

## Dal dossier di “Insegnare”(2008)

### GLI INSEGNANTI E LE SCIENZE

Eleonora Aquilini

Abbiamo detto tante volte che studiare le scienze nel modo usuale, come sequenza delle verità che si sviluppano nei libri di testo con logica deduttiva, non contribuisce a fornire un insegnamento efficace né dal punto di vista della formazione dei singoli alunni (l'ignoranza scientifica è dilagante fra chi ha un diploma di scuola secondaria superiore e anche fra chi di loro ha scelto una facoltà scientifica), né per la capacità di dare un'immagine adeguata della scienza moderna. Mi sono chiesta tante volte perché è tanto difficile far passare l'idea che le scienze debbano essere storicizzate, studiate criticamente, evidenziando le rotture e i salti epistemologici.

C'è da parte degli insegnanti di scienze una resistenza al cambiamento nel modo d'insegnare che va analizzata. L'ostilità al cambiamento è vera, soprattutto per i docenti della scuola media superiore. E' solo l'inerzia degli insegnanti che modellano il loro insegnamento su quanto hanno imparato all'università e non vogliono fare la fatica del cambiamento? Ci chiediamo: da dove viene questa mancanza di respiro, questa dialettica bloccata sulle ragioni del fallimento di un insegnamento che è enciclopedico, arido e rigidamente tecnico? E' l'effetto della dittatura dei libri di testo che considerando l'alunno un piccolo scienziato, lo informano in modo sintetico e addestrativo sulla summa delle scoperte scientifiche?

Queste ultime, ridotte a definizioni, formulazioni verbali da imparare a mente, sono accreditate dalla comunità scientifica, hanno diritto di cittadinanza secondo l'attuale paradigma dominante, come ha teorizzato Kuhn. Sicuramente la formazione scientifica che dà l'università “rigida e limitata, forse più rigida e limitata di ogni altro tipo di educazione”, come scrive Kuhn nella *Struttura delle rivoluzioni scientifiche*, ha un ruolo preponderante nella determinazione delle cause dell'atteggiamento degli insegnanti di scienze. Ci si affida alla sequenza di “verità” che si leggono nei manuali universitari e che viene ripetuta nei manuali scolastici perché semplicemente è quello che sappiamo, è l'unica cosa che conosciamo della materia che insegniamo. Usciamo dal corso di laurea come tecnici superspecializzati e non conosciamo altro che le implicazioni logiche che legano un argomento all'altro e che sono interne ad ogni argomento. Mi si dirà che non è poco, ma cosa conosciamo di tutto quello che non è nei libri di testo perché non è accreditato dal pensiero scientifico attuale e che ha fatto parte dell'humus culturale (teorie, idee, credenze) da cui sono nate le teorie in cui oggi crediamo perché sono state verificate o non ancora smentite? Che cosa ne sappiamo di come sono nate, in un determinato contesto storico, le concezioni scientifiche alternative al pensiero dominante? Che ne sappiamo, insomma, della storia che sta dentro ad ogni disciplina? Che ne sappiamo della sua epistemologia?

Nulla o pressoché nulla e, andando a insegnare, identifichiamo ciò che abbiamo imparato all'università con l'insegnamento della disciplina. Non ci siamo fatti una cultura ampia e calata nel tempo storico, della disciplina, perché gli studi che abbiamo fatto non ci hanno permesso di umanizzarla ma solo di collocarla in uno spazio metafisico. Così con il nostro bagaglio di scienza pura (il contatto con la terra non c'è e quindi non ci si sporca) andiamo a insegnare. Il contatto con gli alunni ci fa capire che qualcosa non funziona. Il bagaglio si fa sempre più ingombrante e non ha corpo e gambe per muoversi tra ragazzi che richiedono concretezza perché quelle cose che insegniamo non le capiscono proprio, non le capiscono davvero. Intervengono allora in nostro aiuto la didattica, la pedagogia imparate alla meglio “sul campo”, come si ama dire, e in corsi di aggiornamento a volte belli, a volte raffazzonati. Certe volte, a seguito di questi corsi, il “bagaglione di scienza pura” sembra animarsi un po' sotto l'effetto di qualche teoria educativa che ci convince più di altre. Allora vediamo la possibilità, in una tecnica didattica che ci ispira particolarmente, di fare qualcosa che ci convince di più e ci sembra di muoverci in modo meno maldestro del solito. L'effetto dura poco e il senso di inutilità delle nostre conoscenze ai fini dell'insegnamento compare nuovamente.

