

## Sulle categorie interpretative utilizzate dagli storici della Fisica Classica

*Antonino Drago*

### 1. Storia oggettiva, storia soggettiva e storia effettiva

Di solito viene illustrata la *Storia oggettiva della Fisica*, nella quale vengono indicati i fatti storici, cioè le date delle scoperte, gli scritti che originano le teorie, la nascita di nuovi apparati sperimentali, il mondo accademico nel quale la Fisica si sviluppa. Ma di fatto si usa anche, ed è molto sviluppata perché è più attraente, la *Storia soggettiva della Fisica*, basata sui concetti intuitivi così come questi sono variamente concepiti dai singoli scienziati e dall'accademia scientifica (ad es. il concetto di spazio o di tempo); in definitiva, mediante delle metafore, che dispensano lo storico dall'attenzione al formalismo della Fisica e rendono più scorrevole la lettura del testo. Infine ho messo in rilievo che esiste una *Storia effettiva della Fisica*, che è la storia di due opzioni fondamentali (sul tipo di matematica e sul tipo di organizzazione).<sup>1</sup>

In effetti, queste tre maniere di illustrare la Storia delle teorie scientifiche corrispondono ai tre modi di concepire una teoria scientifica. Vi è una "scienza oggettiva", quella che viene insegnata mediante tecniche e concetti oggettivi, e sulla quale si esaminano gli studenti; una "scienza soggettiva", così come gli scienziati che vi operano ne pensano i fondamenti, mediante dei concetti surrogatori intuitivi; e una "scienza effettiva", così come i "geni" scientifici la determinano mediante le loro scelte (coscienti o non) sulle due opzioni che informano le teorie che essi propongono.

Quando i fondamenti di una teoria fisica vengono visti come rappresentati dalle due opzioni suddette, le scelte su queste due opzioni possono essere ridotte a scelte dicotomiche (o l'infinito in atto IA, o l'infinito potenziale IP; o l'organizzazione aristotelica deduttiva OA, o l'organizzazione basata su un problema OP). Compiendo su di esse una coppia di scelte, si ha uno dei quattro possibili modelli di teoria scientifica (MTS). La storia di questi fondamenti può essere rappresentata con un grafico: su un asse temporale ognuna delle principali teorie fisiche è segnata alla

---

<sup>1</sup> A. Drago: "La storia del concetto di spazio quale rivelatrice delle scelte fondamentali di una teoria fisica: II. A. Koyré e la metafisica della scienza moderna", in F. Bevilacqua (ed.): **Atti VII Congr. Naz. Storia Fisica**, Padova, 1986, 119-123.

data in cui è nata, assieme alle scelte che essa ha realizzato. La sequenza delle teorie allora dà in maniera sintetica la evoluzione storica delle scelte e dei MTS nella Storia della Fisica (=SdF) classica dal 1600 al 1900.<sup>2</sup>

Per brevità non riporto il grafico (che comunque è simile alla prossima tabella 1), ma lo descrivo succintamente. In un primo periodo storico (1630-1687) erano presenti due scelte solamente (quelle dei fondamenti dell'ottica geometrica, OA e IP); poi è stata aggiunta la scelta IA dalla meccanica newtoniana, che realizza il MTS delle scelte IA e OA.<sup>3</sup> Dopo un secolo, attorno alla rivoluzione francese, sono nate teorie che, assieme, rappresentavano tutte le scelte, in tutti i MTS. Però è seguito un periodo di restaurazione, che ha oscurato i MTS diversi da quello newtoniano. Solo la crisi dell'inizio del secolo XX e la conseguente nascita delle teorie della fisica moderna hanno imposto definitivamente un pluralismo di scelte; e solo ora si prende coscienza della pluralità delle scelte e dei MTS.<sup>4</sup> Allora *la storia effettiva* (dei fondamenti) della Fisica è quella che tiene conto della cronistoria delle scelte sulle due opzioni, realizzate dalle varie teorie fisiche, e più sinteticamente è la storia dei quattro MTS.

Quindi la Storia effettiva della Fisica di un dato tempo ha per categorie esattamente tutte le scelte che stanno alla base delle teorie fisiche di quel tempo storico. *Questa Storia della Fisica è l'unica adeguata, perché completa dei fondamenti delle teorie fisiche, i quali vengono descritti senza mediazioni-traduzioni-semplificazioni.*

Notiamo allora che fino alla rivoluzione francese la SdF effettiva è relativamente semplice, perché quasi non ha pluralismo di atteggiamenti fondazionali differenti. Ma poi, la pluralità di scelte e dei MTS che nascono al tempo della rivoluzione francese richiede che lo storico faccia molta attenzione alla loro diversità (anche se ci sono stati due secoli di ritardo nella coscienza collettiva). Ricaviamo allora una importante conclusione generale: *dal tempo della rivoluzione francese la Storia della Fisica è essenzialmente complessa; il che rende molto difficile una sua*

---

<sup>2</sup> A. Drago: "Modelli di teoria scientifica, paradigmi e comunità scientifiche", in G. Battimelli, E. Gagliasso (edd.): **Le Comunità scientifiche tra storia e sociologia della scienza**, Quad. Riv. Storia e Scienza, Roma, 1993, 43-64.

<sup>3</sup> Newton ha elaborato una meccanica organizzata in maniera assiomatica (basata sui i tre principi della dinamica classica e sui concetti di forza e di spazio e tempo assoluti; quindi teoria OA) e fondata sulla matematica classica delle equazioni differenziali, basate sul concetto di infinitesimo in atto (quindi IA).

<sup>4</sup> La "Fisica moderna" è nata quando si è resa evidente la necessità di uscire dal MTS newtoniano. Si può dire che, anche se i fisici teorici del 1900 non hanno dichiarato i quattro MTS, però nel loro sforzo di superare delle difficoltà fondazionali mai sperimentate finallora ed inventare nuove teorie, li hanno implicitamente coinvolti tutti. Quindi, la "modernità" della fisica teorica consiste proprio in questo tipo di ampliamento del modo usuale di considerare i fondamenti di una teoria scientifica.

*presentazione unitaria, anche quando per categorie si utilizzassero concetti dilatati ed astratti.*

Ma gli storici non hanno mai considerato questo tipo di SdF. Invece *le categorie interpretative degli storici del passato sono costituite da concetti intuitivi della Storia della Fisica soggettiva. In precedenti lavori ho scoperto che esse, al meglio, possono essere viste come traduzioni delle scelte della Storia della Fisica effettiva.*<sup>5</sup> Allora lo scopo di questo scritto è di andare oltre le categorie già inventate dagli storici del passato, per ricavare tutte le possibili categorie adatte alla Storia soggettiva. Cioè, nel seguito studierò come la storia del terzo tipo (quella effettiva) può suggerire categorie storiografiche per il secondo tipo di storia (quella soggettiva).

Prima classificherò la storiografia tradizionale, di tipo semplicemente biografico o concettuale o basata sul contenuto matematico di una teoria (par. 2); poi esaminerò gli esempi più autorevoli di storia soggettiva-effettiva: quella di Koyré (par. 3) e quella di Kuhn (par. 4 e 5); quest'ultima viene criticata come approssimativa. Ristabilita la vera storia del paradigma newtoniano (par. 6), passerò a caratterizzare (con una tabella) tutte le categorie delle più importanti storiografie proposte (par. 7).

