

## La politica della ricerca scientifica: due interventi di Luigi Giulotto

Antonio Casella

[casella@fisicavolta.unipv.it](mailto:casella@fisicavolta.unipv.it)

Sulla figura di Luigi Giulotto (1911-1986) pesano ancora le asprezze polemiche della battaglia di politica della ricerca scientifica in cui il fisico pavese fu per anni vigorosamente impegnato: circostanza, questa, che ha finito con il far velo agli stessi scritti in cui le sue tesi furono articolate e ai quali conviene oggi tornare per una più equilibrata valutazione di una vicenda certo non marginale nella storia della fisica italiana del dopoguerra.

L'audizione, nel 1975, alla 7<sup>a</sup> Commissione (Istruzione pubblica e belle arti, ricerca scientifica, spettacolo e sport) del Senato, nel corso della *Indagine conoscitiva sulla ricerca scientifica in Italia*<sup>1</sup>, costituisce un utile quadro di riferimento per ricostruire le linee essenziali della posizione di Giulotto, che interviene – su designazione del Partito Liberale – proponendo una analisi a tutto campo dei problemi da cui è afflitta la ricerca scientifica italiana.

L'intervento prende l'avvio da un cauto apprezzamento della relazione generale della presidenza del CNR del 1974, che ad avviso di Giulotto sembrava indicare un pur modesto ridimensionamento dell'eccessivo rilievo – registrato nelle precedenti relazioni – assunto dalla ricerca svolta presso organismi extra-universitari e parauniversitari, rispetto a quella di cui continuava ad essere protagonista l'università.

La ricerca scientifica universitaria, grazie anche al contributo del CNR, restava in Italia il luogo proprio della ricerca “pura” – per quanto se ne potessero plausibilmente demarcare i confini plausibili rispetto alla ricerca applicata e alla ricerca di sviluppo. Se l'università non può rinunciare a questa sua connotazione, non è nemmeno accettabile, da un punto di vista sociale – sostiene Giulotto – che vi si continui ad alimentare il mito della scienza per la scienza, della ricerca pura fine a se stessa: “Proprio per il suo valore educativo, infatti, la ricerca che si svolge nelle università deve anche essere il necessario complemento di una didattica intesa

---

<sup>1</sup> Senato della Repubblica – VI Legislatura, 7<sup>a</sup> Commissione (Istruzione pubblica e belle arti, ricerca scientifica, spettacolo e sport), *Indagine conoscitiva sulla ricerca scientifica in Italia* (articolo 48 del Regolamento), Resoconto Stenografico, 10<sup>a</sup> Seduta, Giovedì 13 Febbraio 1975, Presidenza del Presidente Cifarelli, pp. 254-264.

a preparare i giovani a svolgere la loro attività professionale nella società. Le ragioni che giustificano un forte impegno dello Stato nel campo della ricerca devono essere perciò in ogni caso di carattere essenzialmente sociale, pur dovendosi ammettere, in una certa misura, un sostegno dell'attività scientifica generale, indipendentemente dal suo valore applicativo, in quanto considerata una delle più alte manifestazioni spirituali dell'uomo moderno"<sup>2</sup>.

Se la ricerca universitaria italiana può considerarsi competitiva rispetto a quella svolta nei paesi scientificamente più avanzati, non può essere sottaciuta la maggiore marginalità che vi ha l'impegno applicativo e la conseguente minore incidenza sul tessuto economico del paese. Ecco allora la necessità di individuare, nell'ambito della ricerca pura, i settori più ricettivi delle sollecitazioni sociali e tecnico-produttive, specie in una fase di conclamato gap tecnologico: settori con queste caratteristiche sono rappresentati, secondo Giulotto, dalla *struttura della materia* e in particolare dalla *fisica dello stato solido*, che sembra proprio il terreno di ricerche più flessibilmente orientabili verso finalità applicative e capace di promuovere la collaborazione fra università ed industria<sup>3</sup>. Fra le articolazioni di questo vasto ambito di ricerca, era di importanza difficilmente sopravvalutabile – considerandone le sempre più pervasive applicazioni all'elettronica, lo studio dei semiconduttori “come transistori, circuiti integrati, generatori di microonde,

---

<sup>2</sup> Cit., p. 256.

<sup>3</sup> Il rapporto del Physics Survey Committee (una commissione della National Academy of Science) del 1966, considera che in USA, nello studio dello *stato solido*, “ha profondamente agito come elemento stimolante l'aver scoperto la possibilità di una applicazione immediata dei risultati scientifici in molti settori. La fisica dello stato solido è venuta pertanto ad occupare un posto predominante non soltanto come campo di elevato interesse in se stesso, ma anche in relazione a moltissime altre scienze e tecnologie moderne” (A. Gerosa, *Sullo sviluppo della fisica dello stato solido e degli stati condensati in U. S. A.*, “Notiziario del G. N. S. M.”, Gennaio 1968, p. 2). Analizzando i tradizionalmente difficili rapporti tra fra *scienza* e *industria* in Italia, non mancava certo la consapevolezza della gravità dei limiti di formazione e orientamento degli studi di fisica, che davano – non ultimo dei problemi - un'alta percentuale di giovani esclusivamente desiderosi di occuparsi “dei problemi che stanno alla frontiera delle conoscenze. Questo è un errore che conduce fra l'altro a trascurare buona parte di quanto tali frontiere recingono”; siffatto atteggiamento genera un profondo distacco per “la ricerca applicata o anche solo applicabile e quindi per l'industria tutta quanta. A mio avviso si tratta di una posizione scarsamente responsabile, che conduce a vedere la propria attività come un puro e semplice perseguimento (a spese della collettività) di sogni di gloria personale” (G. Bonfiglioli, *Sui rapporti fra scienza e industria*, “Notiziario G. N. S. M.”, aprile 1967, p. 3).

fotocellule eccetera”, cioè di materiali fondamentali per le industrie dei calcolatori e delle comunicazioni e che “hanno suscitato anche notevoli speranze riguardo alla possibilità di realizzare e rendere economicamente conveniente la trasformazione diretta della radiazione solare in energia elettrica”<sup>4</sup>.

Oltre che per le ricadute tecnologiche, lo studio della struttura della materia si raccomanda, per Giulotto, per il suo alto *valore educativo*: benché legate a tecniche sperimentali assai sofisticate, “le indagini nel campo della struttura della materia non richiedono in genere mezzi eccezionalmente costosi, conservano ancora un certo carattere artigianale e sono in grado perciò di accogliere più facilmente i contributi originali di giovani ricercatori”<sup>5</sup>.

Un settore di ricerca di così evidente rilievo, è stato tuttavia frenato dall’esistenza di quei forti *squilibri settoriali* che erano venuti caratterizzando sempre più marcatamente la vita scientifica italiana: in particolare – ecco il nodo decisivo – “il settore delle particelle elementari, di alto interesse scientifico, ma lontano da interessi applicativi diretti, si è notevolmente sviluppato nel nostro paese a danno di altri settori della ricerca fisica di ben più definiti interessi applicativi, fra i quali, in particolare, la fisica dello stato solido”<sup>6</sup>.

Mentre negli Stati Uniti, nel 1974, il finanziamento era ripartito nella misura di 100,95 milioni di dollari per la struttura della materia e 109,81 milioni di dollari per le particelle, in Italia il rapporto tra le sovvenzioni alla struttura della materia e alle particelle elementari era – questo il dato abnorme denunciato da Giulotto – di circa uno a dodici. Questo *squilibrio*, che sanciva una gravissima condizione di inferiorità cui si consegnava proprio il settore scientifico dalle più promettenti potenzialità applicative, costituiva di per sé l’inequivoco indicatore di una generale condizione di arretratezza del sistema-paese. Nella bozza preparatoria del primo numero del “Notiziario del G. N. S. M.” – che inizierà il suo cammino nell’ottobre 1966 – si può leggere, su questo aspetto, una valutazione tranciante: “Lo squilibrio che si è determinato nello sviluppo della Fisica in Italia è caratteristico dei paesi industrialmente sottosviluppati, nei quali manca appunto o è insufficiente lo stimolo della ricerca applicata nel determinare, almeno in parte, gli orientamenti della ricerca pura”<sup>7</sup>.

---

<sup>4</sup> *Indagine conoscitiva sulla ricerca scientifica in Italia*, Cit., p. 256.

<sup>5</sup> Cit.

<sup>6</sup> Cit., p. 258.

