

**Leonardo
Colletti**

*Liceo Classico
"Carducci", Bolzano,
Libera Università
di Bolzano*

Valore e attualità dell'insegnamento della fisica

(Pervenuto il 18.07.03, approvato il 5.10.03)

ABSTRACT

What is really at the core of science education? What should every student remember about physics once he/she has left high school? We stress the importance of a basic knowledge and clear understanding of the scientific method as well as the cultural insight, the philosophical heritage and the bridging role of physics in the contemporary society. Teachers are invited to introduce physics to students as a master means of rational dealing with the world.

Introduzione

“Ma io cosa ci faccio qui?": no, non è Chatwin in Patagonia ma, di fronte alla superficie della lavagna è quasi con lo stesso spirito che periodicamente spunta un “Prof, ma cosa mi serve sapere la matematica?”. A quale insegnante non è capitata questa domanda? Tra le risposte più comuni, si va dal “non farti imbrogliare quando fai la spesa” (il prof. deamicisiano) al “per essere promosso” (il prof. cinico- o il realista). Facile buon umore a parte, questa domanda non solo è legittima, ma è anche segno di intelligenza da parte dell'alunno, che si aspetta che la scuola gli fornisca strumenti per muoversi più facilmente in società e che si trova invece a studiare formule e numeri che gli sembrano quanto di più distante ci possa essere dal “mondo là fuori”. Dunque, perché insegnare lunghe equazioni quando poi, fuori dall'edificio scolastico, il discente si troverà a dover giudicare e votare un programma elettorale, a trovare un lavoro, a dichiarare le tasse, a muoversi nella società che cambia e tante altre cose? Credo – spero – che ogni insegnante dentro di sé non sia soddisfatto delle risposte date sopra e coltivi ben altre sensazioni a proposito dell'importanza del suo ruolo di docente. Dove sta allora l'utilità delle discipline scientifiche?

La questione sull'utilità di una disciplina scolastica appare essere oggi più che mai il paradigma all'interno del quale si disputa la programmazione dell'offerta educativa: di recente infatti si è puntato su materie come l'informatica e l'inglese in nome della loro diretta fruibilità nel mondo del lavoro e della globalizzazione delle società e dell'economia. Come espressione della stessa filosofia, materie come greco e latino percorrono il viale del tramonto. Da questo punto di vista la scuola si fa più nozionistica e neutrale che mai. Osiamo un'ipotesi di lettura: le civiltà antiche e le loro lingue portatrici di valori, la matematica e l'osservazione scientifica fine a sé stessa trovavano spazio nella scuola che formava i “caratteri”, le “persone”. In una società con l'aspirazione (utopistica) della “laicità” e neutralità dei valori, la scuola forma l'“individuo”, cioè fornisce le forme, ma non i contenuti, e guarda con sospetto i “valori” (lasciando passare indiscusso quello dell'utilitarismo).

Da una parte, ci si aspetterebbe allora che in questo accentuare la forma e i veicoli del sapere (l'informatica, le lingue) proprio la “forma” del pensiero scientifico dovrebbe trovare un posto di assoluto primo piano, ma così non è. E questo mostra come si tenda, a cominciare “dall'alto”, ad ignorare la vera ricchezza della scienza, che è il suo metodo, e a ridurla ad insieme di concetti e formule astratte. Non si può allora stupirsi se poi lo studente all'uscita dal percorso formativo ricorda la legge di gravità (se è bravo) ma difficilmente sa argomentare a proposito del metodo di ricerca che porta alla sua enunciazione. Insomma, “students are taught what to think but not how to think”¹, come commentano gli autori del rapporto annuale sull'educazione scientifica nelle scuole statunitensi. In questo senso la fisica è spacciata nella concorrenza con le altre discipline: il suo valore sta infatti nel metodo, e il metodo scientifico non è neutrale, ma portato-

re di un valore preciso: la razionalità, l'indagine critica, l'ideale, per lo meno regolativo, del vero. Nella scuola delle forme, l'insegnamento della fisica rischia di sparire per l'ostinato e tradizionale riferimento ai contenuti (le leggi fisiche) che se ne fa, a scapito di ciò che la disciplina ha veramente da insegnare al futuro cittadino, ovvero il suo metodo.

