

**L'insegnamento della fisica
nella scuola secondaria superiore:
uno sguardo d'insieme***

E. Fabri

Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa

—oOo—

Nel preparare questa relazione introduttiva mi sono venuti alla mente numerosi temi e problemi da cui trattare; e anche avendo deciso di fare delle scelte per non fare un discorso troppo dispersivo, la materia è sempre molta. Per un tentativo di ordine, articolerò il discorso in tre parti:

- 1: Problemi della scuola (programmi, insegnanti)
- 2: Questioni di contenuti, metodi, scopi
- 3: Problemi della ricerca didattica.

1. Problemi della scuola (programmi, insegnanti)

Venendo alla prima parte, posso dividerla ancora in tre:

- 1.1: Programmi del biennio
- 1.2: Programmi del triennio
- 1.3: Preparazione degli insegnanti.

1.1. Programmi del biennio

Al momento in cui parlo, esiste come sappiamo un programma del biennio (il cosiddetto “progetto Brocca”) che se anche non ufficiale (non ha ancora ricevuto la firma del Ministro) è però “semi-ufficiale,” nel senso che una circolare ne autorizza — e anzi ne incoraggia — l'adozione.

Prima di entrare nel merito, vorrei ricordare che da molti anni ho raggiunto una mia personale convinzione a proposito di programmi e della funzione del MPI in proposito. Espressa sommariamente, è questa:

- l'autorità politica centrale (Ministero della Pubblica Istruzione) non dovrebbe avere tra i suoi compiti quello di predisporre programmi dettagliati per le singole materie e tipi di scuola
- dovrebbe invece prendere le decisioni politiche circa gli obiettivi da perseguire nell'insegnamento ai vari livelli, la cui realizzazione (progetti, testi,

* Relazione al Convegno del Gruppo Nazionale Didattica della Fisica del CNR; Pisa, 23–9–1991. Pubbl. in *La ricerca nell'insegnamento della Fisica nella scuola secondaria superiore* – Atti del 9° Convegno GNDF. Tipografia Editrice Pisana (1992).

materiali) andrebbe lasciata alla libera iniziativa di singoli, associazioni, ecc. in un confronto secondo la normale dialettica scientifica.

Avanzerei anche una tesi più radicale, ossia che la stessa ripartizione del lavoro scolastico in materie, orari, ecc. potrebbe essere lasciata all'iniziativa dei colleghi dei docenti, che dovrebbero assicurare il raggiungimento degli obiettivi prefissati, scegliendo tempi, linee didattiche, ripartizioni orarie e tutto il resto. S'intende che una tale politica dovrebbe concretarsi da un lato nella formulazione di obiettivi ben precisati e realistici, dall'altro in verifiche (esami) coerenti con tali obiettivi. Quanto ai programmi, non sono convinto che siano necessari: secondo me quando sono fatti male possono condizionare in senso negativo la pratica didattica, mentre la loro influenza nel caso in cui siano fatti bene è assai meno rilevante.

Venendo a un esame dei nuovi programmi, non si può non considerare come fatto positivo l'introduzione organica delle materie scientifiche nel biennio. Il valore di questa innovazione è però assai ridotto dal fatto che l'orario previsto è del tutto insufficiente, come vedremo.

I contenuti dei programmi appaiono più orientati verso aspetti che definirei "applicativi" (intendendo con ciò l'attenzione alle conseguenze pratiche dell'attività scientifica) che verso i fondamenti. È una scelta che si può giustificare, in primo luogo perché concerne una scuola ancora a carattere "di base," e poi perché aiuta a tenere per così dire "i piedi per terra." Vedrei qualche problema a proposito del ruolo che si vuole assegnare all'educazione scientifica e dell'immagine un po' falsata che si rischia di dare della ricerca. Ma forse questo è cercare il pelo nell'uovo...

Ha fatto e farà discutere la decisione di accorpare fisica e chimica, separando invece da un lato biologia e dall'altro scienze della terra; ma sono convinto che qualunque altra soluzione non sarebbe stata di più facile attuazione e meno criticabile. Del resto l'abbinamento fisica-chimica non è un'idea nuova, e ha già al suo attivo una certa sperimentazione. Il problema pratico più serio è quello delle cattedre, che però oggi esiste per Matematica-Fisica. Naturalmente il nuovo abbinamento non è una scelta neutra, e può avere anche degli aspetti negativi (sulla "struttura" della fisica come scienza). Ma ne ha anche di positivi, dal lato della concretezza e della pratica di laboratorio. D'altra parte chi non sia favorevole agli abbinamenti dovrebbe difendere tante materie separate (quante?); cosa tutt'altro che scevra d'inconvenienti, sia dal punto di vista didattico (prematura frammentazione del sapere scientifico) sia organizzativo (spezzettamento degli orari, assegnazione di molte classi a uno stesso insegnante, ecc.)

Invece la scelta di rendere universale il settore biologico-geologico, e di riservare solo ad alcuni indirizzi quello fisico-chimico mi sembra discutibile; può darsi che risenta di un'influenza "verde" nel senso deteriore del termine: nell'immaginario popolare la fisica è associata a Chernobyl e la chimica a Seveso, mentre biologia e geologia sono scienze "ecologiche"...

