

## QUALI CONDIZIONI PER UN INSEGNAMENTO SCIENTIFICO

### SIGNIFICATIVO?

CARLO FIORENTINI

*Presidente CIDI Firenze*

#### 1. Quali sono i risultati dell'insegnamento scientifico?

Durante i lavori del gruppo di scienze della commissione De Mauro<sup>1</sup>, nel gennaio 2001, discutendo animatamente, avanzammo, nella prima fase, proposte e riflessioni divergenti su quasi tutto, tranne che su 2 o 3 aspetti; uno di questi, su cui l'accordo fu unanime, fu la valutazione sullo stato dell'insegnamento scientifico usuale. Queste sono le considerazioni che vennero scritte nel documento finale del sottogruppo scientifico: «Si constata, tuttavia, sia nella popolazione adulta che tra i giovani, un sempre più diffuso *analfabetismo scientifico*, rinforzato da una profonda demotivazione all'approfondimento e alla partecipazione. Non si tratta solo di preoccupanti carenze logico-linguistiche, ma anche di un'evidente incapacità di orientamento culturale di base in ambito scientifico, che spesso degrada in atteggiamenti superficiali ed ingenui».

Considerazioni analoghe erano state fatte, negli anni precedenti, da molti esperti, sulla base di ricerche sulle conoscenze scientifiche, che avevano evidenziato che molti studenti di 19-20 anni, dopo molti anni di insegnamento scientifico, continuano ad utilizzare soltanto le loro conoscenze di senso comune; e continuano a condividere, su molti aspetti, concezioni di tipo prescientifico<sup>2</sup>. Come può essere spiegata questa drammatica situazione?

Pensiamo che la causa fondamentale vada ricercata nell'impostazione formalistica e specialistica dell'insegnamento scientifico prevalente in tutta la scolarità preuniversitaria [ 4 ]. È un insegnamento deduttivistico, addestrativo, basato sulla bignamizzazione [ 8 ], sempre più spinta man mano che si scende ai livelli scolari iniziali, dei manuali del primo anno di università. Da tempo memorabile sono stati indicati i profondi limiti di questa impostazione, sia dal punto di vista pedagogico-psicologico-didattico che sul piano epistemologico-culturale.

#### 2. La scienza come dogma

In riferimento agli aspetti culturali, è stata evidenziata da molti, e da moltissimo tempo, la visione dogmatica, banalizzante e riduzionistica presente in questo insegnamento:

Ogni generazione, quindi, esce dalla scuola con l'idea che la scienza sia un fatto certo, un tessuto di teorie assolute e invulnerabili, dietro alle quali c'è solo una preistoria di errori, e il cui futuro sarà dato forse soltanto da sempre migliori

applicazioni. In sostanza, l'educazione manualistica della scienza distrugge l'idea che la scienza è una realtà storica, *inculca* l'immagine di una scienza dogmatica. Ed è così che la più antidogmatica tra le attività umane, vale a dire la ricerca scientifica, diventa il supporto del dogmatismo ideologico; la scienza è il frutto di discussioni ininterrotte, di polemiche e di controversie, di fantasie ardite e di critiche severe, e tuttavia quanti, attraverso l'immagine della scienza tratta dai loro manuali, desiderano, per esempio, imporre la loro ideologia, diranno (come dicono) che la loro ideologia è scientifica; intendendo con ciò che la loro ideologia è indiscutibile e incontrovertibilmente vera, proprio ... come la scienza [3, p. 27].

Watkins [20, p. 102] aveva osservato che il libro di Kuhn *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* conteneva nella scelta del linguaggio molti suggerimenti, alcuni espliciti, altri impliciti, di un significativo parallelismo tra la scienza e la teologia. Kuhn aveva infatti sottolineato il carattere essenzialmente dogmatico dell'insegnamento scientifico: «Si tratta di un'educazione rigida e limitata, forse più rigida e limitata di ogni altro tipo di educazione, fatta eccezione per la teologia ortodossa» [16, p. 199]. Kuhn, tuttavia, ne aveva anche indicato la sua funzionalità per la formazione scientifica necessaria per operare all'interno di una determinata tradizione: «Lo scopo di un manuale è fornire al lettore, nella forma più economica e facilmente accessibile, le proposizioni di ciò che la comunità scientifica contemporanea pensa di sapere e le principali applicazioni alle quali questa conoscenza può essere dedicata» [17, p. 249].

