

Summary.- The debate in Italy about the role of science in History is criticised because it emphasizes philosophy heavily and neglects genuine historical analysis. In this regard Forman's papers are held to be of value. Moreover, they deal with science in Weimar Germany, an aspect of that historical period which is usually overlooked, even though interest in the Weimar Republic is at its height in Italy just now. Finally Forman's approach to the history of science is confronted by the program for an integral historical reconstruction proposed by Ialian scholars who are moved by a serious interest in the radical transformation of contemporary science and its mode of organisation.

*"Una base per la vita e un'altra per la scienza, questo è senz'altro una menzogna".*

K. Marx

*"Oggigiorno i professori capitalisti negano che nel loro lavoro vi sia un qualunque impulso umano perché non si scopra che essi si dedicano alla loro scienza per amor di carriera".*

M. Horkheimer

*"La coscienza di far saltare il continuum della storia è propria delle classi rivoluzionarie nell'attimo della loro azione".*

W. Benjamin

*"Ciò che limita il vero non è il falso, è l'insignificante".*

R. Thom

### La necessità della storia.

I lavori di Paul Forman compaiono in Italia nel momento in cui il dibattito sulle scienze in generale e sulle metodologie della storia delle scienze in particolare sembra nascondersi e disseccarsi nelle classiche ed ormai inadeguate opposizioni filosofiche, del razionale verso l'irrazionale, della natura verso la storia, della logica verso la dialettica, del dato verso l'ideologia, della forma verso il contenuto e l'elenco potrebbe continuare fino a quel dilemma ancor più fuorviante tra positivismo e idealismo. È paradossale fino al tragico, per i costi sociali che comporta, ma quanto più queste scienze contemporanee divengono elementi ineliminabili delle società capitalistiche iper-industriali e della loro immagine di progresso, quanto più vengono poste al centro di dibattiti di massa da problemi di immensa ri-

levanza sociale - come l'automazione, il computer, l'inquinamento, le centrali termonucleari, i terremoti - tanto più almeno nell'ambito accademico italiano si tende a limitare il discorso alle "essenze".

Dopo Popper naturalmente l'essenza delle scienze non assomiglierà più ad una sorta di calorico scientifico, che si comporterebbe come un fluido esauribile, ma consisterà nel loro modo particolare di trasformarsi. L'essenza delle scienze quindi viene collocata in quel criterio di demarcazione dalle non-scienze che consiste in un singolare ed isolabile modello storico, quello di progresso. Compito principale diventa allora quello di spiegare come il progresso, visto come l'accumulazione allargata di dati scientifici e di teorie, sia possibile.

Questa riduzione del dibattito al problema del progresso è molto diffusa, anche se è doveroso distinguere tra le varie soluzioni date che naturalmente non sono tutte riconducibili al "falsificazionismo" popperiano. Non ne è del tutto esente addirittura T.S.Kuhn che di Popper è considerato l'antagonista più autorevole e convincente.<sup>(1)</sup>

In Italia poi la questione della crescita della conoscenza scientifica nasconde quasi tutto il panorama ed anche studiosi di matrice culturale e politica relativamente diversa come L. Geymonat, E. Agazzi, Paolo Rossi, L. Colletti ed i loro allievi su questo punto sono solidali in blocco.<sup>(2)</sup> Gli stessi contributi italiani che vanno con forte polemica nella direzione opposta alla precedente spesso si fanno confinare a questo piano del dibattito. E di loro si può ripetere l'osservazione fatta su Kuhn, anche perché in tali testi si trovano spesso le argomentazioni di quest'ultimo - accanto ai più frequenti luoghi marxiani pertinenti.<sup>(3)</sup>

Ora i limiti maggiori del confinarsi al problema del progresso nelle scienze - che rendono Popper a mio avviso inutile ed insostenibile - consistono da un lato nell'occuparsi poco o nulla del modo reale con cui la ricerca scientifica viene fatta oggi (o veniva fatta ieri) e dall'altro nel dimenticarsi più o meno spesso (a seconda delle competenze accademico-professionali) della evoluzione e degli svolazzi della storia reale. Sono ben noti

al lettore italiano perché valga la pena di soffermarsi, sia il giudizio negativo dato da Popper sulla Meccanica Quantistica - una teoria di cui difficilmente si potrebbe fare a meno nel formare i ricercatori attuali - sia la sua separazione del contesto della scoperta da quello della giustificazione, per creare un terzo mondo privo di attriti storici nel quale gli esperimenti sono finalmente cruciali. Di fronte a questi limiti non credo che basti più alla cultura ed ai ricercatori italiani conoscere - insieme al famoso incipit della Struttura delle Rivoluzioni Scientifiche: "La storia, se fosse considerata come qualcosa di più che un deposito di aneddoti o una cronologia, potrebbe produrre una trasformazione decisiva dell'immagine della scienza dalla quale siamo dominati".<sup>(4)</sup> - il dibattito più internazionale e più articolato del colloquio tenuto a Londra nel 1965<sup>(5)</sup>, anche se ci si solleverebbe già dalla noiose accuse di irrazionalismo. Né basterebbe conoscere la meno nota parafrasi kantiana di Lakatos - "la storia della matematica, mancando la guida della filosofia è divenuta cieca, mentre la filosofia della matematica voltando la schiena ai fenomeni più intricati della storia della matematica, è divenuta vuota".<sup>(6)</sup> Bisognerebbe se non altro praticarla, diversamente da questo allievo di Popper che prosegue il suo lavoro - per altro di avvincente lettura a causa del suo curioso impianto a dialogo galileiano - sulla topologia combinatoria prima di Poincaré, mettendo la storia reale nelle note a piè di pagina e la "ricostruzione razionale" nel testo.

E' necessario invece cominciare a conoscere (ed a praticare) i lavori della storia delle scienze, soprattutto quella recente perché più legati degli altri alla organizzazione della ricerca attuale ed al problema del suo impatto (completo di feed-back) con la società in generale. E' riduttivo e deformato pensare di spiegare nel caso italiano queste carenze sulla base di un retaggio idealistico crociano, cui non può interessare fare storia di uno pseudo concetto. In quanto è altrettanto vero che, se si ritiene nel caso delle scienze di trovarsi di fronte ad un lineare progresso storico - come se fosse possibile salire sulla montagna della conoscenza lungo i cavi d'acciaio di una teleferica,

e secondo questa metafora le rotture rivoluzionarie sono sempre delle catastrofe sanguinose - coerentemente si deve dissolvere la storia nella cronologia delle scoperte e delle priorità. Sono convinto però che pesino di più fattori materiali quali le baronie accademiche e la rigidità delle istituzioni, molto poco tenere in Italia nei confronti degli storici che non fanno cronologie apologetiche. D'altra parte non è certo un caso che presso le università italiane esista una sola cattedra di storia delle matematiche e nessuna di storia della fisica. Anche in questo caso, le nebulose dei contrasti tra La Storia e La Filosofia vanno ricondotte e spiegate sulla base degli elementi sociali e materiali della produzione degli storici e dei filosofi: "sono gli uomini che fanno le cose"<sup>(7)</sup>, come sempre.