Il programma di fisica-chimica propone obiettivi di apprendimento a carattere prescrittivo, del tutto sproporzionati all'età degli allievi, al tempo disponibile, alla realtà delle condizioni di partenza. Si riproduce anche in questo caso un vizio dei programmi scolastici italiani: quello di proporre obiettivi così ambiziosi da essere necessariamente ignorati nella pratica didattica. Franca-mente mi riesce oscura la ragione per cui si persevera in un errore così evidente, e riconosciuto da tutti gli insegnanti.

Scendendo in maggior dettaglio, l'abbinamento fisica-chimica non appare realizzato in modo abbastanza organico: in diversi punti gli argomenti di fisica e di chimica sono giustapposti senza vera integrazione, oppure la parte fisica ha carattere strumentale rispetto a necessità interne al programma di chimica. Il fatto è che non si può pretendere da un programma quello che compete alla ricerca didattica, e di conseguenza non si dovrebbe stendere un programma senza che vi sia alle spalle un adeguato supporto di risultati della ricerca.

Gli autori sembrano credere che dagli esperimenti si possa arrivare (a quell'età, poi) alla formulazione di leggi. È facile prevedere che in realtà le cose andranno diversamente. Anche le indicazioni metodologiche dichiarano in modo esplicito un atteggiamento empiristico: “i concetti base . . . devono emergere . . . in situazioni create in modo da poter costruire insieme agli studenti le categorie del conoscere.”

C'è poi una pretesa di “progettualità” del tutto inverosimile: “ogni fase di lavoro deve essere riconosciuta dallo studente come parte di un itinerario di ricerca precostruito.” Ci si chiede se chi ha scritto queste righe abbia chiaro il livello dei ragazzi che escono dalla scuola media e abbia fatto i conti col tempo disponibile.

Il programma di fisica-chimica (che dovrebbe essere tutto a base sperimentale!) è eccessivamente esteso, come ci si poteva attendere, in coerenza con quanto osservato fin qui. In concreto, il programma proposto è largamente ispirato al “vecchio” IPS-PS2, ma mentre questo prevedeva 280 ore per 76 esperimenti, ora gli esperimenti sono almeno 60, con 300 ore oppure 180 a seconda degli indirizzi, e c'è pure una parte teorica molto più sostanziosa (senza contare il tempo speso per compiti in classe, ecc.)

In tutto il testo del programma non c'è nessun riferimento al fatto che esistono altri insegnamenti scientifici, e a possibili connessioni. Nei confronti della matematica, sembra che l'atteggiamento sia “facciamone a meno il più possibile”; il che è forse realistico, ma non corrisponde a un accettabile progetto formativo, almeno per quanto concerne la fisica. Quanto alle scienze della natura, il solo riferimento che sono riuscito a trovare consiste nel rituale ossequio all'ambiente.

Non vorrei dare l'impressione che nel lavoro della commissione Brocca non ci sia niente di buono: è senz'altro apprezzabile l'importanza data al laboratorio e allo sviluppo delle capacità operative; così pure l'attenzione a questioni di

metodo e di valutazione; nonché diverse indicazioni su quello che “non si deve fare” . . .

Purtroppo gli aspetti negativi rischiano di cancellare nella pratica le cose buone: l'eccesso di prescrizioni, la sproporzione tra fini e mezzi, diverse incoerenze, una visione un po' troppo “dall'alto,” produrranno a mio avviso la consueta situazione di buone intenzioni e cattiva pratica. Consideriamo anche che fra i programmi e la realtà dell'insegnamento ci sarà un intermediario, costituito dai libri di testo, che costituiscono “i veri programmi”; ed è da vedere come i testi interpreteranno il programma.

È fin troppo ovvio obiettarci che criticare è facile: qual è dunque lo scopo di aver trattato l'argomento programmi in questa sede? È che dovremmo noi — in quanto “addetti ai lavori” — essere più decisi e più fermi nel sostenere, in tutte le sedi opportune, alcuni principi di metodo (direi quasi di “politica didattica”): infatti non riusciremo a liberarci dai difetti che ho indicati se non cambieremo metodo di lavoro, distinguendo — come dicevo — la sede e i limiti delle decisioni politiche da quelli della ricerca didattica e della formulazione delle realizzazioni concrete.

1.2. *Programmi del triennio*

Su questo tema dirò molto meno: in parte perché le osservazioni di carattere “politico,” che si possono fare a priori, sono le stesse già viste per il biennio; in parte perché lo stato dei lavori è molto meno avanzato. Sappiamo che la preparazione dei programmi è in corso; c'è qui da osservare che accanto ai lavori della commissione Brocca procedono quelli del Piano Nazionale per l'Informatica, il quale si è andato configurando nei fatti come una specie di riforma strisciante di programmi, orari ecc. A quanto mi risulta, le scuole che avvieranno la sperimentazione PNI nei trienni avranno dei propri programmi, la cui elaborazione è stata molto meno pubblica di quelli che hanno origine nella commissione Brocca.

Dovrei ora parlare di obiettivi e contenuti dell'insegnamento della fisica nei trienni; ma qui la situazione è assai confusa. Quanto agli obiettivi, ci si muove nella nebbia: non mi risulta che vi sia stata nessuna discussione in merito nelle sedi qualificate. Del tutto assente la SIF, l'unica eccezione che si potrebbe fare è l'AIF, il cui lavoro a mio giudizio è però ancora lontano dall'essere soddisfacente. Di conseguenza chiunque si trovi coinvolto nell'elaborazione di programmi può far ricorso alle sue idee personali, o poco più.