## **2. La storia soggettiva tradizionale**

Occorre notare che nel passato, i fisici che cercavano di comprendere i fondamenti della scienza hanno ignorato le scelte fondamentali.<sup>6</sup> Altrettanto vale per gli storici, i quali, per avvicinarli, hanno avuto una prima maniera ingenua: quella di cercare di percepirla attraverso le scelte filosofiche di un personaggio scientifico; è questa la *Storia delle biografie* dei maggiori scienziati. In effetti ognuno di questi scienziati ha avuto delle direzioni abbastanza precise sul come costruire una teoria fisica; ricostruendo allora queste direzioni, lo storico può sperare di risalire alle scelte effettive della scienza. Di fatto però, le direzioni dello scienziato sono state espresse sempre con idee intuitive-soggettive; che lo storico dovrebbe tradurre in altre idee più profonde, pur non sapendo in quale nuovo linguaggio formulare. Inoltre spesso lo scienziato ha considerato quelle direzioni sono state considerate come delle semplici impalcature, che, una volta costruita la teoria, o lo scienziato stesso le ha ripudiate, o i successivi scienziati non le hanno riconosciute più come importanti (si pensi ad esempio ai vortici, che Maxwell ha usato come base concettuale e tecnica per costruire l'elettromagnetismo). Né lo storico, quando va a confrontare le varie premesse teoriche dei diversi scienziati, arriva a stringere una

---

<sup>5</sup> A. Drago: "Caratterizzazione strutturale delle storiografie della scienza di Koyré, Kuhn e seguenti", in A. Rossi (ed.): **Atti XIV e XV Congr. Naz. St. Fisica**, Conte, Lecce, 1996, 159-167.

<sup>6</sup> Salvo Galilei, che ne ha trattato nelle sue ultime due opere; A. Coppola e A. Drago: "Galilei ha inventato il principio d'inerzia? Proposta di una nuova interpretazione della sua opera", in S. D'Agostino, S. Petruccioli (edd.): **Atti V Congr. Naz. St. Fisica**, Accademia dei XL, Roma, 1984, 319-327.

base comune; troppe sono le divergenze, almeno tante quante le metafisiche possibili. Né può precisare in qualche modo quanto è rimasto valido e quanto era caduco, non conoscendo già i veri fondamenti.

Passiamo alla storia che supera l'aspetto personale della scienza e che perciò come categorie sceglie delle idee. Notiamo che i filosofi hanno suggerito idee molto astratte (come "causalità", "determinismo", "empirismo", ecc.); mentre invece i fisici hanno cercato di rappresentare i fondamenti della Fisica (=FdF) con idee molto vicine alla realtà empirica, cioè prendendo qualche concetto fisico come basilare e ampliandone il significato; per esempio, il concetto di "spazio". In effetti, un mio studio della storia del concetto di spazio negli scienziati fondatori delle teorie fisiche, mostra in ognuno di questi scienziati una stretta correlazione tra questo concetto e l'organizzazione della teoria scientifica da lui fondata.<sup>7</sup> Nonostante che il tipo di organizzazione di una teoria scientifica sia ben più fondamentale del concetto di spazio, solo quest'ultimo è stato utilizzato, per secoli, dai fisici (a partire da Cartesio) come concetto rappresentativo dei FdF. Esso ha quindi avuto un ruolo "surrogatorio", in termini soggettivi ed intuitivi, dell'organizzazione della teoria. In breve, in mancanza di suggerimenti appropriati da parte dei filosofi, *i fisici del passato hanno surrogato la fisica effettiva con la fisica soggettiva. Altrettanto hanno fatto gli storici, i quali hanno prodotto una storia soggettiva della Fisica classica mediante delle categorie che traducono (più o meno in concetti fisici, ma anche in concetti storici, sociologici, psicologici) i significati specifici di alcuni concetti fondamentali.*

Questo tipo di storiografia è innanzitutto la storia di singoli concetti, ognuno dei quali vorrebbe dare conto di quanta più Storia della Fisica (=SdF) è possibile. Infatti uno storico può prendere *un concetto fisico* e, ampliandolo opportunamente, cercare di estenderlo a categoria interpretativa di tutta la Fisica, cioè per abbracciare l'ampio panorama delle tante teorie e dei MTS della Fisica classica.

Qui c'è la classica storiografia di Jammer sui concetti di spazio, di forza e di massa.<sup>8</sup> Ma c'è anche la storiografia di Maltese sulla equazione  $f=ma$ .<sup>9</sup> Come è facile notare, questi sono i tipici concetti della meccanica newtoniana, la quale implicitamente viene pensata come la matrice di tutta la fisica teorica; e proprio per questo fatto essi abbracciano molto, ma non arrivano a dettagliare la storia. Analogο giudizio vale per la SdF degli storici "energetisti".

Ma si noti che questo tipo di categorie provengono sempre da una traduzione; la quale in qualche modo è anche traditrice; e in più sintetizza, quindi è

---

<sup>7</sup> A. Drago: "La storia del concetto di spazio quale rivelatrice delle scelte fondamentali di una teoria fisica: I. La correlazione tra lo spazio e la organizzazione della teoria", in F. Bevilacqua (ed.): **Atti VII Congr. Naz. Storia Fisica**, Padova, 1986, 113-11.

<sup>8</sup> M. Jammer: **Concepts of Force**, Harvard, 1957; **Concepts of Space**, Harvard, 1960; **Concepts of Mass**, Harper, 1961.

<sup>9</sup> G. Maltese: **La storia di  $F=ma$** , Olschki, Firenze, 1992.

approssimativa. Perciò occorrerebbe sanamente diffidarne, benché queste categorie intuitive-soggettive permettano il racconto più affascinante possibile di SdF.

Più in generale, lo storico può intendere i FdF come costituiti da più di un singolo concetto o una formula: da un'intera teoria. Qui ci sono le storiografie più antiche, che considerano come basilare di tutta la Fisica una sua teoria particolare. Chiaramente i primi sono stati gli storici meccanicisti; Lagrange ne è il capostipite.<sup>10</sup> Egli è ben giustificato nella sua scelta dal fatto che la fisica teorica del suo tempo era solamente la meccanica. Non così per i successivi storici, che dovrebbero affrontare la complessità della SdF del dopo rivoluzione francese. Ma il suo esempio è apparso insuperabile. Nella seconda metà del 1800 ci sono stati degli storici che hanno fatto SdF in analogia a Lagrange anche se, come gli energetisti, consideravano la termodinamica come base di tutta la Fisica teorica.

Tra essi, il più profondo è Mach;<sup>11</sup> il quale supera le ristrettezze degli altri energetisti, proponendo una categoria storiografica più articolata: la "economia di pensiero". Questa ha il merito di sostituire l'Energia con il concetto più concreto di Lavoro, sottinteso dalla sua parola "economia"; la quale a sua volta esprime un principio di minimo. E infine la parola "pensiero" ha il merito di riferire la categoria non alla realtà da descrivere, ma alla attività dello storico; con ciò egli si rifà ad una struttura intellettuale che è superiore ai concetti della teoria fondazionale. Ma notiamo che il concetto di Lavoro pone un problema; quindi egli si richiama implicitamente ad una OP. L'altro concetto, Economia, di fatto richiama una tecnica tipica dell'analisi infinitesimale usata per i principi di minimo; il che ambiguamente fa da metafora o al classico principio di minimo di Maupertuis, o a quello dell'entropia; qui c'è un'ambiguità tra l'IA del primo e l'IP del secondo. D'altronde Mach non è stato chiaro sul ruolo della matematica nella teoria fisica; egli voleva quella delle analogie, ma poi accettava tutti i formalismi avanzati dalla meccanica di Lagrange; che egli vede come l'apice dello sviluppo storico della meccanica; cioè egli lo vede nel MTS OP+IA, quello stesso al quale può appartenere anche la sua categoria, e che è il MTS di quella termodinamica (di Clausius e Kelvin) che gli fa da teoria di base.

