

Kuhn, il manuale e la comunità scientifica

P. Cerreta

Gruppo di Storia della Fisica

Dipartimento di Scienze Fisiche dell'Università,
Napoli

1. Introduzione

Ne "La struttura delle rivoluzioni scientifiche"¹ (nel seguito SRS), i discorsi di Kuhn ritornano costantemente sugli stessi due elementi, il manuale scientifico e la comunità scientifica, sia che egli discuta di storiografia sia che discuta, invece, di sociologia della scienza. Questo lascia pensare che sono due elementi ugualmente importanti per l'autore. Abbiamo prove per credere, però, che nelle idee di Kuhn il manuale abbia un ruolo prioritario rispetto alla comunità, e non solo rispetto ad essa. Il pensiero di Kuhn sul manuale è ben sintetizzato dall'affermazione: " Quella forma pedagogica ha determinato, più di ogni altro singolo aspetto della scienza, la nostra immagine della natura della scienza e del ruolo che l'invenzione e la scoperta svolgono per il suo sviluppo"². Il manuale per Kuhn, insomma, travalica la sua funzione meramente pedagogica per diventare prodotto e simbolo della concezione del mondo degli scienziati.

Ed è in contrapposizione alla ideologia data dai manuali che Kuhn costruisce le note tesi sulle rivoluzioni scientifiche: sia esponendo un metodo diverso rispetto al modo tradizionale dei manuali di concepire la storia della scienza, sia introducendo la comunità scientifica e strutture sociali ulteriori.

Con il presente lavoro vogliamo innanzitutto mostrare, attraverso i brani di SRS, il rapporto tra manuale e comunità scientifica nella storiografia e nella sociologia di Kuhn. Poi intendiamo verificare se Kuhn, a seguito della sua novità storiografica, associò la prefigurazione di una nuova comunità scientifica, i cui lineamenti si trovano già in quella attuale.

2. Il manuale e la comunità e nella storiografia scientifica di Kuhn

Il metodo storiografico di Kuhn, ossia la "nuova" storiografia si caratterizza per l'introduzione delle comunità scientifiche (o gruppi scientifici) nella considerazione storica:

"...gli storici della scienza hanno cominciato a porsi un nuovo genere di domande e a tracciare per le scienze linee di sviluppo differenti e spesso tutt'altro che cumulative. Piuttosto che andare a cercare nella scienza di un'epoca passata, i contributi permanenti che quella ha apportato al nostro benessere attuale, essi si sforzano di presentare l'integralità storica di quella scienza

considerata nel suo tempo. Essi, ad esempio, si pongono domande non circa il rapporto delle concezioni di Galileo con quelle della scienza moderna, ma piuttosto circa il rapporto tra le sue concezioni e quelle del suo gruppo, cioè dei suoi maestri, dei suoi contemporanei, e dei suoi successori immediati nel campo delle scienze."³

In sintesi Kuhn afferma:

- la nuova storiografia si preoccupa di analizzare l'attività in relazione alle concezioni delle comunità scientifiche contemporanee e immediatamente successive;
- la vecchia, invece, si occupa solo dei suoi risultati scientifici attualmente utili.

Il metodo di Kuhn, inoltre, esclude che dal manuale scientifico possano derivare regole storiografiche:

"...Neppure la storia però sarà in grado di produrre quella nuova concezione [della scienza], se i dati storici continuano a venire cercati ed esaminati principalmente per rispondere a domande formulate in base agli stereotipi antistorici ricavati dai manuali scientifici. Questi, ad esempio, sembrano spesso implicare che il contenuto della scienza sia esemplificato unicamente dalle osservazioni, dalle leggi e dalle teorie descritte nelle loro pagine. Quasi altrettanto regolarmente, quei medesimi manuali sono letti come se dicessero che i metodi scientifici sono semplicemente quelli illustrati dalle tecniche manipolative usate per raccogliere i dati manualistici, unitamente alle operazioni logiche impiegate a correlare quei dati alle generalizzazioni teoriche del fatto a mano..."⁴