Per questo Forman ci propone dei testi di impianto molto originale sulla storia della fisica recente, in un panorama che ne annovera pochi, in genere (con poche eccezioni) di natura cronologica e limitati nazionalisticamente a Galileo o, ben che vada, all'800. La prima lezione da imparare allora per l'establishment accademico e culturale italiano è che, non solo si può a lungo programmaticamente sostenere - come è già stato fatto in altre sedi - la necessità di affrontare la questione delle scienze da un punto di vista tutto diverso dal modello "progressivo" ed astorico creduto e teorizzato di solito, ma addirittura se ne può esibire un esempio significativo.

Ma in cosa consiste l'originalità e l'interesse dell'approccio alla Forman? Da un lato sono nuovi i risultati che ottiene dall'altro sono del tutto sorprendenti, forse unici, gli strumenti adoperati allo scopo.

Così nell'articolo sulla diffrazione dei raggi X mediante i cristalli<sup>(8)</sup> l'analisi del formarsi del mito della scoperta ci illustra con dovizia di particolari le false ricostruzioni storiche, perché apologetiche e celebrative, di una corporazione di ricercatori in via di formazione e di definizione della loro disciplina. Il fisico Ewald, che la rappresenta, insiste nel far derivare la scoperta dalla singolare credenza nel reticolo cristallino e nella natura ondulatoria dei raggi X che c'era allora, a suo dire, solo a

Monaco. Secondo tale visione gli ostacoli che Laue doveva superare erano solo dal lato reperimento dati. La difficoltà cioè consisteva nell'avere a disposizione gli elementi giusti, che allora pochi ricercatori potevano possedere, ma poi il modo di combinarli nell'esperimento sarebbe risultato quasi automatico e l'idea poteva venire a molti di quelli che erano nelle stesse condizioni. La versione di Forman porta a concludere invece che que gli elementi erano assai diffusi tra gli studiosi e che quindi Laue fu spin to a metter in opera l'esperimento per il suo particolare modo di vedere. Vide un coniglio dove tutti vedevano una papera.<sup>(9)</sup> Il racconto di Forman è più convincente per molti motivi, tra cui la ricostruzione storica del successo e della diffusione dell'ipotesi del reticolo cristallino, ma suo na anche ironico e gustoso. Lo storico trova infatti addirittura un errore nel calcolo dell'ampiezza del moto termico fatto dal fisico per valutare se ciò avrebbe disturbato irrimediabilmente le regolarità del reticolo di dif frazione. Naturalmente la versione del cinquantenario della scoperta ripor ta la cifra (sbagliata) di Ewald che, sovraestimando il moto termico, impe disce la regolarità, mentre Forman calcola (giustamente) che non c'era af fatto tale ostacolo. Insomma la corporazione dei cristallografi coniuga l'idea degli ostacoli "oggettivi" alla scoperta fino al punto di sbagliare un calcolo banale!

Ewald ammette l'errore, ma lo chiama uno "slip". Avrà mai sentito parla re di Freud? Su questo dato dovrebbero cominciare a meditare coloro che classificano gli storici in internisti ed esternisti e che non avranno mancato di collocare subito Forman tra i secondi, ma su ciò torneremo più avan ti.<sup>(10)</sup>

In genere quando si pensa alla fisica atomica ed alla meccanica quantisti ca si tende a ridurle a pochi personaggi, Planck, Heisenberg, Bohr, Fermi, forse Einstein, ed a pochi fatti, il principio di indeterminazione, quello di complementarità, i quanti, le statistiche, la pila atomica e poco altro. Ai grandi scienziati si fa raccontare la vita, i principi si staccano dalle

tecniche matematiche ed intorno ad essi si apre lo scontro tra i concetti puri. Il lettore italiano non specialista difficilmente sfuggirà a questa impostazione, insomma egli non ha disponibile nessuna storia, per quanto discutibile e lacunosa, della meccanica quantistica. Ad esempio dello Jammer si sono tradotte tutte le possibili "Storie del concetto di ...", ma non "The Conceptual Development of Quantum Mechanics".<sup>(11)</sup> Questa situazione è il portato di quella criticata all'inizio, ma si deve precisare ora che, - se non si mutano gli scopi e gli strumenti storici, - ci si limiterebbe nel migliore dei casi a ricostruire le "grandi vittorie" ed i "trionfi" della fisica. Ma anche ciò non può bastare, anzi è del tutto deformante rispetto a questo stesso obiettivo, perché risulta invece più interessante - e necessario - per lo storico dare il più fedelmente possibile le alternative e ricostruire le ragioni delle scelte praticate dalla comunità degli scienziati. In caso contrario sarebbe come ricostruire una battaglia dando solo il nome del vincitore, ma senza dire contro chi combatteva, con quali mezzi e su quale terreno, magari dimenticandosi anche dei soldati e della loro classe di appartenenza.

Coloro che sono convinti di poter concepire la ricerca in fisica come una lotta condotta dall'Uomo per la conoscenza della Natura hanno da imparare a leggersi attentamente le pagine dove Forman dà uno spaccato dell'ammasso di problemi vissuti dai fisici tedeschi subito prima della meccanica quantistica definitiva. Era il periodo in cui la crisi della vecchia teoria dei quanti - modello di Bohr dell'atomo, regole di quantizzazione di Sommerfeld ... - era giunta ad un punto tale di maturazione che ogni problema teorico, ogni effetto sperimentale particolare poteva celare la soluzione definitiva.

L'effetto Zeeman anomalo e l'enigma dei doppietti<sup>(12)</sup> erano due di tali problemi, ma la soluzione non venne linearmente e logicamente da essi, nel senso che non fu poggiandosi sulle soluzioni di queste questioni che ci si avvicinò ad essa. Viceversa il secondo fu dissolto e dimenticato come un "errore", postulando ad hoc lo spin dell'elettrone, mentre il primo pur producendo la formula col fattore g di Landé assunse un ruolo marginale.

La corporazione dei fisici mitteleuropei considerò conclusive per i suoi problemi le soluzioni della meccanica delle matrici e della meccanica ondulatoria del '25-26, che riguardavano essenzialmente un sistema ad un elettrone (l'atomo di idrogeno), accantonando e "dimenticandosi" delle indistricabili complicazioni dei sistemi multielettronici.

Nel lavoro su Landé, l'analisi al microscopio di un periodo sufficientemente breve (1919-21) e dell'ambiente relativamente ristretto (la Germania e Copenhagen) coinvolto attorno all'effetto Zeeman anomalo, permette di considerare molti dei fattori che solitamente sono sottovalutati dagli storici delle scienze, includendo anche personaggi relativamente minori. Così, non solo il cammino verso la formula di Landé fu tutt'altro che lineare, pieno di svolte e ritorni com'era, ma risulta anche impossibile - e dannoso se si vuole arrivare alle motivazioni ed alle scale di valore della corporazione che portarono alla scoperta - separare un presunto livello di verità naturale da attingere dall'operare concreto dei ricercatori nell'ambiente accademico tedesco con le sue regole codificate e con le sue usanze non scritte. Più precisamente, dopo questo lavoro di Forman, tra le cause che portarono al fattore g di Landé ed alla regola per la somma di due momenti angolari quantizzati non è più possibile omettere il meccanismo che seguivano i giovani per conseguire la habilitation.

