

QUALI CONDIZIONI PER IL RINNOVAMENTO DEL CURRICOLO DI SCIENZE?

Carlo Fiorentini

(I parte)

E' diffusa tra gli esperti di didattica della scienze, per lo meno da qualche decennio, la consapevolezza della crisi drammatica dell'insegnamento scientifico nella scolarità preuniversitaria. Sono state conseguentemente avanzate alcune proposte innovative, che non hanno, tuttavia, minimamente incrinato il paradigma dominante. Noi crediamo che ciò sia avvenuto anche a causa della debolezza teorica delle proposte stesse.

Il paradigma dominante è ben identificabile e robustamente resistente al cambiamento in quanto è, in modo totalitario, solidale con la formazione culturale di generazioni di insegnanti, caratterizzata dall'identificazione dei saperi accademici specialistici con i saperi che devono essere trasmessi, nel corso della scolarità preuniversitaria, sulla base di ovvie mediazioni didattiche tramandate dal senso comune di una tradizione didattica secolare.

Negli ultimi decenni, con la trasformazione della scuola in tutti i paesi industrializzati in scuola di massa, questo impianto è entrato in crisi per una molteplicità di problemi, tutt'altro che riducibili a questioni di rinnovamento di tecniche didattiche. La crisi dell'insegnamento scientifico – e probabilmente dell'insegnamento della maggior parte delle discipline – o detto, in altre parole, il problema dell'individuazione di un curriculum (il che cosa e il come insegnare alle varie età) adeguato ad una situazione economica, sociale e culturale incompatibilmente diversa da quella di alcuni decenni fa, impone la necessità di ricercare soluzioni nuove su un terreno molto più complesso di quello su cui si sono collocate molte proposte innovative del passato.

E' entrata definitivamente in crisi l'idea che sia possibile **trasmettere in modo significativo l'enciclopedia dei saperi scientifici**, linearizzati dalla secolare pratica scolastica di adeguamento dei pacchetti di verità scientifiche – purificate dalle scorie della complessità della reale ricerca

scientifico – che meritavano di essere trasmesse alle nuove generazioni. 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 a fondo, non molte cose male e superficialmente”, e che sia quindi indispensabile individuare “nuclei fondanti” (Maragliano, 1997). Questa è tuttavia un'operazione avventurosa perché postula le 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 degli studenti di una scuola ormai da molto tempo non più selettiva ed elitaria.

Queste nuove ipotesi di curricolo dovranno indubbiamente essere caratterizzate da determinate metodologie didattiche, diversamente articolate in relazione sia all'età dei discenti che alla specificità dei saperi disciplinari. Ma tutto ciò, per non ricadere nell'illusione didatticistica delle innovazioni passate, dovrà saldarsi, da una parte, con un profondo ripensamento epistemologico del sapere scientifico scolastico – tuttora ancorato ad una visione cumulativa e dogmatica della scienza- alla luce dei contributi della filosofia e della storia della scienza degli ultimi decenni, e dall'altra, con la necessità di prospettare un modello psicopedagogico per l'insegnamento scientifico consapevole di ciò che rimane ancora oggi significativo – al di là delle mode e delle infatuazioni momentanee- dei contributi più alti della pedagogia e della psicologia dell'apprendimento di questo secolo.

Il problema epistemologico nel rinnovamento dell'educazione scientifica

La maggior parte degli esperti che hanno avanzato negli ultimi decenni nuove proposte per l'insegnamento scientifico hanno quasi sempre fatto riferimento alla rivoluzione epistemologica degli ultimi cinquant'anni, essendo consapevoli che essa ha generato una “nuova visione della scienza” radicalmente diversa da quella usualmente presente nell'insegnamento scientifico.

Generalmente, tuttavia, il nodo epistemologico non è stato da loro considerato centrale nel ripensamento culturale e pedagogico-didattico dell'insegnamento scientifico.

La nostra visione è invece opposta: riteniamo che sia necessaria una rivoluzione copernicana nell'insegnamento scientifico, perché esso è ancora spesso ancorato ad una visione della scienza di stampo ottocentesco, di tipo cumulativo, continuista e dogmatico, che costituisce, a nostro parere, la causa fondamentale della sua inefficacia formativa.

