

PREFAZIONE DELL'AUTORE

E' importante conoscere qualcosa di significativo di fisica moderna? Per noi che siamo qui a scrivere queste dispense la risposta è certamente affermativa. Prima di tutto per la sua rilevanza culturale, perché essa ci fornisce una visione del mondo "moderna"; poi perché solo lei ci può dare alcuni strumenti per capire i principi sottostanti a moltissime applicazioni tecniche che ci circondano, dall'elettronica ai laser; inoltre, e questo vale soprattutto per insegnanti e studenti, perché lo studio della fisica moderna utilizza, e perciò rende più chiari, alcuni concetti fondamentali della fisica classica; e, in ultimo (e qui ci rivolgiamo essenzialmente agli insegnati) perché, come quasi ogni cosa che differisca dal solito modo di vedere le cose, affascina gli studenti e, perciò stesso, dispone loro ad una maggiore attenzione verso quanto spiegato (cosa che facilita enormemente l'apprendimento).

Ormai quasi tutti i manuali per la scuola superiore contengono una parte dedicata alla fisica moderna, non solo per imposizioni dovute ai programmi ministeriali e alle varie "sperimentazioni" ma anche per motivi di vero e proprio "buon senso". Fino a quando, infatti, si potrà ignorare nell'insegnamento la fisica "praticata" dagli scienziati negli ultimi decenni? Perciò, così come un'amministrazione pubblica deve adeguarsi agli sviluppi della società che vuole gestire, per evitare che una sua sclerotizzazione sia di impaccio alla vita civile, così la Scuola deve tenere conto degli sviluppi nelle discipline che insegna ai suoi studenti onde evitare di essere di impaccio allo sviluppo culturale del cittadino.

Le considerazioni qui esposte hanno come fondamento molti studi in didattica della fisica moderna. Tali studi hanno messo in luce la grande difficoltà degli studenti di scuola superiore ad affrontare alcuni dei principali aspetti concettuali della fisica quantistica, ad esempio il significato di quanto, la necessità di una descrizione statistica della natura, la struttura dell'atomo e quella del mondo attorno a noi. Non sorprende che anche molti allievi di corsi universitari di carattere scientifico abbiamo mostrato grandi difficoltà nella comprensione di tanti aspetti rilevanti di fisica quantistica e persino alcuni insegnanti di scuola superiore hanno mostrato di non avere un quadro coerente della fisica moderna e, di conseguenza, di avere difficoltà nel costruire una sua presentazione didattica che sia culturalmente significativa per gli studenti e, come ricaduta, per tutti.

Uno dei principali risultati degli studi su menzionati è che l'approccio "tradizionale", con l'uso di metodologie differenti per la presentazione della fisica classica e della fisica moderna, con i suoi approcci semiclassici un po' troppo *naïve* e tutto concentrato sulla cosiddetta "crisi" della fisica classica, causa facilmente profonde misconcezioniⁱ.

Per superare queste difficoltà, il materiale didattico oggi facilmente disponibile (libri di testo, CD rom, ecc.) spesso non è di immediata utilità perché conduce proprio a quel tipo di approccio che le ricerche indicano come poco adeguato. Comincia, invece, ad essere disponibile del materiale nato dalla ricerca in didattica della fisica quantistica in Italia e nel mondoⁱⁱ.

Alla base di queste dispense c'è la consapevolezza che esistono diverse possibilità per costruire un contenuto fisico in un determinato contesto disciplinare (a questo tipo di problematiche ci si riferisce spesso in letteratura con la locuzione "*model of educational reconstruction*"ⁱⁱⁱ). Anzi, in base agli obiettivi prefissati, la presentazione didattica può facilmente comportare ristrutturazioni disciplinari anche molto diverse da quelle "usuali".

Nel nostro contributo è fondamentale una ricostruzione che interpreti la fenomenologia per livelli di descrizione e che analizzi i modelli e le teorie che intervengono nella spiegazione dei fenomeni secondo tali livelli. Osserviamo, però, che condizione necessaria perché questo generi un processo didatticamente significativo, è che i modelli e le teorie presentati siano internamente coerenti, e questo non è per nulla banale.