Il manuale, per Kuhn, deve essere considerato solo come documento della prassi della comunità:

"In questo saggio, 'scienza normale' significa una ricerca stabilmente fondata su uno o più risultati raggiunti dalla scienza del passato, ai quali una particolare comunità scientifica, per un certo periodo di tempo, riconosce la capacità di costruire il fondamento della sua prassi ulteriore. Oggi tali punti fermi sono elencati, seppure raramente nella loro forma originale, dai manuali scientifici sia elementari che superiori"⁵

Pertanto le due concezioni del manuale distinguono i metodi storiografici nel seguente modo:

- la nuova storiografia (per confrontare le concezioni di diverse comunità) esamina i manuali solo perché elencano

i "punti fermi" accettati dalle comunità (l'ideologia della comunità);

- la vecchia storiografia, invece, ricava dal manuale la sua ispirazione, cioè ne ricalca lo stile espositivo sequenziale e cumulativo, il che, secondo Kuhn, è deformante⁶ dal punto di vista storico.

Consideriamo ora la tesi centrale del libro di Kuhn. Essa afferma che la storia della scienza è regolata dal succedersi di rivoluzioni. Il problema, secondo lui, è che non tutti gli studiosi sono in grado di osservare le rivoluzioni.

Seguiamo, ora, l'articolato filo del pensiero di Kuhn sulle rivoluzioni e sul contrasto con la concezione della scienza cumulativa. Lo faremo analizzando alcuni brani.

Nel primo che segue, Kuhn indica cosa intende per scienza cumulativa, specificandola in relazione ai compiti assunti dallo storico tradizionale:

"Se la scienza è la costellazione di fatti, teorie e metodi raccolti nei manuali correnti, allora gli scienziati sono uomini che, con maggiore o minor successo, si sono sforzati di contribuire con uno o con un altro elemento a quella particolare costellazione. Lo sviluppo scientifico diventa così il processo frammentario, nel corso del quale questi elementi sono stati aggiunti, singolarmente o a gruppi, al deposito sempre crescente che costituisce la tecnica e la conoscenza scientifica. E la storia della scienza diventa la disciplina che fa la cronaca sia di questi incrementi successivi, sia degli ostacoli che hanno reso difficile la loro accumulazione. Allo storico che si occupa dello sviluppo scientifico sembrano quindi presentarsi due compiti principali. Da un lato egli deve determinare da parte di chi e in quale momento ciascun fatto, legge o teoria della scienza contemporanea fu scoperto o fu inventato. Dall'altro, deve descrivere e spiegare la congerie di errori, miti e superstizioni che hanno ostacolato un più rapido accumularsi degli elementi costitutivi dei testi scientifici moderni ..."⁷

Alla concezione cumulativa della storia della scienza ne è seguita, dice Kuhn, una nuova :

"Negli anni recenti, però, alcuni storici della scienza hanno trovato sempre più difficile adeguarsi ai compiti che il concetto di accumulazione assegna loro..." "...alcuni di loro sospettano in misura sempre maggiore che, semplicemente è sbagliato fare domande di questo genere. Forse la scienza non si sviluppa per accumulazione di singole scoperte e invenzioni..."⁸

Se lo storico non crede più allo sviluppo cumulativo, allora il suo compito nuovo consisterà nel mostrare le rivoluzioni:

" ..consideriamo qui rivoluzioni scientifiche quegli episodi di sviluppo non cumulativo..."⁹

Tuttavia, per Kuhn, i manuali - ispiratori della vecchia storiografia - sono la causa primaria della difficoltà ad evidenziare le rivoluzioni avvenute nella storia della scienza:

"Sia gli scienziati che i profani ricavano gran parte dell'immagine che si fanno dell'attività scientifica creativa da una fonte autoritaria, che sistematicamente cela... l'esistenza delle rivoluzioni scientifiche... Per quanto riguarda la fonte dell'autorità, ho in mente soprattutto i manuali scientifici... , ¹⁰

Allora in conclusione, tra le storiografie, c'è una terza differenza da sottolineare:

- * la nuova storiografia mostra le rivoluzioni
- * la vecchia storiografia (il manuale) le nasconde

Dopo aver cercato di sintetizzare schematicamente le caratteristiche che distinguono, per Kuhn, le due storiografie, ci sembra di aver evidenziato con maggior chiarezza il conflitto tra i loro modi di concepire la scienza e la sua storia.