Il problema è che l'insieme di nozioni, che ci sarebbe servito per stare bene in un laboratorio a fare i ricercatori, a scuola diventa un fagotto, un pacco informe che cerchiamo di adattare alle varie circostanze ma che non ha un suo peso specifico per l'insegnamento. La didattica e la pedagogia viste come fattori esterni alla disciplina non servono a nulla.

E', capiamo molto tempo dopo, la rivisitazione storica della disciplina, l'analisi epistemologica che permettono la destrutturazione e la sua successiva ricostruzione, la chiave del problema. E' capire la nostra disciplina dal punto di vista culturale che ci permette di farne uno strumento didattico utile per l'insegnamento. E' così questo "il primo" strumento didattico perché anche la psicologia, importantissima per la costruzione di un curriculum, in questo modo interagisce con la disciplina e non vive di vita autonoma (scegliamo cosa e come insegnare in relazione ai livelli cognitivi degli alunni). Insomma pedagogia, psicologia, esperienza scolastica entrano nella disciplina e vanno a costruire il curriculum. La disciplina si apre a tutti questi contributi, si smonta e si rimonta, si sporca con la vita, passa dallo stato metafisico a *materia* d'insegnamento...

Si preferisce piuttosto improvvisarsi psicologi e psicoterapeuti, apprendere tecniche di gestione della classe, piuttosto che lavorare sul curriculum. Tali tecniche per contenere alunni irriducibili alla "mansuetudine" richiesta per stare cinque ore in classe ad imparare cose spesso incomprensibili, si rifanno generalmente a teorie comportamentiste e insegnano "come fare" per sopravvivere senza essere sopraffatti dagli alunni. Si vogliono gestire i sentimenti (che provocano certi comportamenti), isolandoli da tutto il resto, come se il problema a scuola fosse solo una questione di rapporti umani: rapporto con l'insegnante X che.., difficoltà d'interazione con gli adulti- insegnanti a causa della separazione dei genitori che di solito fa da sfondo ai ragazzi difficili.... Di quello che proponiamo agli alunni in termini di contenuti non interessa niente a nessuno; la perdita di motivazione che deriva dalla raffica di argomenti incomprensibili non viene mai riconosciuta come tale...

La vita degli alunni, la loro crescita, dovrebbe suscitare in noi il massimo rispetto. Ciò dovrebbe significare riguardo e attenzione, entrare in punta di piedi nella loro sfera privata solo quando è necessario. Dovremmo piuttosto affiancarli nella loro maturazione parlando adeguatamente alla loro mente per aiutarli a diventare grandi, degli adulti che hanno fiducia in se stessi. Dobbiamo per far questo rimanere insegnanti. Parlare quindi alla loro mente proponendo argomenti che possano comprendere, far capire che c'è sempre un nesso fra il prima e il dopo, che certe idee sono nate in un determinato contesto e non per caso, creare insieme a loro delle reti di significati che pian piano colmano i vuoti di alcune conoscenze e contribuiscono a dare senso ai fatti della loro vita. Le cose che hanno avuto significato per noi, nel bene e nel male, sono parte della nostra personalità, del nostro modo di essere ...