Il nostro scopo è quello di fornire un supporto utile per costruire un quadro generale, finalizzato ad un ripensamento della fisica quantistica e del suo insegnamento. Come si intuisce facilmente, ciò indicherà alcune linee guida che saranno efficaci anche per un ripensamento della fisica classica. Perciò il nostro lavoro è indirizzato principalmente (ma non esclusivamente) agli insegnanti di fisica della scuola superiore ed ha lo scopo di stimolare una rilettura di argomenti e considerazioni tradizionali riguardanti la fisica quantistica, in modo da fornire alcuni strumenti per poter realizzare una proposta concreta di presentazione della fisica quantistica nella scuola superiore. Riteniamo, comunque, che questa dispensa possa essere anche uno stimolo per ripensare alcune delle nozioni tradizionali per coloro che, pur non essendo insegnanti sono affascinati da questa disciplina.

In anni recenti il gruppo di ricerca in didattica della fisica dell'Università degli Studi di Milano ha sviluppato un nuovo approccio alla didattica della fisica quantistica, nel quale ha grande importanza la descrizione e l'analisi di alcuni esperimenti, che sono vere e proprie pietre miliari, particolarmente utili per introdurre in modo chiaro alcuni aspetti fondamentali della teoria. Un punto centrale nel "razionale" della nostra proposta è che tali esperimenti vengano presentati in modo da introdurre per primi alcuni concetti fondamentali inerenti alla propagazione delle perturbazioni nei campi, poi ai campi quantistici e poi, solo in un secondo momento, passare all'introduzione della meccanica quantistica (e ad alcuni modelli semiclassici) come utile approssimazione per l'analisi e la soluzione di specifiche classi di problemi. Così, l'introduzione del concetto di quanto è posticipato fino a quando risulti necessario per l'interpretazione delle interazioni; la propagazione libera dei campi "materiali" è, invece, trattata per prima, in analogia a quanto accade nel caso delle onde elettromagnetiche classiche, quando si discute di ottica geometrica e di ottica fisica prima di parlare di fotoni. Ma di questo parleremo in maniera più diffusa e speriamo più chiara nel seguito.

Gli argomenti qui esposti non sono uniformi dal punto di vista della difficoltà di contenuto e di formalismo matematico, e neppure dal punto di vista del dettaglio con cui vengono presentati. Questo perché su questioni che si sono ritenute non sufficientemente conosciute si è pensato di fornirne un breve introduzione (è questo, per esempio, il caso dell'equazione d'onda per campi materiali "non quantistici") o perché, su alcuni argomenti che invece si suppone che siano ben noti (come l'effetto fotoelettrico), si è creduto opportuno fare un esempio di trattazione dettagliata per evidenziare la differenza tra la nostra presentazione e quella usuale. Su altri argomenti, invece, abbiamo dato solo dei cenni.

Questo lavoro nasce dalle lezioni tenute in alcuni corsi SILSIS-MI (Scuola Interuniversitaria Lombarda di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario-sezione di Milano) aventi finalità prettamente didattiche e, perciò, esso non ha in alcun modo un carattere sistematico per quanto riguarda i contenuti di fisica.

NOTE PREFAZIONE

ⁱ Ciò è ben evidenziato, ad esempio, dall'intero volume no 70.3 del marzo 2002 dell'*Am. J. Phys.*; ma gli studi in didattica della fisica moderna e alcune delle conclusioni qui riportate datano fin dall'inizio degli anni '90 del secolo scorso. Cfr. ad esempio: Kalmus P. "Particle Physics at A-level, The Universities' viewpoint", *Phys. Ed.* **27**, 62-64. Wilson B. "Particle Physics at A-level, a teacher's viewpoint", *Phys. Ed.* **27**, 64-65. Arons A. "*Guida all'insegnamento della Fisica*" capitolo 10 Zanichelli (1992). Mc Dermott L. "How we teach and how students learn. A mismatch?" *Am. J. Phys.* **61**, 295-298 (Guest Comment).

ⁱⁱ Per esempio, per citare solo l'Italia, e per quanto ne sa che vi scrive, particolarmente attivi su queste tematiche sono i gruppi di ricerca facenti parte delle università di Roma La sapienza, Torino, Trento e Udine; oltre, ovviamente al gruppo di Milano Statale di cui fa parte proprio chi scrive.

ⁱⁱⁱ Duit, R., Gropengießer, H., & Kattmann, U. "Toward science education research that is relevant for improving practice: The model of educational reconstruction", in H. E. Fisher (Ed) *Developing Standard in Research on Science Education*. London UK, Taylor and Francis (2005) 1- 9.