<sup>7</sup> *Scopi del G. N. S. M. e del presente notiziario*, Fondo Giulotto, Archivio di Storia della Fisica – Pavia, senza data. Una conclusione dello stesso tenore si ritroverà anche nei *Lineamenti per un Piano Quinquennale di Ricerca nel campo della Struttura della Materia (1968-1972)*: il documento ribadisce la situazione di squilibrio esistente in Italia tra il

L'attenzione alle implicazioni tecnologiche della ricerca scientifica, era centrale nel discorso di Giulotto che ne traeva spunto anche per una delicata riflessione sulla *libertà della ricerca*, che secondo lui rischiava di divenire oggetto di una sorta di fuorviante *mitizzazione*: “Io non sono libero di fare la ricerca che voglio, quando questa comporta una spesa di cento miliardi, tanto per fare un esempio. Esiste quindi un limite naturale. Se la ricerca che intendo condurre rientra nelle normali possibilità universitarie, allora posso farla anche indipendentemente dalla prospettiva di sue applicazioni pratiche. Ma se una ricerca viene a costare alla società una somma ingente, allora credo che non si possa prescindere dalla possibilità di ricavarne frutti sul piano pratico attraverso le applicazioni cui può dar luogo”<sup>8</sup>. E ancora, in altro momento dell'audizione: “Quanto alle garanzie relative alla libertà della ricerca, preciso che per me quest'ultima va intesa nel senso che un professore o un ricercatore non deve essere obbligato a seguire nessuno schema prestabilito per interpretare i risultati delle sue ricerche. Diverso è invece il caso di chi non può intraprendere la ricerca desiderata, in quanto questa richiede dei fondi, molto spesso ingenti, che la società dovrebbe mettere a disposizione: la libertà infatti è in questo caso condizionata da una reale situazione di impossibilità”<sup>9</sup>.

Che la libertà di iniziativa dei singoli debba essere salvaguardata non può significare, quindi, che la ricerca possa essere del tutto svincolata da ogni legge economica. Tanto più necessaria, allora, secondo Giulotto, la costituzione di un Ministero per la ricerca scientifica e tecnologica, dotato di competenze e poteri che gli consentano di esercitare un'azione effettiva di coordinamento e di pianificazione della ricerca, sulla base di criteri per quanto possibile obiettivi, in grado di salvaguardare gli interessi reali del paese arginando le esondazioni lobbiste dei gruppi più forti.

E' da un simile organismo che ci si può aspettare un contributo al superamento di quelle pur legittime competizioni settoriali, che si risolvono spesso in sprechi di risorse e percorsi improduttivi: “Noi professori universitari siamo tutti più o meno appassionati della nostra materia, quindi siamo portati forse a sopravvalutare l'importanza del particolare settore in cui svolgiamo le nostre ricerche rispetto ad

---

finanziamento delle ricerche di *struttura della materia* e la fisica nucleare e delle particelle elementari: “Gli investimenti complessivi per la ricerca in struttura della materia in Italia nel 1967 ammontano come limite massimo al 10% del finanziamento totale della ricerca fisica, mentre quelli per la ricerca nucleare fondamentale sono circa il 60%. In tutti i paesi tecnicamente avanzati queste percentuali sono molto diverse” (“Notiziario del G. N. S. M.”, ottobre 1968, p. 5).

<sup>8</sup> *Indagine conoscitiva sulla ricerca scientifica in Italia*, Cit., p. 262.

<sup>9</sup> Cit., p. 263.

altri. Anche quando ci sono competizioni, ad esempio, nell'ambito della stessa facoltà o tra facoltà diverse, qualche volta è difficile trovare un accordo, perché ciascuno di noi vede troppo bene l'importanza del suo settore, e troppo poco l'importanza del settore del collega"<sup>10</sup>.

Le analisi – come si vede, acute e stimolanti – svolte da Giulotto, sono focalizzate su problemi fondamentali di politica della ricerca scientifica che non si lasciano ridurre ad una mediocre vicenda di giochi di potere o di “insofferenze” fra i personaggi protagonisti di quella stagione della vita scientifica italiana.

La pubblicazione, qui di seguito, di due scritti di Luigi Giulotto, intende sottolineare la necessità di rivisitare questi nodi tematici con l'attenzione storiografica dovuta ad un significativo passaggio del percorso della fisica in Italia nel secondo Novecento<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Cit., p. 260.

<sup>11</sup> L'acquisizione del *Fondo Giulotto* da parte dell'A. S. F. (Archivio di Storia della Fisica – Pavia), crea indubbiamente più favorevoli condizioni per questi approfondimenti.

### **Sulla ricerca scientifica nel dopoguerra in Italia e all'estero\***

**L. Giulotto** – Istituto di Fisica dell'Università – Pavia.

Nel presente articolo mi limiterò ad alcune considerazioni sulla organizzazione e sul finanziamento della ricerca e su alcune nuove tendenze manifestatesi in questo campo nel dopoguerra specialmente per quanto riguarda la fisica.

Se si tiene conto di queste limitazioni il titolo di questo articolo può apparire un po' troppo ambizioso. Esso vuole essere piuttosto una proposta di argomenti di discussione che potrebbe opportunamente estendersi ad altre discipline e riguardare non soltanto gli aspetti finanziari e organizzativi, ma anche i risultati più importanti raggiunti o che si presume di poter raggiungere nei diversi settori.

#### ***Scienza, divulgazione scientifica e politica***

L'opportunità di un maggior approfondimento di alcune questioni riguardanti la ricerca scientifica appare evidente a chi abbia letto con sufficiente attenzione qualcuno dei numerosi fascicoli che su vari quotidiani e riviste sono stati scritti in proposito in Italia in questi ultimi anni. Non si può non riconoscere infatti che, nell'intento di propugnare lo sviluppo della ricerca scientifica, spesso ci si serve di argomentazioni un po' troppo semplicistiche che sono diventate ormai luoghi comuni e che sarebbe perciò opportuno venissero esaminate con un certo spirito critico.

Uno di tali luoghi comuni, come è stato osservato dal prof. Bonfiglioli nel suo articolo sui rapporti fra scienza e industria, apparso nel precedente numero di questo Notiziario, consiste nel ridurre i problemi di sviluppo della ricerca scientifica solo ad una questione quantitativa di disponibilità di mezzi, indipendentemente da considerazioni relative alle loro modalità di impiego e a una loro opportuna ed equa distribuzione fra i vari settori anche in considerazione dei fini che ci si propone di raggiungere.

Così pure l'insufficienza dei mezzi viene per lo più attribuita esclusivamente alla incomprendenza da parte della nostra classe politica dell'importanza della ricerca scientifica nella società moderna.

---

\* "Notiziario G. N. S. M.", Luglio 1967, pp. 1-4.

Effettivamente la cultura prevalentemente o quasi esclusivamente umanistica della nostra classe dirigente può aver reso più difficile, specialmente nell'immediato dopoguerra, una comprensione sufficientemente ampia dei problemi della ricerca. Mi sembra tuttavia difficile, nel periodo attuale, separare nettamente la responsabilità di una «classe politica» da quella degli «scienziati».

Infatti alcuni aspetti dei problemi relativi all'organizzazione della ricerca scientifica, al suo sviluppo e alle scelte più importanti sono ormai da alcuni anni coinvolti con problemi di politica così da diventare essi stessi problemi politici, dei quali si interessano in particolare, insieme agli organi responsabili, anche esponenti del mondo scientifico.

In questa situazione gli sviluppi relativi dei diversi settori della ricerca vengono in alcuni casi determinati più da un certo attivismo in campo politico che da uno studio approfondito e obiettivo di problemi d'altronde assai complessi.

Anche i problemi dell'Università, accanto e in relazione con quelli della ricerca, vengono pure da alcuni anni frequentemente dibattuti in Italia ed anche in altri paesi, specialmente dell'Europa occidentale.

Si può perciò senz'altro affermare che una delle caratteristiche della ricerca scientifica nel dopoguerra abbastanza diffusa nel nostro paese ed anche all'estero è appunto questa: che i problemi relativi al suo sviluppo, al suo finanziamento e alla sua organizzazione vengono assai spesso portati, per mezzo dei moderni mezzi di comunicazione, di fronte all'opinione pubblica e quindi anche, direttamente o indirettamente, in sede politica.

Lo scienziato è uscito così dallo splendido isolamento nel quale, nella grande maggioranza dei casi, aveva potuto svolgere la sua attività negli anni precedenti il secondo conflitto mondiale.

Che l'opinione pubblica sia oggi informata sui problemi della ricerca può apparire da un lato giustificato se si considera che le relative spese si avviano a diventare, anche nel nostro paese, una frazione non trascurabile del reddito nazionale.

D'altra parte è evidente che i rapporti fra ricerca scientifica e opinione pubblica, sia perché ovviamente lasciati a singole libere iniziative, sia per le difficoltà che incontrerebbe la divulgazione scientifica specie in alcuni campi, non possono che essere parziali e frammentari, basati soprattutto sugli aspetti della scienza più appariscenti e suggestivi nei riguardi di un pubblico non specializzato.