Nel seguito cercherò di fornire un ventaglio di plausibili risposte sul perché della fisica a scuola e del suo fondamentale ruolo nel formare i futuri cittadini. Abbozzerò inoltre una critica di quel che manca o è spesso messo in secondo piano nell'insegnamento tradizionale delle materie scientifiche, sperando di suscitare qualche commento e magari un ampio dibattito, non solo tra gli addetti ai lavori.

Discutere il metodo scientifico

È mia convinzione che l'essenza dell'apprendimento scientifico che deve accompagnare uno studente nella sua vita dopo la scuola risieda nell'essere consapevole del metodo scientifico: non rimasugli di formulari di cui non si ricorda se nella frazione che definisce la velocità il tempo vada "sopra" o "sotto", non facili assonanze fini a sé stesse come "azione e reazione" e ancor meno un più o meno vuoto "tutto è relativo", ma capacità di definire un problema e di analizzare pro e contro di possibili soluzioni. Purtroppo la comprensione dell'atteggiamento critico che guida lo sviluppo delle teorie scientifiche non è direttamente ricercata nell'insegnamento e nei programmi risulta sovente solo il primo passo, come una sorta di introduzione verso il mondo della scienza, insomma come qualcosa che si dice nella prima ora di lezione tanto per ammorbidire l'introduzione della nuova materia che sarà poi costituita invece di ostiche formule con lettere greche e numeri. Io ritengo invece che il metodo sia il fondamento stesso della scienza, la forma e insieme il suo contenuto di maggior rilevanza, ed andrebbe continuamente richiamato ed esplicitamente sottolineato negli anni del percorso formativo. Nelle aule scolastiche non si fa abbastanza per diffondere lo spirito della scienza, che nella mente di numerosi studenti finisce per sembrare una attività riservata a strani personaggi da laboratorio, quando è invece un procedimento alla base dell'evoluzione stessa della vita. Ci sono vari aspetti della vita quotidiana che traggono beneficio da un approccio critico e disposto ad imparare dagli errori. Ad esempio imparare che, quando magari si sarebbe orientati a tirare una cifra a caso per problemi che paiono fuori dalla portata delle nostre conoscenze, si possono per lo meno stimare delle grandezze e ragionare. L'Italia ha avuto un grande maestro, anche in questo, nella figura di Enrico Fermi. Nelle riviste di divulgazione popolare capita talvolta di leggere dei "problemi à la Fermi": quanti accordatori di pianoforte ci sono a Chicago? Come misurare l'altezza di una torre con un cronometro e un sasso?— sono solo esempi di situazioni sulle quali possiamo azzardare una risposta ragionevole invece che sparare una cifra a caso: anche se non sappiamo formule o non abbiamo dati precisi. Questo è un aspetto molto generale di cui la scienza è maestra e che la scuola spesso ignora. È necessario che uno studente sia in grado di tentare una soluzione di problemi simili senza lasciarsi sopraffare dalla sensazione di non potere perché non sa le formule, cadendo nell'inganno del nozionismo. È importante che egli sia in grado di ricercare una risposta in maniera critica anche se ha dimenticato la formula esatta, o se quella parte di programma è oramai lontana. Anzi è fondamentale che lo studente impari lui stesso a formulare un problema. Nel tentare la formulazione e la risoluzione di problemi si incentiva la creatività e si stimola lo studente a mettere alla prova le sue stesse congetture, a testarne la ragionevolezza. Bisogna imparare a formulare un problema riducendolo ai minimi termini e poi inventarsi

delle formule e vedere se funzionano, andando per approssimazioni successive. Un altro utile esercizio è l'analisi dimensionale. Indice dell'atteggiamento nozionista (dello studente, bisogna dire, prima che del professore) è tipicamente l'esercizio in cui mezza classe trova la soluzione di una lunghezza espressa in kilogrammi, senza fare una piega. C'è tutta una ricchezza nelle discipline scientifiche che manca nel loro insegnamento e nella loro ricezione da parte degli studenti e se ci pensiamo è quel che si potrebbe dire "formare delle coscienze": è nelle materie scientifiche che si veicola la capacità delle persone di essere capaci di pensare con la propria testa.