Sui contenuti il quadro è ancora più oscuro: nessuno oggi sa davvero che cosa si dovrebbe insegnare, e come. Sembra però abbastanza diffusa la presunzione che “la fisica è sempre quella,” e che quindi non ci sono problemi. Quanto ciò sia vero, lo lascio giudicare a chi mi ascolta. Un discorso a parte va fatto per la “fisica moderna,” che ormai tutti ritengono necessario inserire nei programmi; date le caratteristiche particolari del problema, ne parlerò un po' più diffusamente in seguito.

1.3. *La preparazione degli insegnanti*

Su questo antico problema, una novità è stata introdotta dalla legge n. 341 del 19-11-90, che stabilisce per tutte le università l'obbligo d'istituire una scuola di specializzazione per la formazione post-laurea degli insegnanti di scuola secondaria (inferiore e superiore), con carattere abilitante.

Farò solo un breve cenno ai problemi che si presentano. Lo statuto della scuola è in preparazione, e anche se sarà adeguato dal punto di vista burocratico-amministrativo, dobbiamo aspettarci delle difficoltà nel funzionamento concreto. Un primo problema è come far funzionare una scuola unica per tutte le materie e quindi per ciascuna Università (anche se divisa in indirizzi); dovremo inoltre inventare praticamente da zero gli argomenti dei corsi disciplinari. Staremo a vedere poi se e quanti laureati verranno attirati da questa scuola, visto che oggi la scelta della carriera d'insegnante è quasi sempre di ripiego, e viene fatta dopo aver tentato altre strade.

Da questo punto di vista, un forte incentivo potrebbe essere il fatto che il diploma della scuola sarà in futuro — se ho capito bene la legge — l'unica via per conseguire l'abilitazione.

Accanto alla formazione iniziale — che dovrebbe essere risolta dalla scuola di specializzazione — resta poi l'esigenza della formazione in servizio, sia per gli attuali insegnanti, sia come riqualificazione permanente anche degli insegnanti futuri. Fino ad oggi questa funzione è stata svolta su base volontaristica e quindi con forze del tutto insufficienti di fronte alla mole del problema, e senza nessun coordinamento (salvo le solite felici eccezioni); si renderebbe dunque necessaria un'istituzionalizzazione adeguata. Non nascondo però di essere molto preoccupato delle forme che questa potrà prendere, e prima di tutto della scarsità di persone qualificate; c'è il rischio di mettere in piedi un carrozzone di grande estensione e di validità scarsa e non verificabile. Vorrei perciò raccomandare una grande attenzione su questo punto.

2. Questioni di contenuti, metodi, scopi

In questa parte elencherò, un po' alla rinfusa, diverse questioni che mi sembrano meritevoli di approfondimento. Per ragioni di tempo — e in qualche caso anche per mancanza d'idee — potrò solo abbozzarne una discussione.

2.1: A che (a chi) serve insegnare la fisica?

2.2: Che facciamo con la fisica classica?

2.3: Il rapporto scienza-tecnica non è risolto.

2.4: La storia della fisica ha valore didattico?

2.5: Rapporti con altre materie.

2.6: Il laboratorio nella retorica e nella realtà.

2.7: L'uso del calcolatore.

2.8: La “fisica moderna.”

2.9: L'uso ideologico della scienza moderna.

2.1. *A che (a chi) serve insegnare la fisica?*

Mi piace porre questa domanda, in forma un po' provocatoria, alla vostra attenzione, perché temo che ci si dimentichi di frequente di tenere presenti le varie possibili risposte, i loro limiti e le loro compatibilità. La domanda si può sviluppare come segue:

- Per quali scopi, e con quali obbiettivi di “conoscenze e abilità,” la fisica deve entrare nella formazione di base del “cittadino qualunque” della Repubblica Italiana?
- In che misura, e quale, e quanta fisica serve come formazione preuniversitaria a quelli che seguiranno un corso di studi tecnico-scientifico (non fisica)?
- Che cosa vorremmo come conoscenza e capacità acquisite per il futuro studente universitario di fisica?

Mi auguro che la discussione porti qualche risposta.

2.2. *Che facciamo con la fisica classica?*

Col passare del tempo, la scienza e le sue applicazioni si sviluppano, evolvono: di conseguenza esiste una spinta oggettiva, con valide motivazioni, a chiedere che la scuola dia nuove conoscenze.

Perciò ogni volta che si parla di nuovi programmi di fisica, si pensa di aggiungere argomenti “moderni.” Non intendo ora discutere su questo; ma non si dice quasi mai che se si continua ad aggiungere materia, da qualche parte bisogna tagliare qualcosa. È facile pensare di sacrificare argomenti “vecchi,” ma non tutto quello che è vecchio è da buttare, anche perché in certi casi è una base essenziale per il “nuovo.” Vorrei che si cercasse di affrontare questo problema con un atteggiamento diverso dalle commissioni ministeriali, che di solito non fanno che aggiungere, e comunque non motivano le scelte più o meno esplicite che fanno. Come ho detto sopra, ritengo che questi non siano compiti da commissione ministeriale: sarebbe invece nostro preciso compito farci idee chiare in merito, così da poter esercitare la giusta influenza nelle occasioni in cui ci si trovi chiamati a dare dei pareri.

2.3. *Il rapporto scienza-tecnica non è risolto.*

Ricordo di aver sollevato il problema circa 15 anni fa, al tempo dei “contenuti minimi”: mi si rispose che non c'erano idee chiare. E oggi?