Considerazioni di questo genere, alquanto tristi per la verità, possono spiegare, almeno in parte, come mai talvolta, indipendentemente dalla serietà dei programmi, sia più facile ottenere finanziamenti per le ricerche quando i mezzi che si

richiedono sono di costo e di dimensioni notevoli, così da creare facilmente un certo interesse per il pubblico.

All'attuale sviluppo della ricerca, all'attuale suo ritmo di crescita e alle sue interazioni con la politica ha certamente notevolmente contribuito durante e dopo la seconda guerra mondiale l'interesse suscitato in campo politico dalle nuove possibilità offerte dall'energia nucleare sia a scopi bellici che pacifici. D'altra parte le stesse necessità in uomini e mezzi di tutti i principali settori della ricerca moderna hanno indotto specialmente chi se ne è assunto le maggiori responsabilità a premere sui governi e sull'opinione pubblica ai fine di ottenere adeguati finanziamenti.

Perciò specialmente in questo dopoguerra i maggiori propulsori della ricerca, coloro che più si adoperano a favorirne lo sviluppo curando in particolar modo i rapporti con i politici e con l'opinione pubblica, vengono per lo più considerati come le figure più rappresentative anche dal punto di vista scientifico.

Ciononostante la figura dello scienziato non è cambiata rispetto a quella tradizionale così radicalmente come potrebbe apparire a chi non è addentro nei problemi della ricerca. Lo scienziato non si è trasformato improvvisamente nel dopoguerra da professore distratto, sempre assorto nei suoi astrusi problemi, in un uomo attivo e dinamico, dotato di grandi capacità organizzative e particolarmente versato nelle «public relations».

La ricerca moderna richiede in generale doti organizzative in misura maggiore che per il passato, ma la fantasia e le attitudini più profondamente speculative e critiche rimangono le sole vere doti dello scienziato, quelle cioè che sono capaci di dare carattere di originalità al lavoro di ricerca.

Nella maggior parte dei casi questo tipo di scienziato continua, come in passato, a rimanere pressoché ignorato dal pubblico.

Le opinioni attualmente più diffuse sulla ricerca scientifica in Italia ed anche nei paesi dell'Europa Occidentale sono circa quelle che erano comunemente accettate negli Stati Uniti anche dagli esperti fino a qualche anno fa. Ci troviamo cioè ancora in una fase ottimistica di fiducia incondizionata nella ricerca scientifica in genere come fattore determinante del progresso economico.

Non vi è dubbio che esistono rapporti assai importanti fra progresso scientifico e progresso economico. Tali rapporti sono tuttavia assai più complessi e indiretti di quanto comunemente si ammette.

Solo recentemente in Italia si è manifestato un certo orientamento da parte di scienziati, di industriali e di economisti inteso ad approfondire lo studio di questi problemi.

### *Le università, i centri di ricerca e le industrie*

Una prima fase dello sviluppo della ricerca scientifica nell'immediato dopoguerra è stata caratterizzata dalla creazione in molti paesi di centri di ricerca. L'esempio e lo stimolo provenivano, specie nei primi tempi, dal centro di Los Alamos nel Nuovo Messico che durante la guerra aveva condotto alla realizzazione della prima bomba atomica.

Vogliamo qui solo ricordare, fra le iniziative italiane, il C.I.S.E. (Centro Informazioni Studi e Esperienze) sorto già nel 1946 con capitale privato e l'I.N.F.N. (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) che fu istituito nel 1951 dal C.N.R. sotto forma di centri fra loro associati presso alcuni istituti universitari, favorendo così fin da allora presso quegli istituti, in misura considerevole rispetto alle disponibilità medie universitarie, specialmente lo sviluppo della fisica delle particelle elementari. Sempre in campo italiano il C.N.R.N. (Comitato Nazionale Ricerche Nucleari) sorto nel 1952 come organo del Consiglio Nazionale delle Ricerche, acquistava poi (1960) posizione giuridica propria come C.N.E.N. (Comitato Nazionale Energia Nucleare). Esso aveva assunto in un primo tempo fra i suoi principali compiti quello appunto di istituire alcuni centri di ricerca. Sono sorti così, in campo nazionale, i centri di Frascati e della Casaccia presso Roma e si è dato inizio alla costruzione del Centro di Ispra. Vanno ricordati ancora i centri del C.A.M.E.N. e di Saluggia, dovuti a iniziative in altri settori.

Fra gli enti internazionali oltre all'A.I.E.A. (Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica delle Nazioni Unite), in campo europeo ricordiamo l'EURATOM, istituito nel 1957 per lo sfruttamento pacifico dell'energia nucleare (che gestisce oltre al Centro di Ispra, quello di Mol in Belgio e quello di Karlsruhe in Germania) e il C.E.R.N., che, sorto nel 1952, ha creato presso Ginevra un centro europeo per lo studio delle particelle elementari.

Tralasciando di elencare qui altre organizzazioni ed altri centri sorti in Italia e all'estero, ci sembra opportuno osservare come, oltre alle necessità di sviluppo delle ricerche, in molti casi anche un certo spirito di imitazione e di competizione abbia determinato la creazione di nuovi centri nei vari paesi.

L'impresa di Los Alamos, che aveva portato alla realizzazione della prima bomba atomica, aveva notevolmente contribuito ad accreditare l'opinione che le migliori condizioni per svolgere un lavoro di ricerca di notevole impegno si realizzano solo concentrando ingenti mezzi e riunendo numerosi ricercatori possibilmente lontano da centri abitati. Sono sorti così per analogia centri di ricerca anche a scopi puramente scientifici, la cui complessa struttura non sempre è stata determinata da particolari esigenze di coordinamento su vasta scala delle ricerche

che vi si svolgono e la cui ubicazione in luoghi appartati non sempre trova una giustificazione in esigenze di carattere militare, di sicurezza per la popolazione o di riservatezza dei risultati che ci si propone di raggiungere.

Alcune inutili scomodità e, il ritardato sviluppo e adeguamento delle attrezzature delle nostre Università sono state così in buona parte la conseguenza di tendenze nello sviluppo e nell'organizzazione della ricerca abbastanza diffuse nel dopoguerra e non sempre completamente giustificate.

Alcune critiche che credo qui opportuno fare sulla creazione di centri di ricerca in Italia in rapporto al ritardato sviluppo delle Università non devono essere interpretate come un misconoscimento di quanto di notevole è stato fatto in Italia nel campo della ricerca nei centri oltre che nelle Università.

D'altra parte gli aspetti positivi delle nuove organizzazioni italiane, specie nel campo della fisica, sono stati più volte messi in evidenza sulla stampa ed anche in documenti ufficiali, mentre mi sembra che finora poco si sia fatto per tentare una analisi storica (si tratta di una storia limitata a pochi decenni) delle cause che hanno portato in Italia ad alcuni notevoli squilibri rispetto alla situazione in altri paesi.

Spesso si è lamentata la scarsa collaborazione esistente in Italia fra Università e industrie, specialmente considerando il campo della fisica, dove tale collaborazione è veramente molto esigua.

Un indice di questa situazione può essere fornito da un censimento condotto qualche anno fa a cura della Società Italiana di Fisica, che dava solo il 9% di fisici impiegati nell'industria fra quelli laureati entro il triennio 1959-1962.

Per di più una forte percentuale di questi aveva dichiarato di svolgere mansioni per le quali la laurea in fisica non era necessaria.

Si può sperare che in questi ultimi anni la situazione sia un po' migliorata. Tuttavia essa è certamente parecchio lontana da quella degli Stati Uniti dove i fisici impiegati nelle industrie raggiungono il 45%.

Le cause di questa situazione in Italia sono certo molteplici. In parte essa è dovuta alla scarsità di laboratori di ricerca dipendenti dalle grandi industrie, mentre presso le piccole industrie vi è per lo più, salvo poche eccezioni, una certa tendenza a richiedere dalla ricerca un utile troppo immediato. D'altra parte occorre riconoscere che nel nostro insegnamento universitario il compito di illustrare ai giovani i principi generali e le leggi fondamentali di una disciplina viene spesso interpretato in maniera un po' troppo esclusiva così da creare una preparazione e una predisposizione non sempre favorevoli a ricerche aventi carattere applicativo.

La creazione in Italia di alcuni centri di ricerca finanziati dallo Stato ha permesso, specialmente nel periodo della loro espansione, di assumere come ricercatori un certo numero di giovani fisici, sopperendo alle scarse possibilità di

assunzione della nostra industria. D'altra parte le stesse possibilità offerte dai centri hanno distolto, per un certo periodo, quasi completamente l'attenzione l'interesse dei fisici italiani da una collaborazione con le industrie, contribuendo così a mantenere il distacco fra queste e gli istituti universitari.

I nostri centri di ricerca infatti, i quali senza dubbio adempiono ai loro compiti istituzionali, per quanto posso esserne informato, svolgono scarsamente quelle funzioni di sostegno delle piccole industrie e contemporaneamente di ponte con le università, alle quali sono invece destinati numerosi laboratori negli Stati Uniti.