La portata culturale

C'è una portata culturale affascinante nel mondo della scienza. Se la cultura accademica italiana ha sofferto della distinzione tra cultura e scienza, la prima generalmente ritenuta su un gradino più in alto della seconda, la colpa è anche degli "scienziati". Ci sono almeno due modi di guardare alla portata culturale della scienza. La prima è il suo legame con la tecnica e con il mondo che cambia.

Ci sono cose di cui uno studente è circondato e la cui ragione di esistere è fondata nel lavoro svolto dai fisici anni addietro. La radio, la televisione, il laser, il computer. Il loro fondamento sono l'elettromagnetismo, l'ottica, la meccanica quantistica. Eppure quante volte da insegnanti ci si è detti "purtroppo con il programma che ho non ci si arriva!?" Questo è un peccato ed una contraddizione: che senso ha offrire allo studente i dettagli matematici del teorema di Gauss se poi lo si rimanda a casa all'oscuro di cosa siano le onde elettromagnetiche perché non ci si è arrivati col programma? Di più, lo studente è oggi bombardato di informazioni e certamente non lo sconsigliamo dal seguire una puntata di "Quark" in televisione solo perché non riteniamo che abbia ancora le basi sufficienti. La scuola non dovrebbe rinunciare alla divulgazione scientifica. Se, al di là del metodo, è i contenuti che vogliamo dare, tanto vale fare riferimento a cose concrete prima che a formule. Vorrei esortare dunque i colleghi a tagliare i rami secchi dei programmi (secchi ai fini di una educazione di base) e a puntare alla concretezza dell'informazione. Sulla questione della divulgazione, si potrebbe inoltre adottare, analogamente a quanto fanno i docenti di lettere, un testo monografico (uno dei vari ottimi testi in circolazione, da Stephen Hawking a Martin Rees) da leggere ed insegnare a leggere con giusta prospettiva agli alunni: è importante, solo per fare un classico esempio, che laddove l'autore parlerà dell'"elettrone dotato di spin" come di "una pallina che trottola", si sottolinei il "come" e il valore dell'immagine come quello di una analogia, di un modello esplicativo temporaneo, e non di essenza della cosa. Oppure si potrebbe dedicare un'ora alla settimana alla lettura di qualche articolo divulgativo, approfittando dell'occasione per parlare di argomenti affascinanti, di cui probabilmente non si avrà mai occasione di parlare a causa di un'ingombrante programma.

Il secondo aspetto della portata culturale della scienza risale al suo vecchio ruolo di "filosofia naturale", ovvero di ricerca di risposte complementari a quelle filosofiche o teologiche ai grandi quesiti dell'uomo di tutte le epoche. Anche qui la scuola perde una grande occasione. La prima è collegare il metodo scientifico alla discussione filosofica. Personalmente sono stato spinto alla scienza più dal professore di filosofia del liceo che mi avvicinò a Popper, che dall'insegnante di fisica sempre molto preoccupata della formula e dei numeri. Sarebbe bene proporre alcuni testi di filosofi della scienza come Popper, Kuhn e Lakatos. In particolare penso alla critica dell'astrologia in "Congetture e confutazioni" di Karl Popper. Non per prendersela con la pseudoscienza di per sé, come lo stesso filosofo austriaco tiene a sottolineare, ma per imparare a distinguere l'approccio

critico e razionale dalle altre manifestazioni del pensiero. Altrettanto interessanti e ricche di spunti, e scritte con uno stile non eccessivamente filosofico, sono le pagine di Percy Bridgman, ad esempio laddove illustra il concetto di “definizione operativa” delle grandezze fisiche.