Ormai da molto tempo viene prospettata la necessità di un approccio totalmente diverso, basato sull'assunto che sia necessario "scegliere e concentrarsi", "insegnare alcune cose bene e fondo, non molte cose male e superficialmente", e che sia quindi indispensabile individuare "saperi essenziali" (Maragliano, 1997). Questa è tuttavia un'operazione difficile perché postula la necessità di destrutturare i saperi tramandati dalla tradizione manualistica e di iniziare a costruire nuove architetture di conoscenze scientifiche che possano entrare in consonanza con le strutture cognitive e motivazionali (Gori, 1999) degli studenti di una scuola ormai da molto tempo di tutti. Il *rinnovamento del curriculum* è indubbiamente un'operazione tutt'altro che banale; implica, infatti, una riflessione ed un'elaborazione complesse che si situano all'incrocio di competenze multidisciplinari, da quelle disciplinari, a quelle storico-epistemologiche, da quelle pedagogico-didattiche a quelle psicologiche (Fiorentini, 2007). Ed indubbiamente in Italia, ma forse anche in altri paesi, vi è un ritardo storico sia dell'università che delle strutture ministeriali, che si sono limitate ad immaginare l'innovazione didattica come inserimento di principi e metodologie pedagogiche sui saperi tradizionali.

### **I metodi della scienza e gli ostacoli epistemologici**

Spesso la descrizione che viene fornita del metodo scientifico è sostanzialmente quella del procedimento induttivo, anche in quei casi in cui si fa ricorso all'etichetta di procedimento

ipotetico-deduttivo, come metodo caratteristico della scienza sperimentale. Ci troviamo di fronte ad un nodo di fondo, perché le metodologie di tipo induttivo sono cosa radicalmente diversa dai procedimenti ipotetico-deduttivi. Il senso comune misconosce tutto ciò, miscela brandelli di nozioni eterogenee ed in modo magico ripropone l'ormai mitico metodo scientifico; ma soprattutto, e a maggior ragione, neanche immagina le conseguenze pedagogico-didattiche di queste distinzioni.

La diversità non sta nel fatto che il metodo ipotetico-deduttivo sia la riproposizione di un modo di fare scienza pregalileiano, ma consiste nel ritenere che molti concetti scientifici non siano stati ricavati con procedimenti di tipo osservativo-sperimentale, ma con attività di tipo creativo (Einstein, 1958). Il procedimento induttivo presuppone, invece, che una mente sgombra da pregiudizi individui un certo problema, inizi a fare osservazioni e arrivi quindi alle ipotesi, per poi effettuare gli esperimenti adatti per verificarle o confutarle. Lo sviluppo della scienza sarebbe quindi avvenuto in modo cumulativo e lineare attraverso attività di osservazione sistematica della natura.

I grandi scienziati che in modo creativo hanno proposto nuove ipotesi, e quindi nuovi concetti in un determinato campo disciplinare, conoscevano generalmente a fondo quel problema sia sul piano teorico che osservativo-sperimentale; tuttavia, le nuove conoscenze scientifiche significative sono emerse per mezzo di processi inventivi che andavano molto al di là dell'esperienza, del quotidiano, del percettivo, delle conoscenze consolidate, dove il quotidiano per lo scienziato sono non tanto le conoscenze di senso comune, ma i paradigmi dominanti.

Nuove teorie emergono dalla capacità di alcuni scienziati di andare oltre i paradigmi accettati e di creare ipotesi che le teorie consolidate non fanno neppure immaginare, e che le osservazioni, di per sé, non fanno percepire. Quasi tutti i concetti fondamentali delle diverse discipline scientifiche hanno rappresentato una *rottura*, una *discontinuità* rispetto alle concezioni accreditate nelle diverse comunità scientifiche in un determinato periodo storico. In molti casi, la discontinuità è stata di tale portata da impedire la comunicazione tra gli innovatori e gli scienziati più anziani. La storia della scienza fornisce infatti innumerevoli esempi di affermazione delle nuove teorie solo dopo la morte dei sostenitori dei paradigmi precedenti. È stato introdotto il concetto di riorientamento gestaltico per indicare il fatto che i nuovi concetti spesso non si siano limitati ad ampliare la conoscenza, ma abbiano determinato un modo radicalmente diverso di percepire la realtà (Kuhn, 1969).