Però tutti questi storici, nonostante le loro profonde analisi critiche, non giungono mai a definire dei precisi FdF. Un atteggiamento di altri storici sembra dare una soluzione ma in realtà cortocircuita il problema, perché vogliono considerare come FdF la sola Matematica della Fisica. Con ciò le categorie delle prossime due storiografie uniscono la storia effettiva alla storia oggettiva, più che alla storia soggettiva; perché sicuramente si basano su strutture che appartengono alla storia oggettiva (matematica delle funzioni analitiche, matematica della teoria degli insiemi), e d'altra parte si curano poco di soggettivizzare le categorie interpretative; anzi cercano di formalizzarle il più possibile. Ma è bene includerle, considerandole come estremo tentativo di avvicinare i FdF senza riuscirci.

---

<sup>10</sup> J. Lagrange *Mécanique analytique*, Paris, 1788.

<sup>11</sup> E. Mach: *Die Principien der Waermelehre*, Lipsia, 1896 (trad. Ingl.: Reidel, 1986); *Die Mechanik*, Lipsia, 1883 (trad. It.: Boringhieri, 1968).

Tipico esempio è Truesdell: egli prende, come teoria fondante tutta la Fisica, la matematica della Fisica newtoniana; e della Matematica prende la sola Analisi, strumento tipico della Fisica Matematica, in lui rinnovata dall'uso di modelli dei mezzi continui infiniti. Di fatto, egli ha scelto l'IA (e implicitamente l'OA) della meccanica classica e l'ha proiettata su tutta la storia della meccanica e della termodinamica.<sup>12</sup> I lavori di Truesdell sono molto istruttivi perché fanno scoprire lati finora poco esplorati o addirittura ignoti. Le sue polemiche sono famose, tanto quanto le sue opinioni sono tagliate con l'accetta, quella appunto di una particolare matematica, che ha il solo merito di essere stata dominante per secoli. Ma la sensazione generale con cui è stata accolta, è che la sua sia un'estremizzazione, perché ogni fisico sa che la teoria fisica non può essere ridotta a matematica, sia pure avanzata.

Una maniera simile, ma più raffinata, è quella degli "strutturalisti" (Stegmueller, Balzer, Sneed, Moulines).<sup>13</sup> Essi affidano la capacità di arrivare ad una descrizione totalizzante non più alla semplice fisica-matematica delle equazioni differenziali; perché essi hanno accettato le rivoluzioni dei quanti e della teoria dei gruppi della relatività ristretta; piuttosto, essi si basano sulla teoria matematica ritenuta più progressiva, la teoria degli insiemi, che dal 1900 pretende di essere comprensiva di tutta la Matematica. Essi non fanno che estendere questo suo progetto totalizzante dalla Matematica alla Fisica. A questo scopo essi assiomatizzano una teoria fisica in modo da ridurla il più possibile a formule matematiche, che poi traducono in teoria degli insiemi. Il passaggio non è indolore, perché le teorie fisiche hanno sempre resistito alla assiomatizzazione (vedi l'incessante studio degli strutturalisti sul concetto di "termine teorico"); ma essi utilizzano il suggerimento di Suppes, di concepire una "assiomatica" mediante un predicato, che ha il compito di stabilire la applicabilità della teoria formalizzata in matematica ai modelli matematici della realtà sperimentale. In totale, qui vediamo la scelta sicura di IA, quella della teoria degli insiemi, nata proprio per trattare direttamente l'infinito (in atto) in Matematica. Come seconda scelta, vediamo tendenzialmente l'OA dell'assiomatica, che però è corretta da Suppes in termini di una OP implicita (perché il predicato affronta e vuole risolvere un problema, la adeguazione della teoria astratta alla realtà). In definitiva, gli strutturalisti propongono un MTS con IA e OA, ma intendendo OA ambiguamente come OP, il che risulta loro utile per destreggiarsi meglio nella varietà di teorie fisiche, chiaramente non riconducibili a teorie solamente OA.

Con questo ampio schema è comprensibile che essi pretendono di coprire qualsiasi teoria (salvo storcere alquanto quelle dei MTS non newtoniani); trovando anche degli aspetti interessanti e sottolineando dei legami genetici-storici che sono del tutto inediti e affatto trascurabili come artificiosi. Ma per aderire al loro

---

<sup>12</sup> C. Truesdell: *An Idiot's fugitive Essays on Science*, Springer, Berlin, 1984; C. Truesdell e S. Baratha: *Concepts and Logic of Classical Thermodynamics as a Theory of Heat Engines*, Springer, Berlin, 1977.

<sup>13</sup> W. Balzer, C.U. Moulines: *The Structuralist Theory of Science*, de Gruyter, 1996; C.U. Moulines, J.D. Sneed: *An Architectonic of Science*, Reidel, 1997.

programma, bisogna credere nella teoria degli insiemi come soluzione di tutti i problemi scientifici. Oggi l'era del Bourbaki è già passata; inaspettatamente per il Bourbaki, le matematiche differenti da quella classica (quindi IP) e le logiche non classiche (quindi OP) sono già entrate irreversibilmente nell'ambiente scientifico. Perciò il loro programma non può che restare quello di un gruppo di filosofi e storici che parzializza la scienza secondo uno schema del passato.<sup>14</sup>

### **3. Dalla storia soggettiva alla storia effettiva: la storiografia di Koyré basata sulle scelte**

Considerandole assieme, tutte le storiografie elencate nel paragrafo precedente hanno avuto minore rilevanza della cosiddetta "nuova storiografia", anche perché non hanno avuto un chiaro riferimento ai FdF, e perciò hanno costruito delle interpretazioni particolari, che presentano molti limiti. In particolare, queste storiografie mancano dell'acquisizione compiuta poi da Koyré e da Kuhn: *la storia della Fisica è essenzialmente conflittuale, tra posizioni irriducibili che riguardano i Fondamenti della Fisica.*

Allora iniziamo lo studio di questo nuovo tipo di storiografia soggettiva. In comunicazioni precedenti ho interpretato e sviluppato il punto di vista di A. Koyré sulla nascita della scienza moderna.<sup>15</sup> Secondo Koyré, la scienza moderna è nata perché ha introdotto in maniera essenziale l'infinito. Koyré ha anche sottolineato che questo concetto è stato inteso in due modi differenti: o l'infinito in atto, IA (quello che nell'analisi è stato scelto da Newton e Leibniz, e nei principi della teoria meccanica da Newton); oppure l'infinito solo potenziale, IP (così come volevano Cartesio e Huygens in matematica e in fisica). Inoltre, Koyré ha dato molta importanza al concetto di spazio, notando che c'è una dicotomia tra lo spazio assoluto (un contenitore, preesistente a tutti gli oggetti che esso include) e lo spazio relativo (costruito sulle mutue relazioni degli oggetti). Dallo studio del concetto di spazio nei fondatori di teorie fisiche ho ricavato una correlazione: in questi autori il concetto di spazio ha surrogato l'opzione sul tipo di organizzazione della teoria: il concetto di spazio assoluto-contenitore ha surrogato la organizzazione della teoria che ricava ogni risultato da pochi assiomi in maniera interamente deduttiva (=OA);

---

<sup>14</sup> Ho sviluppato una critica alla storiografia strutturalista in "Il caso della teoria chimica come rivelatore dei limiti della interpretazione strutturalista della scienza", in P. Amat di San Filippo (ed.): **Atti VI Conv. Storia e Fondam. Chimica**, Acc. Naz. Sci. XL, **113, 29**, pt. 2 (1995), 269-285; "Il programma strutturalista esaminato mediante il caso di studio della termodinamica", in P. Tucci (ed.): **Atti XVI Conv. Naz. Storia Fisica e dell'Astronomia**, Milano, 1997, 361-382; "The challenge represented by the structuralist interpretation of scientific theories", Comm. to **III GAP, Congress on Analytic Philosophy**, Monaco, 1997.