Sappiamo tutti che al di fuori del nostro ambiente la tendenza è di vedere scienza e tecnica come poco distinte (quasi sempre si citano insieme, anche se si preferisce sempre “tecnologia” a “tecnica,” senza nessuna ragione, se non la tendenza che definirei “neobarocca” a usare sempre espressioni più complicate al posto di quelle più semplici: “metodologia” invece di “metodo,” “problematica”

al posto di “problema,” ecc.) Viceversa al nostro interno permane la tradizionale diffidenza verso la tecnica (che non è “scienza”). Ma non è questo il problema:

- dobbiamo o no presentare il rapporto nei due sensi (la tecnica si nutre di scienza, ma questa non progredisce senza supporto tecnico)?
- dobbiamo mostrare dove e come i risultati della scienza, attraverso l’applicazione tecnica, hanno cambiato il mondo?
- dobbiamo chiarire quale parte dei problemi prodotti dalle applicazioni tecniche (problemi energetici, inquinamento, pericoli e danni di ogni genere) sono responsabilità della scienza e/o possono essere risolti sul piano scientifico, e quali no?
- dobbiamo spiegare la differenza fra il modo di lavorare e gli scopi dello scienziato, e quelli del tecnico?
- e infine: dobbiamo o no riconoscere un valore culturale alla tecnica? (la mia opinione è nettamente sì).

Quasi certamente si potrebbero aggiungere altre domande; ma finisco con una sola:

- se qualcuna delle risposte è positiva, in quali materie, e da parte di quali docenti, deve entrare questo genere di argomenti?

2.4. *La storia della fisica ha valore didattico?*

Preciso subito che questo è a mio giudizio un problema distinto dall’importanza in sé della storia della fisica. La domanda è motivata da una certa insistenza che si sente sull’importanza di un approccio storico all’insegnamento della fisica. Su questo io ho dei dubbi, che vorrei segnalare molto sinteticamente.

Posso riassumere il mio punto di vista in due domande:

- è bene insegnare la fisica mediante un approccio storico?
- si può capire la storia della fisica se non si sa la fisica?

Quanto alla prima domanda, il punto è che un approccio storico obbliga a percorrere delle vie complicate e talora contorte, perché l’acquisizione e la chiarificazione di molti concetti fisici è stata faticosa. Ci si può chiedere se sia opportuno (e possibile) far percorrere di nuovo agli allievi questa strada.

Si potrebbe obiettare che però si ottiene così il vantaggio di vedere “la fisica nel suo farsi,” e non come una costruzione “bella e data,” a cui ci si può solo adeguare. A questa obiezione risponde la seconda domanda: il vantaggio ci sarebbe se fosse davvero possibile un insegnamento storico, ma...

Un atteggiamento storico è in generale difficile per i giovani, perché richiede di “mettersi nei panni” di uomini del passato. A maggior ragione lo è quando si parla di una materia articolata come la fisica: per entrare nel pensiero di chi ci ha preceduto dovremmo conoscere i problemi, i fatti, gli strumenti: in una parola, conoscere già molta fisica.

Per tutte queste ragioni, temo che un approccio storico possa indurre più confusione che reale comprensione, e talvolta riuscire anche mistificatorio.

2.5. *Rapporti con altre materie.*

Di questo problema discutiamo pochissimo, molto meno di quanto dovremmo. Temo che (presi nell'insieme: "senatores boni viri, senatus mala bestia") come fisici siamo piuttosto presuntuosi, nel senso che tendiamo a dare poca importanza a tutto ciò che non riguarda la fisica. Un giudizio ancora più duro potrebbe essere che tendiamo a disprezzare ciò che non conosciamo. Gli esempi potrebbero essere diversi, ma quelli più appariscenti sono due: matematica e chimica.

Il problema dei rapporti con la matematica è antico e non risolto, a nessun livello didattico. Nell'ambito della scuola secondaria si tende a credere che lo si risolverebbe con la separazione degli insegnamenti, ma questo non è: la fisica ha comunque bisogno della matematica, e bisogna capire "di quale matematica." È vero che dai matematici non si ottiene spesso un'utile collaborazione, ma sarebbe bene cominciare a chiarirci le idee fra noi, abbandonando soprattutto l'atteggiamento (piuttosto diffuso) che la matematica sia solo un comodo strumento, magari surrogabile con adeguato software... Mi sento di affermare che ad es. Galileo non la pensava certo così, e non solo perché al suo tempo non c'erano i PC!

Aggiungo che anche se gli insegnamenti verranno separati, i cervelli dei ragazzi non lo sono (o non dovrebbero!) Quindi dovremo sempre occuparci di come istituire un rapporto che sia formativo per gli studenti, i quali oggi tendono a studiare "a compartimenti stagni," perché è più semplice, e perché "la matematica del prof di matematica non ha niente a che fare con quella che usa il prof di fisica," ecc.

Detto per inciso, questa separazione ha effetti negativi anche sull'insegnamento della matematica; se riuscissimo ad affrontare questi problemi nel modo giusto, potremmo anche essere qualificati a dire qualcosa su come la matematica viene insegnata in quanto tale. Personalmente ho qualche dubbio che l'insegnamento sia granché efficace: riflettiamo che si tratta dell'unica materia (con l'italiano) presente lungo tutto l'arco scolastico, e andiamo a guardare che cosa resta di un insegnamento così lungo ... tra l'altro, ne potremmo ricavare che non basta sempre avere più ore per ottenere risultati migliori.