L'idea astratta ed aprioristica - come stiamo vedendo - di progresso scientifico non permette di trovare i conflitti tra le alternative e di illuminare il meccanismo di formazione delle scelte; fa di più, appiattisce anche le differenze tra impostazioni e teorie diverse. Nei manuali l'equazione di Schrödinger ci viene descritta come lo strumento matematico più agile per calcolare gli autovalori e le autofunzioni di un sistema quantistico. Presentata quindi come un elemento della meccanica quantistica ortodossa è considerata organica a tutto il resto: principio di indeterminazione di Heisenberg, interpretazione probabilistica dell'autofunzione di Born. Lo storico ci dice che nulla



c'è di più falso e che invece è possibile, per non dire inevitabile, classificare i personaggi ed i fatti attorno alla fisica quantistica degli anni '20 (e successivi) in due schieramenti. Uno simboleggiabile con Bohr e l'interpretazione di Copenhagen, l'altro con Einstein e l'insoddisfazione rispetto alla meccanica quantistica cosiddetta definitiva. A tutt'oggi, anni '70, c'è ancora una minoranza eretica che non si è arresa di fronte all'affermazione perentoria dell'impossibilità in linea di principio di una descrizione deterministica dei sistemi atomici. <sup>(13)</sup>

Ma è ancora più interessante sapere - e anche questo viene fuori limpidamente dal lavoro di Forman e Raman <sup>(14)</sup> - che 1) lo scontro tra i due schieramenti precedette la soluzione, 2) di fatto quindi le soluzioni furono due ed entrambe legate alle diverse impostazioni precedenti, 3) tale scontro va considerato tra le motivazioni che portarono Schrödinger alla sua equazione che sviluppa le idee di de Broglie. Il fatto che Schrödinger si mettesse a lavorare attorno alle "strane ed eccentriche" concezioni di de Broglie va quindi spiegato sulla base tanto del progetto comune di un'ala dei fisici mitteleuropei quanto del suo lavoro particolare "Über eine bemerkenswerte eigenschaft..." che, derivando da Einstein e Weyl, in tale progetto si inseriva.

### Fisici a Weimar.

Ben poco si capirebbe della complessa e turbinosa dinamica del mezzo continuo nei cui meandri si sedimentò la meccanica quantistica, se non si tenessero presenti questi "elementi di progettualità" come si vanno chiamando in Italia da qualche anno. <sup>(15)</sup> Tali elementi - che rendono impossibile concepire le scienze come l'immagine piatta di una realtà naturale esterna e separabile dalla comunità dei ricercatori e dalla società in generale - assomigliano naturalmente a quelli che Kuhn chiamava i "paradigmi". <sup>(16)</sup> Assomigliano anche ai "programmi di ricerca" di Lakatos <sup>(17)</sup>, entro i quali si deve sforzare Popper - snaturandolo in direzione di Kuhn - per metterlo in accordo con i fat

ti storici. Il lettore italiano conosce forse fin troppo bene le astiose reazioni dell'establishment accademico-scientifico al precedente approccio, reazioni che sono spesso accompagnate dalle critiche più definitive al "paradigma" kuhniano: fumoso, mal definito, irrazionale.

Per quanto tali reazioni siano giustificabili, nel clima conflittuale dell'Italia degli anni '70, come rigetto operato da quegli studiosi che dalla politica pretendono di tenersi lontano nei confronti di tutti coloro che rispetto agli schieramenti politici vogliono svelarli, per quanto chi scrive rimanga convinto che la corporazione degli accademici e dei ricercatori oggi non possa "per convenienza" avere una coscienza completamente chiara di sé e della sua storia, per quanto quindi le posizioni siano nei fatti inciliabili, nonostante tutti questi motivi vale la pena di riprendere un punto sul quale i "progettuali" sembravano deboli. Gli altri, gli "scienziati", potevano anche pensare - nei confronti di chi andava cercando, per scelta ideologica e progetto politico, le determinazioni sociali delle scienze - che di fatto, fuori dalle petizioni di principio o da qualche esempio considerato sempre "forzato" e privo di "rigore", questa unione indissolubile tra le scienze e le società non si riusciva a dire convenientemente dove e quando fosse avvenuta e che quindi, alla Wittgenstein, di essa si dovesse tacere.

A patto di non fraintendere per amor di polemica che si voglia dissolvere le scienze nella società, ma se per determinazioni sociali delle scienze si indicano gli stretti e complessi legami tra l'evoluzione - talvolta per rotture - dei rapporti politici, sociali, economici, culturali da un lato, con l'evoluzione - a sua volta passibile di discontinuità - delle scienze dall'altro, mi sembra chiaro il notevole contributo di Forman al proposito. Venendo infatti ad un secondo gruppo di lavori, che lui chiama "dall'esterno", e cominciando dal suo più famoso <sup>(18)</sup>, bisogna avere proprio la testa del Cremonini, che si "imbalordiva" a guardare nel cannocchiale di Galilei, per non convincersi del ruolo essenziale avuto dall'ambiente culturale di Weimar nel

lo spostare l'ago della bilancia verso un progetto acausale che si tradusse nella meccanica quantistica interpretazione di Copenhagen. Teoria scientifica che risulta così stabile e coerente, rispetto alla dinamica del contesto da cui ha tratto origine, da riuscire fin dall'inizio a forzare sotto il suo programma anche i risultati dello schieramento avverso, come l'equazione di Schrödinger.

Dell'ambiente politico e culturale di Weimar si parla molto in Italia di questi tempi, a proposito ed a sproposito. I politici di professione citano l'esperienza di questa repubblica mettendo in guardia dal suo esito nazista e riducendone talvolta le spinte innovatrici più radicali a utopia, in quanto allora non si realizzarono. Gli storici analizzano i comportamenti dei partiti, i loro accordi e i loro contrasti, accanto al movimento operaio e ai sindacati. Si conosce il ruolo della grande industria tedesca che seppe profittare prima della guerra, poi dell'inflazione e quindi del nazismo. Si conosce il ruolo dell'esercito e della burocrazia guglielmina nel frenare molte trasformazioni, ma sui quali gli stessi socialdemocratici dovettero contare per reprimere i moti di piazza e per mantenere in vita lo stato. Si sono tradotti gli scritti di Rosa Luxemburg e Walther Rathenau. Nel campo della cultura, dell'arte in generale e della storia delle idee l'elenco non può neanche essere cominciato per la sua lunghezza, ricordiamo solo la riedizione dell'opera di Spengler, la traduzione del libro di Gay, l'attenzione sempre manifestata per questo periodo ed i suoi protagonisti (Horkheimer, Benjamin...) dagli studiosi di derivazione francofortese. Ma poi bisognerebbe citare le mostre sulla grafica, la pittura, il teatro, le rassegne cinematografiche, a Torino, Firenze, e Roma, i programmi televisivi ecc. (19)

Perché questa ondata di interesse sulla Repubblica di Weimar e tutto ciò?