### *Squilibri nella Fisica Italiana*

Credo si possa affermare, in linea generale, che la creazione nel dopoguerra di centri di ricerca ha contribuito a un incremento nettamente settoriale delle ricerche di fisica specialmente nei paesi come l'Italia nei quali l'impegno nel periodo prebellico in uomini e mezzi nei diversi settori della ricerca, sia presso le Università che presso le industrie, era stato assai scarso.

In Italia in particolare si è avuto a partire dagli anni intorno al 1950 uno stridente contrasto fra l'impegno finanziario relativamente considerevole dello Stato per iniziative a carattere settoriale, specialmente in favore della fisica nucleare, e i mezzi, dei tutto inadeguati, di cui potevano disporre per la ricerca le Università.

Se è vero che una parte dei mezzi di cui disponeva il C.N.E.N. ha potuto essere utilizzata presso alcuni istituti universitari da quando l'I.N.F.N. è passato di fatto dal C.N.R. al C.N.E.N., la medaglia aveva tuttavia il suo rovescio. In seguito a tale passaggio è venuta infatti a mancare la possibilità di controllare e adeguare attraverso il C.N.R. gli sviluppi relativi delle diverse branche della fisica presso le nostre Università.

Comunque gli istituti universitari finanziati dal C.N.R. o dal C.N.E.N. tramite l'I.N.F.N. hanno rappresentato, specialmente nel decennio fra il 1950 e il 1960, delle specie di oasi in una situazione universitaria caratterizzata da una generalmente grave scarsità di mezzi per la ricerca.

Per una serie di circostanze che sarebbe troppo lungo qui analizzare, ed anche per ragioni pratiche connesse col carattere straordinario delle nuove iniziative che si andavano attuando in Italia nel dopoguerra nel campo delle ricerche, il contrasto con la «vecchia» università consisteva non solo in una assai maggiore disponibilità di mezzi a favore delle nuove imprese, ma anche, almeno in un primo tempo, in una più agile possibilità di impiego dei mezzi stessi e in assai più larghe possibilità

di assunzione di personale ricercatore. A ciò si aggiungeva un diverso trattamento economico dei ricercatori, in genere migliore fuori dall'ambiente universitario.

Credo che un tale complesso di circostanze abbia contribuito non poco a diffondere l'opinione che le strutture universitarie sono ormai troppo vecchie in rapporto alle esigenze moderne della ricerca. Le critiche si sono rivolte in particolare alla struttura e alla amministrazione universitaria, ritenute da alcuni troppo oppresse da complicazioni burocratiche. Tuttavia dopo una prima fase, corrispondente alla creazione e a una prima espansione dei centri di ricerca, precise norme sono subentrate ormai anche nel loro funzionamento e nella loro amministrazione, non meno rigide, ritengo, di quelle che regolano il funzionamento delle nostre Università.

Quello che fino a qualche anno fa sembrava in Italia un conflitto quasi insanabile fra progresso scientifico e burocrazia sta assumendo così ormai le proporzioni di un naturale contrasto fra chi vede soprattutto la necessità di tenere il passo col veloce ritmo del progresso scientifico internazionale e chi considera soprattutto l'importanza di un rispetto anche puramente formale delle norme amministrative.

Le cause di squilibrio, alle quali ho accennato sopra, hanno avuto un notevole peso in Italia, in quanto alcune scelte nel periodo cruciale del primo dopoguerra hanno fortemente condizionato gli sviluppi successivi della ricerca nei diversi settori.

Gli sforzi nel campo della fisica sono stati così indirizzati in Italia per parecchi anni sistematicamente verso ricerche che, per l'elevato costo dello strumento di base intorno al quale si svolgono e per il grande numero di ricercatori impiegati, esulano dalle normali possibilità di un singolo istituto universitario o di un laboratorio di medie proporzioni.

Altri campi della fisica invece che non richiedono un impegno eccezionale in mezzi e in organizzazione, ma che pure presentano un notevole interesse scientifico oltre che applicativo, hanno avuto in Italia uno sviluppo nettamente insufficiente. Questi settori della ricerca fisica moderna, che lasciano maggiore campo alle iniziative individuali, rappresentano infatti in altri paesi, fra i quali specialmente gli Stati Uniti, la parte preponderante della ricerca che si svolge nelle università e presso numerose industrie e laboratori.

Non essendo facile fornire un quadro completo di questi campi di ricerca, mi limiterò qui a ricordare alcuni fra gli indirizzi attualmente più attivi in campo internazionale: fisica degli atomi e delle molecole; fisica dello stato liquido e delle basse temperature, superfluidità e superconduttività; fisica dello stato solido comprendente lo studio delle proprietà elettriche, ottiche, magnetiche e dielettriche

dei solidi e l'influenza dei difetti su tali proprietà; fenomeni di trasporto nei solidi e nei liquidi; spettroscopia nel campo delle radiofrequenze e delle microonde; risonanze magnetiche nucleari, quadrupolari, elettroniche e ciclotroniche; pompaggio ottico e doppie risonanze; studio delle interazioni iperfini nei solidi mediante effetto Mössbauer; elettronica quantistica e nuove prospettive nel campo della spettroscopia offerte dall'impiego di nuove tecniche che hanno permesso di estendere o raffinare lo studio delle interazioni delle radiazioni elettromagnetiche con la materia. Fra le nuove tecniche nel campo della spettroscopia va ricordata in particolare quella relativa all'impiego dei laser, che consentono fra l'altro lo studio di nuovi effetti dovuti a risposte non lineari della materia ai campi elettromagnetici. Né vanno dimenticati gli importanti indirizzi a carattere teorico consistenti nello studio di diverse proprietà dei solidi sulla base della teoria dei molti corpi o della teoria dello scattering.

Fra i campi più vicini alle applicazioni tecnologiche sono da segnalare lo studio di materiali semiconduttori per le importanti implicazioni nell'elettronica (transistori, circuiti integrati, generatori di microonde, fotocellule, ecc.), così come l'indagine e la realizzazione di materiali aventi particolari proprietà.

Buona parte di questi moderni indirizzi di ricerca è compresa nel campo della «struttura della materia» secondo la denominazione adottata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Un esame critico della situazione della fisica italiana, quale mi propongo di riprendere e di approfondire in un successivo articolo, presuppone che si possa ritenere valido il confronto con altri paesi che noi siamo soliti ad assumere a modello per il loro sviluppo scientifico e tecnologico.

Anche l'adozione di criteri di giudizio assoluti, benché assai difficile, non mi sembra del tutto impossibile. Si tratta in sostanza di definire, dando ad esse anche un certo peso relativo, le ragioni che giustificano il finanziamento da parte dello Stato e di privati della ricerca scientifica nei diversi settori. Tali ragioni dovranno essere di carattere essenzialmente sociale se si tratta di giustificare un forte impegno da parte dello Stato, pur ritenendosi giustificato in una certa misura un sostegno della scienza in generale, indipendentemente dal suo valore sociale, in quanto considerata come una delle più alte manifestazioni spirituali dell'uomo moderno.

### **Ordine e disordine nella ricerca scientifica \***

**L. Giulotto** – Istituto di Fisica dell'Università – Pavia.

Ritorniamo ancora su l'organizzazione e sui diversi sviluppi della ricerca scientifica nel dopoguerra allo scopo non dico di completare il precedente articolo, poiché l'argomento è terribilmente vasto, ma semplicemente per aggiungere alcune informazioni e alcuni dati.

Quando mi ero accinto a scrivere l'articolo comparso nel precedente numero di questo Notiziario, questo secondo non era previsto. Speravo allora di potermi procurare in un tempo ragionevole dati sufficienti per un confronto abbastanza significativo fra gli sviluppi dei vari settori della ricerca in Italia e all'estero. Le difficoltà incontrate sono state tuttavia superiori al previsto, così che ho dovuto rimandare la presentazione di alcuni dati, i quali per giunta non possono certo essere considerati completi ed esaurienti.

A mia giustificazione vorrei esporre brevemente la mia teoria sul disordine. Mi sembra che il disordine si possa distinguere in disordine di prima specie e in disordine di seconda specie. E' disordine di prima specie quello che si crea per cause naturali, non controllate. Esso può perciò in qualche modo collegarsi al principio dell'aumento dell'entropia. Per esempio il disordine che regna sul mio tavolo e nei miei cassetti è un disordine di prima specie. Esso non è in generale tanto grave che io non riesca, con un po' di pazienza, a ritrovare le carte che mi interessano.