Il rapporto con la chimica è analogo, (o più esattamente speculare) a quello con la matematica: in genere i fisici la ritengono inutile, proprio come i matematici pensano di non aver bisogno della fisica. Invece un più sano rapporto con la chimica aiuterebbe a portare anche la fisica su di un terreno più concreto, mentre i chimici potrebbero profittare da una maggiore attenzione alle leggi fondamentali, propria della fisica.

Poi ci sono le questioni spicciole: chi deve "fare" le leggi dei gas, ecc. A noi possono sembrare poco interessanti, ma se si parla con gli insegnanti si vede

che questo è per loro il modo più diretto d'intendere i rapporti tra le materie. È riduttivo, e non ci si può limitare a questo; ma non dev'essere trascurato, perché chi insegna in un modo o nell'altro deve risolverlo.

Infine c'è la grossa questione degli "orbitali," ossia di quale dovrebbe essere l'approccio al discorso chimico. Si tratta di un argomento delicato, perché affrontato dai fisici appare come una "invasione di campo"; ma anche i chimici sono divisi su questo punto, e nell'interesse generale dovremmo dire qualcosa anche noi. Solo che bisogna farlo con serietà e senza preconcetti, ossia senza credere che noi abbiamo già la soluzione in tasca, e che quello che pensano i chimici non abbia alcun valore.

Non so dare indicazioni più precise; aggiungo solo che qui a Pisa abbiamo cercato di lavorare su questo terreno, e il primo problema è stato quello di superare diffidenze e difficoltà di comunicazione (chi non abbia mai provato non immagina quanto occorra per stabilire un minimo di linguaggio comune).

2.6. *Il laboratorio nella retorica e nella realtà.*

Tutti siamo unanimi — insegnanti, ricercatori — nel dichiarare la grande importanza del laboratorio; ma sarebbe il caso d'interrogarsi su alcune questioni. A titolo d'esempio:

- Qual'è la pratica nella scuola (quanto laboratorio si fa nella gran parte delle scuole? e quando si fa, come si fa?)
- Quale o quali funzioni ha il laboratorio nell'insegnamento della fisica? (Fornire esempi di fenomeni, suggerire leggi fisiche per via induttiva, fare pratica con gli strumenti e i metodi di misura ... o che altro?)

Mi sono formato l'opinione che dopo un certo lavoro su questi temi, svolto in tempi passati, da un po' di anni ci si sia lasciati andare, dando per scontato che ormai fosse tutto chiaro e risolto. Viceversa credo che da un lato ci siano ancora questioni da approfondire, e dall'altro non si possa credere che la pratica didattica accompagni automaticamente le acquisizioni teoriche: in parole povere, gli insegnanti hanno bisogno di essere aiutati, stimolati, sollecitati; perché le difficoltà sono tante e la tentazione di lasciar correre è grande.

Non dico di più perché l'argomento verrà certamente ripreso nella relazione di Violino.

2.7. *L'uso del calcolatore.*

Esistono su questo tema problemi dei quali si discute troppo poco, in proporzione al lavoro specifico che si fa nei vari gruppi. Esempi:

- ruolo delle simulazioni: quando? fatte come? a che scopo?
- on-line: a che livello di scuola? con quali scopi? Mi aspetto qualche contributo dalle relazioni che seguiranno, ma vorrei sollecitare un'attenzione più diffusa e costante.

Aggiungo ora alcune considerazioni di altro genere. La prima è che a mio avviso un impiego eccessivo e non ben integrato del calcolatore può portare

a quello che chiamerei un “indebolimento della parte teorica della fisica”: si calcola e non si pensa; si calcola anche quando si potrebbe risolvere un problema pensandoci sopra; si trascura di spingere gli allievi a pensare, prima (o invece) di affidarsi a un programma (magari fatto da altri). Insomma si rischia, anche senza volere, di contrabbandare il calcolatore come un sostituto del pensiero teorico, che a mio modo di vedere è una componente essenziale della fisica in quanto scienza. Non insisto perché tra di noi ci sono molti che dovrebbero essere sensibili al problema, dato il carattere delle loro ricerche; mi aspetto perciò dei contributi dal lavoro dei prossimi giorni.

Un altro aspetto che vorrei accennare, e che in un certo senso è opposto a quello di cui ho appena parlato, è il seguente: associato ai calcolatori c'è un “valore culturale,” che spesso finisce per esser messo in secondo piano (come accade del resto con la matematica). È ovviamente vero che il calcolatore è uno strumento tecnico, ma non è solo questo.

Lo sviluppo dei calcolatori ci ha portato anche concetti nuovi, che non sono solo quelli ormai tradizionali dei programmi d'informatica. Penso ad es. a tutto ciò che è connesso agli aspetti hardware (che non vuol dire “elettronica digitale”: tra l'elettronica e il software c'è un livello intermedio, quello della struttura logica). Penso anche ai sistemi operativi, che stanno anch'essi a metà strada fra i programmi applicativi e lo hardware. Penso poi all'esistenza di diversi tipi di linguaggi, che non si riducono tutti alle schematizzazioni tradizionali (sequenza, iterazione, ecc.) Per questo anni fa parlavo di “computer science,” vista come qualcosa di più ampio dell' “informatica” come viene ormai tradizionalmente intesa.

È mia netta sensazione che tutta questa ricchezza sia andata completamente perduta nei programmi (e tanto più nella pratica) in materia informatica; e da parte di noi fisici c'è stata pochissima attenzione a questo ambito d'idee.

