

L'insegnamento della fisica moderna al Liceo di Locarno

di Christian Ferrari*

Recentemente la Società Svizzera di Fisica ha nominato quale unico rappresentante nazionale al concorso indetto dalla Società Europea di Fisica AWARD for Secondary School Teaching 2009 il professor Christian Ferrari del Liceo di Locarno, che ha meritato la nomination per il

suo impegno nel promuovere la fisica moderna nella scuola media superiore. Nel contributo seguente, il professor Ferrari descriverà brevemente le sue attività didattiche che gli hanno valso questo significativo riconoscimento.

Sin dal mio arrivo al liceo, nel 2003, nell'insegnamento della fisica ho sempre avuto l'obiettivo di spaziare da Galileo ai giorni nostri, aggiungendo così al programma tradizionale un secolo di scoperte scientifiche, partendo dal presupposto che il liceo, in quanto scuola di cultura generale, dovrebbe promuoverla anche nell'ambito scientifico; in quest'ottica, le rivoluzioni all'origine della fisica moderna ne sono un esempio significativo. Nell'attività didattica ho affrontato le sfide della fisica moderna in due ambiti: 1) l'opzione specifica "Fisica e applicazioni della matematica" (FAM) e l'opzione complementare "Fisica" (OC); 2) il lavoro di maturità.

Temi di fisica moderna affrontati nei corsi FAM e nell'OC

(a) *Relatività ristretta*: partendo dal principio di relatività galileiana, si sviluppa il percorso storico che ha portato ai postulati di Einstein, mettendo in evidenza la rottura epistemologica con la meccanica newtoniana; sono discussi poi i concetti fondamentali della relatività ristretta e alcuni dei suoi test sperimentali moderni.

(b) *Il mondo subatomico*: si presentano alcuni aspetti della fusione e della fissione nucleare, anche in relazione con l'equivalenza massa-energia di Einstein, e si illustra il mondo delle particelle elementari basato sul Modello Standard.

(c) *Fisica quantistica*: questo capitolo rappresenta una vera novità nell'insegnamento della materia. Si inizia con una sintesi della fisica classica e dei suoi fondamenti epistemologici: determinismo, compatibilità, ruolo della misura e concetto di stato del sistema; concetti questi che si mettono quindi a confronto con il mondo dei fenomeni quantistici così da evidenziare il loro cambiamento di statuto o il loro abbandono. Dopo una breve presenta-

zione in prospettiva storica, si studia l'esperienza di Stern-Gerlach quale esempio di un sistema che non può essere interpretato classicamente. Questo permette di introdurre la struttura di qualsiasi teoria fisica nel quadro della fisica quantistica: osservabili, stato, evoluzione temporale. Il ricorso a questa terna unificatrice, già utilizzata nell'ambito della fisica classica, permette una transizione naturale al mondo quantistico, transizione ben percepita dagli allievi. Lo studio del sistema spin $\frac{1}{2}$ e delle interferenze a singola particella con l'interferometro di Mach-Zehnder mostra le idee principali di incompatibilità, delocalizzazione e stati di sovrapposizione. Questi sistemi, con le dovute estensioni, permettono infine di spiegare le correlazioni quantistiche, il teorema di Bell, l'esperienza di Aspect e i concetti chiave di entanglement e non località.

Giova osservare che l'insegnamento della fisica moderna nell'ambito dell'opzione specifica FAM, per sua natura interdisciplinare, risulta favorito, perché può contare su un background in matematica solido.

Lavori di maturità

Nel contesto dei lavori di maturità, gli allievi sono spesso confrontati con temi di fisica quantistica moderna e teoria della relatività; nella loro motivazione gioca evidentemente un ruolo importante la proposta di argomenti legati a recenti scoperte scientifiche. Ad esempio è stato studiato il "paradosso" Einstein-Podolsky-Rosen, il problema della non località, il teletrasporto quantistico e gli sviluppi dell'informazione quantistica con la crittografia e il quantum computer. Fra gli argomenti di ricerca degli allievi anche alcune applicazioni della relatività generale, quali i buchi neri, i modelli cosmologici dell'Universo oppure il sistema di navigazione GPS.

Dalla mia esperienza, anche sulla scorta dei risultati del progetto di sede *L'insegnamento della fisica quantistica nel corso FAM*, la fisica moderna affascina gli allievi in particolar modo per il suo carattere spesso "controintuitivo". A tal proposito, a mo' di conclusione, mi paiono significative le parole di un'ex-allieva del corso FAM 2005-2007, che mettono in luce, tra l'altro, i vantaggi didattici dell'insegnamento della fisica moderna:

"A proposito della fisica moderna... Ciò che mi ha colpita maggiormente sono i suoi risultati assolutamente non intuitivi come per esempio l'esistenza di grandezze incompatibili. Quando l'ho "scoperto" mi sembrava assurdo, ma allo stesso tempo mi ha fatto capire che la teoria fisica evolve in modo imprevedibile e sorprendente. Ciò, tra l'altro, mi ha convinta definitivamente a proseguire gli studi in fisica. Bisogna poi riconoscere che l'apprendimento della fisica moderna ha anche numerosi vantaggi didattici; per esempio mi ha mostrato lo stretto legame tra la fisica e la matematica. Durante il primo anno di politecnico ho potuto approfittare, a differenza della maggior parte dei miei compagni, di questo insegnamento e vedere perché e dove la teoria matematica è utile per interpretare la Natura" (Alba Grassi, studentessa iscritta al terzo anno di fisica all'EPFL).

* Docente di fisica presso il Liceo cantonale di Locarno