Ma supponiamo che un bello spirito, durante la mia assenza, metta in disordine le mie carte e le mescoli abilmente allo scopo di impedirmi di ritrovarle. Mi sarà allora assai più difficile venirne a capo. Si tratterebbe infatti di un caso limite di disordine di seconda specie, che potrebbe dunque definirsi come un disordine creato a bella posta da esseri intelligenti. Questa definizione contiene però, appunto perché si riferisce a un caso limite, una certa contraddizione in termini. E' infatti assai improbabile che persone intelligenti operino al solo scopo di creare dei disordine. Anche il disordine creato dagli uomini può avere infatti una sua logica, anche se complicata e di difficile interpretazione. Un disordine che appare tale da un punto di vista generale, se è di seconda specie, esaminato da vicino si manifesta per lo più come costituito da ordini locali diversi, più o meno complessi e in parte sovrapposti.

---

\* "Notiziario G. N. S. M.", Ottobre 1967, pp. 1-6.

Un quadro press'a poco di questo genere è quello che si presenta a chi cerca di approfondire l'esame della situazione della ricerca scientifica in Italia. Tuttavia anche all'estero, sia detto questo a nostra parziale consolazione, l'organizzazione della ricerca scientifica non corrisponde in generale a quella che ci si potrebbe immaginare come la più semplice e la più razionale.

*La teoria delle dimensioni critiche e i pericoli che essa comporta per l'università*

Scorrendo l'ultima relazione del Presidente dei CNR sullo stato della ricerca scientifica e tecnologica in Italia si rimane alquanto impressionati dal notevole numero di enti, organizzazioni e iniziative che si occupano della ricerca scientifica. Uno squilibrio che appare abbastanza evidente, e che è già stato più volte notato, consiste in un impegno relativamente eccessivo dello Stato italiano per la partecipazione a iniziative internazionali (33,7 miliardi nel 1966) rispetto alla spesa sostenuta complessivamente dallo Stato per la ricerca scientifica (139,5 miliardi compresa la partecipazione a iniziative internazionali).

La relazione dei CNR, benché assai ricca di dati, può tuttavia considerarsi Solo come una base di partenza per chi voglia accingersi all'ardua impresa di svolgere indagini più approfondite. Per esempio dalla relazione del CNR nessun dato è possibile ricavare sulla distribuzione, diciamo così, geografica dei fondi per la ricerca allo scopo di accertare se esistono, come in realtà esistono, degli squilibri regionali. Mi sembra che sarebbe pure molto interessante un confronto fra gli sviluppi relativi dei vari settori della ricerca in Italia e all'estero, allo scopo di accertare se nel nostro paese esistono, come in realtà esistono, notevoli squilibri settoriali. Solo il CNR, o eventualmente il costituendo Ministero per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica, potrebbero avere la competenza e i mezzi per svolgere indagini di questo genere, che sarebbero di estrema utilità ai fini di una più razionale distribuzione dei fondi per la ricerca nel nostro paese. Se questo fosse già stato fatto, certo avrei potuto risparmiarmi la fatica di svolgere io stesso un'indagine necessariamente incompleta, anche perché a un singolo professore mancano i mezzi ed anche l'autorità per svolgere un'inchiesta su vasta scala.

Riprendendo in considerazione la complicazione veramente un po' eccessiva che esiste specialmente nel nostro paese nel campo della ricerca, mi sembra che essa può essere attribuita in parte a diverse esigenze organizzative nei diversi settori della ricerca, in parte al fatto che ci troviamo in una fase evolutiva ed in parte anche al prevalere di interessi particolari su interessi di carattere più generale.

Ciò non sarebbe un gran male se, trovandosi l'organizzazione della ricerca appunto in una fase evolutiva, vi fossero indizi che ci muoviamo verso una sistemazione più razionale e più equa. Forti dubbi sorgono tuttavia in proposito se si esamina il disegno di legge concernente la costituzione del Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica, dal quale affiora qua e là una teoria alquanto pericolosa, quella cioè delle dimensioni critiche. Secondo questa teoria (rif. 8a dell'appendice) «per lo sviluppo di una attività di ricerca ad un livello soddisfacente esiste una dimensione critica, una soglia minima, variabile in funzione dei diversi settori scientifici, al di sotto della quale tale attività non può produrre risultati di rilievo, specie ai fini applicativi». Ora mi sembra veramente che in Italia si insista un po' troppo su questi concetti, che, eccettuati alcuni campi particolari, fra i quali specialmente quello delle particelle elementari, hanno una validità molto relativa. Si hanno infatti anche al giorno d'oggi notevolissimi esempi di risultati scientifici importanti ottenuti con mezzi modesti. Per esempio Alfred Kastler, al quale è stato assegnato il premio Nobel per la fisica per il 1966, ha sempre lavorato con mezzi molto modesti, specialmente se paragonati con quelli di cui dispongono al giorno d'oggi molti laboratori di fisica. Sempre limitandomi al campo della fisica, sul quale posso avere una qualche maggiore informazione, potrei portare numerosi altri esempi di ottimi risultati ottenuti sia all'estero che in Italia presso laboratori che non dispongono di grandi attrezzature. Ciò non significa naturalmente che buona parte dei nostri laboratori non richiedano opportuni adeguamenti nelle loro attrezzature. D'altra parte occorre tener presente che anche un istituto di ricerca di dimensioni molto grandi, dotato di molti mezzi e di molto personale potrebbe non costituire l'ambiente ideale per il lavoro di ricerca quando non riuscisse a contemperare la sua burocratizzazione con alcune fondamentali esigenze di libertà di iniziativa.

Ma la teoria delle dimensioni critiche appare veramente pericolosa quando essa viene usata, come traspare dal disegno di legge per il Ministero della Ricerca, per preparare il terreno alla relegazione in una specie di limbo della grande maggioranza degli istituti universitari, limbo dal quale se ne salverebbero solo alcuni pochi. Per esempio a un certo punto del disegno di legge (rif. 8a, pag. 10) si afferma: «La prima di tali deficienze (di carattere organizzativo) risiede nel numero limitato di organismi di ricerca dotati di quella dimensione minima o critica dal punto di vista finanziario, del personale addetto e delle attrezzature, al di sotto della quale le attività di ricerca non possono produrre risultati «nuovi» a livello internazionale, stante gli enormi progressi che tali attività compiono in tutto il mondo e la sempre maggiore difficoltà di portare un contributo importante all'acquisizione di nuove conoscenze. Al di sopra di tale dimensione si pongono alcuni soltanto dei 2.000 istituti universitari (istituti di fisica nucleare, istituti di

chimica organica, cliniche mediche ecc.); alcuni istituti ed enti dipendenti da Amministrazioni dello Stato (Istituto Superiore di Sanità, Centri del Ministero della Difesa ecc.); infine il CNEN con i propri laboratori. Per quanto riguarda il CNR, si può affermare che l'ente contribuisce in misura fondamentale a far raggiungere ad alcuni istituti universitari tale dimensione, provvedendoli di personale e di fondi; tra i laboratori che da esso dipendono va ricordato tra l'altro, per l'organizzazione in dimensioni «ottime», il laboratorio di Genetica e Biofisica di Napoli».

Così, con notevole disinvoltura si liquidano circa 2.000 istituti universitari come incapaci di produrre risultati «nuovi» a livello internazionale, senza probabilmente essersi preoccupati di dare almeno un'occhiata all'enorme produzione scientifica che ogni anno esce da questi istituti, per poterla valutare in base al suo reale valore e non semplicemente in base a criteri aprioristici basati sul presupposto delle dimensioni critiche.

In realtà è proprio grazie soprattutto al lavoro che si svolge negli istituti universitari che la scienza italiana è ancora abbastanza apprezzata all'estero. Senza dubbio molto è dovuto ai contributi dei CNR in favore degli istituti universitari. Ma di tali contributi sembra che gli estensori del disegno di legge si rammarichino. Infatti in esso si legge fra l'altro (rif. 8b):

«Tuttavia, per il numero eccessivo, le minime dimensioni e le carenze organizzative illustrate in precedenza, gli istituti universitari, anche se rafforzati da personale e finanziamenti assegnati dal CNR, non hanno potuto, salvo lodevolissime eccezioni, predisporre programmi di ricerca di sufficiente impegno, tali da assorbire i fondi che avrebbero potuto essere resi disponibili: di qui il fenomeno della formazione di cospicui residui attivi».

A commento di queste affermazioni possiamo osservare che i programmi di ricerca, se possono risultare utili da un punto di vista amministrativo, in pratica sono assai difficili da stabilire, specialmente a lunga scadenza, in quanto la ricerca, proprio per la sua stessa natura, presenta sempre degli aspetti imprevedibili. E la difficoltà di predisporre programmi è in generale tanto maggiore quanto più lontana è la strada che si vuole percorrere da quella già percorsa da altri, cioè quanto più originale è il lavoro di ricerca.