2.8. *La “fisica moderna.”*

La ragione per parlarne è che — coerentemente con la spinta al “nuovo” cui accennavo sopra — è ormai convinzione diffusa che la fisica moderna avrà un posto nei nuovi programmi del triennio. Ciò non significa che tutto vada per il meglio: come vedrete, ho ampie riserve su come il processo d'innovazione in questo campo si sta sviluppando.

Occorrerebbe anzitutto definire la fisica moderna. Si potrebbe definirla, ai fini di questa discussione, come quella di questo secolo; ma le cose non sono così semplici, perché in realtà quando si parla di fisica moderna ci sono certi argomenti che stanno alla ribalta: la relatività, la m.q., la fisica delle particelle, l'astrofisica. Tutto il resto (che non è poco) di solito viene ignorato. Penso ad es. all'ottica quantistica, alla fisica dei solidi, a gran parte della fisica statistica... C'è dunque una selezione di fatto, forse acritica; a mio giudizio in larga misura determinata da quanto certi argomenti si prestano a discussione anche fuori

dell'ambito scientifico, ad es. in senso filosofico. In termini televisivi si potrebbe definirla una questione di "audience"...

Lasciando quindi un po' nel vago la definizione, possiamo comunque porre alcune domande:

- si deve insegnare?
- si può insegnare?
- sappiamo che cosa vogliamo?

Alla prima risponderai "sì," con certe riserve che vedremo. Alla seconda "sì forse, se si studia a fondo il problema; no, se si resta al punto a cui siamo oggi." Alla terza rispondo un deciso NO: per ora stiamo solo seguendo la moda, senza troppo riflettere su scopi e metodi.

Scendendo più nei particolari, mi sembra di vedere una tendenza a credere che tutto si riduca a "semplificare" la materia universitaria. Già ci sarebbe da dire su come molte cose vengono insegnate nelle università, ma in ogni caso non è questa la strada. Occorre ripensare gli argomenti molto più a fondo, capire quali obiettivi ci si propone, ecc.

Tra parentesi, è questa una delle ragioni per cui lo studio sulla didattica della fisica preuniversitaria può essere anche di grande interesse culturale e intellettuale: per capire come insegnare in modo non specialistico, occorre capire molto meglio la stessa fisica, occorre porsi problemi che il docente universitario — specie degli ultimi anni — non ha bisogno di affrontare.

Ritengo che parlando di fisica moderna ci si trovi davanti due grossi problemi connessi tra loro:

- il fatto che assai spesso nella fisica moderna si parla di cose che non cadono sotto i sensi, o comunque assai lontane dall'esperienza comune (il problema in realtà inizia con l'elettromagnetismo)
- il ruolo speciale che vi ha la matematica.

Sul primo problema non credo necessario aggiungere spiegazioni, mentre il secondo è forse meno ovvio.

Il punto è che la matematica non sta nella fisica moderna — almeno a mio parere — solo come uno strumento inevitabile a causa della complicazione della teoria: essa ha una funzione ben più fondamentale. Dal momento che non è possibile farsi dei modelli intuitivi (di un nucleo, o dell'Universo) che rappresentino con accettabile approssimazione — e soprattutto con ragionevole utilità — gli oggetti reali, alle strutture matematiche è demandato il compito di supplire alla nostra intuizione.

Di conseguenza, nasce la grave difficoltà di che cosa si possa spiegare della fisica moderna quando l'uso delle sue strutture matematiche essenziali è fuori discussione. La sfida (che personalmente è ciò che trovo più stimolante in queste ricerche) è di salvare ciò che conta, senza banalizzarlo nella più piatta divulgazione, che non è certo il compito della scuola.

Credo noto a tutti che da molti anni (almeno 12) chi vi parla sta lavorando su questi problemi, e in particolare sulla relatività. Non è questa la sede per entrare nel merito, ma è forse opportuno citare alcune riflessioni su questa esperienza.

- a) Un risultato positivo è che ormai si contano a centinaia gli insegnanti che hanno preso contatto con i miei scritti (anche se non saprei dire con quale effetto); un numero dello stesso ordine ha avuto modo di sentire mie lezioni (in alcuni casi per 20 o 30 ore); alcuni di loro stanno cominciando a mettere alla prova queste idee, ma il tutto va avanti su base puramente volontaristica.
- b) Un aspetto negativo è invece che nell'ambiente universitario in Italia sono — a quanto ne so — il solo a occuparmi dell'argomento; ma ancor più notevole è il fatto che il mio lavoro non ha prodotto praticamente nessuna reazione (forse perché di nessun valore ...).
- c) La situazione fuori d'Italia è in movimento da tempo (anche se le idee non sono affatto chiare) ma qui nessuno sembra accorgersene; eppure, a partire da questa base culturale qualcuno scriverà i nuovi programmi!

Parlando di fisica quantistica, la situazione è simile per quanto riguarda l'assenza di attività e il confronto con altri paesi. Sul piano personale sono più indietro (ricordo però che nel Convegno GNDF del 1987 avevo già esposto alcune idee in materia). Spero di trovare il tempo di lavorarci più intensamente, ma prevedo maggiori difficoltà, per la natura dell'argomento. Un vantaggio è che sulla fisica quantistica l'interesse — anche tra gli insegnanti — è certamente maggiore.

