per Hamilton il metodo analogico non costituiva semplicemente *un* metodo per il progresso scientifico e la scoperta, ma *il* metodo scientifico.

Un acceso sostenitore e propagandista della filosofia kantiana in Gran Bretagna fu Samuel Taylor Coleridge.

SAMUEL TAYLOR COLERIDGE [1772–1834]<sup>23</sup>. Sottolinea con forza la priorità della mente sulla natura nella costruzione della scienza:

La più alta perfezione della filosofia naturale consiste nella perfetta spiritualizzazione di tutte le leggi della natura come leggi dell'intuizione e dell'intelletto. I fenomeni (the material) devono scomparire del tutto e solo le leggi (the formal) devono rimanere. [...] I fenomeni ottici non sono altro che geometria, le cui linee sono tracciate dalla luce e la materialità di questa luce è già divenuta oggetto di dubbio<sup>24</sup>. Nelle manifestazioni (appearance) del magnetismo si perde ogni traccia

<sup>22</sup> W. Hamilton, *Lectures on Metaphysics and Logic*, Edimburgo, 1865, vol. I, p. 153.

<sup>23</sup> Fu tra i massimi esponenti del romanticismo inglese insieme a William Wordsworth [1770–1850] col quale pubblicò le *Lyrical Ballads* [1798]. Autore di una vasta produzione critica e filosofica influenzata dal platonismo di Cambridge, dove aveva studiato, e dall'idealismo tedesco, introduce la filosofia di Kant e Schelling in Inghilterra.

<sup>24</sup> Qui Coleridge allude alla teoria ondulatoria che, dopo l'impulso iniziale dato

di materia, e dei fenomeni della gravitazione [...] non rimane altro che la sua legge, la cui esecuzione su vasta scala costituisce il meccanismo dei moti celesti. La teoria della filosofia naturale sarà allora completata quando si dimostrerà che tutta la natura è identica nella sua essenza a ciò che esiste nell'uomo, al massimo grado conosciuto, come intelligenza e autocoscienza.<sup>25</sup>

Per Coleridge lo scopo della scienza consiste nel ricavare leggi, che costituiscono rappresentazioni di “verità che hanno origine nella mente, e non sono astratte o generalizzate dall'esperienza”. Tuttavia, nonostante il primato assegnato alla mente, o alla ragione, Coleridge credeva, come Kant, nella realtà del mondo fisico esterno all'uomo e difendeva con forza la descrizione di questo mondo per mezzo delle sue proprietà empiricamente accettate (che la ragione poi convertiva in leggi) piuttosto che mediante ipotesi metafisiche, rappresentate dagli atomi per i filosofi meccanicisti.

La filosofia kantiana ebbe un'influenza enorme e duratura nel pensiero scientifico occidentale. Il salvataggio operato da Kant, del principio di causalità attaccato dallo scetticismo di Hume, fu indubbiamente il suo più importante contributo alle scienze fisiche. Ma Kant diede almeno un altro importante contributo alla scienza, che riguardava il problema della visualizzazione, cioè l'utilizzazione di immagini e modelli visivi nella scienza. A questo proposito Kant aveva scritto:

La mente non riesce sempre a rappresentare adeguatamente in concreto e a trasformare in immagini distinte nozioni astratte derivate dal puro intelletto. Ma questa contraddizione, che è di per sé meramente soggettiva [cioè è un limite della natura umana] troppo spesso viene confusa con un limite o un'incongruità dell'oggetto osservato [cioè delle nozioni in sé] e induce a confondere erroneamente i limiti delle facoltà umane con i limiti delle cose come esse esistono nella realtà.<sup>26</sup>

Coleridge riprende questo argomento kantiano e lo utilizza contro quegli scienziati meccanicisti i cui modelli ipotetici erano fondati sul presupposto, del tutto ingiustificato, che il mondo fosse strutturato in un modo conforme al senso della vista, se fosse sufficientemente sviluppato:

da Thomas Young ai primi dell' 800, si stava imponendo in quegli anni con il lavoro di Fresnel.

<sup>25</sup> S.T. Coleridge, *Biographia Literaria*, 1817 (ristampata nel 1956), p. 146.

<sup>26</sup> I. Kant, *De Mundi sensibilis*, 1770.

