

INDICE

7 *Introduzione*

PARTE PRIMA

Che cos'è la Fisica oggi

- 13 1. Ambito, scopo e obiettivi generali
- 15 2. Il metodo scientifico: teoria ed esperimento
- 21 3. Relazioni e differenze con la matematica e l'ingegneria
- 23 4. I grandi capitoli della Fisica classica
- 25 5. La Meccanica Quantistica
- 26 6. I principali filoni di ricerca della fisica contemporanea
- 30 7. Le applicazioni della fisica
- 37 8. La fisica nei contesti interdisciplinari
- 42 9. Le prospettive della ricerca

PARTE SECONDA

Il mestiere di fisico

- 49 1. Ciò che un fisico deve prima o poi sapere, ovvero la struttura dei corsi di studio
- 55 2. Ciò che un fisico deve imparare a fare, ovvero gli scopi formativi
- 61 3. Un esempio importante: i *Fermi problems*
- 63 4. Ciò di cui un fisico può fare a meno
- 66 5. La mentalità del fisico
- 68 6. Gli sbocchi professionali

PARTE TERZA

Le conoscenze preliminari e la loro verifica

- 75 1. Competenze minimali preliminari all'accesso
- 77 2. Lo spirito e gli obiettivi delle prove d'accesso
- 79 3. La struttura e i contenuti delle prove
- 81 4. Il *Syllabus*
- 84 5. Che fare se non si supera la prova

PARTE QUARTA

- 89 **Test di ingresso per i corsi di laurea scientifici**
- 155 APPENDICE 1
Corsi di laurea in Fisica e Magistrale in Fisica e materie affini
in Italia
- 157 APPENDICE 2
Una raccolta di *Fermi problems*

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni sta attirando sempre maggior attenzione e sta assumendo sempre maggiore importanza il tema dell'orientamento per i giovani che, al termine della scuola secondaria, si avvicinano agli studi universitari. L'enfasi è oggi aumentata a seguito delle precise indicazioni ministeriali che impongono fin dalla fase ordinamentale la previsione di meccanismi di verifica dell'adeguatezza della preparazione iniziale per i ragazzi che vorranno iscriversi ai corsi di laurea riformati.

L'esperienza dimostra che esistono almeno tre distinti elementi di difficoltà che si incontrano comunemente nel processo di orientamento:

- la scarsa cognizione degli effettivi contenuti e delle possibili applicazioni delle differenti discipline, e in particolare dei loro più recenti sviluppi e tendenze, con l'immediata conseguenza di un'errata percezione dei potenziali sbocchi professionali che ciascuna scelta formativa potrebbe in seguito generare;
- la poca chiarezza sul tipo di attitudini, di competenze e soprattutto di atteggiamenti mentali richiesti per una buona riuscita in uno specifico ambito disciplinare;

- l'incapacità di individuare e prevenire le lacune formative che, quando poi si rivelano nel corso degli studi universitari, producono effetti devastanti sulla capacità di partecipare utilmente al processo formativo e generano quindi elevati livelli di abbandono e comunque forte rallentamento.

A partire da queste premesse abbiamo ritenuto opportuno predisporre un testo che, integrando l'imprescindibile azione di orientamento svolta dagli educatori ed affiancandosi ad essa, offra in forma compatta e leggibile informazioni e strumenti utili per il superamento delle tre tipologie di difficoltà sopra indicate:

- introducendo in modo ampio ma non nozionistico le tematiche che costituiscono l'oggetto delle ricerche che si svolgono oggi nell'ambito della fisica e negli ambiti interdisciplinari che coinvolgono tale scienza;
- chiarendo per quanto possibile quali siano le competenze richieste per un avviamento allo studio universitario della fisica e quali siano quelle che dovranno comunque essere acquisite fin dai primi passi di tale studio;
- infine analizzando criticamente e mediante esempi la struttura dei *test* di verifica della preparazione iniziale con l'obiettivo di un più preciso e mirato percorso di preparazione per quegli studenti che siano orientati verso lo studio universitario della fisica o comunque vogliano esplorare questa possibilità.