L'Italia di oggi è una società conflittuale in trasformazione che sente il fascino e le affinità con la Germania tra le due guerre; si tratta di due crisi di cui vale la pena analizzare le somiglianze e le differenze, anche se è molto difficile imparare dagli errori ed in ogni caso le soluzioni non sono mai univoche. Come sempre le analisi e le classificazioni sono pertinenti ad

un progetto, in definitiva ad un progetto politico. Oggi in Italia il giudizio globale sulla Repubblica di Weimar oscilla tra due poli: quello negativo che ne sottolinea lo sfascio, l'inflazione, i conflitti, i cadaveri, il disordine sociale, la conclusione nazista pretesa come necessaria e quello positivo che ne mette in luce le tendenze democratiche, il fervore culturale in tutti i campi artistici, l'humus adatto ai tentativi di rinnovamento radicale, la possibilità di mutare le incartapecorite istituzioni guglielmine, l'occasione per le classi oppresse di sollevarsi dallo sfruttamento.

Da questo secondo punto di vista il nazismo hitleriano fu tutt'altro che lo sviluppo continuo dell'esperienza weimariana, ma proprio la scelta delle forze politiche economiche e sociali che volevano impedire la grande trasformazione. Tra queste due interpretazioni della crisi di Weimar - come caos o come punto critico di una possibile trasformazione - si danno molte sfumature intermedie, ma se si va nei dettagli e si cerca di trovare dei giudizi motivati si deve rimanere colpiti da una lacuna notevole. In queste analisi mancano le scienze nonostante che allora, come oggi d'altronde, esse fossero uno degli elementi principali dello scontro e fossero intrecciati agli altri aspetti della vita sociale ed istituzionale.<sup>(20)</sup>

I tre saggi di Forman su Weimar - Weimar Culture, Financial Support e Scientific Internationalism<sup>(21)</sup> - conducono quindi a mio avviso verso un elemento del quadro che è indispensabile conoscere per tutti coloro che sono interessati al fenomeno Weimar, al limite indipendentemente dagli interessi in storia della fisica e delle scienze, se non altro per la grande messe di informazioni che contengono. Da essi viene fuori con vivacità il ruolo ricoperto dagli accademici all'interno del permanere della burocrazia guglielmina, i contrasti sui quali gli uomini di scienza si dividevano, i loro attriti con i governi, le forme istituzionali con cui venivano finanziate le ricerche dallo stato o dalle industrie.

Nel clima della sconfitta della grande guerra, che cancellava la fiducia nelle scienze, in quanto rivelatesi incapaci di assicurare la vittoria militare nonostante tutte le loro pretese, i fisici ed i matematici - tra le eccezioni notevoli Einstein e Hilbert - reagirono al mutamento dei valori adattan

dosi e cambiando di conseguenza i principi, gli scopi, le giustificazioni, l'immagine pubblica delle loro ricerche. Le forme e le traiettorie personali furono articolate, ma nel clima culturale generale che può sintetizzarsi parzialmente nella Lebensphilosophie di Spengler, venne determinandosi un conflitto per trasformare le vecchie concezioni scientifiche, non più sostenibili né di fronte ai colleghi umanisti, né di fronte al governo mutato, né di fronte alla gente comune. Il risultato definitivo dello scontro fu l'abbandono della causalità nel caso dei fenomeni atomici. Se prima e durante la grande guerra si poteva sostenere che le scienze erano un elemento determinante della potenza tedesca, spuntando buoni prezzi presso qualche ministro della pubblica istruzione, dopo si doveva sostenere che le scienze erano una forma di conoscenza, nel migliore dei casi, ma subordinata alle scienze dello spirito, più complete e più profonde; di conseguenza le applicazioni tecnologiche andavano taciute o minimizzate, almeno nei discorsi pubblici.

Eppure, nonostante la sconfitta militare, i fisici, i matematici, i chimici tedeschi erano ancora i migliori del mondo - e gli USA ad esempio osservano con molta attenzione questi scienziati, mandando fondi e studenti. Sostiene Forman, riprendendo un discorso della Schroeder-Gudehus<sup>(22)</sup>, che le scienze diventarono allora un surrogato (ersatz) di potenza e su questo punto si aprì un altro conflitto tra gli accademici di Weimar. C'era chi voleva chiudersi nazionalisticamente od al massimo instaurare dei rapporti bilaterali tra nazioni al livello ufficiale - costringendo in tal modo i rapporti tra le altre nazioni a passare per il crocicchio tedesco. C'era invece chi voleva che gli scienziati tedeschi ricominciassero a circolare nelle organizzazioni scientifiche internazionali, ed i governi socialdemocratici spingevano in questa direzione anche come mezzo indiretto per ottenere la riammissione della Germania alla Lega delle Nazioni. Da parte degli alleati si cercavano anche contatti ufficiali, ma in modo da togliere alla Germania ogni ruolo formale di preminenza e si tentava di dividere il mondo scientifico tedesco facendo una opportuna politica di inviti. Nel caso dei congressi

Solvay ci furono delle clamorose esclusioni. Incollata in modo inscindibile a questo problema di Kultur-Politik c'era la questione anche concettuale di quanto le scienze dovessero al loro ambiente ed alla loro cultura (Spengler, Schrödinger) e quanto invece fossero genuinamente sovranazionali.

Molti elementi conflittuali attraversavano quindi il mondo scientifico di Weimar e come ultimi citeremo l'antisemitismo ed i conflitti politici tout-court. In questo ultimo caso lo schieramento andava dal filonazista Stark ai socialisteggianti Born e Einstein. Un dato è certo, né gli accademici tedeschi erano indifferenti alle questioni culturali, ideologiche, politiche e sociali né la società in generale nelle sue forme più spontanee e più istituzionalizzate sentiva i problemi della ricerca scientifica come estranei o da assegnare una volta per tutte ad un settore particolare, per poi disinteressarsene.

Dunque nella Germania di Weimar si ha il primo esempio di politica (policy) scientifica in senso moderno. L'appoggio principale a questa tesi viene dal fatto che si fondarono allora due istituzioni con lo scopo preciso di finanziare la ricerca. Sia il potere politico (governo e parlamento) sia il potere economico (gli industriali) sentivano a tal punto che anche le scienze ricoprivano un ruolo importante nella loro situazione di conflitto e di trasformazione da istituire la Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft e la Helmholtz Gesellschaft zur Förderung der Physikalisch-technischen Forschung, che servivano di stimolo e di controllo sulla ricerca.

Per una storia integrale ed "intensive".

Si diceva all'inizio che i risultati conseguiti da Forman nelle sue ricerche dovrebbero stimolare positivamente il lettore italiano interessato al dibattito sulle scienze, in particolare anche quello interessato al dibattito su Weimar. Forse, si potrebbe aggiungere, in prospettiva sono di stimolo e di appoggio anche per tutti coloro che, stufi di subire le conseguenze del "progresso" scientifico capitalistico, cercano di capire in qual modo le scienze siano il risultato di una politica scientifica muovendosi di conseguenza per

ficcarci dentro il naso e magari anche le mani. Ma insieme si diceva dell'originalità degli strumenti adoperati; anche perché, come già mi sembra chiaro da questa breve e parzialissima rassegna, è difficile riuscire a distinguere tra risultati e tecniche di analisi nell'infinito rincorrersi e trasformarsi degli uni nelle altre - e particolarmente in Forman.