Sotto il dispotismo dell'occhio [...] noi siamo irrequieti sia a causa del fatto che le cose invisibili non sono visualizzabili sia perché i sistemi metafisici (le teorie meccanicistiche) per la maggior parte diventano popolari non per la loro verità, ma nella misura in cui esse attribuiscono alle cause una possibilità di essere viste se solo i nostri organi visivi fossero sufficientemente potenti [...]. Secondo la credenza dei nostri moderni filosofi, vengono considerate concezioni chiare soltanto quelle rappresentabili mediante immagini distinte. In tal modo ciò che è concepibile viene ridotto all'interno dei limiti di ciò che è rappresentabile per immagini.<sup>27</sup>

Come Hamilton anche WILLIAM WHEWELL [1794–1866] fonde la filosofia kantiana con la filosofia del “senso comune” di derivazione scozzese. Whewell non fu soltanto un filosofo, ma anche uno scienziato, che per la maggior parte della sua vita visse ed insegnò all'università di Cambridge. Fu in corrispondenza con molti scienziati suoi contemporanei, tra cui Faraday, con cui ebbe frequenti e prolungati scambi epistolari. Nella sua importante opera *Philosophy of the Inductive Sciences*<sup>28</sup> assume il punto di vista che “in tutta la conoscenza umana sono coinvolte sia la mente che la materia”.<sup>29</sup> In accordo con i dinamisti tedeschi e scozzesi, Whewell sostiene che le “cose” esistono nel mondo naturale, ma la nostra conoscenza di esse è anche una funzione della mente:

I sensi pongono di fronte a noi i caratteri del Libro della Natura, ma questi non ci forniscono alcuna conoscenza, finché non abbiamo scoperto l'Alfabeto con cui devono essere letti [...]. L'Alfabeto, mediante cui interpretiamo i fenomeni, consiste nelle Idee che esistono nelle nostre menti, perché queste danno ai fenomeni quella coerenza e quel significato che non è oggetto di sensi.<sup>30</sup>

In altre parole, per Whewell la “sostanza” delle leggi scientifiche deriva empiricamente dalle nostre percezioni della natura, ma la “forma” o “struttura” di queste leggi è imposta a priori dalla struttura della mente. In accordo con Kant, egli ritiene, per esempio, che concetti fondamentali come quelli di “passato” o “futuro” o di “causa” e “effetto” siano imposti dalla mente sulla natura, mentre secondo i filosofi dinamistici scozzesi tali concetti esistevano indipendentemente ed e-

<sup>27</sup> S. T. Coleridge, *op. cit.*, pp. 62 e 156–157

<sup>28</sup> 1840, 2<sup>a</sup> ed. 1847, II vol.

<sup>29</sup> *Ibid.*, vol. I, p. 17.

<sup>30</sup> *Ibid.* vol. II, p. 443.

rano semplicemente riconosciuti e connessi dalla mente. Una volta accettato che sia la “mente” che la “natura” giocano un ruolo rilevante nella conoscenza scientifica, Whewell assume un atteggiamento pragmatico dando importanza alle “attitudini psicologiche” dei singoli scienziati nel preferire più uno o l'altro elemento:

La combinazione dei due elementi, quello soggettivo o ideale, e quello oggettivo o osservato, è necessaria per fornirci una qualsiasi conoscenza [insight] delle leggi della natura. Ma le diverse persone, a seconda della loro costituzione e delle loro abitudini mentali, possono essere inclinate a preferire più l'uno o l'altro di questi due elementi.<sup>31</sup>

Egli tuttavia non attribuiva nessun valore di verità ai sistemi di ipotesi, sia di tipo meccanicistico che dinamistico, infatti riteneva che sia quei sistemi basati su “atomi solidi” che quelli basati su “atomi forza” fossero “semplicemente dei modi di rappresentare le leggi meccaniche della natura”, ritenendo insostenibile l'opinione che “uno dei due posseda una sua verità evidente o autorità indiscutibile ad esclusione dell'altro”. Da una parte Whewell mette infatti in rilievo il ruolo euristico svolto dalle ipotesi nella scienza, sottolineando come quest'ultima non possa progredire senza la loro utilizzazione, ma dall'altra sostiene che lo scienziato deve anche essere pronto ad abbandonarle, una volta che queste risultino falsificate dai “fatti”, senza “innamorarsi delle sue fantasie” e ponendo al primo posto la ricerca della verità. Secondo lui, mentre una legge scientifica poteva in ultima analisi essere indipendente da ipotesi, tuttavia esistevano molti casi in cui una legge non poteva neppure essere compresa, o addirittura espressa, senza l'uso illustrativo di ipotesi:

Le leggi dei fenomeni, in molti casi, non possono essere neppure espresse o comprese senza qualche ipotesi riguardante il loro meccanismo di produzione.<sup>32</sup>

Tra i più autorevoli matematici inglesi, Whewell ebbe un'enorme influenza sui contemporanei, anche per merito della sua opera *History of the inductive Sciences*<sup>33</sup>, dove sostenne idee molto simili a quelle

<sup>31</sup> Ivi, vol. I, p. 30.

<sup>32</sup> Ivi, vol. II, p. 103.