Destinatari del volume sono tre importanti gruppi di soggetti:

- gli studenti dell'ultimo e del penultimo anno delle scuole superiori che vogliono effettuare una scelta più consapevole del proprio percorso universitario e in particolare quelli che decidono di orientare nella misura del possibile la propria preparazione al fine specifico di superare agevolmente le prove d'ingresso ai Corsi di Laurea in Fisica e materie affini e non trovarsi privi delle competenze che saranno richieste

fin dall'inizio dei corsi stessi;

- i docenti degli ultimi anni della scuola media superiore che vogliono contribuire nel modo più aggiornato e consapevole all'orientamento preuniversitario dei propri allievi e in particolare aiutarli nella preparazione di cui al punto precedente;

- gli stessi studenti universitari neoimmatricolati che, alle prese con le difficoltà generate dalla propria scelta iniziale, vogliono cercare un approfondimento e un chiarimento delle proprie motivazioni e verificarne la compatibilità con le proprie attitudini, anche al fine di una rapida decisione tra un più convinto e finalizzato impegno nel campo prescelto e la scelta di riorientarsi, con la più piccola perdita di tempo possibile, verso differenti studi e verso professionalità più conformi alle proprie tendenze e aspirazioni.

Pisa, 31 marzo 2009

Enore Guadagnini,
Professore ordinario di Fisica Teorica

Paolo Rossi,
Professore ordinario di Fisica Teorica
Università di Pisa

5. Che fare se non si supera la prova

La prima cosa da fare, una volta noti i risultati della prova, quando lo studente ha a disposizione tutte le risposte corrette e può confrontarle con le proprie, dovrebbe essere in ogni caso, anche indipendentemente dal fatto che la prova risulti o meno superata, controllare in dettaglio le proprie risposte sbagliate, cercando di capire quale sia stato l'errore commesso e, soprattutto, quale dovesse essere il ragionamento che avrebbe portato alla risposta corretta. L'esperienza di chi ha insegnato a lungo mostra che, molto più spesso di quanto non si potrebbe a prima vista immaginare, nelle prove scritte gli studenti tendono a ripetere, anche a distanza di tempo, gli stessi errori che hanno già commesso in precedenza, perfino nel caso in cui la prova proposta nel secondo caso sia letteralmente identica a quella già sostenuta.

Lo studio accurato dei propri errori è sempre una premessa irrinunciabile per la realizzazione dell'obiettivo di non ripeterli. Aver dato una risposta sbagliata a una domanda di natura matematica o, più generalmente, relativa a una scienza esatta (per la quale la risposta corretta esiste sempre ed è caratterizzabile in modo non ambiguo) può significare soltanto due cose: o si ignorava una nozione essenziale (principio, legge o algoritmo) o si è commesso un errore logico, sbagliando il ragionamento.

Nel primo caso la comprensione del meccanismo che porta alla risposta corretta consente anche, e allo stesso tempo, l'apprendimento della nozione di cui si era privi (o di cui si era perso il ricordo), mentre nel secondo caso l'analisi logica del ragionamento è la chiave per l'identificazione di una debolezza metodologica che può comunque essere curata, una volta che se ne siano comprese le caratteristiche.

Ciò che si è detto fino a questo punto vale anche nel caso in cui la prova risulti superata, perché l'evidenza di una lacuna nella preparazione dovrebbe comunque fornire lo stimolo per un approfondimento, dal momento che la preparazione per il

test non è mai fine a se stessa, ma ha come obiettivo principale quello di portare lo studente a un livello di conoscenza e competenza tale da permettergli di seguire con profitto e senza perdite di tempo i corsi successivi e più avanzati.

Ma nel caso in cui la prova non sia stata superata ci si deve porre anche l'obiettivo più immediato di giungere quanto prima a un livello di preparazione sufficiente a superare la prova nella sessione successiva, condizione che in molti casi (quando non viene imposto allo studente un vero e proprio debito formativo da colmare seguendo appositi corsi e sostenendo uno specifico esame finale) rappresenta anche da un punto di vista burocratico il requisito necessario per essere ammessi a sostenere gli esami universitari.