Considerazioni sul ruolo nefasto dell'impostazione dogmatica dell'insegnamento scientifico sono state effettuate da molti altri epistemologi, storici della scienza e scienziati; ci limitiamo a ricordare, fra i molti, Schwab [19], Holton [15], e più recentemente le riflessioni di Reale [18, p. 374] e Bernardini durante i lavori della Commissione dei Saggi, istituita dal ministro Berlinguer nel 1997. Le considerazioni di Bernardini possono essere sintetizzate da queste sue parole: «L'insegnamento delle scienze della natura, così come è ancora oggi, non mostra alcuna parentela stretta con forme generali del pensiero razionale» [18, p. 252].

Questa impostazione è una conseguenza di scelte culturali ideologiche specifiche di tipo dogmatico o la conseguenza di una determinata concezione dell'insegnamento scientifico consistente nel considerarlo soltanto come l'enciclopedia sistematica delle conoscenze (fatti, esperimenti, legge, teorie) attualmente ritenute significative e vere? Ora, dovrebbe a tutti essere evidente che le motivazioni di questa impostazione non stanno generalmente in motivazioni coscientemente dogmatiche, ma in una concezione aculturale e funzionalista del sapere scientifico, in una scelta delle comunità scientifiche di concepire il sapere scientifico in modo non umanistico, non come uno degli strumenti culturali necessari per la formazione alla cittadinanza, ma soltanto funzionale alla formazione e selezione dei futuri ricercatori. Ma l'assenza o la presenza di cultura scientifica nel cittadino medio non è senza implicazioni con la sua cultura generale e con la sua partecipazione responsabile alla vita delle società democratiche. Ciò è indicato in modo chiaro nel Libro Bianco della CEE del 1995 [12, p. 309].

### 3. Il mito dell'insegnamento scientifico contenutisticamente aggiornato

La ricerca scientifica produce in modo sempre più accelerato nuove conoscenze e nuove teorie sempre più concettualmente raffinate e formalmente elaborate. Anche in Italia è molto diffusa la consuetudine di aggiornare i manuali e l'insegnamento con conoscenze dichiarative attinenti a queste conoscenze più recenti; si va dal Big Bang ai buchi neri, dalle manipolazioni genetiche a molte problematiche ambientali. In alcuni casi, le motivazioni sociali e culturali che guidano queste scelte non possono che essere condivise dal punto di vista teorico, ma ciò non è sufficiente per includere questi argomenti nel curriculum se i risultati formativi che si ottengono sono poi in contraddizione con quelle motivazioni. Scelte di questo tipo vengono effettuate spesso anche nella scuola di base.

Arons, in uno dei migliori libri di didattica della scienze pubblicati negli ultimi cinquant'anni, si chiede, riferendosi addirittura ai corsi universitari, quale significato formativo possano avere: 1) lezioni dove si parla di fisica delle alte energie con l'incomprensibile gergo fatto di quark, gluoni, stranezza, ecc., con studenti che non hanno ancora una comprensione adeguata di concetti, quali accelerazione, massa, forza, energia; 2) lezioni di astronomia dove si tratta di nucleosintesi stellare, pulsar, quasar e buchi neri con studenti che non sono in grado di spiegare perché crediamo che la Terra ed i pianeti ruotino intorno al Sole; 3) lezioni su DNA, biologia molecolare e struttura dei geni con studenti che non sanno come le diverse sostanze vengono definite e riconosciute, che ad esempio non hanno alcuna idea di che cosa si intenda, dal punto di vista operativo, con le parole 'ossigeno', 'azoto', 'carbonio'.

Queste lezioni «sono inutili nel migliore dei casi, e nel peggiore dei casi dannose, dal momento che non c'è abbastanza tempo per affrontare le domande del tipo *Come facciamo a sapere ...? Perché crediamo che ...?* Non è possibile che un flusso di parole incomprensibili possa creare una cultura scientifica; semplicemente esso aggrava il problema che stiamo tentando di risolvere» [5, p. 373]

Arons non nega, tuttavia, l'importanza educativa che possono avere alcune problematiche più connesse alla contemporaneità, ma a condizione che gli studenti ne comprendano i fondamenti scientifici che ne stanno alla base.