Credo infatti che gli storici delle scienze si trovino di fronte al tentativo più riuscito di superamento della vecchia e sterile contrapposizione - o se si vuole divisione accademica del lavoro - tra "internisti" ed "esternisti". Questa opposizione, che in Italia viene presentata come parallela a quella tra i sostenitori della "neutralità" e della "non-neutralità", consiste nel concepire le scienze come dotate di un interno (le formule matematiche, i teoremi, le leggi scientifiche, i risultati degli esperimenti) e di un esterno (dalle abitudini sessuali dei ricercatori alle loro opinioni politiche, dall'organizzazione della ricerca ai ministri della pubblica istruzione ecc.). L'opinione più comunemente creduta in Italia, e non per questo meno errata, è che mentre gli internisti si occupano dei risultati scientifici, allineando con diligenza leggi, formule e lavori pubblicati su riviste specialistiche, gli esternisti ignorerebbero tutto questo giocando senza rigore alcuno con il resto del mondo. Mancando in Italia totalmente una decente sociologia delle scienze (gli studiosi che potevano arrivarci, magari via Marx, sono stati bloccati o da un eccesso di idealismo crociano o dal dogma del materialismo dialettico), non si può neanche presentare la cosa come una articolazione accademica, che potrebbe anche da qualcuno ricevere rispetto.

Ma la questione va vista in modo diverso. Non sarebbe meglio porsi il problema dell'evoluzione - sempre permettendo le rivoluzioni - delle scienze per analizzarne le cause? E se si analizzano le cause su quale base ha senso distinguere le cause in interne ed esterne? Forse che il ritmo spezzato della storia delle scienze non viene scandito anche da quei fattori che nella classificazione precedente si chiamerebbero "esterni"? E' chiaro che i lavori di Forman vanno letti anche in questa chiave e la loro peculiarità principale consiste proprio nel tentare quella che chiamerei un'analisi integrale delle cause.

E' bene sgombrare subito il campo da due equivoci - dai quali lo stesso Forman prende giustamente le distanze. Né si pretende di arrivare ad un modello che rispetti la rigida causalità laplaciana - in cui cioè la conoscenza completa delle cause determina univocamente la dinamica nel tempo e nello spazio -, né tali cause possono essere tutte riconducibili ad una fondamentale. Esso va distinto cioè da un modello integrato, su i piani del quale si proietta sempre la stessa figura. I piani di analisi, essendo in genere molti, sono conflittuali tra di loro, e tra l'altro possono variare a seconda del periodo storico in esame. Ma se non si manifesta certo identità tra di essi si può d'altra parte constatare una certa coerenza, nel senso ad esempio di trovare l'accordo sul modo di porre i problemi da considerare importanti o sulla necessità di cambiare le regole del gioco scientifico, mentre può permanere dissenso sugli esiti particolari.

A Weimar c'era coerenza tra gli umori critici nei riguardi delle scienze che circolavano tra gli intellettuali e la coscienza dei fisici di dover mutare le loro concezioni e le loro procedure di ricerca. I primi avrebbero forse preferito un esito decisamente antiscientifico, mentre i secondi furono spinti a realizzare una vera e propria "rivoluzione", ma nelle scienze: un nuovo punto di vista. Questa diversità di esito è certo legata anche al piano politico ed economico generale, così influente sugli altri. Come potevano i governi socialdemocratici così informati dalla loro idea di progresso sociale e scientifico tollerare la distruzione delle scienze? Come potevano gli industriali rinunciare a quel modello produttivo nutrito di continue innovazioni scientifico-tecnologiche su cui, dopo aver strappato il primato all'Inghilterra, avevano - è vero - perso la guerra, ma non certo i profitti? Se la burocrazia guglielmina, i ceti medi colti, l'opinione comune tendeva a nutrirsi di idee antiscientifiche non si poteva certo riproporgli la stessa immagine delle scienze che c'era prima della sconfitta, ma si poteva anche ben evitare di chiudere gli istituti di ricerca. La complessità della situazione richiese cioè una politica della ricerca scientifica il cui risultato fu la meccanica quantistica interpretazione di Copenhagen, politica tanto più necessaria in quanto si trattava di operare all'interno di mediazio



ni spesso in conflitto.

L'analisi integrale è necessaria se non si vuole rinunciare alla possibilità di comprendere le singolari coincidenze tra la storia delle scienze e la storia della società in generale. Lo storico internista rischia di essere nei confronti della storia delle scienze quello che certi logici sono nei confronti della matematica: la considerano una serie di teoremi derivabili logicamente da assiomi. Ora le tautologie sono proprio ciò che non interessa il matematico militante (working), anzi la matematica che ci significa qualche cosa si ottiene prendendo il complemento rispetto all'insieme delle tautologie. L'internista quindi, concatenando tra loro leggi, teoremi, esperimenti - prima il sistema tolemaico poi il copernicano, prima gli infinitesimi poi i limiti, prima l'etere poi la relatività, prima le equazioni integrali poi la teoria degli operatori - descrive certo fatti veri, ma ohimè insignificanti. E non ci soddisfa proprio - anzi ci suona pura falsa coscienza - la giustificazione di trattare il livello fondamentale delle scienze: quello che si chiama comunemente "la natura" e "la logica" ed al quale si pretende di ridurre tutto il resto.

E' molto meglio rischiare l'errore e - perché no? - la contraddizione analizzando le teorie e le pratiche scientifiche in rapporto al contesto sociale da cui nascono ed in cui muoiono. Si tratta allora di concepire le scienze come una costellazione assai articolata la cui figura e la cui dinamica dipende dal loro modo di produzione - i ricercatori e le istituzioni di ricerca - e nella quale la distribuzione dei valori tra i vari elementi, insieme ai rapporti tra di essi, dipende dalla società generale in cui è immersa. Queste scienze, come per convenzione possiamo seguirle a chiamarle ma intendendole come appena detto, sono costituite allora da elementi sempre più interrelati con la società reale, man mano che ci si avvicina ai giorni nostri. Ma questi legami si sono fatti anche molto complessi, a tal punto che da un singolo settore accademico appaiono del tutto impercorribili. E' questa complessità insuperabile, se non andando al di là delle attuali esasperate specializzazioni <sup>(23)</sup>, che ingenera spesso l'idea errata che tali rapporti non siano

ricostruibili perché inesistenti. Se questo fosse vero il paradosso tra scienze sempre più integrate con la vita comune e scienze sempre più pure, astratte ed esoteriche non avrebbe soluzioni, oppure soluzioni fideistiche del tipo: "l'irragionevole efficacia" della fisica di base.<sup>(24)</sup>

Come sostenere più la robinsonata che le scienze sono il prodotto del rapporto tra un "uomo" ed una "natura" nudi quando dipendono da qualche percentuale del prodotto interno lordo degli stati? Le scienze per essere comprese nella loro storia vanno quindi studiare tanto dall'"interno" quanto dall'"esterno". L'oggetto di studio viene ora visto come unico mentre sono i punti di attacco ad essere diversi e complementari. Bisogna però aggiungere a questo punto che la posta in gioco è maggiore dell'efficacia di un approccio storiografico, essa riguarda invece ed in primis la trasformazione radicale delle scienze, della quale la consapevolezza storica è solo un elemento, anche se gioca un ruolo assai importante nello scontro tra politiche scientifiche diverse.