La formazione di residui attivi, che nel disegno di legge viene imputata alle piccole dimensioni e alle carenze organizzative degli istituti universitari, in realtà, per quanto posso esserne informato, è dovuta essenzialmente ad altre cause, quali i ritardi burocratici, i ritardi delle ditte fornitrici (che molto spesso sono necessariamente ditte estere) ai ritardi dovuti ai trasporti e agli sdoganamenti ed anche a una certa prudenza amministrativa da parte di chi non ha la certezza che le sovvenzioni verranno rinnovate in tempo nei successivi esercizi. Nulla in realtà vi

sarebbe di più facile, anche per un istituto male organizzato, ma che abbandonasse ogni criterio di prudenza, che spendere o impegnare ingenti somme in poco tempo.

E' possibile che i giudizi poco favorevoli e alquanto sbrigativi sulla ricerca universitaria, quelli citati ed altri che si trovano nel disegno di legge, siano stati ispirati in parte da una certa moda che si è instaurata da qualche tempo di bistrattare le nostre università. Sembra tuttavia abbastanza evidente lo scopo a cui mira la teoria delle dimensioni critiche: quello di continuare a dare poco a chi ha avuto poco per poter dare sempre di più a chi ha avuto molto. E non sembra nemmeno molto difficile indovinare quali possono essere i principali sostenitori della teoria. Fra le numerose istituzioni per la ricerca che abbiamo ormai nel nostro paese, forse sarebbe opportuno istituire anche un Ministero per la difesa dei professori tranquilli, che compiono efficacemente il loro dovere senza agitarsi troppo e che costituiscono la grande maggioranza dei professori universitari.

#### ***Come suddividere la ricerca fisica in settori?***

Sembra dunque in via di sviluppo la tendenza italiana a concentrare sempre più in poche mani buona parte dei mezzi per la ricerca. Questa tendenza, manifestatasi dapprima nel campo della fisica, sta ora delineandosi anche in altre discipline. Nessuno mette in dubbio che certe ricerche comportano un notevole impiego di mezzi e di ricercatori. Volendo rimanere nel campo della fisica, specialmente le ricerche sulle particelle elementari richiedono oggi impegni assai gravosi. Tuttavia il fenomeno della concentrazione di notevoli mezzi in poche mani è in Italia assai più considerevole di quanto ragionevolmente potrebbe essere e un po' più disordinato dello stretto necessario, attuandosi per lo più non tramite i competenti organi del CNR, ma attraverso interazioni dirette in sede politica. La concentrazione di ingenti mezzi in poche mani, quando non è strettamente necessaria, dà luogo a vari inconvenienti, poiché chi dispone di larghi mezzi può imporre facilmente i propri gusti in fatto di ricerca, togliendo o limitando la libertà di iniziativa ai singoli gruppi e creando così forti squilibri fra i diversi settori della ricerca.

I fisici italiani che hanno avuto occasione di recarsi all'estero o che hanno avuto rapporti di collaborazione con colleghi stranieri hanno avuto netta l'impressione dell'esistenza di forti squilibri settoriali fra la nostra fisica e quella dei paesi scientificamente e industrialmente più progrediti. Di tali squilibri si discute ormai da qualche tempo negli ambienti della fisica italiana. Tuttavia una loro valutazione quantitativa urta contro notevoli difficoltà.

La vecchia nostra tradizione di classificare la quasi totalità dei fisici italiani semplicemente come fisici sperimentali (o generali) e fisici teorici non facilita certo il compito di chi volesse cercare di stabilire un confronto con la situazione in altri paesi.

Nel caso della fisica dunque, più che a una suddivisione in base alle denominazioni delle cattedre di fisica nelle nostre università, dobbiamo riferirci a una suddivisione in base ai campi di ricerca che effettivamente vengono coltivati. Un modo di classificare la fisica, abbastanza spesso adottato dai fisici nucleari, consiste nel suddividerla in fisica delle alte energie, fisica delle basse energie e fisica delle bassissime energie. Sull'opportunità o meno di adottare queste denominazioni, che per i fisici hanno un ovvio significato, mi sembra molto istruttivo il seguente episodio, realmente accaduto, e riferito da Kastler nel suo discorso di chiusura al Colloquio Ampère che ha avuto luogo a Lubiana lo scorso anno.

Alcuni anni fa un ministro di un paese asiatico visitava Saclay e si faceva presentare due giovani ricercatori del suo paese, un giovanotto e un signorina, chiedendo loro in quale campo della fisica essi lavoravano. «Nel campo delle alte energie» disse il giovane. «Molto bene» rispose il ministro. «Nel campo delle basse energie» rispose la ragazza. «Signorina, disse il ministro, voi siete veramente troppo modesta». Kastler, dopo aver riferito l'episodio, commentava: «Chissà che cosa avrebbe detto il ministro di noi che lavoriamo nel campo delle bassissime energie».

Il dialogo sopra riferito fra il ministro e i due ricercatori costituisce un esempio tipico dei malintesi che possono nascere nei colloqui fra politici e scienziati. Diverse certamente sarebbero state le reazioni del ministro se qualcuno gli avesse spiegato in precedenza che la fisica delle alte energie non è la branca della fisica che si occupa delle bombe atomiche e all'idrogeno e delle centrali nucleari, come probabilmente egli riteneva, ma invece quella che si occupa delle particelle elementari, cioè un settore della fisica di alto interesse scientifico, ma lontano dalle applicazioni pratiche, che non prevede niente di pericoloso per l'umanità (tranne forse le spese che comportano i programmi di ricerca con le grandi macchine acceleratrici).

La fisica delle basse energie, che era tenuta in così scarsa considerazione dal ministro in visita a Saclay, è invece proprio quella che comprende, fra le più note sue applicazioni pratiche, le bombe atomiche e lo sfruttamento pacifico dell'energia nucleare.

La fisica delle bassissime energie, comprendente tutta la rimanente fisica, riveste pure una notevole importanza dal punto di vista applicativo. Basti ricordare,

fra i settori in cui l'interesse applicativo è preminente, l'elettronica e la parte strumentale dell'ottica con i loro più recenti sviluppi. Inoltre appartengono alla fisica cosiddetta delle bassissime energie importanti campi dell'indagine moderna, come la fisica dello stato solido, che presenta pure grande interesse applicativo specialmente nello studio delle proprietà dei semiconduttori, dei metalli, delle leghe metalliche e dei materiali magnetici.

In conclusione, al fine di evitare eventuali malintesi da parte di lettori non iniziati, sembra sconsigliabile suddividere il campo della ricerca fisica in fisica della alte, delle basse e delle bassissime energie.

Nella nostra indagine che, per non aggravare eccessivamente il nostro compito, abbiamo limitato alla ricerca fondamentale, noi abbiamo adottato una suddivisione del campo della ricerca fisica in sottocampi quale si va affermando da alcuni anni specialmente negli Stati Uniti, anche se in maniera non sempre univoca. Più precisamente il criterio di suddivisione da noi adottato corrisponde a quello di un articolo comparso lo scorso anno su *Physics Today* (4) nel quale la ricerca fisica fondamentale è suddivisa nei seguenti sottocampi:

- atomi e molecole (cioè fisica atomica e molecolare)
- solidi (cioè fisica dello stato solido e degli stati condensati)
- nuclei (cioè fisica dei nuclei o fisica nucleare delle basse energie)
- particelle elementari (altrimenti chiamata fisica nucleare delle alte energie)
- astrofisica (comprendente anche l'astronomia)
- plasmi

In una tale suddivisione non compare esplicitamente la fisica teorica, la quale tuttavia può per lo più classificarsi secondo lo stesso criterio. La classificazione da noi adottata corrisponde all'incirca anche a quella secondo la quale i lavori pubblicati sul «*Physical Review*» vengono suddivisi per argomenti negli Indici che compaiono alla fine di ogni annata. Qualora si volesse prendere in considerazione anche la fisica applicata, vari altri sottocampi andrebbero aggiunti, come la elettronica, l'ottica, l'acustica ecc. (vedi per esempio i riferimenti 1 e 3 in appendice).

### ***Squilibri settoriali nella fisica italiana***

Il confronto con l'estero è stato da noi limitato agli Stati Uniti, non solo per la posizione preminente che quel paese ha in campo scientifico, ma anche perché per gli Stati Uniti, meglio che per altri paesi, ci sono noti gli sviluppi relativi raggiunti

dai diversi settori della ricerca fisica attraverso i risultati di alcune indagini condotte qualche anno fa.

Le fonti di informazione da noi consultate sugli sviluppi relativi dei vari settori della ricerca fisica fondamentale negli Stati Uniti e in Italia sono elencate in appendice con alcuni commenti sulle fonti stesse e sul grado di approssimazione dei dati che abbiamo potuto ricavarne, in modo da facilitare il compito di chi desiderasse approfondire l'indagine. Abbiamo creduto opportuno, almeno per ora, sintetizzare i risultati essenziali da noi raccolti con le due fig. 1 e 2, che riportano solo dati relativi, tralasciando dati numerici assoluti che, specialmente per quanto riguarda la situazione italiana, sarebbero affetti da errori non del tutto trascurabili, non essendoci stato possibile completare in maniera del tutto soddisfacente la nostra indagine. Tuttavia, essendo i rapporti settoriali fra la fisica USA e quella Italiana nettamente diversi, le deficienze della nostra indagine non possono essere considerate tali da alterare sensibilmente il significato di un confronto quale esso appare dalla osservazione delle figure 1 e 2.