Se invece le questioni si affrontano *senza* un'adeguata comprensione della scienza che ne sta alla base, come purtroppo viene spesso fatto, l'iniziativa diventa speciosa. Gli studenti sono indotti nell'errore di pensare di aver compiuto un'indagine e di possedere una conoscenza dei problemi mentre, in effetti, si sono limitati ad usare dei termini tecnici di cui non comprendono il significato, e hanno avuto a che fare solo con generalizzazioni vuote, prive di sostanza e di un'autentica riflessione. In questi casi sono stati incoraggiati in maniera insidiosa ad abbracciare l'idea fin troppo diffusa, secondo cui 'ogni opinione è valida quanto ogni altra' [5, p. 385].

Mi sembra che l'onestà intellettuale dovrebbe richiedere che gli studenti acquisiscano una certa comprensione genuina dei concetti, delle teorie, e

delle scoperte scientifiche alla base del grande problema specifico che stiamo esaminando, e non devono essere incoraggiati a discorrere in maniera vuota di argomenti che essenzialmente non capiscono. Con studenti che già posseggono il retroterra concettuale necessario è possibile discutere subito di questi argomenti. Ma con studenti privi di idee su che cosa significhi 'energia' (molti la considerano un qualche tipo di sostanza materiale) [...]. Con studenti che non hanno alcuna base per credere al fatto che la struttura della materia sia discreta (conoscendo solo una successione di nomi, come 'atomo', 'molecola', 'nucleo', 'elettrone', presentati loro attraverso delle dichiarazioni senza alcuna esame di qualche prova sperimentale, di qualche ragionamento che servano a spiegare il significato dei nomi stessi) [...]. Infine con studenti che sono ancora aristotelici nel loro uso di frasi teleologiche e nella loro ignoranza della legge d'inerzia; con studenti di questo tipo è intellettualmente specioso e disonesto condurre la discussione iniziale senza aiutarli prima a formarsi e a capire i concetti prioritari essenziali [5, pp. 371-372].

L'alternativa indicata da Arons è quella di diminuire il numero di problematiche affrontate per dare «agli studenti la possibilità di seguire e interiorizzare lo sviluppo di un piccolo numero di idee scientifiche, presentate in quantità tale e con un ritmo tale da permettere una conoscenza di tipo operativo, e non solo dichiarativo [...] Gli studenti devono avere il tempo di formarsi i concetti, di pensare, di ragionare, e di percepire i collegamenti. Devono discutere le idee, e devono scrivere qualcosa a riguardo» [5, pp. 372-387].

#### 4. Di meno è di più

Anche per molti esperti di didattica delle scienze, ad ogni livello scolare, a partire dalla scuola elementare, si dovrebbe insegnare un po' di 'tutto'; ovviamente si aggiunge: in un 'modo adatto agli studenti di quel livello'; il 'tutto' avendo a disposizione, in tutta la scuola di base e quando va bene, 2 ore alla settimana. In pratica non viene affrontato in modo significativo per lo studente nessun argomento, né dal punto di vista tecnico, specifico, né dal punto di vista problematico, critico. La regola sono la fretta, la superficialità, il nozionismo. Il risultato è la mancanza dello sviluppo di qualsiasi competenza, o – ancora peggio – dello sviluppo di una qualsiasi dimensione del concetto di competenza. Nel passaggio da un livello scolare all'altro si riparte sempre da capo, non essendoci nessuna base significativa di competenze su cui costruire.

Per avere un insegnamento significativo sono necessari, invece, tempi lunghi – tempi adeguati – per ciascuna problematica affrontata; se viceversa i tempi impiegati sono più simili a quelli degli *spot* televisivi o, detto in altre parole, sono quelli di un insegnamento nozionistico, trasmissivo, libresco, dove è compito principale dello studente comprendere, leggendo e studiando a casa le pagine assegnate, come è immaginabile che resti nello studente qualche conoscenza e che si sviluppi contemporaneamente, seppur gradualmente, *il gusto del conoscere?*

Indubbiamente una delle caratteristiche dell'insegnamento scientifico dovrebbe essere quella di sviluppare nello studente una 'forma mentis' logica, sistematica,

rigorosa. Infatti, una qualsiasi disciplina scientifica ha una sua organizzazione specifica, caratterizzata da relazioni precise fra i vari concetti, e da un lessico proprio; quando le parole che si usano sono anche utilizzate nella vita quotidiana, hanno in quel contesto disciplinare uno specifico significato che potrebbe non avere nulla in comune o addirittura essere in contraddizione con il significato quotidiano.