La traiettoria personale di Forman come studioso parte proprio dall'"interno" per arrivare all'"esterno", lungo un cammino che non li contrappone mai; essi si integrano piuttosto a vicenda perché convergono al medesimo scopo. Si parte dal risultato di un esperimento e dalla necessità di spiegarlo teoricamente, si passa poi ad illustrare il dibattito che divideva la corporazione dei ricercatori sull'importanza da dare a quei dati sperimentali, sul modo di leggerli, sulle concezioni lungo le quali cercare la teoria soddisfacente, su quando considerarla tale e perché. Ma siamo solo all'inizio del percorso, bisogna necessariamente proseguire a considerare l'ambiente culturale, le regole del gioco accademico, l'organizzazione della ricerca, ed il suo appoggio finanziario, le opinioni politiche degli scienziati, il porsi del governo rispetto agli accademici, il peso dato alle scienze nei conflitti politico-sociali.

E' proprio l'attraversamento di tanti piani, in genere in Italia neanche presi in considerazione ed al livello internazionale usualmente scomposti tra diversi interessi disciplinari, che rende l'approccio di Forman così singolarmente proficuo. Esistono certamente altri studiosi che trattano la storia

delle scienze in rapporto all'evoluzione sociale arrivando fino alle strutture economiche. E' infatti ben noto, ora disponibile anche in italiano, il classico saggio di B. Hessen sulle radici socio-economiche dei Principia di Newton, accanto ad un capitolo di R.K.Merton all'incirca sullo stesso tema. In questo senso vanno anche l'articolo di C. Fisher sulla morte della teoria degli invarianti come il monumentale trattato di J. Needham sulle scienze classiche cinesi, l'articolo di R. e K. MacLeod sul rapporto scienza e tecnologia tra le due guerre come quello di P.G. Werskey sugli scienziati inglesi dello stesso periodo. (25)

Ma se si passa decisamente tra i sociologi delle scienze (ad esempio De Solà Price, e Ben-David ... o se si risale fino a Mannheim (26) tende a zero l'interesse per il risultato del lavoro degli scienziati, che anzi viene quasi sempre visto indipendente dal loro modo di produzione. Si perde così tutta l'esemplificazione analitica dei complessi legami che conducono dalla società in cui vivono i ricercatori scientifici ai dati sperimentali ed alle teorie da loro prodotte, che in quella stessa società per il tramite delle tecnologie si applicano e/o si affermano culturalmente.

Anche l'analisi condotta da Sohn-Rethel per grandi fasi storiche, pur se affascinante e piena di stimoli a vederci più chiaro, non riesce ad andare oltre la constatazione di omologie ed analogie tra alcune categorie formali - il denaro e l'astrazione pitagorica, la circolazione delle merci e la legge di inerzia - lasciando desiderosi di maggiori articolazioni e dettagli materiali. (27)

Mary Hesse distingueva - in un breve intervento pronunciato nella sessione "Internal and External Causation of Scientific Ideas" del XV International Congress of the History of Science (Edinburgh 1977) - tra l'approccio "extensive" alla Sohn-Rethel e quello "intensive" citando, per esemplificare quest'ultimo, Paul Forman.

Non si nasconde che questo approccio integrale e se si vuole intensivo al momento appare aprire tanti problemi quanti ne risolve. Ad esempio i lavori commentati qui ne contengono almeno due: uno riguarda il ruolo del conflitto tra intuizionisti e formalisti rispetto alla nascita della meccanica quantistica

ca-menzionato da Forman stesso - e l'altro consiste nell'affrontare la contraddizione esistente, a mio dire, tra l'immagine svalutata delle scienze presso l'opinione pubblica tedesca negli anni '20 ed il relativamente alto appoggio finanziario che gli scienziati ottenevano dal governo e dagli industriali. Ma, e qui sta il punto, questi problemi sono interessanti perché pertinenti sia ad un progetto di trasformazione radicale delle scienze attuali, sia per una comprensione della loro storia reale con ciò coerente. In questo essi sono affini a tutte quelle questioni - bisogna ammettere più spesso sollevate che definitivamente risolte - che vengono affrontate in Italia da qualche anno da studiosi provenienti in genere dalla ricerca attiva in fisica e che concernono le scienze in quanto prodotto sociale e la loro storia. (28)

In quale senso l'approccio alla Forman è affine, ma si intende non identico, alle varie posizioni espresse all'interno di quest'ultimo gruppo? Sul finire degli anni '60 nell'ormai imbalsamato sessantotto, all'interno dei fermenti e delle rotture che attraversavano profondamente anche l'Italia, accanto ai poli di rivolta come Berkeley, Parigi, Berlino, la Cina, si fece strada la critica radicale alle attuali scienze capitalistiche. Tale critica venne fatta propria anche da alcuni ricercatori scientifici italiani formati per lavorare in genere nel campo della fisica delle alte energie. Quello che distinse fin dall'inizio questo gruppo e lo oppose all'establishment scientifico fu l'esigenza di derivare dalle critiche un comportamento personale coerente con l'idea della non neutralità della produzione scientifica. Cioè si rifiutava come falsa ed inefficace la distinzione fra scienze e loro uso, essendo invece convinti che esse sono impregnate e costituite da elementi che in ultima analisi fanno parte di un progetto politico di lungo respiro espresso dalle classi al potere - borghesi o burocratiche che siano - per perpetuare il dominio e lo sfruttamento sulla maggioranza della gente. In questo caso, diventando insufficiente in assoluto l'adesione rituale a qualche partito di sinistra, risultava necessario rimettere in discussione la propria professionalità insieme all'organizzazione del lavoro della ricerca.

E' all'interno di questo processo che nasce l'esigenza profonda della storia della fisica e delle scienze. In essa si traduce dunque la necessità di capire bene, attraverso un feed-back tra presente e passato, il meccanismo attraverso il quale si articola il rapporto tra le scienze e la società in generale. Inoltre, specie per alcuni di questi ricercatori, vi ha un ruolo anche l'istanza della totalità alla Luckacs e la questione dell'avvenire delle scienze alla Poincaré.<sup>(29)</sup> Esigenze queste ultime non solo intellettuali, ma che vengono rese personalmente e drammaticamente concrete dall'alienazione che il singolo ricercatore medio sente in quanto semplice ingranaggio di ipertrofiche istituzioni controllate da pochi e dall'alto.

Accanto quindi ad una lettura di Marx antidogmatica, antiengelsiana, antileninista ed antidiamat, che ne scavava fuori i pochi frammenti sull'inglobamento delle scienze all'interno del capitale e ne interpretava il

"Noi conosciamo una sola scienza, la scienza della storia", veniva naturale confrontarsi con Kuhn. E questo perché, al di là delle facili immagini evocate dal termine rivoluzione scientifica, al di là dell'inevitabile interpretazione antiscientifica che l'establishment accademico ne dava e ne dà anche oggi, l'opera di Kuhn colloca le scienze tra le attività svolte dagli uomini che vivono in collettività e quindi in linea di principio ne permette le trasformazioni consapevoli.