A livello di contenuto, la fisica di base può affiancarsi alla filosofia nel ricercare risposte alle grandi domande. Ad esempio, si può accennare ad usare il principio zero della termodinamica, oppure il secondo principio, per portare buoni argomenti alla congettura che l’universo non abbia un passato infinito: se così fosse, dovremmo vivere in un mondo a temperatura uniforme (è la nota dimostrazione di Hawking della finitezza temporale dell’universo).

L’altro aspetto affascinante è la vicinanza alla religione. Il confronto tra queste due branche del sapere può essere un modo insolito ma fruttuoso di imparare la storia moderna e contemporanea. Non ci sono solo le sottigliezze del processo a Galileo (talvolta banalizzato, mentre meriterebbe una istruttiva prospettiva storica), ma anche alcune vicende contemporanee o di attualità, come ad esempio la “facenda Scopes”, il coraggioso insegnante del Tennessee che si fece paladino della libertà di insegnamento delle teorie scientifiche di Darwin negli anni Venti. Il confronto tra scienza e religione è uno dei grandi affascinanti problemi ed è oltremodo attuale nel mondo “globalizzato” di oggi, e potrebbe essere interessante proporlo in classe, non per dare risposte, ma per imparare a formulare il problema, la portata e i metodi delle due discipline, con beneficio di entrambe: tutto sommato scienza e religione condividono il tentativo di capire il mondo.

Su questo fronte occorrerebbe anche fare attenzione a non cadere in un facile scientismo, cioè la fede cieca e dogmatica nella scienza: il peggio che si possa fare a scuola, direbbe proprio Popper, è educare al mito dell’infallibilità. Occorrerebbe quindi insegnare ad azzardare delle teorie con umiltà e apertura al contraddittorio, per poi metterle alla prova e trovare i limiti della propria conoscenza in modo da migliorarla.

Il piacere di sapere

Fin qui ho evidenziato quelli che tutto sommato sono aspetti utilitaristici dell’imparare la scienza: assimilare il metodo scientifico e l’attitudine mentale a risolvere problemi sono, oltre che schemi di pensiero affascinanti, tecniche per affrontare la complessità dell’esistenza. Ma c’è un aspetto della scienza e della matematica assolutamente inutile da questo punto di vista ed è quello del sapere fine a sé stesso. Saper trasmettere almeno un pizzico di questo atteggiamento disinteressato nei confronti dello studio è una sfida per l’insegnante moderno.

Victor Weisskopf, uno dei padri della fisica nucleare, nonché eccellente pianista per hobby e incoraggiatore di una didattica più verace, era solito ritenere che per fortuna ci sono la meccanica quantistica e la musica classica per confortarsi dagli altri problemi della vita². Ecco, quanti studenti sono efficacemente esortati oggi, non a tutti i costi alla meccanica quantistica, ma in generale, al piacere intellettuale profondo? È necessario avere insegnanti entusiasti della loro materia. E forse l’entusiasmo andrebbe incentivato con il coinvolgimento dei docenti in varie iniziative (non ultima la possibilità di ottenere congedi per motivi di aggiornamento o ricerca) e un miglior riconoscimento sociale (ad esempio, anche i bidelli hanno il loro stanzino privato all’interno della scuola, i docenti di solito si accontentano di un armadietto).

Una scuola dove ci si reca per il piacere di conoscere non è più un luogo noioso da sopportare per qualche ora al giorno dove “si danno risposte non chieste a problemi non sentiti” (Popper), ma un privilegio e un’occasione di scoperta quotidiana di nuovi orizzonti.

Essere cittadini responsabili

Il noto sociobiologo americano E.O. Wilson ritiene che «quanto saggiamente una politica sia scelta dipenderà dalla facilità con cui un pubblico istruito, non solo gli intellettuali e i leader politici, potrà pensare su etica, biologia, scienze sociali, politica ambientale»³ in buona compagnia dello scrittore di fantascienza H.G. Wells che ebbe a dire che «il pensare in termini statistici un giorno sarà altrettanto necessario, per una cittadinanza efficace, dell'abilità di leggere o scrivere».