Discutere del *metodo scientifico* non è quindi una disquisizione accademica, ornamentale, da collocare, come fanno tutti i manuali nel primo capitolo, e ininfluente rispetto alla trattazione successiva delle varie problematiche. Comprendere la centralità, nello sviluppo della scienza, del metodo ipotetico-deduttivo, pur senza arrivare alle posizioni popperiane di antinduttivismo radicale (Popper, 1972), significa prendere consapevolezza della centralità nella scienza della discontinuità e delle connesse *implicazioni pedagogico-didattiche*.

Qui sta il bandolo della matassa: comprendere effettivamente le considerazioni precedenti, e cioè il nesso inscindibile tra procedimento ipotetico-deduttivo e discontinuità, permette di fornire una spiegazione generale ai risultati delle ricerche, sulle concezioni degli studenti. Dalle ricerche emerge che la maggioranza degli studenti alla fine della scuola secondaria superiore ha conoscenze inadeguate nei vari ambiti disciplinari ed un atteggiamento prescientifico che fanno sostanzialmente riferimento al senso comune (Bozzi, 1990; Cavallini, 1995; Grimellini, 1991). Occorrerebbe stupirsi non tanto di questi risultati, ma se essi fossero invece sostanzialmente diversi, stante l'insegnamento scientifico usuale (Borsese, Fiorentini, Roletto, 1995).

La mancanza di comprensione si riferisce anche ai concetti più elementari della struttura delle varie discipline scientifiche e non solo a quelli più formalizzati. Ora è sufficiente pensare a quale riorientamento gestaltico abbiano dato origine, per esempio, le teorie di Galileo, Newton, Lavoisier e Darwin, per rendersi conto come i *concetti elementari dell'organizzazione specialistica* delle discipline scientifiche siano tutt'altro che elementari sul piano epistemologico e psicologico. Ad esempio, l'attrazione gravitazionale di Newton per quasi un secolo venne percepita da molti scienziati continentali come la riproposizione del pensiero magico (Rossi 1997), e la teoria dell'evoluzione non è da molti accettata neppure oggi.

Mentre nella concezione tradizionale della scienza, dogmatica e lineare, ogni nuovo concetto appare come un ovvio ampliamento di quelli precedenti, nella nuova concezione, ogni nuovo concetto significativo è il prodotto del superamento di un *ostacolo epistemologico* (Bachelard, 1972). Mentre nella vecchia concezione, ogni concetto è di per sé evidente grazie alla sua collocazione nell'ordine deduttivo della disciplina, nella seconda, ogni concetto significativo può essere compreso nella misura in cui si colgono le connessioni e le discontinuità con le problematiche che ne hanno permesso l'invenzione (Bruner, 1996). Mentre la prima concezione contempla una struttura delle conoscenze scientifiche di tipo logico-deduttivo, grammaticale, linguistico, la seconda ipotizza una organizzazione delle conoscenze di carattere problematico, contestuale e narrativo, grazie all'utilizzo di didattiche laboratoriali, della storia della scienza (Torracca, 1994) e dell'epistemologia.