Secondo noi, questi modi sono riconducibili alle due operazioni dell'analisi matematica: la derivazione e la integrazione di una funzione data. Per legittimare l'interpretazione in chiave analitica del ragionamento di Kuhn, dobbiamo brevemente riferire gli sviluppi di nostri studi precedenti¹¹. In essi abbiamo decifrato lo schema kuhniano: paradigma, scienza normale, anomalia, rivoluzione, provando che esso è la trasposizione storiografica della struttura concettuale della meccanica classica¹². Si è trattato di considerare l'attività scientifica come un punto materiale che si muove in un determinato "spazio storiografico" ¹³. In questa interpretazione, il paradigma corrisponde alla condizione del primo principio della dinamica (forza nulla) mentre l'anomalia alla condizione del secondo principio della dinamica (forza non nulla), mentre la scienza normale corrisponde al moto uniforme e la rivoluzione corrisponde al moto accelerato. La comunità scientifica funge da sistema di riferimento inerziale. Si può verificare la validità della nostra interpretazione nelle idee di Kuhn: la comunità scientifica è legata circolarmente al paradigma e alla scienza normale allo stesso modo in cui , nella meccanica, il riferimento inerziale è legato circolarmente all'assenza di forze e alla velocità costante.

L'analisi matematica, che è il cuore della meccanica classica, si trova perciò naturalmente collocata in questo

schema concettuale e può ben descrivere l'attività scientifica se si suppone che essa sia rappresentata da $A(t,c)$, una determinata funzione del tempo e della comunità. $A(t,c)$ può essere integrata rispetto al tempo oppure può essere derivata rispetto al tempo e alle comunità; la prima operazione mira a presentare l'intero "edificio", già completato, della scienza, la seconda mira a mostrare la differenza delle concezioni scientifiche nel tempo e la successione delle rivoluzioni nella storia della scienza; la prima operazione corrisponde, quindi, al metodo degli storici tradizionali¹⁴, la seconda corrisponde invece al metodo di Kuhn.

In conclusione possiamo inquadrare le alternative discusse da Kuhn nel modo seguente:

VECCHIA STORIOGRAFIA INTEGRALI (i manuali)	NUOVA STORIOGRAFIA DERIVATE (?)
SCIENZA CUMULATIVA	RIVOLUZIONI NELLA SCIENZA

Si noti che alle due storiografie abbiamo fatto corrispondere, parallelamente, due operazioni analitiche e due visioni della scienza. E, mentre la vecchia storiografia trova concretizzazione "materiale" nei manuali, la nuova sembra non avere concretizzazioni di alcuna natura.

Quanto detto rappresenta le posizioni di Kuhn di circa trent'anni fa. Le attuali hanno caratteristiche considerevolmente diverse. Nel suo libro sul corpo nero¹⁵ (nel seguito BBT), ossia nel libro che era atteso dimostrasse l'applicazione delle nuove regole al celebre caso di cambiamento di paradigma, egli non parla di rivoluzioni. In BBT, anzi, Kuhn si trova impegnato in una dimostrazione opposta: la prova dell'assenza di quella rivoluzione, che in tanti credono sia avvenuta nel 1900, con la comunicazione di Planck ai membri della Società di Fisica Tedesca sulla base teorica della famosa legge di distribuzione. Il cambiamento che rileviamo consiste nella rinuncia di Kuhn al paradigma come chiave interpretativa.

