

## Serve a qualcosa l'insegnamento delle scienze?

**Leonardo Barsantini – IRRE Toscana**

Se pensiamo alla scuola come a un ambiente che permetta agli studenti di porre le basi per la formazione della propria cittadinanza, allora anche l'insegnamento delle scienze deve muoversi nella stessa direzione. Le scienze devono favorire lo sviluppo di un pensiero critico cioè di un pensiero che permetta una cittadinanza consapevole. Ciò che si fa a scuola si giustifica se riesce a fornire strumenti fondamentali per la propria crescita culturale e per la formazione della cittadinanza. All'interno della scuola, della classe, si instaurano delle relazioni che fanno parte della cultura della scuola: si fissano compiti, tempi, modi di lavoro, valutazioni, ma ciò non deve tradursi in una autoreferenzialità in base alla quale ciò che si fa ha valore unicamente all'interno delle mura scolastiche.

Eppure il rischio di svolgere compiti che trovano un riscontro soltanto all'interno della classe è grande. Insegnare scienze impostando il lavoro in classe sulla trasmissione di conoscenze, sulla risoluzione di esercizi, e talvolta su qualche esperienza eseguita in laboratorio, ben difficilmente fornirà un contributo utile anche in ambito extrascolastico. Affrontare tutti gli argomenti perché poi, come si sente talvolta affermate, non ci saranno altre occasioni, significa muoversi all'interno di una prospettiva basata sull'enciclopedia più che sull'essenziale e sul significativo (non a caso vive ancora nei programmi di alcuni docenti la tradizione dei "cenni di ..."). Affrontare temi partendo dagli aspetti più formalizzati, e quindi, più distanti all'esperienza dello studente, significa generare noia o frustrazione, ma sicuramente non crescita.

Nella scuola ci si deve muovere in un ambito democratico permettendo agli studenti di vivere il loro tempo scolastico in spazi e strutture adeguate, di avere a disposizione laboratori, sussidi didattici e biblioteche ben fornite, di avere accesso alle strutture scolastiche indipendentemente dalle condizioni economiche, sociali e religiose, di avere tutti le stesse possibilità di formazione. Ma tutto questo sforzo è vanificato se poi l'attività che si pratica in classe non è democratica. E qui il rischio è grande. Se è facile accorgersi della fatiscenza delle strutture o della mancanza di laboratori, è molto meno evidente mettere in evidenza i problemi connessi con una didattica che non aiuta lo studente nel suo processo di formazione.

Riflettere su cosa si vuole insegnare, su quali sono i percorsi più significativi, sulla successione logica e cronologica, individuando alcuni elementi indicativi della disciplina e adatti agli studenti, attuando anche scelte drastiche sugli argomenti da affrontare e su quegli da scartare, tenendo conto che gli studenti hanno un bagaglio di conoscenze che, anche se preconcepite, non può essere trascurato, porre attenzione agli spazi e alle disponibilità, integrare il laboratorio nel lavoro di osservazione, di riflessione e di ricostruzione, riflettere, in definitiva, sul ruolo svolto dalla propria disciplina, in relazione con le altre, per permettere una crescita culturale, significa passare da una prospettiva basata sul programma a quella basata sul curriculum.

La riflessione sul curriculum ha un grande valore democratico proprio perché, operando sul sistema, tiene conto del problema dell'eguaglianza e dell'individualizzazione come due aspetti della stessa medaglia. Altrettanto non accade nella logica del programma dove ci si muove nell'ottica dell'uniformità della proposta e si ricerca l'individualizzazione con interventi aggiuntivi.

Nello studio di un sistema possiamo individuare vari livelli di analisi. L'interesse si può concentrare sugli oggetti che compongono il sistema, comprenderne le proprietà significa determinare modi efficaci per descriverle attraverso la definizione di appropriate grandezze. Lo studio di un oggetto è talvolta più semplice se diventa uno studio comparato, cioè di confronto fra oggetti diversi, magari simili, ma con proprietà o comportamenti diversi. Ciò permette di operare con strumenti quali quello della classificazione per mettere in evidenza somiglianze e differenze. Mettere zucchero, sale o sabbia in acqua e vedere cosa accade allo scopo di ricostruire i diversi comportamenti per mezzo di una tabella, ci permette di arrivare a una prima possibile definizione di soluzione. In questo modo la definizione acquista significato perché è stata costruita dagli studenti stessi e la sua chiarezza deriva dal fatto che è di tipo operativo e quindi riconducibile a un ben preciso procedimento.