Quel giorno forse è venuto, ma l'insegnamento della fisica è per lo più ancora lontano dal far sua una più adeguata disposizione didattica. Commentando il classico atteggiamento dell'insegnante di fisica, Imre Lakatos denunciava che: «così presentata la conoscenza appare costituita da sistemi infallibili che si imperniano su quadri concettuali che non sono soggetti a discussione» e concludeva amaramente che «l'educazione scientifica [...] è degenerata in un addestramento scientifico. Non c'è da meravigliarsi che essa deluda le menti critiche»⁴.

Scienza e democrazia condividono il loro fondamento, che è quello di essere aperte alla contraddizione e al superamento di posizioni prestabilite e indiscutibili. Un regime totalitarista richiede appoggio e fede incondizionata nei suoi principi e non permette contraddizioni, che vengono eliminate con spargimento di sangue. Al contrario, la legge dell'inverso del quadrato non si basa su un atto di fede nella persona di Newton, ma su fatti ripetibili: chi vuole, quando vuole, può mettere in discussione la gravitazione universale e provare ad elaborare una teoria migliore. La scienza, con la sua capacità di essere liberamente disponibile all'indagine di chiunque, rappresenta un meraviglioso addestramento alla democrazia, alla modestia, alla libertà di pensiero.

- Note**
- ¹ Trad. "Agli studenti viene insegnato cosa pensare, non come pensare", W.R. WALKER, S.J. HOEKSTRA, R.J. VOGL, "Science Education is No Guarantee of Skepticism", *Skeptic*, 9, 3, 24-27 (2002).
 - ² K. GOTTFRIED, J.D. JACKSON, "Mozart and Quantum Mechanics: An appreciation of Victor Weiskopf", *Physics Today*, 56, 2, 43-47 (2003).
 - ³ E.O. WILSON, *Consilience: the Unity of Knowledge*, Random House, 1998, p. 24 (trad. mia).
 - ⁴ I. LAKATOS, *La metodologia dei programmi di ricerca scientifici*, EST Mondadori, Milano, 2001, p. 164.

Un'analogia. Chi a cento metri di profondità sotto la contea di Gex, non lontano da Ginevra, ha visto quello che a tutt'oggi è il più grande acceleratore LEP, impostato cioè per produrre la collisione di elettroni e positroni, non dimenticherà facilmente lo spettacolo. I quattro rivelatori cilindrici grandi come case – ALEPH, DELPHI, OPAL e L3 – in cui sono state registrate, misurate, vagliate ed elaborate milioni di collisioni di particelle subatomiche, si levavano in enormi caverne. Quegli ambienti sotterranei evocavano la navata centrale di una cattedrale, anche se erano riti e misteri di tutt'altra specie quelli di cui i loro sommi sacerdoti si occupavano.

"È un'analogia che viene spontanea", mi ha detto Christopher Llewellyn-Smith, l'allora direttore generale del CERN. "È evidente che il nostro progetto ha una dimensione spirituale. Ha a che fare con la nostra sensibilità, con la questione relativa alla nostra collocazione nell'universo. Noi lavoriamo attorno a nuove forme di energia e di materia, e con gli elementi fondamentali di cui consistiamo". I pragmatici potrebbero forse giudicare un lusso queste ricerche, perché non rendono alcun utile immediato concreto. Però non è questo il loro scopo. La domanda sarebbe fuori posto, esattamente come lo sarebbe nel caso di un duomo. "A uno dei miei colleghi è stato chiesto una volta, da un deputato del Congresso, in che cosa la sua scienza contribuisse alla difesa degli Stati Uniti, e lui ha risposto: *In niente. Contribuisce tutt'al più a far sì che questo paese abbia qualcosa da difendere*".

H.M. Enzensberger, *Gli elisir della scienza*, Einaudi, 2004