3. Il manuale e la comunità nella sociologia di Kuhn

Passiamo ora a considerare gli aspetti sociologici di SRS. Lo faremo sottolineando soprattutto le differenze tra comunità scientifiche e altre comunità professionali.

Le considerazioni sociologiche di Kuhn sono distribuite in numerosi brani di SRS. E, come abbiamo detto all'inizio, spesso sono svolte in parallelo a quelle storiografiche. Ma nella parte centrale del capitolo tredicesimo, in poche pagine, Kuhn concentra le caratteristiche più importanti degli scienziati, concludendo così le sue considerazioni:

"Questa breve lista delle caratteristiche comuni alle comunità scientifiche è stata ricavata interamente dalla prassi della scienza normale, né sarebbe stato possibile fare altrimenti. Questa prassi è il genere di attività per la quale lo scienziato è di solito addestrato. Si noti però che, nonostante la sua brevità, la lista è già sufficiente a distinguere tali comunità da tutti gli altri gruppi professionali"¹⁶

Analizziamo qui di seguito la tale "lista", cominciando dalla prima caratteristica, quella dell' "isolamento" :

"Il più esoterico dei poeti o il più astratto dei teologi è molto più interessato di quanto lo sia lo scienziato all'approvazione della sua opera creativa da parte dell'uomo comune... Tale differenza si dimostra ricca di importanti conseguenze. Proprio perché lavora soltanto per un pubblico di colleghi che condivide i suoi valori e le sue convinzioni, lo scienziato può affidarsi ad un unico insieme di criteri. Egli non deve preoccuparsi di quello che può pensare un altro gruppo o un'altra scuola..."¹⁷

In sintesi:

* E' tipico della comunità scientifica l'isolamento rispetto ai profani

* Le altre comunità sono invece aperte al giudizio del pubblico

Continuiamo ora con la particolare educazione che si ha nella comunità scientifica :

"Gli effetti dell'isolamento dalla società sono resi notevolmente più forti da un'altra caratteristica presentata dalla corporazione scientifica specialistica: il tipo di educazione che costituisce una iniziazione. Nel campo della musica, delle arti grafiche e della letteratura, colui che vi svolge attività forma la propria educazione venendo a contatto con le opere di altri artisti, principalmente di quelli dei periodi precedenti. I trattati, fatta eccezione per i compendi di creazioni originali e per i manuali che preparano alla loro lettura, hanno solo un'importanza secondaria..."

"Si confronti questa situazione con quella delle scienze naturali contemporanee. In questi campi lo studente impara principalmente dai manuali finché, nel terzo o nel quarto anno della sua carriera universitaria, comincia a far ricerche per proprio conto"¹⁸

Riassumendo:

* Nell'educazione scientifica lo studente impara principalmente dai manuali

* Nell' educazione degli artisti lo studente impara principalmente dalle opere di altri artisti e dai classici
Consideriamo ora il brano:

"L'educazione scientifica non fa uso di qualcosa che equivalga ad un museo di opere d'arte o a una biblioteca di classici, e la conseguenza di ciò è talvolta una drastica distorsione dell'immagine che lo scienziato si fa della storia passata della sua disciplina..."¹⁹

Che è equivalente a dire, schematicamente :

- * L'educazione scientifica non fa uso dei musei
- * Altre educazioni, invece, fanno uso essenziale dei loro musei

E infine:

" Naturalmente si tratta di un'educazione [si riferisce a quella scientifica] rigida e limitata, forse più rigida e limitata di ogni altro tipo di educazione, fatta eccezione per la teologia ortodossa. Ma per la ricerca all'interno della tradizione definita dai manuali, lo scienziato viene preparato quasi alla perfezione..."

"...Di conseguenza, lo studente di ciascuna di queste discipline [musica, arti grafiche, letteratura, storia, filosofia e scienze sociali] è costantemente informato dell'immensa varietà di problemi che i membri del gruppo cui apparterrà in futuro hanno tentato di risolvere nel corso del tempo. Cosa ancor più importante, egli ha costantemente davanti a sé numerose soluzioni contrastanti ed incommensurabili di questi problemi, soluzioni che egli deve, in ultima analisi giudicare da sé."²⁰

Questo vuol dire:

- * L'educazione scientifica è rigidamente definita dai manuali
- * L'educazione non scientifica lascia liberi gli studenti di aderire ad una tradizione invece che ad un'altra.