Il termine definire può dare luogo a fraintendimenti, tant'è che nei libri di testo spesso si forniscono definizioni da dizionario più che definizioni operative. Le definizioni operative hanno un forte aggancio con l'osservazione sperimentale; ad esempio, definire operativamente la combustione richiede un lavoro approfondito di osservazione caratteristico di una scienza sperimentale, che fa concentrare l'attenzione sull'innesco, il residuo, il fumo, la velocità, l'emissione di luce, l'emissione di calore, scartando altri elementi che in quel contesto possono apparire inessenziali. Questo è ben diverso dall'affermare, semplicisticamente, che si verifica una combustione quando le sostanze bruciano.

Questa considerazione ci porta anche a comprendere che non siamo soltanto interessati agli oggetti in quanto tali, ma che la conoscenza deriva spesso dallo studio dell'interazione di un oggetto con gli altri che compongono il sistema. Infine, gli oggetti, in interazione fra loro, o con altri sistemi, possono evolvere

mostrando nuovi e inaspettati comportamenti. L'evoluzione del sistema deve essere affrontata con nuove grandezze, può avvenire nell'ambito della reversibilità o della irreversibilità, apre nuove e talvolta inaspettate prospettive.

E' necessario prendere coscienza del fatto che un insegnamento delle scienze basato sulla presentazione di risultati finali, con alcuni esperimenti di verifica in laboratorio e molti esercizi di addestramento, è un insegnamento dogmatico e non scientifico. E' dogmatico perché pretende un atto di fede da parte degli studenti relativamente alle informazioni fornite dall'insegnante, non ammette repliche, è non scientifico perché non permette che si ponga un problema, che si vada a caccia di indizi, che si inventino strategie per scoprire "il colpevole" e si sottoponga a interrogatorio, che si arrivi a una costruzione del sapere condivisa. Qui si potrebbe aprire una riflessione sul metodo scientifico. Quello che si può dire è che questo discorso è molto complesso, perché complessa è l'attività di pensiero che sta dietro lo studio della natura, anche se spesso si fa riferimento all'importanza di un generico "metodo scientifico" non ben definito. La realtà, così come ci appare, è il frutto di una elaborazione personale, lo studente non interpreta una prova sperimentale allo stesso modo dell'insegnante. Ad ogni modo una cosa è certa, pensare di introdurre il metodo scientifico nel primo capitolo del libro di testo è assurdo.

Come si può pretendere che gli studenti sviluppino la capacità di valutare informazioni, di distinguerle dalle disinformazioni, se sono addestrati per anni, da una didattica tradizionale, a credere a ciò che gli si dice. Questo tipo di didattica non rende un buon servizio né allo studente, per i motivi visti sopra, ma neppure alla scienza, che viene così catalogata nella mente delle ragazze e dei ragazzi come un'attività noiosa o anche, visto che non si riesce a comprenderla, disumana e pericolosa. Dogmatismo e ignoranza non sono un pericolo soltanto per la scienza, ma minano le basi stesse della democrazia.

### Le scienze e la cittadinanza

L'attività operativa in ambito scientifico richiede che si faccia uso di strumenti o procedure che possono essere pericolosi per la propria incolumità o per l'incolumità altrui. Non sarebbe ragionevole trascurare del tutto attività ritenute più problematiche per un malinteso senso del rispetto delle norme di sicurezza. Nessuno deve giocare col fuoco, ma non arriviamo all'opposto di non accendere neppure un fiammifero a causa dei rischi insiti nella fiamma. L'insegnamento scientifico deve offrire la possibilità di riflettere sulla sicurezza, non semplicemente presentando alcune norme di comportamento, ma attivando delle procedure operative, ad esempio in laboratorio, alle quali tutti devono scrupolosamente attenersi. Il nostro è un paese dove ci sono troppe morti sul lavoro dovute a uno scarso rispetto delle norme di sicurezza, facciamo in modo che nel bagaglio di ogni cittadino ci sia spazio anche per queste considerazioni, e l'insegnamento delle scienze è uno degli ambienti privilegiati per far ciò. E' la cultura della sicurezza.