Ma le affinità con l'approccio alla Forman sulle quali ci stiamo interrogando non si limitano a questo, al suo essere cioè confessatamente un allievo di Kuhn. Non possono essere cioè delle somiglianze statiche perché stante le differenti storie personali sarebbe facile ad ogni elemento di uguaglianza - e ne esistono - contrapporre un altro di diversità profonda. Piuttosto si tratta di due diverse traiettorie che si avvicinano spinte da motivazioni diverse. Di fatto Forman, distaccandosi da Kuhn per prendere in considerazione realmente ed in modo tutt'altro che vago anche l'agire concreto dei ricercatori attraverso le istituzioni e l'ambiente politico sociale e culturale, accanto alle teorie ed agli esperimenti, tende a quella ricostruzione integra-

le delle cause, cui ho già accennato. E verso la stessa storia integrale consapevolmente cominciano a muoversi quei ricercatori che - puntando ad una trasformazione radicale delle scienze coerente con una trasformazione sociale che tenda ad abolire lo sfruttamento dell'uomo sull'uomo - si sono convinti della non indifferenza dell'evoluzione delle scienze nei confronti dell'evoluzione dei conflitti sociali tra le classi.

Note:

- 1) Cfr. l'ultimo capitolo di T.S. Kuhn: *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press 1962, tr. it. *La Struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi Torino 1969; T.S. Kuhn: "Tradition mathématique et tradition expérimentale dans le développement de la physique" *Annales* 30 (1975), 975-998.
- 2) Oltre agli scritti citati in E. Donini, T. Tonietti: "Lo scientifico è politico (Gli scienziati nella crisi)" *Quaderni Piacentini* (Aprile 1977) n.62/63, 99-133, si può vedere anche *Il concetto di Progresso nella scienza*, a cura di E. Agazzi Feltrinelli Milano 1976; L. Geymonat: *Scienza e Realismo* Feltrinelli Milano 1977; Paolo Rossi *Immagini della scienza* Editori Riuniti 1977.
- 3) Cfr. E. Donini, T. Tonietti *op. cit.* p. 100; specialmente Ciccotti *et al.* *L'Ape e l'Architetto* Feltrinelli Milano 1976.
- 4) *op.cit.* p. 19.
- 5) *Criticism and the Growth of Knowledge* a cura di I. Lakatos, A. Musgrave Cambridge Un. Press 1972; tr. it. *Critica e Crescita della Conoscenza* a cura di G. Giorello Feltrinelli Milano 1976.
- 6) I. Lakatos: "Proofs and Refutations" *The British Journal for the Philosophy of Science* XIV (1963), a p. 3. Questo lavoro pubblicato in 4 fascicoli diversi è stato ristampato postumo a cura di J. Worrall, E. Zahar come I. Lakatos: *Proofs and Refutations* Cambridge Un. Press 1976, a p. 2.
- 7) Cfr. Mao Tse-Tung *Su Stalin e sull'URSS* Einaudi 1975, p. 104.
- 8) P. Forman: "The Discovery of the Diffraction of the X-Rays by Crystals; A Critique of the Myths" *Archive for History of Exact Sciences* 6 (1969), 38-71, cfr. anche la risposta di Ewald pubblicata di seguito.
- 9) *Critica e Crescita ...op. cit.* p. 71.
- 10) I. Lakatos, in *Critica e Crescita ...op. cit.* p. 402, cita la controversia Ewald-Forman come una di quelle che per "lo storico razionalista...sono perfettamente spiegabili internamente". Proviamo a farlo e confrontiamole come se fossero due teorie scientifiche per ottenere quale delle due è più "progressiva", cioè spiega e/o prevede più dati (storici nel nostro caso). Ma allora è migliore quella di Forman perché spiega almeno un dato in più: l'errore di calcolo di Ewald. Infatti Ewald per spiegare il suo errore deve ricorrere al termine lapsus, e questa è una spiegazione razionale solo se si accettano come tali le teorie psicologiche freudiane. Quindi l'internista/razionalista Lakatos deve dare ragione all'esternista/irrazionalista Forman. Viceversa se Lakatos vuole assegnare la palma all'internista/razionalista Ewald (e per farlo deve fargli spiegare il suo errore) deve ammettere la psicanalisi tra le teorie razionali (il che è troppo anche per un allievo riformista di Popper) e di conseguenza tradire, passando tra coloro

che ammettono le spiegazioni psicologiche (cioè esterne). Questo *paradosso di Lakatos* mostra che il suo sistema logico/razionale contiene delle proposizioni "indecidibili". Se vogliamo, la distinzione razionale/irrazionale, interno/esterno nel caso di ogni attività umana, compresa quindi la scientifica e la storiografica, si può mantenere solo sulla base di una convenzione linguistica, di una tradizione filosofico-accademica, di una scelta di volontà. Ribadiamo quindi l'inefficacia di queste categorie e passiamo a giochi più interessanti.

- 11) M. Jammer: *Storia del concetto di spazio* Feltrinelli Milano 1963; M. Jammer: *Storia del concetto di Forza* Feltrinelli Milano 1971; M. Jammer: *Storia del concetto di Massa* Feltrinelli Milano 1974; M. Jammer: *The Conceptual Development of Quantum Mechanics* Mc Graw Hill 1966. Di contro abbiamo ad esempio H. Reichenbach: *I fondamenti filosofici della meccanica quantistica* Einaudi Torino 1954 e M.E. Omelyanovskij, V.A. Foch e altri: *L'interpretazione materialistica della meccanica quantistica* a cura di S. Tagliagambe Feltrinelli Milano 1972.
- 12) P. Forman "Alfred Landé on the Anomalous Zeeman Effect 1919-1921" *Historical Studies in the Physical Sciences* II (1970), 153-261; P. Forman "The Doublet Riddle and Atomic Physics circa 1924" *ISIS* 59 (1968), 156-174.
- 13) *Proceedings of the International School of Physics "E. Fermi" Course IL Foundations of Quantum Mechanics* (Varenna 1970) a cura di B. d'Espagnat Academic Press New York 1971; T. Tonietti: "Il dibattito sui fondamenti della meccanica quantistica" *Sapere*, 788 (Genn. 1976), 19-26 e lavori qui citati. G.C. Ghirardi et al.: "The Stochastic interpretation of Quantum Mechanics: a critical review" *La Rivista del Nuovo Cimento* v.1 n.3 (1978).
- 14) P. Forman; V. Raman: "Why Was it Schrödinger Who Developed de Broglie's Ideas?" *Historical Studies in the Physical Sciences* I (1969), 291-314.
- 15) Cfr. *L'Ape e l'Architetto* op.cit.
- 16) T.S. Kuhn: *The Structure ...* op.cit.
- 17) I. Lakatos: "La falsificazione e la metodologia dei programmi di ricerca scientifica" in *Critica e Crescita ...* op. cit. p. 164.
- 18) P. Forman: "Weimar Culture, Causality and Quantum Theory 1918-1927: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment" *Historical Studies in the Physical Sciences* III (1971), 1-115.
- 19) Per rendere solo l'idea basti citare alcuni dei libri recenti. O. Spengler *Il Tramonto dell'Occidente* Longanesi Milano riedito e rivisto 1978; A. Rosenberg *Origini della Repubblica di Weimar e Storia della Repubblica di Weimar* Sansoni Firenze 1972; G.E. Rusconi *La Crisi di Weimar* Einaudi Torino 1972; W. Laqueur *La Repubblica di Weimar* Rizzoli Milano 1977; E. Eyck *Storia della Repubblica di Weimar* Einaudi Tori-