<sup>15</sup> A. Drago: "Interpretazione delle frasi caratteristiche di Koyré e loro estensione alla storia della fisica dell'ottocento", in C. Vinti (ed.): **Alexandre Koyré. L'avventura intellettuale**, ESI, Napoli, 1994, 657-691.

quello relativo-coordinatore ha surrogato la organizzazione che si indirizza a trovare un nuovo metodo scientifico per risolvere un problema cruciale (=OP).

Allora ho decifrato in termini delle due opzioni i concetti contenuti nelle "frasi caratteristiche", che Koyré ha ripetutamente dichiarato essere alla base della sua interpretazione: "Dissoluzione del Cosmo finito e geometrizzazione dello spazio". I concetti delle frasi in effetti esprimono con parole soggettive le quattro scelte possibili sulle due opzioni suddette: due di queste scelte esprimono la scienza antica che, venendo abbandonata, fa vedere le scelte come negative ("dissoluzione", in surrogazione dell'organizzazione del cosmo antico, che era OP; e "finito" in surrogazione di IP); le altre due sono viste in positivo, perché sono le scelte della scienza moderna ("geometrizzazione" in surrogazione di IA, e "spazio" in surrogazione di OA). Queste ultime in realtà sono le scelte della meccanica newtoniana, che è stata la teoria fisica vincente di quel periodo; qui vediamo che uno dei motivi per cui la storiografia di Koyré è così illuminante è che, secondo i FdF, essa si pone dal punto di vista di quella teoria che ha assorbito tutto lo sforzo intellettuale preparatorio alla scienza moderna.

La verifica di questa interpretazione delle categorie di Koyré è che si possono formulare delle categorie opposte, semplicemente invertendo le valenze, positiva e negativa, da lui date alle quattro scelte. In corrispondenza al valutare negativamente IA ed OA e positivamente IP ed OP, ho trovato allora due nuove "frasi caratteristiche" alla Koyré ("Evanescenza della forza-causa e discretizzazione della materia"; esse riflettono l'atteggiamento fondamentale delle teorie fisiche che nel 1800 si sono opposte al dominio culturale della meccanica newtoniana: chimica classica, meccanica di L. Carnot,<sup>16</sup> termodinamica di S. Carnot.

Ciò dimostra che *Koyré ha compiuto un passo cruciale nella storia della storiografia della scienza: ha raggiunto la capacità di trattare la SdF effettiva* (sia pure in maniera parziale e attraverso categorie soggettive); in effetti egli ci è riuscito anche perché egli ha studiato a lungo colui che nella Fisica le aveva indicate con chiarezza, Galilei.

Di converso, le frasi (quelle di Koyré e le mie) evidenziano al meglio *la capacità di uno storico di utilizzare le categorie interpretative che soggettivizzano le scelte sulle due opzioni fondamentali mediante dei concetti intuitivi, di natura storico-scientifica*; esse risulteranno efficaci nel lavoro di interpretazione storica di un certo periodo nella misura in cui corrispondano alle scelte compiute dalle teorie fisiche del periodo considerato.

---

<sup>16</sup> Al contrario della meccanica newtoniana, quella di L. Carnot è sviluppata attorno ad un problema: quali siano le leggi di conservazione nell'urto (quindi OP). Per risolvere questo problema egli definisce una nuova tecnica, il calcolo delle "simmetrie", utilizzando la sola algebra vettoriale sui concetti fondamentali, che sono la quantità di moto e il lavoro, operativamente ben definiti; inoltre lo spazio e il tempo sono concepiti come "relazionali", anch'essi operativi; quindi essa usa solo l'IP. Non credo che sia necessario indicare perché le altre due teorie sono anche esse OP e IP.

Questi fatti provano che *quando uno storico ha saputo cogliere degli aspetti profondi delle teorie fisiche studiate, ha inventato delle categorie storiche-scientifiche che sono formate da concetti soggettivi, ma che, in qualche modo, si legano alla SdF effettiva, determinata dalla successione delle scelte e dei MTS.*

#### **4. La storia effettiva-soggettiva dei MTS: l'incommensurabilità e le variazioni radicali di significato**

Quanto sopra ha generalizzato il più possibile la novità di Koyré: quella di aver espresso, mediante concetti soggettivi, le scelte fondamentali della (nascita della) Fisica. Ma notiamo che uno storico della Fisica è andato oltre Koyré, perché in vece di fare storia di qualche teoria fisica, ha fatto storia *sulle* teorie fisiche. Con ciò egli della storia effettiva ha messo in luce un aspetto diverso dalle singole scelte: attraverso i suoi concetti fondamentali di "paradigma", "rivoluzione scientifica" e "incommensurabilità" Kuhn è posto al livello di MTS.

Precisiamo allora i quattro MTS. Uno (N) è dovuto a Newton (MTS di tipo OA+IA) e uno (C) a L. Carnot (MTS di tipo OP+IP); essi sono quasi opposti, perché il primo idealizza sia sul tipo di organizzazione, sia sul tipo di matematica, mentre l'altro non lo fa. Ad essi occorre aggiungere i due MTS intermedi, i quali mischiano scelte idealizzanti con scelte di concretezza: il MTS di tipo (OP+IA) che definisco "lagrangiano" (L) e quello di tipo (OA+IP) che definisco "decartesiano" (D), o semplicemente "cartesiano".

Consideriamo ora la storia dei quattro MTS che sono stati realizzati dalla successione storica di tutte le principali teorie della fisica classica. La tabella successiva indica le principali teorie di fisica classica che appartengono ad ogni MTS; essa inoltre sviluppa la SdF effettiva in verticale, andando dal 1600 al 1900 e poi, in orizzontale, considerando i quattro MTS, da quello newtoniano a quello carnottiano, attraverso i MTS intermedi lagrangiano e cartesiano.