Non voglio dilungarmi sugli altri argomenti, anche perché sono meno preparato; ma non posso fare a meno di notare una tendenza, che personalmente giudico tutt'altro che positiva, ad affrontare certi problemi — come ad es. la fisica delle interazioni fondamentali — in modo assolutamente superficiale, al limite della mistificazione. Purtroppo di ciò si trovano esempi anche nelle pubblicazioni della SIF.

2.9. *L'uso ideologico della scienza moderna.*

La questione di cui voglio trattare è tutt'altro che nuova: nasce almeno con la relatività, si sviluppa con la m.q., e ora ha ripreso vigore con la moda del caos e della complessità. Intendo dire che dei risultati e delle idee della fisica moderna si fa un uso "ideologico," ossia al servizio di tesi precostituite, del tutto esterne alla scienza. Non c'è qui il tempo di approfondire il tema e dare esempi (che sarebbe fin troppo facile trovare, e non solo nella cattiva divulgazione). Credo comunque che indipendentemente dalle varie opinioni personali in materia politica, religiosa, ecc. dovremmo essere tutti d'accordo nel respingere e denunciare questo costume.

Il motivo che mi ha spinto a parlarne è il seguente: esiste il pericolo che contenuti ideologici vengano contrabbandati (anche con l'inconsapevole contributo

di insegnanti sprovveduti) come parte integrante della costruzione scientifica. A noi dovrebbe spettare di fare chiarezza in materia, distinguendo quelli che sono i risultati, i metodi, le idee che appartengono alla scienza, da tutto ciò che vi può essere collegato, ma rientra in una sfera diversa, e perciò deve avere un diverso status di valutazione.

Ho già accennato che le forme più evidenti del fenomeno si trovano nella cosiddetta “divulgazione,” ma non solo lì; e soprattutto non sarebbe giusto — anzi sarebbe fuorviante — attribuire il fenomeno solo a ignoranza dei divulgatori: spesso è all’opera una confusione, voluta o no, ma ispirata a ben precisi obbiettivi. In sostanza, si vuol dare l’avallo della scienza a tesi di altra natura, oppure si vuole interpretare alcuni risultati della scienza come prova di limiti suoi propri, intesi però a sostegno della necessità di ricorrere ad altri modi di conoscenza. *Nihil sub sole novi...*

3. Problemi della ricerca didattica

Sappiamo tutti che la ricerca didattica in Italia non ha vita facile. Volendo analizzare la situazione, conviene distinguere le difficoltà “interne” da quelle “esterne.”

Non intendo qui occuparmi di quest’ultime, che si possono in gran parte far derivare dall’atteggiamento dell’ambiente in cui lavoriamo — costituito dal resto dei fisici — e che almeno in una certa misura sono secondo me conseguenza delle difficoltà interne. Preferisco quindi concentrarmi su queste.

La prima difficoltà credo di poterla identificare nella mancanza di discussione. Ogni gruppo (di solito “gruppetto”) lavora per proprio conto, con poco scambio d’idee con gli altri; talvolta si teorizza addirittura che le ricerche non siano confrontabili e/o valutabili. Non mi sento di accettare questi estremi, anche se riconosco certe particolarità della ricerca didattica, conseguenti in parte a un suo carattere “applicato,” in parte alla sua stretta connessione con l’ambito psicologico, dove il paradigma dell’obbiettività, caro all’ambiente fisico, è più difficilmente applicabile.

Va però osservato tra l’altro che la scarsità di discussione e di confronto è uno dei motivi per l’inadeguata considerazione dall’esterno (che ha anche altre cause, beninteso).

In questo quadro, sono un segno positivo i tentativi che abbiamo fatto di produrre dei “report”: mi auguro perciò che abbiano successo.

Il punto che vorrei sottolineare per secondo è il seguente: si dà troppo per scontato che sappiamo “che cosa è la fisica,” anche nei dettagli. Così, tanto per fare un esempio, se uno prepara un pacchetto software, può accadere che si ponga solo il problema di tradurre col nuovo strumento il discorso che avrebbe fatto in un libro. E invece spesso è sul contenuto che ci sarebbe da dire...

D’altra parte sappiamo che lo stesso atteggiamento si ritrova a tutti i livelli nella comunità dei fisici (e non solo in quella, suppongo): si dà per scontato che

se un fisico ha vinto un concorso sappia insegnare (il che non coincide col dire che conosca a fondo la materia che dovrà insegnare); non si vede il problema didattico, perché lo si riduce a semplificare le cose fino a renderle accessibili, ecc.

Però il fatto che un tale modo di procedere sia diffuso non ci giustifica: non dovremmo, noi che facciamo ricerca didattica, cadere nello stesso errore. . .

Il terzo punto lo presento per mezzo di una domanda provocatoria: saremmo in grado di costruire un progetto comune, del genere di quelli che abbiamo visto nascere in altri Paesi? La mia risposta è un chiaro NO, per ragioni che discendono da quanto ho detto sopra. In breve, tra noi non c'è nessuna vera intesa su questioni di fondo, né una chiara comprensione dei vari punti di vista.

Aggiungo subito: se fossimo in grado, sarebbe bene? Credo di no: non è di questo che c'è bisogno, ma di discussione. Su questo terreno difenderei la teoria dei “cento fiori”: lasciare libertà a chiunque si senta e voglia provare, con una sola forte condizione: il controllo scientifico della comunità competente.

Il problema del controllo scientifico, e quello della discussione, portano a un altro problema: l'assenza di una stampa qualificata. Siamo il Paese più arretrato (fra quelli avanzati, e non solo) a questo proposito. Sulle riviste SIF, è bene tacere. La rivista dell'AIF è migliore (anche se con continue oscillazioni) ma non è — non vuole e non deve essere — una rivista di ricerca didattica.