In fig. 1A e 1B sono rappresentati i fondi per i diversi settori della fisica fondamentale negli Stati Uniti, relativi all'anno 1963, ma raccolti negli anni 1964 e 1965. La fig. 1A è relativa ai finanziamenti complessivi del governo federale e delle industrie, mentre la fig. 1B si riferisce ai soli finanziamenti del governo federale.

In fig. 1C sono rappresentati i contributi dello stato italiano relativi ai diversi settori della ricerca fisica fondamentale. Essi sono stati da noi ottenuti tenendo conto dei contributi del Ministero della Pubblica Istruzione, del CNR e del CNEN e del contributo dello Stato Italiano al CERN. Si è cercato di tener conto della parte di fisica fondamentale che si svolge presso il CISE e in qualche modo anche dei contributi che ritornano in Italia tramite l'Euratom e che vengono utilizzati per la fisica fondamentale.

Per poter giungere ai dati di fig. 1C è stato necessario adottare alcuni criteri abbastanza approssimativi, ai quali si accenna in appendice. La fig. 1C, che si riferisce, come si è detto, al contributo statale, può essere considerata in pratica come riferentesi al finanziamento globale italiano per la fisica fondamentale (stato più industria) potendosi considerare il contributo delle nostre industrie alla ricerca fisica fondamentale trascurabile rispetto a quello statale. I dati di fig. 1C, che riguardano il nostro paese, possono quindi essere confrontati, a seconda del criterio che si vuole adottare, sia con quelli di fig. 1A che con quelli di fig. 1B che si riferiscono agli Stati Uniti. Da tale confronto appaiono evidenti alcune grosse sproporzioni. Per esempio la fisica dello stato solido e la fisica atomica e molecolare, considerate in rapporto a tutta la fisica fondamentale, risultano

percentualmente circa tre volte e mezzo meno finanziate in Italia che negli Stati Uniti se si considerano i soli contributi statali e circa quattro volte e mezzo meno finanziate se si considerano i contributi dello Stato e delle industrie. Se poi il confronto viene limitato fra la fisica dello stato solido e molecolare e la fisica delle particelle elementari, troviamo che in Italia per la fisica dei solidi e molecolare lo svantaggio nei rapporti fra i rapporti sale a circa sei se si considerano i soli contributi statali e a circa dieci se consideriamo anche i contributi dell'industria. Pure molto svantaggiata nei finanziamenti appare la fisica dei solidi e molecolare italiana rispetto alla fisica dei plasmi.

La fig. 2, analogamente alla fig. 1, si riferisce al personale ricercatore negli Stati Uniti e in Italia. Gli squilibri che si possono rilevare sono simili a quelli che si hanno per i finanziamenti. I dati di fig. 2C, che si riferiscono all'Italia, si possono confrontare sia con quelli di fig. 2A che con quelli di fig. 2B, che si riferiscono agli USA, essendo nel nostro paese il numero dei fisici impiegati nell'industria che si occupano di ricerca fondamentale in numero molto piccolo rispetto a quelli dipendenti dallo Stato.

La nostra indagine dunque, benché alquanto approssimativa, permette di stabilire, anche con qualche dato numerico sui rapporti, che in Italia la fisica atomica e molecolare e la fisica degli stati condensati si trovano enormemente svantaggiate rispetto allo sviluppo raggiunto dalla fisica italiana nel suo complesso e in particolare rispetto a quello raggiunto nel settore delle particelle elementari.

Questa situazione appare veramente preoccupante anche perché i dati più recenti mostrano che gli squilibri da noi rilevati tendono piuttosto ad aumentare che a diminuire.

Molto ci sarebbe da dire al fine di meglio illustrare il danno che anche dal punto di vista economico e sociale oltre che da quello scientifico può derivare al nostro paese da un così grave squilibrio. Ci limitiamo qui ad osservare che i contributi percentuali dell'industria privata negli Stati Uniti per i due settori della ricerca fisica fondamentale (come del resto si potrebbe ricavare facilmente dai dati delle fig. 1A e 2A) sono i seguenti: 45% per la fisica dello stato solido e degli stati condensati; 17% per l'astrofisica; 14% per i plasmi; il 13% per la fisica atomica e molecolare. Il contributo dell'industria privata in USA è pressoché nullo per la fisica delle particelle e elementari e per la fisica dei nuclei (rif. 4, pag. 28). E' stato inoltre calcolato che il costo della ricerca negli Stati Uniti per anno e per ogni singolo PhD. è di 21.000 dollari per la fisica atomica e molecolare, di 36.000 dollari per la fisica dello stato solido e di 160.000 dollari per la fisica delle particelle elementari (rif. 4, pag. 27).

La conclusione che possiamo trarre è che in Italia si son gravemente trascurate proprio quelle branche della ricerca fisica fondamentale che sono fra le meno costose e che destano il maggior interesse da parte dell'industria americana.

La causa più diretta degli squilibri da noi rilevati va ricercata in analoghi squilibri esistenti nelle nostre Università. Per esempio secondo un'inchiesta americana del 1964 (rif. 2 pag. 64 e 68) nelle Università americane in grado di attribuire il titolo di PhD. il rapporto fra il numero dei professori specializzati in fisica dei solidi e molecolare e il numero dei professori specializzati in particelle elementari è circa 3. Nelle nostre Università l'analogo rapporto è circa 1/2.

Fra le cause che hanno determinato questi squilibri nel nostro paese già si è accennato nel precedente articolo alla creazione dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (che in realtà, più che un istituto, è un'associazione di istituti) e a quella di centri di ricerca specializzati in particelle elementari come il CERN e Frascati senza che si provvedesse parallelamente a sostenere altri campi della fisica di alto interesse scientifico e tecnologico.

Le cause più remote vanno ricercate soprattutto nell'influenza indiretta che la figura di Fermi ha avuto sullo sviluppo della fisica italiana nel dopoguerra. L'essersi egli dedicato nell'ultimo periodo della sua attività di ricerca a questioni riguardanti le particelle elementari è stato interpretato spesso in Italia quasi come un suo testamento scientifico. A parte ogni considerazione sull'opportunità o meno che la fisica italiana tragga ispirazione ormai così remote, non va dimenticato che proprio Fermi, prima di occuparsi di particelle elementari, aveva portato fondamentali contributi in altri campi, fra i quali in primo luogo la fisica oggi chiamata dello stato solido e la fisica molecolare.

Era naturale che Fermi nei primi anni dei dopoguerra incominciasse a rivolgere il suo interesse specialmente verso la fisica delle particelle elementari, che appariva allora il campo più promettente di nuove conquiste scientifiche. Tuttavia, considerando la molteplicità degli interessi scientifici di Fermi e i suoi importanti contributi in quasi tutti i campi della fisica, mi sembra che, se un insegnamento dobbiamo trarre dalla sua vita e dalla sua opera di scienziato, esso sia piuttosto quello di dedicarci ai problemi che di volta in volta ci sembrano più fecondi di sviluppi, seguendo la nostra inclinazione e il nostro intuito più che la moda del momento o il favore delle circostanze.

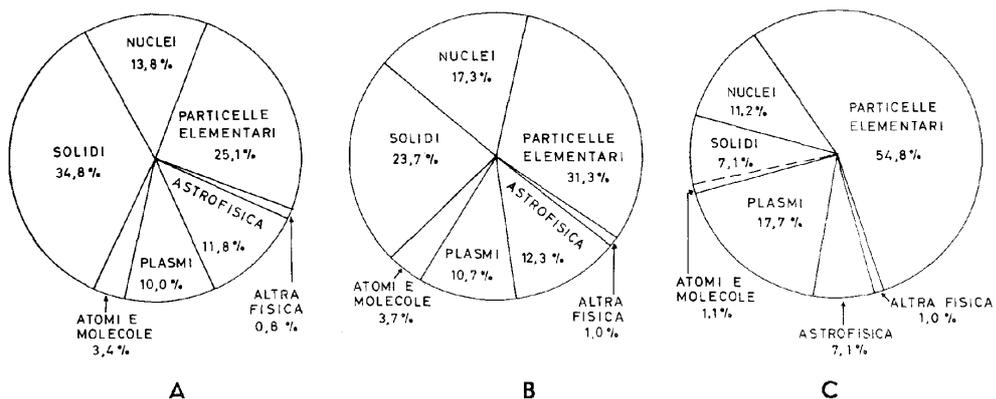


Fig. 1 - Finanziamenti percentuali negli Stati Uniti e in Italia per i diversi settori della ricerca fisica fondamentale: A, Stati Uniti, finanziamenti totali del governo federale e dell'industria; B, Stati Uniti, finanziamenti del solo governo federale; C, Italia, finanziamenti dello Stato (che rappresentano anche praticamente i finanziamenti totali).