Lo studente può gradualmente sviluppare questa 'forma mentis' soltanto se potrà gradualmente costruire questi aspetti fondamentali della disciplina adulta durante tutto l'arco della scolarità preuniversitaria, se si troverà costantemente nella situazione di vivere situazioni problematiche – sul piano sperimentale e/o teorico e/o culturale e/o sociale – che lo porteranno a comprendere l'utilità o la necessità, o la possibilità di una nuova ipotesi, di un nuovo concetto, di una determinata generalizzazione, di una formula, di una teoria più generale [10]. Se, viceversa, tutto ciò gli viene proposto nella modalità usuale dei manuali, in modo asettico, non contestuale, non problematico, già ripulito e rifinito, il risultato, nella mente dello studente, non è il rigore, la razionalità, la logica, ma la mancanza di comprensione, di *significato*, e quindi l'opposto di tutto ciò.

Bruner ci ricorda costantemente la fondamentale importanza del «fare significato»:

senza il conferimento di un significato non ci può essere linguaggio, né mito, né arte – e non ci può essere cultura [...] I significati permeano le nostre percezioni e i nostri processi di pensiero in un modo che non esiste in nessun'altra parte del regno animale [...] Per capire bene il 'significato' di qualcosa è indispensabile una certa consapevolezza dei diversi significati che possono essere attribuiti alla cosa stessa, indipendentemente dal fatto che si concordi o meno con esse [9, pp. 179, 27].

Per comprendere qualcosa in ambito scientifico non si può trattare i termini e i concetti scientifici come se fossero venuti alla luce nel modo in cui sono presentati usualmente nei manuali; sono «decontestualizzati, liberati di ogni ambiguità», ormai senza vita, *senza significati*.

Comprendere una cosa in un certo modo è 'giusto' o 'sbagliato' solo dalla particolare prospettiva da cui la si considera. Ma l'«esattezza» di una particolare interpretazione, pur dipendendo dalla prospettiva, implica anche il rispetto di regole quali quelle della dimostrazione, della concordanza e della coerenza. Non tutto è accettabile. Esistono dei criteri intrinseci di giustizia, e la possibilità di interpretazioni diverse non le autorizza tutte indiscriminatamente [9, p. 27].

Ogni problematica importante ha bisogno di tempi molto lunghi per essere appresa in modo significativo, per diventare competenza; ciò implica considerare le variabili tempo e quantità dei contenuti in modo responsabile e non demagogico. «Questo tipo di ragionamento a sua volta implica che l'obiettivo dell'istruzione non sia tanto l'ampiezza, quanto la profondità» [9, p. 130]. Considerazioni di questo tipo erano presenti anche nel documento conclusivo della Commissione dei Saggi ed erano rivolte all'insegnamento di tutte le discipline scolastiche: «Elemento cruciale

per l'apprendimento è dato dalla qualità delle esperienze che insegnanti e studenti realizzano in relazione alle aree di studio ... L'istruzione non può e non deve mirare ad essere enciclopedica. Sezioni diverse del sistema scolastico hanno livelli e scopi diversi, ma in ognuna di esse la regola dovrebbe essere l'insegnamento di alcune cose bene e a fondo, non molte cose male e superficialmente: si deve avere il coraggio di scegliere e di concentrarsi» [18, p. 78].

Programmi di alto livello non sono quei programmi che fanno qualche riferimento a tutti gli aspetti fondamentali dell'enciclopedia scientifica, ma quelli che, effettuando scelte precise, hanno una quantità di contenuti effettivamente compatibili con un insegnamento che ha bisogno di tempi lunghi [6]. Questa esigenza è, a nostro parere imprescindibile sia nella scuola di base<sup>3</sup> che nella scuola secondaria superiore. «Il nemico della riflessione è il ritmo a rotta di collo – le mille immagini. In un certo senso profondo, possiamo dire dell'apprendimento, e in particolare dell'apprendimento di materie scientifiche, quello che diceva Mies van der Rohe a proposito dell'architettura, che 'di meno è di più'» [9, pp. 10, 142] .

Se concentriamo la nostra attenzione sulla secondaria superiore non è da molto tempo più accettabile, se si vogliono sviluppare negli studenti competenze, che il programma (o meglio: i manuali) delle varie discipline scientifiche sia più o meno lo stesso a prescindere dalla collocazione di ciascuna disciplina nel piano di studi di ciascun indirizzo; è una situazione ben diversa avere a disposizione 2-3 alla settimana soltanto per un anno scolastico o per 3 o più anni. Evidentemente la quantità delle problematiche che possono essere affrontate dipende innanzitutto ed in modo determinante da questo aspetto.