**Tabella 1: LA STORIA DEI QUATTRO MODELLI DI TEORIA SCIENTIFICA IN FISICA**

	<b>MTS Newtoniano N</b>	<b>MTS Lagrangiano L</b>	<b>MTS Decartesiano D</b>	<b>MTS Carnottiano C</b>
<b>1600</b>			<i>Ottica Geometrica</i>	

<b>1650</b>				
	<i>Meccanica di Newton</i> <i>Ottica Meccanic.</i>			
<b>1700</b>				
		<i>(Ottica di Fermat)</i>		<i>(Meccanica di D'Alembert)</i>
<b>1750</b>	<i>(Acustica)</i>	<i>Meccanica di Maupertuis</i>		<i>Meccanica di L. Carnot (1783)</i> <i>Cristallografia</i>
<b>1800</b>		<i>Meccanica di Lagrange</i>		
<b>1850</b>	<i>Elettromagnetismo di Maxwell</i>	<i>(Ottica fisica)</i> <i>Meccanica Hamiltoniana</i>	<i>Termodinamica di S. Carnot-Clausius-Kelvin</i>	<i>Termodinamica di S. Carnot (Elettromagnetismo di Faraday)</i>
			<i>Meccanica statistica</i>	<i>Chimica classica</i>
<b>1900</b>		<i>Elettrodinamica di Lorentz</i>		<i>Chimica-Fisica</i>

Un epistemologo (Feyerabend) ed uno storico (Kuhn) hanno suggerito contemporaneamente l'importante concetto soggettivo, *l'essere due teorie incommensurabili*. Essi lo intendono come una difficoltà profonda nella comparazione tra teorie scientifiche (appartenenti a paradigmi differenti), a causa delle *variazioni radicali di significato* (VRS) nei concetti scientifici di base (tanto che, dopo la "rivoluzione scientifica", nel nuovo paradigma non è assicurata la conservazione di tutti i risultati scientifici già ottenuti nel paradigma precedente).

Questo concetto ha prodotto discussioni, a volte confuse, tra gli studiosi; ma esso può venire chiarito alla luce delle due opzioni e dei quattro MTS.<sup>17</sup> L'antica definizione greca di incommensurabilità riguardava, in una grandezza, la dicotomia tra un valore di misura finito e un valore di misura non finito; oggi essa nella moderna matematica non può che corrispondere alla dicotomia tra una teoria che usa IP e una che usa IA. Con ciò la nuova definizione del concetto di incommensurabilità è generalizzata con precisione a teorie intere; ed allora fa scoprire una nuova causa di incommensurabilità, quella dell'opzione sull'organizzazione della teoria (che i Greci non potevano anticipare con idee semplici). Di conseguenza, possiamo definire incommensurabili (*inc<sub>D</sub>*), due teorie scientifiche quando esse sono: 1) matematizzate, 2) organizzate in maniera sistematica, 3) differenti per almeno una delle due scelte fondamentali.

Questo concetto riguarda ogni coppia di teorie che appartengono a due MTS differenti. Definendola così, l'incommensurabilità vale non solo tra due teorie in successione temporale (come è in Kuhn), ma anche tra due teorie in parallelo nella storia, cioè tra teorie contemporanee.

Inoltre la precedente definizione di incommensurabilità comporta delle chiare VRS nei concetti basilari: basti pensare ai concetti di spazio (assoluto o relativo) e di tempo (reversibile o irreversibile) nei vari MTS.<sup>18</sup>

## 5. Il concetto di paradigma; interpretazione e critica della storiografia di Kuhn

Kuhn ha suggerito un altro importante concetto, quello di *paradigma*: un complesso di tecniche, concetti fondamentali indiscussi, assunzioni comuni ad un'intera comunità scientifica, presupposti conoscitivi, clima culturale in un dato periodo storico. Vediamo che esso si colloca (sia pur confusamente e in maniera polivalente) al livello dei quattro MTS.

---

<sup>17</sup> A. Drago: "Una definizione precisa di incommensurabilità delle teorie scientifiche", in F. Bevilacqua (ed.): **Atti VII Congr. Naz. Storia Fisica**, (Padova), La Goliardica, Pavia, 1986, 124-129.

<sup>18</sup> Anche l'altro concetto kuhniano, "rivoluzione", può essere precisato mediante le scelte fondamentali; ma, questa volta, in varie maniere, a seconda di che cosa si consideri che una rivoluzione faccia variare: o un concetto fondamentale (ad es., lo spazio), o una scelta fondamentale, o un MTS, o il MTS dominante. A. Drago: "Caratterizzazione strutturale ...", op. cit..

Poiché il concetto di MTS è preciso, mentre quello di "paradigma" no, il primo può precisare e chiarire il secondo. Infatti, tutta la SdF può essere vista come la storia della nascita e dello sviluppo dei quattro MTS. Essi sono stati in lotta culturale tra loro, perché ognuno di essi include variabili metaempiriche (le scelte) che hanno una carica ideologica (alcune, IA ed OA, sono idealistiche rispetto alla realtà). La quale lotta ha portato storicamente alla supremazia del MTS newtoniano, che infatti almeno per due secoli è stato considerato unico; e che perciò può ben essere chiamato "paradigma" nel senso kuhniano del termine. Allora vediamo che la sola caratteristica che il concetto kuhniano di "paradigma" aggiunge a quello di MTS è quella di essere un MTS dominante sugli altri MTS (quelli rappresentati dalle teorie del suo tempo), al punto tale da essere considerato l'unico MTS possibile.

Sotto questa luce, si può affermare che Kuhn ha studiato per primo la SdF dei concetti soggettivi globalistici (paradigma, rivoluzione, ecc.), che in realtà valutano i *rapporti tra i MTS* che hanno determinato la SdF classica. Quindi anche la sua SdF in realtà dipende dalla storia effettiva, ma vista attraverso concetti soggettivi, principalmente il concetto di dominio culturale di un paradigma. Qui vediamo un altro tipo di interazione tra la SdF effettiva e la SdF soggettiva; mentre la prima tratta i MTS pariteticamente, la seconda sottolinea le valutazioni soggettive dei fisici sui MTS; che possono far diventare un particolare MTS soggettivamente dominante, cioè un *paradigma*.

Ma alla luce della tabella precedente, la storia di Kuhn appare manchevole. Di tutta la dinamica complessa lì mostrata, la storiografia di Kuhn vede solamente l'aspetto più superficiale, cioè il progetto di dominio culturale del paradigma newtoniano; e ne millanta il suo successo incontrastato, sia sulla chimica (a causa di "fattori sovrameccanici"<sup>19</sup>) sia sull'elettromagnetismo (considerandolo in una fase iniziale), sia sulla termodinamica (senza nemmeno degnarla di attenzione; in più, non conosce la alternativa di L. Carnot nella meccanica). Con ciò egli ignora la complessità della SdF del XIX secolo e quindi è essenzialmente inadeguato a rappresentare questo periodo.

Inoltre Kuhn non dà conto della nascita di questo paradigma newtoniano. Se l'avesse fatto, avrebbe dovuto illustrare il suo concetto di incommensurabilità (rimasto a livello intuitivo) in un caso relativamente facile e chiaro per il lettore, quello tra scienza moderna e scienza antica. Egli invece chiude il problema dichiarando immatura la scienza pre-moderna. Il che è grave, anche perché con ciò tralascia di collegarsi (in un qualche modo) alla lezione di Koyré su quella nascita, e in definitiva alle indicazioni di quest'ultimo sulle due scelte fondamentali di una teoria scientifica sul tipo di infinito.

Cosicché la sua storia, che si riferisce ai MTS, ma non considera affatto le sottostanti scelte fondamentali, resta lontana dalla fisica effettiva e perciò resta quasi completamente confinata dentro la SdF soggettiva (sia pur supportata da innumerevoli casi storici oggettivi, elencati da Kuhn a conferma delle sue idee); che così, diventa semi-filosofica. Il suo libro allora appare come una collezione di

---

<sup>19</sup> T.S. Kuhn: op. cit, p. 105 (tr. it. 135).

pezzetti sparsi di teorie fisiche, usati strumentalmente per dimostrare la sua tesi filosofica fondamentale della esistenza delle rivoluzioni e dei paradigmi.