### **Le discontinuità del curricolo**

Le considerazioni precedenti sul metodo ipotetico-deduttivo e sulle discontinuità hanno delle implicazioni fondamentali sull'impostazione dell'insegnamento scientifico nella prima fase della scolarità (3-14 anni) e nella seconda fase (14-19 anni). Per quest'ultima, che coincide con la scuola secondaria superiore, le conseguenze culturali e metodologiche sono immediatamente ricavabili dalle considerazioni precedenti. E' necessario mettere da parte l'impostazione specialistica, lineare ed enciclopedica usuale ed iniziare a porre come variabile fondamentale il contesto entro cui è inserita una qualsiasi disciplina scientifica. Mentre oggi ci troviamo di fronte all'insegnamento della stessa struttura concettuale – in realtà della stessa enciclopedia di nozioni – in alcuni indirizzi nel biennio ed in altri nel triennio, in determinati casi in un solo anno scolastico con 2-3 ore settimanali, ed in altri per più anni; in futuro occorrerà invece ribaltare tale logica, partendo primariamente dal contesto, nella consapevolezza della necessità di tempi lunghi per potere comprendere alcuni concetti, per non limitarsi più soltanto alla memorizzazione di nozioni scientifiche senza significato per lo studente.

L'insegnamento dovrebbe essere caratterizzato da un'impostazione di tipo problematico e contestuale, che permetterebbe di affrontare alcune o molte (in relazioni agli anni e alle ore) delle conoscenze generalmente presenti anche nell'impostazione tradizionale. L'obiettivo fondamentale dovrebbe essere quello di realizzare la comprensione dei *concetti basilari* della struttura specialistica delle varie discipline, mentre gli aspetti più specialistici potrebbero essere affrontati o nel triennio degli istituti tecnici o all'università. Per esempio, nel caso della chimica nel biennio occorrerebbe trattare le teorie ed i concetti della chimica classica, quali il concetto di elemento, composto, le leggi macroscopiche di Lavoisier, Proust, Gay Lussac, Avogadro, le teorie atomistiche ottocentesche e rimandare al triennio le teorie di questo secolo, quali quelle del legame chimico, e nel caso che la chimica sia presente soltanto un paio di anni, limitarsi alla chimica classica.

Per la scuola di base, le implicazioni curricolari delle precedenti considerazioni epistemologiche sono, invece, quelle di non includere nel curricolo neppure i concetti basilari della struttura specialistica delle discipline scientifiche – da rimandare al biennio come si è già detto – in quanto la loro comprensione presuppone, da una parte, lo sviluppo di determinate competenze operativo-logico-linguistiche, e dall'altra, contemporaneamente, l'acquisizione di specifiche conoscenze e competenze di tipo fenomenologico. Nelle scuola di base occorre lavorare sui concetti fenomenologici con i quali sono applicabili integralmente metodologie di tipo laboratoriale.

Pensiamo che sia indispensabile un curricolo longitudinale all'interno di una prospettiva di continuità educativa, ritenendo superato ormai da molto tempo i programmi tradizionali (e non solo per le scienze sperimentali) caratterizzati dalla discontinuità fasulla attualmente esistente tra i 3 gradi scolastici. E immaginiamo la continuità educativa connessa al curricolo verticale, non tanto come una melassa indistinta, ma come la progettazione di una proposta educativa maggiormente in consonanza con le discontinuità reali che si realizzano durante la crescita del soggetto e che, d'altra parte, caratterizzano anche il materiale di studio.

Nello specifico del curriculum longitudinale delle scienze sperimentali, noi pensiamo che siano necessarie alcune discontinuità, e che indubbiamente quella più rilevante si dovrebbe realizzare, come abbiamo già evidenziato, nel passaggio tra scuola media e scuola secondaria superiore. I motivi che ci portano ad individuare questa età sono innanzitutto di tipo teorico (psicologici, pedagogici ed epistemologici), ma vi è anche un aspetto più pragmatico, legato alla tradizione culturale e scolastica italiana, cioè, lo spazio limitato, che le scienze sperimentali continuano ad avere nella scuola elementare e media (2 ore alla settimana), nonostante le riforme significative che hanno caratterizzato questi gradi scolastici.

### **Le metodologie didattiche**

Le metodologie didattiche trovano, la loro fondazione innanzitutto all'interno della riflessione pedagogica, e più in generale delle scienze dell'educazione. Nel nostro caso, quello delle scienze sperimentali, il riferimento pedagogico-metodologico fondamentale è costituito dal costruttivismo (Boscolo, 1986), movimento che, da una, parte è il prodotto della ricerca psicopedagogica più recente, e dall'altra, rappresenta anche la sintesi delle riflessioni dei psicopedagogisti più significativi di questo secolo, quali Dewey, Piaget, Vygotskij e Bruner (Calvani, 1998).