Dopo aver riunito le riflessioni di Kuhn sui comportamenti degli scienziati e di altri gruppi, le possiamo così sintetizzarne :

COMUNITA' DI SCIENZIATI	ALTRE COMUNITA'
<ul style="list-style-type: none">• isolata socialmente• educa mediante un' iniziazione rigida• strumenti educativi principali: <u>i manuali</u> su cui si perpetua quella comunità	<ul style="list-style-type: none">• aperte al sociale• educano mediante soluzioni contrastanti incommensurabili• strumenti educativi principali: musei e classici

4. La storiografia "nuova" di Kuhn sollecita una comunità scientifica "nuova"?

Confrontiamo ora i quadri delle alternative del paragrafo 2 e del paragrafo 3. Le due parti sinistre mostrano che la vecchia storiografia e la comunità scientifica tradizionale sono entrambe definite dall'uso del manuale. E questo mostra che il manuale è l'elemento di congiunzione fondamentale tra attività scientifica e attività sociale.

Le due parti destre, invece, mostrano solo che la nuova storiografia e le comunità non scientifiche non si fondano sul manuale.

Ma c'è una relazione tra queste? Cioè l'affermazione della nuova storiografia, nelle idee di Kuhn, implica una comunità scientifica nuova perché non fondata sul manuale?

Noi riterremo di sì perché in SRS Kuhn criticando le comunità scientifiche tradizionali e mettendo in risalto le caratteristiche positive di altre comunità sembra voler proporre una trasformazione sociologica della comunità scientifica. Detto schematicamente: un passaggio della comunità scientifica dal "manuale" al "museo". Infatti Kuhn indica il museo come strumento educativo di comunità non scientifiche²¹. Ricordiamo inoltre che è proprio il museo che educa gli artisti alle soluzioni "incommensurabili" (lo abbiamo visto in un brano del paragrafo precedente), cioè a quelle nette variazioni di pratica delle comunità delle quali si dovrebbero occupare, secondo Kuhn, gli storici della scienza²².

La nostra risposta, come si può verificare, è ottenuta dalle parole di Kuhn, tuttavia non è la risposta di Kuhn.

Ci siamo chiesti perché Kuhn non sia giunto alla nostra stessa conclusione.

Per rispondere a questa domanda abbiamo approfondito la nostra analisi. Abbiamo esaminato i brani in cui Kuhn si occupa distintamente della pedagogia del manuale scientifico per capire se in questo campo esso produce effetti altrettanto negativi quanti ne produce, secondo Kuhn, nella storiografia. Se così fosse, esso sarebbe uno strumento talmente dannoso da doversi necessariamente sostituire. Notiamo, invece, con sorpresa, che egli separa nettamente la sua convinzione circa l'influenza deleteria del manuale sulla storiografia dal giudizio sull'utilità del manuale in campo educativo. Ed è convinto che i manuali, nonostante distruggano "il senso che lo scienziato ha della storia della propria disciplina"²³ abbiano mostrato di essere indispensabili alla comunità degli scienziati in quanto sono stati strumento "straordinariamente efficace"²⁴ e "dal punto di vista pedagogico... ineccepibile"²⁵. Egli arriva finanche

a giustificargli: "... Per adempiere alle loro funzione non hanno bisogno di fornire informazioni autentiche sul modo in cui questi fondamenti [quelli della scienza normale in vigore] furono riconosciuti per la prima volta e quindi accettati dagli specialisti. Per lo meno nel caso dei manuali ci sono buone ragioni perché su argomenti come questi l'informazione debba essere sistematicamente falsata " ²⁶ .