L'insegnamento delle scienze può fornire validi strumenti di pensiero per distinguere opinioni fondate e che possono essere accettate come parte del proprio bagaglio culturale, da pareri completamente campati in aria. Perché idee complesse possano passare occorre che lo studente sia condotto a diventare artefice del proprio cambiamento concettuale.

*"Lode della lentezza"*, si intitola l'articolo di Hilbert Mayer dell'università di Oldenburg in Germania<sup>1</sup>. Afferma Mayer: *"più veloce è il ritmo di apprendimento e meno gli argomenti insegnati vengono assorbiti. Più intellettualistica e teorica è la prassi scolastica più gli allievi preferiscono dedicarsi a ogni tipo di fantasiose attività collaterali. Più elevata diventa la pressione del tempo e maggiore diventa la tendenza degli allievi a staccare la spina e a sottrarsi allo sforzo educativo"*.

Con ritmi meno frenetici anche l'errore acquista un altro significato. Se nell'ottica della trasmissione l'errore indica l'ignoranza dello studente nel ripetere in bella forma il quadro delle conoscenze codificate dall'accademia, nella costruzione della conoscenza gli errori assumono un ruolo propulsivo proprio perché non c'è crescita di competenze senza passare attraverso la possibilità di ipotizzare, di sbagliare e di correggersi.

Per far questo sono necessari tempi molto lunghi durante i quali gli studenti devono essere guidati alla consapevolezza dei propri processi cognitivi, scardinando anche l'abitudine consolidata, di senso comune, a non eseguire una riflessione critica sulla costruzione del proprio sapere. Lo studente deve essere aiutato a diventare l'artefice primo del proprio pensiero critico. E' la cultura della responsabilità.

Lo studio della natura è di grande difficoltà, difficilmente si lascia svelare nella sua complessità al primo approccio, eseguire un'esperienza significa cercare di rispondere a una domanda, e l'eventuale risposta acquista significato all'interno di una ben precisa cornice di riferimento. Nell'insegnamento scientifico non si deve ricercare l'uniformità delle risposte a tutti i costi. Insegnare scienze, ma più in

---

<sup>1</sup> Rinascita della scuola n° 2, 1994.

generale insegnare, significa creare ambienti di apprendimento efficaci per assicurare la motivazione, la concentrazione e l'eguaglianza di opportunità per mezzo di approcci adeguati. Il linguaggio dà sostanza al pensiero e le azioni del parlare, ascoltare, leggere e scrivere devono essere finalizzate alla costruzione del concetto e non per riportare all'insegnante ciò che l'insegnante ha riferito agli studenti.

Considerare più variabili, ipotizzare nuove possibilità, distinguere i fatti dalle interpretazioni, valutare i risultati ottenuti, comprendere quali sono i limiti di validità, sono tutte pratiche che trovano una concretizzazione in un'attività didattica basata sullo studio dei fenomeni naturali. Si deve permettere lo sviluppo di atteggiamenti che dispongono gli studenti a individuare le proprie linee di ragionamento, ponendo attenzione alle fonti e ai dati a disposizione, riconoscendo eventuali errori commessi e conclusioni ricavate in assenza di informazioni decisive. L'insegnamento delle scienze deve favorire la disposizione d'animo che, ammettendo la propria possibilità di errore, comprende le ragioni dell'altro. Se si condividono i criteri non si fa torto alle idee di nessuno se queste vengono abbandonate in favore di altre, soprattutto se si rendono consapevoli gli studenti che le idee accettate sono diventate tali e si sono rafforzate proprio grazie al confronto con le opinioni di tutti. Tutti contribuiscono, nessuno resta escluso.