## NOTE

<sup>1</sup> Questo gruppo era costituito da circa venti esperti, in rappresentanza di tutte le associazioni di didattica delle scienze e di alcune associazioni professionali.

<sup>2</sup> I risultati delle ricerche effettuate in Italia sono in consonanza con quelle effettuate nel contesto internazionale. Fra le pubblicazioni italiane sono particolarmente preziose [ 11 ] e [ 14 ].

<sup>3</sup> Sono stati pubblicati negli ultimi anni due progetti curricolari per la scuola di base che hanno indubbiamente molti aspetti pedagogico-culturali in comune; differiscono radicalmente, tuttavia, sulla scelta delle problematiche, sull'idea che "sia possibile insegnare qualsiasi cosa a qualsiasi età" con le modalità opportune. Il primo progetto, legato a questa visione è stato pubblicato in due libri [ 1 ] e [ 2 ]. Ed anche il secondo progetto è stato pubblicato in due libri [ 7 ] e [ 13 ].

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Alfieri F., Arcà M., Guidoni P., *Il senso di fare scienze. Un esempio di mediazione tra cultura e scuola*, Bollati Boringhieri, Torino 1995.
- [2] Alfieri F., Arcà M., Guidoni P., *I modi di fare scienze*, Bollati Boringhieri, Torino 2000.
- [3] Antiseri D., *Jenner e la ricerca sulle cause e gli effetti del vaiolo vaccino*, La Scuola, Brescia 1981.
- [4] Aquilini E., Gli insegnanti e le scienze, *Scuola e Didattica*, 6, 2003.
- [5] Arons A. B., *Guida all'insegnamento della fisica*, Zanichelli, Bologna 1992.
- [6] Barsantini L., Sull'insegnamento della fisica, *Insegnare*, 5, 2000, pp. 42-45.
- [7] Barsantini L., Fiorentini C., *L'insegnamento scientifico verso un curriculum verticale. Volume primo. I fenomeni chimico-fisici*, IRRSAE Abruzzo, L'Aquila 2001.
- [8] Borsese A., Fiorentini C., Roletto E., Formule sulla leggibilità e comprensione del testo. Considerazioni su una ricerca relativa ai manuali di scienze della scuola media, *Scuola e Città*, 12, 1996.
- [9] Bruner J., *La cultura dell'educazione*, Feltrinelli, Milano 1997.
- [10] Cambi F., Fiorentini C., Gori F. (a cura di), *L'arcipelago dei saperi. Progettazione curricolare, percorsi didattici nella scuola dell'autonomia. II Itinerari di sperimentazione in classe. Area Scientifica*, Le Monnier, Firenze 2001.
- [11] Cavallini G., *La formazione dei concetti scientifici*, La Nuova Italia, Firenze 1995.
- [12] Commissione dell'Unione Europea (a cura di), *Insegnare e apprendere verso la società conoscitiva, Annali della Pubblica Istruzione*, Le Monnier, Firenze 1995.
- [13] Cortellini G., Mazzoni A., *L'insegnamento delle scienze verso un curriculum verticale. Volume secondo. I fenomeni biologici*, IRRSAE Abruzzo, L'Aquila 2002.
- [14] Grimellini Tomasini N. e Segrè G., *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, La Nuova Italia, Firenze 1991.
- [15] Holton G., *Scienza, educazione e interesse pubblico*, Il Mulino, Bologna 1990.
- [16] Kuhn T. S., *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino 1969.
- [17] Kuhn T. S., *La tensione essenziale*, Einaudi, Torino 1985.
- [18] Maragliano R. (a cura di), *Le conoscenze fondamentali per l'apprendimento dei giovani nella scuola italiana dei prossimi decenni. I materiali della Commissione dei Saggi*, Le Monnier, Firenze 1997.
- [19] Schwab J. J., Brandwein P. F., *L'insegnamento della scienza*, Armando, Roma 1965 (in particolare, p. 75).
- [20] Watkins J., Contro la scienza normale, in *Critica e crescita della conoscenza*, a cura di I. Lakatos I. e A. Musgrave, Feltrinelli, Milano 1976.