L'alta frequenza di giudizi positivi sul manuale come strumento educativo non ci ha fatto sottovalutare, però, la portata di un giudizio in cui Kuhn afferma ambigualmente "...ad esempio, lo studente di dinamica newtoniana scopre il significato di termini come 'forza', 'massa', 'spazio' e 'tempo' non tanto sulla base di definizioni incomplete, sebbene talvolta utili, contenute nel suo manuale, ma osservando e partecipando alla applicazione di questi concetti nella soluzione dei problemi" ²⁷ .

Riflettendovi, ci è sembrato strano che questa osservazione critica resti isolata e sia dimenticata da Kuhn nei giudizi successivi.

Forse la spiegazione può essere trovata dal contesto nel quale è collocata. Vediamolo. Essa si trova in un capitolo in cui Kuhn cerca di convincere il lettore che le regole di ricerca - nell'ambito di una data tradizione scientifica - o non sono complete²⁸ o non sono "scopribili"²⁹. In altri termini, le carenze delle indicazioni del manuale, per Kuhn, sono un aspetto di un problema più generale che è la mancanza della completa coscienza³⁰ delle regole da parte degli scienziati del gruppo.

Incluso all'interno di tali difficoltà, quasi fatali, l'intero problema pedagogico della insufficienza dei libri di testo, cui si riferisce il brano, sembra essere irrisolvibile. Nè trova più spazio in SRS. Per noi, comunque, è utile perché mette in luce la consapevolezza di Kuhn che nella comunità vi sono due tipi di utenti del manuale: gli "esperti" che sanno anche usarlo efficacemente (e tacitamente), e i "novizi", ai quali, però, non basta³¹. E, fatto più importante, rivela che l'uso efficiente del manuale circoscrive la sola comunità degli "esperti". Perciò i molti giudizi lusinghieri sull'efficienza del manuale, che abbiamo registrato precedentemente, mostrano un Kuhn schierato volontariamente dalla parte degli "esperti".

Allora l'apertura di Kuhn verso il museo, come forma pedagogica nuova e diversa rispetto al manuale, si limita ad essere soltanto contemplativa; cioè la visione della scienza non cumulativa e i nuovi metodi storiografici proposti da Kuhn sono solo in apparenza rivoluzionari ma non intaccano la struttura sociale degli "esperti", che deve restare legata indissolubilmente al manuale.

In verità, se Kuhn avesse preso in considerazione proprio i musei scientifici dell'epoca in cui scrisse SRS non avrebbe notato uno strumento davvero diverso dal manuale, in quanto i musei scientifici subivano, in quel tempo, la stessa

visione cumulativa dei manuali. Era stato il Deutsches Museum ad introdurre, nell'esposizione della storia delle scienze e delle tecniche, una prospettiva³² avente come punto di riferimento l'importanza attuale di esse e come andamento il loro sviluppo lineare dalle origini fino ad oggi. Su tale prospettiva si erano riorientati gli altri musei.

Kuhn, quindi, non ha voluto ma non avrebbe neppure potuto mettersi completamente dalla parte dei musei.