All'interno della classe si deve realizzare una comunità di persone che riconosce a tutti il diritto di professare le proprie opinioni, coscienti della possibilità di sbagliare e quindi disposti a prendere in considerazione anche altre possibilità. L'educazione scientifica si configura in questo modo come un'educazione alla tolleranza, non attraverso una discussione che ha per tema il valore della tolleranza, ma come una effettiva pratica democratica. E' la cultura della tolleranza.

Non si può fornire coscienza dei processi di riflessione semplicemente informando gli studenti, piuttosto sviluppando attività sensate fin dalla scuola della infanzia. Soltanto lavorando su lunghi periodi, quindi in molti anni di scuola, su percorsi coerenti e finalizzati a utilizzare le discipline come strumenti per la formazione della cittadinanza, si può sperare di produrre atteggiamenti e modalità di pensiero che non soltanto arricchiscono il singolo studente, ma anche la comunità. Utilizzare l'insegnamento delle scienze come strumento per l'elevamento culturale significa che si tutelano gli studenti e se ne ha rispetto. E' la cultura della dignità.

La creatività gioca un ruolo importante nell'attività di ricerca che svolgono in classe gli studenti e deve essere rivolta alla scoperta di soluzioni interessanti. E quando non ci sono soluzioni è importante essere coscienti degli eventuali disaccordi e incoerenze piuttosto che accettare spiegazioni che sono tali soltanto in apparenza.

E' importante che si dia la possibilità di sostenere il diritto alle proprie fondate convinzioni per sconfiggere il dogmatismo della risposta sempre pronta, costruendo spazi all'interno dei quali ogni individuo può esprimersi. Le descrizioni, le interpretazioni devono evolversi di pari passo, ristrutturando idee vecchie con idee nuove. Non sto tracciando la lode della incertezza, ma quella della nuova possibilità. E' la cultura della libertà.

Tutti hanno necessità che siano sviluppati percorsi di apprendimento che permettano una vera crescita culturale. Le conoscenze accumulate dagli scienziati nei manuali universitari, dai quali discendono i manuali scolastici, rispondono a una loro necessità di sistematicità che va incontro alle esigenze dello specialista ma non a quelle degli studenti che si apprestano a incontrare le scienze. Nei manuali si perde spesso la profondità storica, non si conoscono i dubbi degli scienziati e i loro tentativi per risolverli; a eccezione di alcuni problemi di frontiera si presentano quadri di certezze, non si tiene conto delle abitudini linguistiche e delle esperienze degli studenti.

Leggendo i libri di testo si ha l'impressione che le date che determinano le scoperte scientifiche siano il termine di un processo di ricerca e che da quel momento in poi si disponga di un nuovo concetto. In realtà, a ben guardare, è più probabile che la scoperta sia l'inizio di un processo destinato a evolversi nel tempo.

Parlando del galleggiamento e del principio di Archimede, in genere si forniscono poche righe con la data di nascita e di morte, si elencano le invenzioni belliche e si enuncia la famosa frase: "Datemi un punto di appoggio che solleverò il mondo". A cosa può servire una digressione storica di questo tipo alla formazione del cittadino? Forse a fare bella figura in qualche gioco di società o a vincere un premio in un quiz televisivo. Ben diverso è il ruolo della storia se, senza trascurare date e personaggi, si pongono domande fondamentali che vanno a indagare, oltre ai chi e ai quando, i perché. Per il mondo vivente non si può non domandarsi "a quale scopo?".

Il testo scritto ha un grande potere per l'apprendimento, tant'è che a un certo punto gli uomini hanno iniziato a scrivere. La scrittura è importante perché facilita la creazione di una tradizione e quindi di una comunità. E d'altra parte questa tradizione a sua volta crea nuove possibilità linguistiche. Anche gli studenti hanno necessità di costruire all'interno della classe una tradizione che permetta la formazione di una collettività che non è semplicemente la somma di tante individualità. Se si favorisce questo effetto di

retroazione, l'uso dello scritto non può essere soltanto delimitato alla fase finale del lavoro, alla relazione di verifica, ma deve introdursi all'interno del lavoro stesso, fin dalle prime fasi.