Ci sarebbe bisogno di uno strumento più agile e interamente a disposizione della ricerca didattica, ma chiunque abbia pensato al problema avrà visto le molte difficoltà. Dico subito che non sto proponendo una rivista del GNDF o simili: temo che un'iniziativa del genere verrebbe rapidamente travolta in un mare di discussioni, compromessi, ecc. Sarebbe meglio un'iniziativa del tutto autonoma, ma non vedo come sia possibile realizzarla, né chi potrebbe avere il tempo e la voglia d'impegnarsi in un'impresa così difficile, anche se così meritoria.

Forse tutte le difficoltà si riconducono a una sola: siamo troppo pochi, e un po' troppo vecchi, per tenere viva un'attività di ricerca specializzata? Certamente occorre dedicare seria considerazione a questo problema: ripeto che quello di avere una “palestra di discussione” è secondo me un obiettivo che dovrebbe avere priorità, anche se purtroppo non so fare proposte concrete. Forse si potrebbe tentare qualche iniziativa modesta, tipo “newsletter,” che potrebbe poi crescere. . .

Come ho detto all'inizio, la materia di cui parlare non manca, e io non pretendo né di averla esaurita (del resto non era il mio compito) né di aver trattato in modo completo i molti e sparsi punti che ho disordinatamente toccati. Mi riterrò soddisfatto se la discussione porterà a sviluppare meglio qualche tema che avrete trovato di maggiore interesse.

Replica agli interventi

Il primo commento è il seguente: a proposito della domanda “a che (a chi) serve insegnare la fisica?” credo di non aver fatto capire bene il mio scopo, che non era quello di farmi spiegare le ottime ragioni — che tutti condividiamo — per insegnare fisica. Di conseguenza ho sentito in alcune risposte una specie di reazione di difesa: come se qualcuno avesse pensato “tu quoque”?

Il mio intento era un altro: ricordarvi che al di fuori del nostro ambiente, sia nell’università, sia tra gli insegnanti, chi non è fisico non è altrettanto convinto di questi argomenti. Perciò sarebbe secondo me utile cercare di mettersi dal punto di vista degli “altri,” e trovare argomenti che siano persuasivi per loro.

Citavo prima un’esperienza fatta qui a Pisa negli ultimi due anni. Abbiamo provato a mettere insieme insegnanti di fisica e di scienze, e gli abbiamo fatto sentire, su temi interdisciplinari, la diverse “campane”: fisici, chimici, biologi. Si è così visto, tra l’altro, che ai fisici viene spesso fatta questa accusa: “voi avete il gioco facile, perché non vi confrontate col mondo reale, ma con un realtà ricostruita in laboratorio; quando una situazione è troppo complessa la semplificate, e poi menate vanto dei vostri risultati e volete proporci il vostro metodo come modello, come paradigma. Ma venite un po’ a “sporcarvi le mani” col nostro mondo!

Ovviamente ci sono delle risposte, ma noi dobbiamo elaborarle e presentarle in modo convincente, cosa che spesso trascuriamo di fare.

Sono perfettamente d’accordo con Calvelli sul fatto che non è possibile insegnare — a livello di scuola secondaria — la fisica delle particelle in modo decente. Purtroppo invece ci sono proposte, articoli, che vanno in questa direzione (per non parlare, come vi ho accennato, dei futuri programmi). Ho già detto, e vorrei ripetere con forza, che al di là delle intenzioni degli autori qui siamo al livello della pura e semplice mistificazione: non si può parlare di quark, di colori, di QCD come si legge in giro, e dire che si sta facendo educazione scientifica: ne siamo lontani mille miglia...

Vorrei infine riprendere il discorso sull’uso ideologico della fisica moderna (che potremmo anche definire, tra parentesi, come quella che non s’insegna a scuola ...); qui a mio parere si chiarisce anche il problema del rapporto con la matematica, che è stato ripreso in diversi interventi.

Se ad es. parliamo di caos e sistemi non lineari, non possiamo fare un discorso scientificamente corretto se non abbiamo prima chiarito che cos’è il determinismo della fisica newtoniana, la cui radice sta nell’idea matematica di equazione differenziale. Il problema non è come risolvere l’equazione, ma far capire che cosa significa: questo non può essere sostituito da un calcolo numerico (che però può benissimo aiutare a capire). Solo se avremo fatto capire il determinismo, potremo seriamente porci l’eventuale obiettivo di mostrarne i limiti di validità pratici (instabilità delle equazioni, ecc.). Il che non ha niente a che vedere con

la frase fatta “i fisici capiscono solo i sistemi lineari,” oggi molto di moda, ma che detta così è una grossa sciocchezza.

In mancanza di ciò, un discorso sul caos si riduce spesso ad affermazioni fumose circa la nuova “scienza della complessità” contrapposta alla visione “superata” di un mondo descritto da leggi semplici; sulle “proprietà emergenti” dei sistemi complessi, sul “tutto che non è la somma delle parti,” sul “tramonto dell’ideale meccanicistico dell’assoluta prevedibilità,” sulla classica farfalla che “battendo le ali in Brasile influenza il tempo che farà qui domani” (quindi sarà meglio licenziare i meteorologi . . . e poi tutti i fisici . . . e poi?)

Parlo di uso ideologico, perché non posso fare a meno di domandarmi: “cui prodest”?