Vediamo cosa accade oggi, dopo circa trent'anni dalla pubblicazione di SRS. L'affermarsi progressivo dei musei della scienza e della tecnica come centri di ricerca (che aggregano scienziati, industriali, politici e pedagogisti) e il loro uniformarsi alla museologia delle arti è un fatto ormai noto. Tuttavia bisogna saper leggere cosa in realtà è avvenuto in questo campo che è davvero terreno comune alla scienza e alla società. Dal modello del Deutsches Museum dei primi decenni del secolo si è passati al museo organizzato come una pinacoteca (ad es. l'Exploratorium di San Francisco degli ultimi vent'anni³³). Qui gli exhibits sono considerati pezzi unici, con un valore espositivo individuale e intrinseco, invece che strumenti scientifici con un valore espositivo solo sequenziale, soggetti logicamente all'ordine stabilito dai capitoli di un libro di fisica. Sebbene non si sia realizzata davvero l'alternativa a cui eravamo giunti sulle considerazioni di Kuhn, proprio nei musei scientifici è esplosa la questione della compatibilità tra gli aspetti contrastanti precedentemente descritti, ossia tra l'impostazione tradizionale (integrale - cumulativo - ordine tipico del manuale - scelta di percorso obbligata) e quella nuova (derivata - rivoluzione - distribuzione tematica - scelta libera del percorso). In altre parole, il dibattito è polarizzato proprio nei termini di Kuhn. Lo provano i temi proposti dal recente Convegno de la Villette ³⁴ su "La società industriale e i suoi Musei: domanda sociale e scelte di politica culturale". E in Italia poi, la Settimana dei Musei Scientifici³⁵ mostra la stessa tendenza. Possiamo quindi affermare che nella società odierna sta apparendo una nuova visione della scienza, anche nella considerazione degli scienziati politici, mediante una nuova materializzazione della comunità scientifica.

In questo processo l'incisività delle critiche e delle proposte di Kuhn hanno certamente dato, all' origine, un forte contributo.

Note

¹ T.S.Kuhn: La struttura delle rivoluzioni scientifiche, Einaudi, 1969

² ibidem, p.174

³ ibidem, p.21

⁴ ibidem, p.19-20

⁵ ibidem, p.29

⁶ ibidem, p.168: "... i manuali cominciano così col distruggere il senso che lo scienziato ha della storia della propria disciplina, e, ottenuto questo, gli offrono un sostituto per ciò che hanno eliminato. E' tipico che i manuali scientifici contengano soltanto un accenno alla storia, contenuto in un capitolo introduttivo, oppure più spesso, disperso tra notizie frammentarie che ricordano i grandi eroi di un'epoca passata. Tali riferimenti danno sia allo studente sia allo specialista, la sensazione di partecipare ad una lunga tradizione storica. Tuttavia la tradizione ricavata dai manuali, alla quale gli scienziati hanno la sensazione di partecipare, non è esistita affatto" Altri brani sul "travisamento" e sullo "stile generalmente antistorico" degli scritti scientifici" si trovano in, ibidem, a p. 170 e 171.

⁷ ibidem p.20

⁸ ibidem

⁹ ibidem, p.119

¹⁰ ibidem, p. 165

¹¹ P. Cerreta e A. Drago: *Matematica e conoscenza storica. La interpretazione di Kuhn della storia della scienza* in L. Magnani (ed.): *Conoscenza e matematica*, Marcos y Marcos, Milano, 1991

¹² P. Cerreta, A. Drago: "La weltbild di Planck reinterpretata col paradigma di Kuhn e col modello di teoria scientifica", in F. Bevilacqua (ed.): *Atti VIII Congresso Naz. Storia Fisica*, Napoli, 1987, 63-69.

¹³ 13) La nostra interpretazione è avvalorata da quella di I. Grattan Guinnes in *Convolution in Mathematics 1800-1840*, Birkhauser, 1990, p.65 in cui descrive la sua concezione degli eventi storici mediante uno spazio, cioè "una regione multidimensionale le cui dimensioni sono determinati da fattori storici e storiografici". Le "figure storiche sono come punti materiali" e le comunità sono "una collezione di punti materiali" in un equilibrio non definitivo.

¹⁴ Quella che Kuhn vede nelle "tecniche manipolative usate per raccogliere dati manualistici" (SRS, p.19) e che consiste nel sistemare i risultati scientifici " uno dopo l'altro, in un processo spesso paragonato al porre un mattone sopra l'altro per formare un edificio" (SRS p. 171)

¹⁵ T.S. Kuhn, *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity 1894-1912*, Oxford, Clarendon Press, 1978. Edizione italiana: *Alle origini della fisica contemporanea La teoria del corpo nero e la discontinuità quantica*, Il Mulino, Bologna, 1981

¹⁶ ibidem p. 203

¹⁷ ibidem p.198

¹⁸ ibidem p.199

¹⁹ ibidem p.201

²⁰ ibidem p.199

²¹ vedi il brano di nota n°18

²² T.S. Kuhn: SRS, op. cit., p. 132 : " la tradizione della scienza normale che emerge dopo una rivoluzione scientifica è non soltanto incompatibile, ma spesso di fatto incommensurabile con ciò che l'ha preceduta".