Le classiche relazioni di scienze che gli studenti si trovano a compilare, si possono vedere come un testo che permette la comunicazione dell'informazione, ma un testo deve anche avere la funzione di creazione di una "tessitura". Non si può ridurre tutto alla semplice riflessione dello studente, che come uno specchio, ripiega indietro ciò che gli si fornisce, è indispensabile che lo studente non rifletta, ma rifranga, ci metta del suo. La relazione finale è sul piano informativo, la scrittura cui faccio riferimento è sul piano della creazione di pensiero.

Probabilmente, nella didattica tradizionale, si vedono le scienze come un'attività pratica, basata sul lavoro di gruppo, e quindi sul rapido scambio di informazioni e si trascura, se non per la noiosissima relazione finale, la riflessione individuale scritta. E' grazie a questa riflessione scritta che tutti gli studenti, autonomamente, danno avvio alla concettualizzazione, ed è ben evidente, per quanto detto, come le discussioni collettive corrano il rischio di rimanere sul livello della superficialità. Tutti gli studenti devono avere la possibilità di sviluppare le competenze necessarie a sostenere un sapere sul quale fondare la propria cittadinanza e in grado di produrre nuovo sapere. Lo sviluppo di itinerari significativi, comuni a tutti gli studenti all'interno del percorso scolastico obbligatorio, deve essere inteso a eliminare qualsiasi forma di discriminazione. E' la cultura dell'eguaglianza.

Non credo che avrebbe molto senso uno studio della letteratura italiana portato avanti con l'insegnante che riassume i testi ritenuti fondamentali senza permetterne la lettura agli studenti, eppure questo è ciò che accade nella didattica delle scienze più tradizionale dove gli argomenti trattati arrivano alle orecchie degli studenti per sentito dire. Il laboratorio deve essere il luogo dove si permette la generazione delle idee tenendo comunque presente che gli avvenimenti fondamentali accadono in un altro laboratorio: la testa degli studenti.

Facciamo in modo che la didattica della scienza non serva a costruire un bel libro dei non ricordi; come dice A. Campanile<sup>2</sup>: <<Se non ricordi quello che hai fatto, scrivi quel che non hai fatto. Un libro di non ricordi. Non ricordo di aver fatto, il giorno tale, eccetera.>>.

Non dobbiamo pensare alla testa degli studenti come a una struttura formata da scaffali già pronti per riporre il "sapere", la crescita della conoscenza non va vista in modo cumulativo, ma organico: si conservano alcune parti, magari modificandole parzialmente, si abbandonano altre per aprire la strada alle nuove.

Ogni studente deve avere il diritto di accesso alla capacità di capire e di valutare e la scuola deve tutelare questo diritto. E' ovvio che la tutela degli studenti all'interno della scuola passa attraverso la realizzazione di strutture adeguate e il rispetto delle norme sulla sicurezza, ma non si può trascurare una tutela di tipo intellettuale tesa a garantire uno sviluppo fisico, mentale, morale e sociale. La scuola non deve mettere a rischio l'istruzione dei suoi studenti. E' la cultura della solidarietà.