<sup>33</sup> 3 voll., Londra, 1837.

del matematico irlandese William Rowan Hamilton. Secondo Whewell le leggi del moto erano interpretazioni fisiche di idee razionali, cioè derivate dall'esperienza ma plasmate dalla mente in modo conforme alle sue idee (a priori):

Le leggi del moto prendono in prestito la loro forma dall'Idea di causa [causation], sebbene la loro sostanza sia fornita dall'esperienza; e quindi esse possiedono un'universalità che l'esperienza non può dare.<sup>34</sup>

Le idee di William Hamilton e William Whewell influenzeranno molto la formazione filosofica del giovane Maxwell.

La terza idea-forza della filosofia dinamistica, che risale a Kant, è l'idea di "polarità", l'esistenza cioè di forze di attrazione e di repulsione. La prima trattazione estesa del concetto di polarità viene data da Friedrich von Schelling [1775–1854], il padre della cosiddetta *Naturphilosophie*, nella sua opera *Idee per una filosofia della natura* [1803].<sup>35</sup> Ma fu Samuel Taylor Coleridge a diffondere queste idee presso il pubblico inglese, applicando il concetto di polarità per spiegare non soltanto i fenomeni elettrici e magnetici, ma anche il legame chimico.<sup>36</sup>

Il concetto di polarità, come vedremo, giocherà un ruolo importante negli scritti chimici di Humphrey Davy e nei lavori di chimica e di elettromagnetismo di Michal Faraday e di Hans Christian Oersted. Whewell, da parte sua, dedicherà al concetto di polarità un intero libro della sua opera monumentale, *Philosophy of the Inductive Sciences* (2 voll., Londra 1840), nella quale puntualizza che tale idea «solo di recente è stata applicata con un discreto livello di chiarezza dai filosofi fisici e che tuttavia è stata anche utilizzata probabilmente in un modo oscuro e antiquato nella maggior parte delle ricerche sperimentali».<sup>37</sup>

Molti dei padri fondatori dell'elettromagnetismo come Oersted, Faraday, Maxwell, W. Thomson, Ampère si rifanno alla filosofia dinamistica. Il principale contatto di Faraday con la filosofia dinamistica

<sup>34</sup> Ivi, vol. I, p. 230.

<sup>35</sup> Compagno di studi di G.W.F. Hegel e F. Hölderling a Tubinga, nel 1798 fu chiamato da J.W. Goethe a Jena e in seguito insegnò anche a Monaco e Berlino.

<sup>36</sup> Cfr. le sue opere *The friend* (1918) e *Hints towards the formation of a more comprehensive theory of life*, pubblicata postuma nel 1848.

<sup>37</sup> Ivi, vol. I, p. 374.

fu il suo mentore, il chimico scozzese Humphrey Davy [1778–1829], di cui divenne assistente alla Royal Institution di Londra. Davy fu sostenitore di una teoria atomistica che derivava da Boscovich e da Kant (atomi puntiformi come centri di forza).

Michael Faraday [1791–1867] difese questo punto di vista sia in un suo importante articolo del 1844, *Speculation touching electric induction and the nature of matter*, sia in una nota non pubblicata dello stesso anno:

Quale ragione reale esiste per supporre che in una particella di materia vi sia un qualche nucleo (esteso)? Io credo che un atomo di materia consista in una quantità immutabile di forza (power) [...] e credo che questa forza sia addensata intorno (grouped around) e attaccata ad un centro, così come altri credono che essa sia associata ad un nucleo; ma non posso immaginare a cosa possa servire questo nucleo, o come si riconosca o che cosa vi sia di indipendente dalla forza intorno ad esso.

[...] La materia agisce e subisce azioni (is acted upon) soltanto mediante le sue forze, e gli atomi della materia li immagino come centri di forza. Non so specificare quali tipi di forze, ma la nostra natura di esseri umani ci permette soltanto di riconoscerle e di misurarle mediante i loro effetti.<sup>38</sup>

Questa citazione serve a comprendere come molti filosofi dinamisti conservino la nozione di atomismo, ma non quella della materialità normalmente associata a questa nozione. Secondo Faraday, come vedremo meglio oltre, possiamo dedurre l'esistenza di forze dai loro effetti empirici sulla materia, ma non esiste alcuna giustificazione empirica per specificare né la natura precisa, né per postulare ipotetiche entità materiali all'origine di tali forze.

### 1.3 Unificazione, analogia e modelli meccanici per meccanicisti e dinamisti

Finora abbiamo esaminato le differenze tra l'approccio meccanicistico e quello dinamistico sia da un punto di vista filosofico che di metodologia scientifica, tuttavia esistono tre ulteriori aspetti che meritano di essere approfonditi per la comprensione delle epistemologie in-

<sup>38</sup> Cit. in T. H. Levere, *Faraday, matter and natural theology – reflection on an unpublished manuscript*, Br. J. Hist. Sc. 4 (1968), 95–107; cit. p. 107.