²³ ibidem p. 168. Giudizi analoghi: ibidem p.19, p.171 "antistorici"; p. 170: "qualcosa di più di una moltiplicazione di travisamenti storici"

²⁴ ibidem p.199

²⁵ ibidem p.171

²⁶ ibidem p.167

²⁷ ibidem p.69

²⁸ ibidem p. 68 "...gli scienziati lavorano sulla base di modelli acquisiti attraverso l'educazione ed attraverso la conseguente assimilazione della letteratura scientifica, spesso senza minimamente conoscere, e senza trovarsi nella necessità di conoscere, quali caratteristiche hanno conferito a questi modelli lo status di paradigmi della comunità. E poiché questo è il loro abituale comportamento, essi non hanno bisogno di un insieme completo di regole".

²⁹ ibidem p. 68-69

³⁰ ibidem p. 66 "... gli scienziati possono essere d'accordo che un Newton, un Lavoisier, un Maxwell, o uno Einstein hanno presentato una soluzione... e tuttavia essere al tempo stesso in disaccordo, talvolta senza neppure essere coscienti, sulle particolari caratteristiche astratte che rendono permanenti quelle soluzioni"

³¹ Il manuale degli "esperti" esprime una conoscenza gerarchicamente strutturata che mette in difficoltà i "novizi". Questi imparano meglio se la struttura della conoscenza è organizzata per schemi su un problema centrale oppure se hanno la guida dei maestri. Solo quando sono diventati "esperti" impiegano con efficienza la conoscenza strutturata gerarchicamente. Si veda a proposito M.G.M. Fergusson-Hessler e T. de Jong: On the quality of Knowledge in the field of electricity and magnetism, *Am. J. Phys.* 55, June 1987

³² L'impostazione fu data dall'ingegnere O. von Miller fondatore del Museo e consiste nel voler "familiarizzare il vasto pubblico con le scienze esatte" (si veda la Guida attraverso le collezioni, Winkler-Verlag, Munchen, 1983, p.9

³³ F. Oppenheimer et alii: *Working prototypes, Exhibits Design at the Exploratorium*, The Exploratorium, San Francisco, 1986, (34)

³⁴ 14-15 marzo 1991

³⁵ 18-22 marzo 1991. Si veda a proposito il libro: Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per l'informazione e l'editoria *Quaderni di VITA ITALIANA* n.2/1991, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma. In esso G. Salvini, Presidente dell'Accademia dei Lincei, così introduce l'iniziativa: "Il nostro paese ha una grande voglia di conoscenza, e questo è particolarmente sentito dalla fascia di italiani fra i 12 e i 25 anni. Qui intendiamo specialmente la voglia di sapere di scienza e di tecnica, di capire la storia della scienza, di guardare antichi strumenti e di vedere all'opera quelli nuovi, per misurare, confrontare [la derivata di Kuhn]. La testimonianza di queste cose può essere offerta dalle «case della scienza» e dai musei scientifici e naturalistici". E così conclude C. Rubbia, Direttore del CERN di Ginevra: "La scienza non è dissimile alle altre creazioni dello spirito umano, nel senso che al suo inizio essa è ristretta ad un ambito di pochi addetti che la sviluppano e la perfezionano. Ma quando essa ha raggiunto un certo grado di maturità, allora può entrare a far parte della cultura in senso lato. Portare la scienza ad entrare alla pari delle altre discipline nel mondo della cultura e dell'esperienza di tutti [l'alternativa sociologica discussa da Kuhn], è dunque uno degli sviluppi naturali di una società avanzata. E per imparare si deve cominciare dalla storia e dalle sue testimonianze".