- no 1966 5° ediz.; F. Neumann Behemoth Feltrinelli Milano 1977; E. Collotti *La Germania Nazista* Einaudi 1962 6° ediz.; A. Sohn-Rethel *Economia e Struttura di Classe del Fascismo tedesco* De Donato 1978; P. Broué *Rivoluzione in Germania 1917-1923* Einaudi Torino 1977; W. Rathenau *L'economia nuova* Einaudi Torino 1976; K.H. Roth *L'altro movimento operaio* Feltrinelli Milano 1976; M. Cacciari *Pensiero Negativo e Razionalizzazione* Marsilio 1977; M. Cacciari *Krisis* Feltrinelli Milano 1976; Rosa Luxemburg *L'accumulazione del Capitale* Einaudi Torino 1972 2° ediz.; AA.VV. *Rosa Luxemburg vive* Jaca Book Milano 1970; P. Gay *La cultura di Weimar* Dedalo Bari 1978; W. Benjamin: *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica* Einaudi 1966 2° ediz., *Avanguardia e Rivoluzione* Einaudi 1973, *Lettere 1913-1940* Einaudi 1978, *Angelus Novus* Einaudi 1962 rist. 1976; M. Horkheimer *Crepuscolo* Einaudi 1977; H. Eisler *Musica della Rivoluzione* a cura di L. Lombardi Feltrinelli Milano 1978; A. Schönberg *Lettere* La Nuova Italia 1969; B.I. Lewis *George Gross. Arte e Politica nella Repubblica di Weimar* Edizioni Comunità Milano 1977; P. Chiarini (cur.) *Teatro nella Repubblica di Weimar* Officina Edizioni-Roma 1978; H.M. Wingler *Il Bauhaus Weimar Dessau Berlino 1919-1933* Feltrinelli-Milano 1972 2° ed. 1976; L.H. Eisner *Fritz Lang* Mazzotta, Milano 1978; G. Grignaffini, L. Quaresima (cur.) *Cultura e Cinema nella Repubblica di Weimar* Marsilio 1978; *Tecnica e Cultura* a cura di T. Maldonado Feltrinelli Milano 1979; *George Gross Vita ed Opere* a cura di U.M. Schneede, Mazzotta 1977; S. Kracauer *Cinema Tedesco* Mondadori Milano 1954, rist. 1977; *Erwin Piscator* a cura di P. Chiarini Officina Edizioni Roma 1978; *Weimar* a cura di L. Villari Il Mulino, Bologna 1978; F.L. Carsten *La Rivoluzione nell'Europa Centrale 1918/1919* Feltrinelli Milano 1978.
- 20) Per una testimonianza d'eccezione si veda A. Einstein, Hedwig e Max Born *Scienza e Vita* *Lettere 1916-1955* Einaudi Torino 1973.
- 21) P. Forman: "Weimar Culture, ..." *op.cit.*; *Scientific Internationalism and the Weimar Physicists. The Ideology and Its Manipulation in Germany after World War I* *ISIS* 64 (1973), 151-180; "The Financial Support and Political Alignment of Physicists in Weimar Germany" *Minerva* 12(1974), 39-66.
- 22) Cfr. B. Schroeder-Gudehus *Les Scientifiques et la Paix* Les Presses de l'Université de Montréal 1978.
- 23) Cfr. T.S. Kuhn "Tradition mathématique..." *op.cit.* p. 975 e seg.
- 24) E. Wigner: "The Unreasonable effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences" in E. Wigner *Symmetries and Reflections* Indiana Univ. Press Bloomington 1967, p. 222.
- 25) B. Hessen "The social and economic roots of Newton's *Principia*" in N.I. Bukharin et al. *Science at the crossroads* Franck Cass London 1931 rist. 1971 p. 147-212, tr. ital. *Scienza al Bivio* De Donato Bari 1977, p. 181-244;

R.K. Merton *Teoria e Struttura Sociale* cap. XXI "Scienza ed economia dell'Inghilterra del XVII secolo" Il Mulino Bologna 1971; C. Fisher "The death of a mathematical Theory: a study in the sociology of knowledge" *Archive for the History of Exact Sciences* 3 (1966/67), 137-159; J. Needham: *Science and Civilisation in China* Cambridge Univ. Press. vol. 1° 1954, 2° 1956, 3° 1959, 4° 1962, 5° 1974-76, in corso di completamento; J. Needham *Scienza e Società in Cina* Il Mulino Bologna 1973; R. e K. MacLeod "The social relations of science and technology 1914-1939" *The Fontana Economic History* a cura di C.M. Cipolla Collins/Fontana Books 1976; P.G. Werskey "British Scientists and 'Outsiders' politics" in *Sociology of Science* a cura di B. Barnes, Penguin 1972.

- 26) Cfr. E. Donini, T. Tonietti *op.cit.* p.114 e seguenti.
- 27) A.Sohn-Rethel *Lavoro Intellettuale e Lavoro Manuale* Feltrinelli Milano 1977.
- 28) Per farsene un'idea si possono vedere alcuni articoli usciti dal 1974 sulla rivista *Sapere* come ad esempio; G.Battimelli "Etere e Relatività", 776 (Novembre 1974), p. 46; F. Marchetti "La nascita della Geometria Non Euclidea", 783 (Giugno 1975), p.77; G. Ciccotti, E. Donini "Sviluppo e crisi del meccanismo", 786 (Ottobre 1975), p.40; A. Baracca. A. Russo "I primi sviluppi della teoria dei quanti", 794 (Settembre 1976), p.58; A. Rossi "Epistemologia e prassi scientifica" parte I, 797 (Gennaio 1977), p.31 e parte II, 804 (Settembre 1977), p.35; E. Donini "La meccanica quantistica tra Germania e USA", 812 (Luglio 1978), p.55. Inoltre S.Bergia *Einstein e la Relatività* Laterza Bari 1978; A.Baracca, S. Ruffo, A.Russo *Scienza ed Industria 1848-1914* Laterza 1979; G.Israel, P.Negrini "La rivoluzione Francese e la scienza" *Scientia* parte I (Gennaio 1973), p.1 e Parte II (Marzo 1973), p.1; M.Cini "Storia e ideologia delle relazioni di dispersione" in *Matematica e Fisica: Struttura e ideologia* a cura di E. Donini, A.Rossi, T.Tonietti De Donato Bari 1977, p.147-163; C.Boldrighini, F. Marchetti "Lo sviluppo della matematica alla fine del secolo XIX: il problema dei fondamenti e la formalizzazione hilbertiana" *ibidem* p.109-122.
- 29) G.Lukacs: *Storia e Coscienza di Classe* Sugarco Edizioni Milano 1978, p. 35; H. Poincaré: *Science et Méthode* Flammarion, Parigi 1908, p.19.