A tal fine conviene effettuare, oltre all'analisi dei singoli errori, anche una sorta di sommaria "statistica" dei contesti in cui essi sono stati commessi. Spesso, se le carenze di formazione sono molto estese (come è presumibilmente il caso di chi non ha superato la prova) manca materialmente il tempo per uno studio o un ripasso generalizzato a tutti gli ambiti sui quali verte la prova. In questo caso, mentre si sarebbe tentati di "perfezionarsi" in ciò che si sa già, lasciando in qualche modo da parte ciò che si è meno studiato e capito, è invece opportuno concentrarsi sulle proprie carenze più gravi. Se, tanto per fare un esempio, il candidato ha sbagliato una gran parte dei quesiti di algebra e solo una piccola parte di quelli di geometria, è probabile che l'algebra gli appaia come una disciplina più ostica, ma è anche evidente che apprenderla meglio significherebbe mettersi in condizione di risolvere correttamente un numero molto maggiore di quesiti, mentre una miglior conoscenza della geometria, pur sacrosanta, non innalzerebbe di molto il suo risultato finale complessivo. A ciò va aggiunto quanto in parte già detto: lo studio dell'algebra (nell'esempio citato) non è fine a se stesso, ma serve a mettere lo studente in grado di seguire diversi corsi ai quali l'algebra è propedeutica, cosa che la sua attuale incompetenza invece non gli permetterebbe, mentre le compe-

tenze di geometria possedute, anche se non perfette, sono comunque presumibilmente sufficienti a consentirgli di seguire le lezioni.

Un altro elemento estremamente importante nell'affrontare il percorso preparatorio per il recupero di una prova mal riuscita consiste nell'individuazione del corretto metodo di studio. Dovrebbe a questo punto essere chiaro, soprattutto se si sono affrontati anche soltanto alcuni dei test che verranno presentati qui di seguito, che le prove d'accesso sono soprattutto finalizzate a verificare la capacità di fare, e non è tanto importante possedere il controllo "verbale" delle nozioni possedute quanto averne il controllo "mentale": in altre parole importa molto di più saper applicare le nozioni che possederle in modo astratto. Non è un caso che per l'ammissione ai corsi di Fisica si richiedano soprattutto, se non addirittura esclusivamente, competenze logico-matematiche: chi sa ragionare, e applicare ciò che ha imparato, anche se ha poche nozioni di Fisica potrà rapidamente apprendere molte altre, mentre chi ha in testa anche tante "informazioni" di Fisica ma non è in grado di completare un semplice ragionamento logico non potrà utilizzare quelle informazioni nemmeno per risolvere il più semplice dei quesiti.

Concretamente, tutto questo significa che il metodo di studio corretto è quello che accompagna l'apprendimento dei principi e delle regole con la pratica e l'esercizio costante. La maggior parte del tempo di studio dovrebbe essere dedicata alla soluzione di problemi, avendo a disposizione strumenti per il controllo dell'effettiva correttezza delle proprie soluzioni: questo punto non è marginale, perché non è raro che lo studente, affrontando un problema che gli pare di saper risolvere, maturi poi la convinzione che la sua risposta sia corretta e soprattutto completa e pertinente, anche quando in realtà non lo è, magari per un fraintendimento del testo.

Quando le circostanze lo permettono è molto utile il confronto tra compagni di studi, perché la probabilità che due o più individui commettano lo stesso errore, pur non essendo del

tutto trascurabile, è certamente minore del rischio di sbagliare lavorando da soli, e in più il tentativo di spiegare un concetto o una procedura a un'altra persona da un lato consente un approfondimento della propria comprensione, mentre dall'altro può essere rivelatore del fatto che il concetto che si vuole illustrare non è chiaro neanche a se stessi.

Un ultimo aspetto che merita di essere preso in considerazione riguarda i testi su cui studiare e il loro uso. Un testo scientifico deve essere di buona qualità: ne esistono parecchi, ma esistono purtroppo in circolazione anche materiali dozzinali, oppure testi divulgativi in cui si leggono molte chiacchiere, anche piacevoli, si ha l'impressione di apprendere cose importanti e alle frontiere della conoscenza, ma non si imparano i principi di base né tanto meno come si risolvono i problemi. Bisogna poi aver chiaro che un testo non è tanto migliore quanto più è "grosso", e anzi il rischio di disperdersi è molto maggiore per chi studia su volumi che pretendono di trattare in modo esaustivo e approfondito tutte le questioni che non per chi studia su un manualetto sintetico capace di toccare (però chiaramente e correttamente) solo i punti essenziali.

È importante anche capire che nessun testo va bene per tutti, e bisogna spesso provarne più di uno per trovare quello il cui linguaggio e i cui schemi analitici sono più vicini alla propria sensibilità e *forma mentis*. Anche in questo caso è importante fermarsi in tempo, perché leggere troppi libri diversi talvolta ha lo stesso effetto che non leggerne nessuno.