Per questo carattere filosofico, egli, pur mettendo nel titolo del suo libro la parola "rivoluzioni", può restare ambiguo sulla alternativa al paradigma newtoniano, perfino nel caso ben noto di una chiara "rivoluzione", la nascita della chimica; comunque egli la tratta come rivoluzione dentro la storia della chimica, ma non come rivoluzione rispetto alla storia della meccanica newtoniana. Più in generale, guardando la Tabella 1, possiamo dire che egli non vede, o travisa, tutta la parte destra; inoltre, della parte sinistra egli non chiarisce il passaggio dall'elettromagnetismo di Maxwell al suo completamento con la teoria di Lorentz. Né studia la meccanica statistica, che darebbe problemi; perché, seppur figlia culturale del meccanicismo, essa non appartiene al MTS newtoniano. In totale, *la storia della fisica classica di Kuhn non vede nascere il paradigma dominante, non vede se questo abbia avuto alternative, non sa quando e perché cambia*; la sua SdF pretende di essere una storia di rivoluzioni senza vedere una dinamica conflittuale tra le teorie dello stesso tempo. Solamente in quanto la complessità delle tante teorie della fisica classica e delle loro evoluzioni nel XIX secolo è vista in questo modo molto parziale, egli può allora pretendere di unificare tutta la Fisica classica dentro un solo MTS, quello newtoniano, che giustappunto gli fa da paradigma; e quindi pretendere di averla racchiusa definitivamente in una interpretazione storica conclusiva, la quale aspetterebbe solamente di essere completata con la successiva storia della crisi della Fisica del 1900.

Rispetto a lui, Koyré aveva affrontato un compito più circoscritto, cioè la storia di un periodo ristretto e iniziale per la Fisica; ma lo aveva saputo interpretare estensivamente (sui testi di tutti gli scienziati del tempo) con categorie che hanno relazione con le scelte fondamentali della Fisica, per di più identificando con chiarezza una scelta effettiva, quella sul tipo di infinito. Invece Kuhn ha voluto affrontare ambiziosamente tutta la storia di più di due secoli di Fisica classica; meritoriamente ha usato concetti (paradigma, incommensurabilità, rivoluzione) che si riferivano ai rapporti tra MTS; ma senza trovarne i legami con le scelte fondamentali; inoltre, per stringere in un libro un lavoro di così grande ampiezza temporale e di così grande profondità fondazionale, ha ridotto al minimo i problemi (quanti paradigmi, quante incommensurabilità, quante rivoluzioni e quante VRS sono da considerare), senza trattare neanche il problema della nascita di quel paradigma che lui esalta.

Se tutto ciò viene notato poco è perché egli è abile nel far prevalere la SdF soggettiva. Lavori precedenti hanno mostrato che le categorie di Kuhn (comunità scientifica, scienza normale o paradigmatica, anomalia, rivoluzione e incommensurabilità, Gestalt) sono una traduzione in termini storici-sociologici-psicologici, dei concetti fondamentali della meccanica newtoniana (organizzazione

della teoria, sistema di riferimento, forza, accelerazione, variazione nella matematica dell'IA).<sup>20</sup> Il che lo ha legato strettamente alla meccanica newtoniana.

Non è allora un caso che poi egli è risultato impreparato a studiare quella che tutti i fisici oggi trattano come "la rivoluzione", quella dei quanti. Dal suo libro sul corpo nero,<sup>21</sup> ci si aspettava che egli avrebbe trattato, se non il confronto di due MTS, comunque la fuoriuscita della Fisica da quel MTS newtoniano che è il solo visto da Kuhn. Di fatto, le sue categorie di "paradigma" e "rivoluzione" falliscono l'applicazione<sup>22</sup> e lui, senza mai aver intuito le scelte fondamentali, si ritira a fare lo storico tradizionale che va a discutere sulle priorità e sulle date delle scoperte.

## 6. La vera storia del paradigma newtoniano

Ora cerchiamo di andare al di là dell'approssimativo tentativo di Kuhn, uscendo dalla visione della SdF di tipo tradizionale, preconstituita in noi dallo storico dominio del paradigma newtoniano su tutte le altre teorie.

Nella tabella 1 la sequenza delle varie teorie, divise con precisione dai quattro MTS, suggerisce un resoconto storico del tipo seguente. Sin dalla sua nascita il paradigma newtoniano ha inglobato la teoria precedente, l'ottica geometrica; e successivamente anche la teoria acustica, dando in più una potenziale spiegazione meccanicistica per ogni ulteriore fenomeno (anche elettrico e magnetico, ecc..). Pure i principi variazionali, se visti (così come si fa di solito) come un ampliamento e un perfezionamento della sua tecnica matematica, possono essere fatti rientrare nel suo paradigma. Il fatto che la meccanica newtoniana abbia assorbito tutte le teorie (le precedenti e quelle successive per un secolo) ha reso il suo MTS altamente convincente e stabile; tanto che ha avuto una così forte valenza culturale, da diventare lo schema teorico quasi aprioristico sulla realtà, come ad esempio nella meccanica statistica del MTS cartesiano.

In effetti la ricerca di un'alternativa al paradigma newtoniano era iniziata subito, con Leibniz e poi è proseguita con d'Alembert; ma le loro teorie meccaniche erano mal definite. Piuttosto, è stato poco prima del 1800 che L. Carnot ha proposto una ben definita alternativa a tutti i livelli. Ma sappiamo che già a Parigi i lavori di L.

---

<sup>20</sup> P. Cerreta e A. Drago: "La "Weltbild" di Planck reinterpretata col paradigma di Kuhn e col modello di teoria scientifica", in F. Bevilacqua (ed.): **Atti VIII Congr. Naz. St. Fisica**, Napoli, 1987, 63-80; "La struttura interpretativa de *La Struttura delle Rivoluzioni Scientifiche* di T.S. Kuhn, rivelata dall'analisi dei suoi esempi storici", in F. Bevilacqua (ed.): **Atti del X Congr. Naz. Storia Fisica**, Cagliari, 1989, 49-61.

<sup>21</sup> T.S. Kuhn: **All'origine della fisica atomica. La teoria del corpo nero e la discontinuità quantica**, Il Mulino, Bologna, 1981. Si noti che egli si è ristretto a questo argomento di studio per la sua incapacità di trattare, così come sperava all'inizio, tutta la storia della meccanica quantistica; vedasi la prefazione.

<sup>22</sup> Si veda la recensione su *ISIS*, 38 (1979), "Paradigm lost?" di M.J. Klein, Shimony e Abner.

Carnot sono stati offuscati come "fisica tecnica", non solo dalla fisica del paradigmatico Laplace, ma anche dalla nuova teoria (e nuovo MTS) di Lagrange, il quale ha la gloria di aver introdotto in meccanica il calcolo variazionale come ulteriore avanzamento nell'IA rispetto all'analisi newtoniana. E' vero che l'alternativa di Carnot si era rafforzata con la nascita della chimica (che appartiene allo stesso MTS); ma questa teoria fu completata dalla Tavola di Mendeleev solo nel 1869, ottanta anni dopo la "rivoluzione" proclamata da Lavoisier; e dai fisici "newtoniani" fu svalutata come riguardante un campo di fenomeni "poco fisici".