Anche nel pensiero di senso comune è presente una forma di organizzazione basata su ciò che risulta ovvio, pratico, immediatamente rivelabile con i sensi. E' un pensiero più fragile rispetto a quello decisamente a maggior densità della scienza. E' dalla creazione di un terreno fertile, preparato dall'insegnante, che l'incontro fra studente e sapere scientifico produce una riorganizzazione e una crescita del sapere personale fornendo coscienza, spesso assente nel pensiero di senso comune, del mondo che lo circonda. Avere conoscenze prescientifiche non è un reato poi così grave, se ne deve prendere atto e partendo dall'esistente si deve avviare un processo che sposta l'attenzione dalle conoscenze episodiche, di tipo dichiarativo, verso quelle di tipo più operativo, procedurale. Affermare che la materia è formata da atomi è una conoscenza di soli termini, avere coscienza delle evidenze che ci permettono di fare un'asserzione di questo tipo è una conoscenza di livello superiore. Non c'è niente di male a fornire semplici informazioni anche ai bambini più piccoli, semplicemente si deve essere consapevoli che non si opera all'interno di quelle che sono le possibilità formative fornite dall'insegnamento scientifico. Ben più grave sarebbe fornire soltanto informazioni, ad esempio, sul mondo microscopico. Lo studente, in mancanza di meglio, non può che riportare la descrizione del mondo microscopico a quella del mondo macroscopico travisandone completamente la natura. E' molto complesso trattare il mondo microscopico, ma questo vale per quel mondo astratto e formalizzato fuori della portata dei bambini. Niente vieta, ad esempio, al termine di un percorso sulle soluzioni nella scuola elementare, che i bambini possano formulare le loro ipotesi sul sale o sullo zucchero sciolto nell'acqua in termini particellari. Non infliggiamo punizioni, con insegnamenti incomprensibili. E' la cultura della giustizia.

La Carta dei Diritti fondamentali dell'Unione europea, proclamata a Nizza il 7 dicembre 2000, stabilisce i diritti e le libertà fondamentali dei cittadini europei e di tutte le persone che risiedono nell'Unione. Si basa sulla suddivisione dei diritti in sei capitoli: Dignità, Libertà, Eguaglianza, Solidarietà, Cittadinanza e

---

<sup>2</sup> A. Campanile, *In campagna è un'altra cosa*, Biblioteca Universale Rizzoli, 1984.

Giustizia. Non è sufficiente che i diritti siano sanciti, ogni cittadino europeo deve esserne consapevole e il suo agire deve essere improntato a questi che sono i valori della nostra comunità. Non si può riflettere sul curricolo di scienze senza tenere conto della Carta dei Diritti fondamentali stabiliti dall'Unione europea.

### Bibliografia

A. B. Arons, *Guida all'insegnamento della fisica*, Bologna, Zanichelli, 1992.

L. Barsantini, C. Fiorentini (a cura di), *L'insegnamento delle scienze verso un curricolo verticale*, vol. I, L'Aquila, IRRSAE Abruzzo, 2001.

L. Barsantini, *Sull'insegnamento della fisica*, <<Insegnare>>, 2000, 5.

P. Boscolo, *Psicologia dell'apprendimento scolastico*, Torino, UTET, 1986.

J. Bruner, *La cultura dell'educazione*, Milano, Feltrinelli, 1997.

F. Cambi (a cura di), *L'arcipelago dei saperi. Progettazione curricolare e percorsi didattici nella scuola dell'autonomia*, Firenze, Le Monnier, 2000.

G. Cavallini, *La formazione dei concetti scientifici*, Firenze, La Nuova Italia, 1995.

J. Dewey, *Come pensiamo*, Firenze, La nuova Italia, 1961.

R. Driver, *L'allievo come scienziato*, Bologna, Zanichelli, 1988.

A. Einstein, L. Infeld, *L'evoluzione della fisica*, Torino, Bollati Boringhieri, 1965.

P. K. Feyerabend, *Contro il metodo*, Milano, Feltrinelli, 1979.

C. Fiorentini, *La prima chimica*, Milano, Franco Angeli, 1990.

C. Fiorentini, *Quali condizioni per il rinnovamento del curricolo di scienze*, in *L'arcipelago dei saperi*, vol. 1, a cura di F. Cambi, Le Monnier, IRRSAE Toscana, Firenze, 2001.

H. Gardner, *Sapere per comprendere*, Milano, Feltrinelli, 1999.

N. Grimellini Tomasini, G. Segré (a cura di), *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, Firenze, La nuova Italia, 1991.

T. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Torino, Einaudi, 1978.

H. Mayer, *Lode della lentezza*, <<Rinascita della scuola>>, 1994, 2.

M. Piattelli Palmarini, *L'illusione di sapere*, Milano, Oscar Mondadori, 1993.