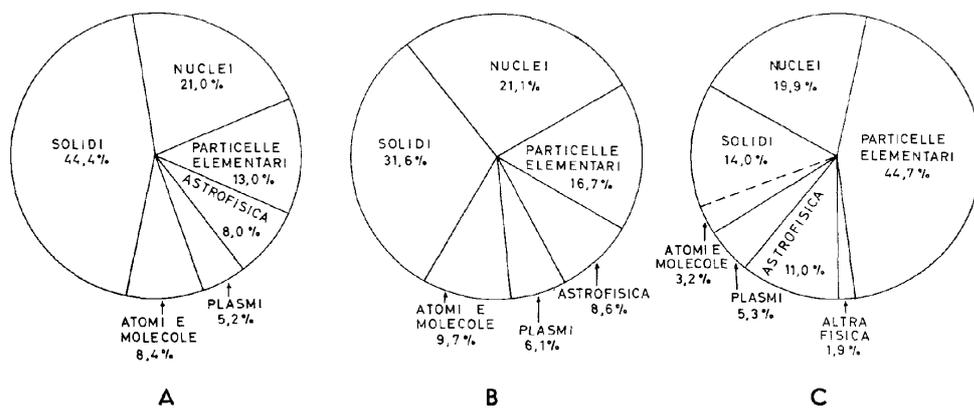


Fig. 2 - Distribuzione percentuale del personale ricercatore fra i diversi settori della ricerca fisica fondamentale: A, Stati Uniti, personale retribuito dallo Stato o dalle industrie; B, Stati Uniti, personale retribuito dallo Stato; C, Italia, personale retribuito dallo Stato (che rappresenta anche praticamente il personale totale). I dati di fig. 2B sono meno attendibili di quelli originali di fig. 2A, perchè desunti da una loro rielaborazione.

*APPENDICE*

Sulla situazione della ricerca scientifica e della ricerca fisica in particolare negli U.S.A. e in Italia sono state consultate le seguenti pubblicazioni:

1. – Physics: Education, Employment, Financial Support, AIP, N.Y. 1964.
2. – Physics Manpower 1966 – Education and Employment Statistics, AIP, N.Y., 1966.
3. – S. Barisch: Some results of the 1962 Physics Roster, Physics Today vol. 17, april 1964, pag. 48, AIP, N.Y.
4. – Outlook for US Physics: Physics Today voi. 19, april 1966, pag. 23, AIP, N.Y.
5. – Ministero della Pubblica Istruzione: Ruoli di Anzianità del personale insegnante delle Università e degli istituti Superiori d'istruzione, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma 1966.
6. – Camera dei Deputati: Relazione Generale sullo Stato della Ricerca Scientifica e Tecnologica in Italia, 1966 (Relazione del Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche), Stabilimenti tipografici Cart. Colombo, Roma.
7. – Consiglio Nazionale delle Ricerche, Comitato Nazionale per le Scienze Fisiche: Relazione Generale sulle Iniziative Scientifiche promossa dal Comitato Nazionale per le Scienze Fisiche nel periodo 1/7/1963–30/9/1965, Vol. 1–5.
8. – Disegno di legge per la Costituzione del Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica. In questo articolo si fa riferimento alla edizione apparsa in due fascicoli della Rivista «La documentazione italiana», anno VIII n. 16 del 16 febbraio 1967 (a) e anno VIII n. 17 del 20 febbraio 1967 (b). Una edizione ciclostilata del documento è reperibile presso il C.N.R.
9. – I.N.F.N. – Rapporto d'Attività Scientifica 1966, a cura del Servizio per le informazioni al pubblico dell' I.N.F.N.

10. – G. Tagliaferri: Le prospettive di occupazione dei laureati in fisica; *Giornale di Fisica della S.I.F.* vol. 5 n. 3 pag. 167, 1964, Ed. Zanichelli –Bologna.

11. – Relazioni provvisorie dei Convegno «la Ricerca Industriale per l'Italia di Domani» tenutosi a Milano presso la FAST nel giugno 1967.

Le informazioni sulla ricerca fisica negli Stati Uniti sono state dedotte dalle pubblicazioni 1–4.

Le pubblicazioni 1 e 2 (che sono state precedute da una analoga pubblicazione del 1962) sono state edite, con l'appoggio della National Science Foundation, dall'American Institute of Physics (AIP), che è una federazione di sette società americane nel campo della fisica. Il volume dal titolo «Physics: Education, Employment, Financial Support» del 1964 (1) porta i risultati di una inchiesta relativa a diversi anni fino al 1963 sull'insegnamento della fisica negli U.S.A., sull'impiego dei fisici e sul finanziamento delle ricerche in fisica. Il volume dal titolo «Education and Employment Statistics» del 1966 (2), oltre a informazioni sull'insegnamento della fisica nelle scuole medie superiori, porta numerosi dati che arrivano fino agli anni 1964 e 1965 sulla distribuzione dei fisici secondo le specializzazioni e sul loro impiego. Particolarmente interessanti alcuni dati sui campi di ricerca dei professori di fisica nelle Università americane. La pubblicazione 3 ripresenta in forma più sintetica alcuni dati contenuti nella pubblicazione 11.

Molto utile per la nostra indagine si è rivelata la pubblicazione 4 che presenta una sintesi dei risultati di una inchiesta svolta durante gli anni 1964 e 1965 da una commissione di diciotto membri, presieduta da George E. Pake sulla ricerca fondamentale in fisica, escludendo la ricerca applicata. I dati riportati riguardano i finanziamenti sia del Governo federale che dell'Industria e la specializzazione dei fisici nei vari settori.

I dati sulla ricerca fisica in Italia sono stati dedotti principalmente dalle pubblicazioni 5–10 e in buona parte anche attraverso informazioni private. Mentre i dati da noi raccolti sulla situazione della fisica negli U.S.A. si riferiscono per lo più all'anno 1963, la maggior parte dei dati italiani che abbiamo potuto raccogliere si riferisce al 1965.

L'unica fonte di informazione italiana abbastanza precisa a nostra disposizione, che ci ha permesso di attribuire i finanziamenti per la fisica ai diversi settori in base

ai programmi di ricerca, è costituita da un notevole lavoro svolto dal Comitato per la fisica del C.N.R. sotto forma di relazione generale in cinque volumi (7).

I dati riguardanti il personale universitario che svolge ricerca nei diversi settori della fisica è stato dedotto, per mancanza di più precise informazioni, semplicemente in base al numero delle cattedre di fisica specializzate nei vari campi della ricerca, dando alle cattedre stesse un peso opportuno. Con analogo criterio il finanziamento per la fisica del Ministero della Pubblica Istruzione, quale è indicato nella Relazione C.N.R. (6) è stato suddiviso nei diversi settori.

I dati riguardanti la fisica fondamentale finanziata dallo Stato italiano al di fuori dell'amministrazione universitaria e del C.N.R. sono stati desunti per lo più da informazioni private. Per quanto riguarda i Laboratori del C.N.E.N., si è tenuto conto solo di quello di Frascati, mentre, nei limiti della nostra approssimazione, si è ritenuto di poter omettere quella parte di fisica fondamentale che si svolge presso altri Laboratori del C.N.E.N. e presso laboratori dipendenti da Ministeri.

Nel complesso i dati riportati in fig. 2, che riguardano il personale, sono da considerarsi un po' più incerti di quelli riportati in fig. 1, che riguardano i finanziamenti. I dati di fig. 1A, 1B e di fig. 2A sono stati ricavati direttamente dall'articolo «Outlook for US Physics» (4). I dati di fig. 2B sono stati da noi desunti dallo stesso articolo, nell'ipotesi che i finanziamenti delle industrie americane presso le Università siano trascurabili rispetto a quelli dei laboratori di ricerca delle stesse Industrie. I dati di fig. 2B sono alquanto discordanti da quelli che si possono ricavare dal volume «Physics: Education, Employment, Financial Support» (1) o dall'articolo di S. Barisch (3), trattandosi di due inchieste condotte con criteri diversi.

Per quanto riguarda la fisica italiana, i dati sulla fisica dei solidi e quelli sulla fisica atomica e molecolare sono stati ricavati per lo più complessivamente. Le linee tratteggiate di fig. 1C e 2C rappresentano perciò solo una probabile separazione fra i due settori corrispondenti.

*Ringrazio vivamente la dott. A. Gerosa per il valido aiuto datomi in questo lavoro di indagine.*