Però, nei primi decenni del 1800 sono nate ulteriori novità teoriche, che chiaramente erano al di fuori del newtonianesimo: l'ottica fisica, la termodinamica di S. Carnot, l'elettromagnetismo di Faraday. Ma alla lunga, il vero contrasto di queste nuove teorie col MTS newtoniano non è stato compreso; prima perché è sembrato che la meccanica di Hamilton avesse rinvigorito la tradizione newtoniana, continuandola dall'interno; poi perché Clausius e Kelvin, riformulando la termodinamica OP di S. Carnot secondo la scelta OA, hanno indebolito la proposta alternativa di questa nuova teoria; e soprattutto perché la riformulazione di Maxwell dell'elettromagnetismo di Faraday sembrò riportare la più affascinante novità teorica dentro il paradigma newtoniano.

Si noti che durante questa lunga storia di dominio di un MTS, un altro MTS, il carnottiano ha avuto due soli episodi di influenza culturale su altri MTS; primo sul MTS cartesiano, attraverso il cambiamento (in perdita) della termodinamica di S. Carnot in quella di Clausius e Kelvin. Inoltre il MTS carnottiano, sullo slancio della nascita della chimica-fisica mediante la termodinamica, suggerì il progetto di rifondare non solo la meccanica newtoniana, ma tutta la Fisica e la scienza sul concetto di Energia, invece che sul concetto newtoniano di Forza. Perciò nelle ultime decadi del 1800 nacque un forte contrasto: da una parte i termodinamicisti volevano rifondare tutta la Fisica sul modello della loro teoria; dall'altra, Boltzmann aveva iniziato la meccanica statistica sui concetti della meccanica newtoniana, col proposito di annullare la novità fondazionale della termodinamica; cioè, ognuno voleva completare l'influenza del proprio MTS verso la parte opposta della Tabella 1.

L'aggressività dell'energetismo creò una crisi drammatica, quella del Congresso di Lubecca del 1893. Ma essa si dissolse senza conseguenze importanti. Oggi vediamo che questo conflitto era malposto perché era basato sul contrasto di due concetti di tipo soggettivo: Energia contro Forza; e per di più l'Energia non è il vero concetto caratteristico della termodinamica (lo è invece l'Entropia). Per cui né si chiarirono i differenti MTS, né le scelte sottostanti.

Notiamo poi che, alla fine, il paradigma newtoniano non è andato in crisi per il contrasto teorico con la sua vera opposizione fondazionale, quella col MTS carnottiano; e nemmeno per la saggia critica fondazionale del termodinamicista Mach; queste alternative culturali furono contrastate e oscurate. La vera crisi venne dall'interno del paradigma N stesso, attraverso il completamento di quella che veniva considerata la sua ultima "vittoria": quell'elettromagnetismo di Maxwell, che aveva inglobato matematicamente la tentata teoria di Faraday, di tipo carnottiano.

Dall'elettromagnetismo si è sviluppata la nuova teoria di Lorentz, che, essendo basata sul problema della elettrodinamica dell'elettrone accelerato, ha la scelta OP. Essa ha completato la teoria di Maxwell, perché le ha aggiunto un elemento essenziale: il suo gruppo di invarianza; il quale è la tecnica matematica tipica delle teorie OP.<sup>23</sup>

Ma in effetti la crisi della fine del 1800 nacque dall'emergere di una teoria, l'elettrodinamica di Lorentz, che appartiene al terzo MTS, quello L; questo MTS è vicino al paradigma newtoniano, ma gli è incommensurabile sulla particolare scelta fondamentale del tipo di organizzazione. Questa di solito è vista soggettivamente attraverso il concetto di Spazio; ma ora nell'elettromagnetismo esso viene determinato, in maniera matematica inequivoca, dal gruppo di invarianza lorentziano; e quindi è radicalmente diverso da quello assoluto newtoniano. Quindi il vecchio concetto fisico basilare, lo spazio, ha subito una VRS. La VRS dello spazio è stata completata da Einstein illustrando la conseguente VRS del concetto di simultaneità. Quindi il gruppo di Lorentz ha causato un'anomalia nel MTS newtoniano, dominante la mente dei fisici, ed ha provocato la crisi del paradigma newtoniano. Da qui il problema cruciale di Poincaré e di Einstein: come "conciliare" il principio della costanza della velocità della luce (cioè il gruppo di Lorentz nell'elettromagnetismo) con la tradizionale meccanica newtoniana.

Con queste poche pagine ho descritto in maniera molto più approfondita e dettagliata la storia del MTS della Fisica classica, ridotta a Kuhn a semplice dilatazione del MTS newtoniano.

Se vogliamo sintetizzare questa storia complessa perché quadruplica, possiamo presentare la SdF classica come sviluppata essenzialmente attorno al MTS newtoniano, con il MTS carnotiano come principale alternativa dal 1800 in poi, ma molto minoritario e poco influente (si è fatto tradurre la termodinamica OP di S. Carnot nella OA e si è fatta annullare per due secoli la meccanica alternativa di L. Carnot). Nella Tabella 1 possiamo indicare due blocchi fondamentali (evidenziati da una linea di separazione più marcata) che si sviluppano a partire dalla nascita della meccanica newtoniana e del paradigma che essa realizza. Il primo blocco è costituito dalle due colonne delle teorie fisiche appartenenti ai MTS newtoniano e

---

<sup>23</sup> Maggiori dettagli sono in F.M. Scarpa: **Classificazione delle formulazioni della relatività ristretta**, Tesi in Fisica, Università "Federico II" di Napoli, a.a. 1999-2000, 68-73. Tra i tanti concetti fisici che subiscono VRS, è particolarmente rilevante quello del rapporto fisica-matematica, che è radicalmente differente nei due MTS newtoniano e carnotiano. Ampliando uno studio di Barut (con i casi di Bravais nella cristallografia, di L. Carnot in meccanica classica e di Callen nella termodinamica), ho elaborato una tabella che mostra la correlazione, in una teoria della fisica classica, tra le sue scelte fondamentali e il rapporto fisica-matematica, materializzato dalla sua tecnica matematica fondamentale. A. Drago: "Una caratterizzazione del contrasto tra simmetrie ed equazioni differenziali", in A. Rossi (ed.): **Atti XIV e XV Congr. Naz. St. Fisica**, Conte, Lecce, 1996, 15-25.

lagrangiano; il secondo, è costituito dalle due colonne relative alle teorie fisiche dei rimanenti MTS cartesiano e carnotiano.

Dato che le influenze culturali e filosofiche dei principali MTS sono state molto diverse, vediamo quindi che *nella fisica classica c'è stato un conflitto tra MTS, essenzialmente tra i due MTS newtoniano e carnotiano; il che aggiunge altra complessità alla Storia della Fisica Del XIX secolo, che, come si diceva all'inizio, non è riducibile ad uno sviluppo unilineare.*

Solo calcando l'aspetto soggettivo della SdF, Kuhn ha potuto ridurre tutta la Storia della Fisica ad uno sviluppo del solo MTS newtoniano.

## **7. Una sintesi di tutti i tipi di storiografia precedente**

*Nei paragrafi precedenti abbiamo mostrato come tutti gli storici precedenti, quando hanno inventato le loro categorie sulla Storia della Fisica, si sono espressi al meglio mediante (al più metafore dei) concetti fisici fondamentali; cioè quei concetti che già nella mente dei fisici surrogavano soggettivamente i fondamenti, o alcuni aspetti strutturali, delle teorie fisiche in questione. Le traduzioni degli storici in realtà esprimono la loro coscienza implicita delle due opzioni; traduzione che per essere stata quasi sempre soggettiva, può non corrispondere al livello di FdF nel quale essi hanno poi lavorato. Ad esempio, Kuhn ha avanzato il concetto di incommensurabilità, che si riferisce al conflitto dei MTS; ma ha lavorato dentro un solo MTS, quello newtoniano, senza affrontare incommensurabilità tra MTS.*

Per avere un quadro d'insieme, propongo ora una tabella nella quale classifico i vari storici a seconda di come essi hanno implicitamente tradotto le scelte fondamentali, oppure i MTS e il loro conflitto, in loro categorie; e a seconda del livello dei FdF nel quale essi hanno lavorato.