Per il costruttivismo l'apprendimento si può realizzare se lo studente è posto al centro del processo di costruzione della sua conoscenza, se lo studente è attivo sul piano cognitivo e se il processo di insegnamento-apprendimento tiene conto delle complesse dinamiche relazionali che possono facilitare o ostacolare la costruzione della conoscenza. Le metodologie didattiche devono sviluppare quanto è più possibile le condizioni che permettano a ciascun studente di costruire la conoscenza, e non tanto di poter effettuare in prima persona il maggior numero possibile di esperimenti (per un approfondimento vedi il contributo di Rossana Nencini).

Sul piano metodologico costituiscono indubbiamente un passo in avanti importante rispetto ai pur significativi programmi del 1979 e del 1985 le nuove Indicazioni nazionali per le scienze nella scuola di base, dove si afferma: "Tutte le discipline dell'area hanno come elemento fondamentale il laboratorio, inteso sia come luogo fisico (aula, o altro spazio specificamente attrezzato), sia come momento in cui l'alunno è attivo, formula le proprie ipotesi, e ne controlla le conseguenze, progetta e sperimenta, discute e argomenta le proprie scelte, impara a raccogliere dati e a confrontarli con le ipotesi formulate, negozia e costruisce significati interindividuali, porta a conclusioni temporanee e a nuove aperture la costruzione delle conoscenze personali e collettive. In tutte le discipline dell'area, inclusa la matematica, avrà cura di ricorrere ad attività pratiche e ad osservazioni sul campo, con un carattere non episodico ed inserendole in percorsi di conoscenza" (Ministero della Pubblica Istruzione, *Indicazioni per il curriculum*, 2007).

Continuiamo a considerare, come è sottolineato nelle nuove Indicazioni, fondamentale il *contatto diretto con le cose* (Dewey, 1961; Feynman, 2002.) . Nell'ipotesi da noi prospettata per la scuola di base, che cerca di realizzare una sintesi tra paradigmi generalmente contrapposti, quello piagetiano e quello vygotkiano, la prima fase, quella sperimentale-osservativa, rimane imprescindibile (Olmi, 2006), ma, tuttavia, non deve essere in generale quella più impegnativa né temporalmente né come impegno cognitivo richiesto allo studente. Pensiamo infatti che, proprio per le caratteristiche dello studente della scuola di base - per le sue capacità di attenzione e per i limiti nel mantenere la motivazione - gli esperimenti proposti debbano essere semplici e di veloce esecuzione. La maggior parte del tempo deve essere, quindi, riservata alle fasi di concettualizzazione, deve essere, cioè, dedicata alla verbalizzazione scritta (più in generale alla rappresentazione) e alla discussione collettiva (Fiorentini, 2005). La dimensione linguistica assume conseguentemente nella nostra proposta un ruolo centrale, non evidentemente come attività estemporanea dettata da esigenze aprioristiche, ma come strumento fondamentale per il bambino per dare significato al mondo che sta osservando (D'Onofrio, 1994). L'importanza della dimensione linguistica in tutti gli ambiti disciplinari rappresenta indubbiamente un'antica consapevolezza dei linguisti, che è riuscita a farsi strada, però purtroppo generalmente soltanto come petizione di principio, sia nei programmi della scuola media del 1979 che in quelli della scuola elementare del 1985. Noi pensiamo che la

dimensione linguistica sia essenziale per un'educazione scientifica adeguata, e riteniamo inoltre che l'utilizzo del linguaggio, come da noi indicato nell'insegnamento scientifico, sia un fattore importante per lo sviluppo della competenza linguistica generale dello studente (Arons, 1991).