**Tabella 4:** RELAZIONE TRA IL LIVELLO EFFETTIVO DELL'OPERARE DI UNO STORICO E LE CATEGORIE DA LUI DICHIARATE

CATEGORIE UTILIZZATE	Un concetto sogg./ogg.	Più concetti fisici	Più concetti in conflitto	Più teorie fisiche in conflitto	Più MTS in conflitto
SCELTE E MTS EFFETTIVE	<i>(Categoria unificatoria)</i>		<i>(Concetti in contrasto VRS)</i>		
Più MTS			<i>(Incommensurabilità)</i> <i>(Bogdanov)</i>		Drago OP+IP vs. OA+IA
Un MTS			Kuhn SSR (OA+IA)		
Più scelte fondamentali		Mach (OP+IA/IP) Strutturalisti (OA+IA)	Koyré (OA+IA), Thackray (OP+IP)	Koyré-Drago OP+IP vs. OA+IA	
Una scelta fondamentale		Truesdell (IA)			
Una teoria fondamentale		Meccanicisti ingenui		Prigogine	
Più concetti fondamentali	Evergetisti, Jammer, Maltese, Kuhn BBT		Williams		

Per come è fatta la tabella, la diagonale principale indica, grosso modo, la crescita nel tempo della coscienza degli storici sui FdF, manifestata dalle categorie da loro inventate. Si vede che gli storici si sono mossi lentamente dalla parte bassa della diagonale, alla parte alta; cioè essi hanno progredito, faticosamente e non senza alternanze, da una coscienza solo soggettiva-intuitiva dei FdF ad una coscienza anche della struttura di essi; a quest'ultima si sono avvicinati soprattutto Koyré e Kuhn (e, dietro di loro, Mach e gli Strutturalisti). Thackray,<sup>24</sup> lo avrebbe potuto fare bene (tanto da poterlo passare nella sua casella a destra) se fosse andato a fondo delle sue intuizioni sulla storia dei fondamenti della Chimica come incommensurabilità della meccanica classica; egli però non si è ampliato oltre il caso di studio della nascita della chimica.

Inoltre si noterà che alcuni storici si trovano *al di sopra* della diagonale (Mach, Kuhn, Truesdell, Strutturalisti); questo è il segno che ESSI hanno operato a livelli meno strutturali di quelle che le loro categorie manifestavano. Eppure essi più di tutti si pensavano come "strutturali". Della falsa coscienza di Kuhn si è già detto. Di quella di Mach è segno la sua frase, la quale non traduce il suo contrasto con la meccanica newtoniana, ma anzi cerca di conciliarlo nelle formulazioni "superiori" della meccanica dei principi di minimo. La falsa coscienza di Truesdell e degli strutturalisti consiste nel loro pensarsi superiori perché interpretano la SdF in termini

<sup>24</sup> A. Thackray: **Atomi e Forze**, Il Mulino, 1980.

di strutture matematiche oggettive, ma ignorano che queste surrogano le vere strutture fondazionali.<sup>25</sup>

Rispetto alle storiografie precedenti ho aggiunto quelle SdF di Williams e di Prigogine; le quali invece si trovano al di sotto della diagonale principale. Il primo<sup>26</sup> ripete le categorie alla Koyré per il caso di Faraday; ma la sua è una semplice dichiarazione di categorie, sulle quali poi non ha costruito un discorso dettagliato; la sua SdF resta di tipo tradizionale. Il secondo, che lavora al basso livello del porre come fondamentale la sola teoria termodinamica, però ha riferimento alla moderna conoscenza del conflitto interno ai FdF, acquisito dalla prima metà del secolo XX. Ma questa sua coscienza non viene chiarita, per cui la sua storia potrebbe essere collocata anche nella casella a sinistra.

Le storiografie che sono arrivate a considerare VRS sono quelle delle caselle di confine interno alla linea più marcata; questa linea separa due tipi di storiografie, quella con o senza l'incommensurabilità. Dentro ci sono le SdF di Koyré, Kuhn e Thackray. Infatti, questi tre, benché avanzati, in effetti non sono usciti da un solo MTS; e quindi non hanno dovuto applicare il concetto di incommensurabilità tra MTS, che, non a caso, nel loro pensiero è rimasto poco chiaro. E' da notare il caso di Prigogine; egli sottolinea ad esempio la VRS del concetto tempo come reversibile o irreversibile; ma non è stato mai chiaro se la sua proposta sia complementare, supplementare o alternativa al paradigma newtoniano; e quindi la sua SdF potrebbe anche essere collocata all'interno della linea più marcata.<sup>27</sup> Appaiono le più avanzate le categorie alla Koyré che ho suggerito per la SdF carnotiana del XIX secolo (le due nuove coppie di frasi caratteristiche), perché il loro contrasto con le due frasi caratteristiche di Koyré comporta l'incommensurabilità.<sup>28</sup>

---

<sup>25</sup> Qui viene da ricordare la frase di A. Gramsci nei **Quaderni dal Carcere**, Einaudi, 1975: "Che cos'è il massimo della oggettività, se non una soggettività? E che cosa il massimo della soggettività, se non l'oggettività?"

<sup>26</sup> P. Williams: "Faraday", in C.C. Gillispie (ed.): **Dictionary of Scientific Biography**, Scribner, New York, 1971, p. 531, I.

<sup>27</sup> E' da notare che già nelle prime decadi del 1900 A. Bogdanov (**La scienza e la classe operaia** (1918), Bompiani, Milano, 1975) aveva espresso una SdF centrata su conflitti scientifici tale da concepire una incommensurabilità; però ha esposto questa storia in forma sintetica e riferendola in generale alla scienza tutta, in particolare a quella di una teoria non fisica (l'economia); in più i marxisti, dal cui gruppo egli proviene, lo hanno oscurato..

<sup>28</sup> Più in generale, di ogni storico della scienza si può mostrare che le sue categorie in realtà sono una traduzione (non sempre del tipo di quella di Koyré) delle scelte fondamentali che sono compiute dalla teoria che egli ha in esame. A. Drago: "Koyré, Kuhn and beyond", **10th Logic, Meth. Phil. Sci.**, Firenze, 1995, p. 320 (abstract), e "Caratterizzazione strutturale delle storiografie della scienza di Koyré, Kuhn e seguenti", in A. Rossi (ed.): **Atti XIV e XV Congr. Naz. St. Fisica**, Conte, Lecce, 1996, 159-167 ed in *Epistemologia* (in stampa, 2001).

In definitiva *la incommensurabilità appare il limite su cui si sono arenati gli sforzi, comunque ammirevoli ed epocali, degli storici (e anche dei fisici teorici del 1900) passati, per formulare le categorie storiche per la SdF secondo una concezione appropriata dei FdF*, la cui conoscenza solamente può evitare la cecità alla SdF (secondo il celebre detto di Lakatos: "La filosofia della scienza senza storia della scienza è vacua; la storia della scienza senza la filosofia della scienza è cieca").