Le rivoluzioni scientifiche dei primi decenni del Novecento (relatività e meccanica quantistica) e la successiva rivoluzione epistemologica (Bachelard, Popper, Kuhn, ecc.) hanno fornito una nuova concezione della scienza. In questa è stata totalmente messa da parte la nozione di verità assoluta ed è stata posta al centro la dimensione dell'ipotesi, non solo in riferimento al contesto della scoperta ma anche a quello della giustificazione. Nella nuova visione della scienza, anche le teorie più solide devono essere considerate ipotesi: scienza è continua rimessa in discussione anche delle conoscenze più consolidate, è atteggiamento critico, è critica della tradizione.

La scienza rappresenta, d'altra parte, il tentativo di spiegare il noto per mezzo dell'ignoto, di spiegare il comune mondo dell'esperienza quotidiana per mezzo di congetture che sono quasi sempre molto al di là o addirittura in contraddizione con le conoscenze di senso comune. Lo sviluppo della scienza è quindi costantemente caratterizzato da elementi di discontinuità (Popper, 1969).

Le considerazioni precedenti delineano gli aspetti più significativi della scienza rivoluzionaria, ma vi è anche una scienza normale che ha caratteristiche ben diverse e per molti aspetti opposte (Kuhn, 1962). L'immagine della scienza che si ricava dal dibattito epistemologico successivo alla pubblicazione del libro di Kuhn "Le rivoluzioni scientifiche" è indubbiamente più articolata e complessa di quella delineata da Popper. Tuttavia, il dualismo scienza normale – scienza rivoluzionaria, e più in generale questo dibattito, non hanno minimamente indebolito la caratteristica della discontinuità. Anzi, gli epistemologi che hanno preso le distanze dalla visione di

Popper, ritenendola idilliaca, hanno vieppiù accentuato l'aspetto della discontinuità tra le varie teorie, fino ad arrivare a sostenere l'incommensurabilità tra i diversi paradigmi (Feyerabend, 1975).

Negli ultimi decenni, molte ricerche hanno evidenziato l'inefficacia dell'insegnamento scientifico e ne hanno individuato la causa principale nella lontananza tra le conoscenze scientifiche che vengono insegnate e le concezioni spontanee e le strutture cognitive degli studenti (Grimellini Tomasini e Segrè, 1991). Conseguentemente sono state effettuate analisi epistemologiche molto interessanti di specifici concetti, o sono state prospettate significative proposte didattiche in riferimento a specifiche problematiche, ma riteniamo che generalmente delle precedenti considerazioni epistemologiche non sia stato evidenziato il *ruolo pedagogico-didattico fondante* per un rinnovamento significativo dell'insegnamento scientifico.

Noi pensiamo che uno degli obiettivi principali dell'insegnamento scientifico sia quello, di carattere trasversale alle specifiche discipline scientifiche, di costruire un'immagine la più adeguata possibile della scienza. E un aspetto importante di questa immagine aggiornata è indubbiamente costituito dal superamento della concezione dogmatica della conoscenza scientifica. Se ciò, tuttavia, costituisse soltanto una pur importante esigenza culturale, ma estrinseca alle dinamiche psicologiche dell'apprendimento, probabilmente essa continuerebbe a rimanere una buona intenzione pedagogica, d'altra parte inutilmente proclamata da moltissimo tempo. Riteniamo, invece, che la *causa fondamentale* dell'inefficacia dell'insegnamento scientifico tradizionale risieda proprio nella sua *impostazione epistemologica*, sostanzialmente ancora tardo ottocentesca, contraddistinta da molteplici aspetti tra loro solidali, quali il dogmatismo, l'enciclopedismo, il riduzionismo, il formalismo e il continuismo.

La deriva scienziata è approdata a degli esiti paradossali sul piano pedagogico-didattico, in quanto ha contribuito a sviluppare in molti studenti un'immagine della scienza opposta a quella che ha ispirato i grandi scienziati degli ultimi quattro secoli, ad identificare nella scienza una nuova scolastica o una moderna magia: infatti molte conoscenze scientifiche sono astruse, esoteriche nei loro tecnicismi, risultano incomprensibili ai più e perspicue soltanto a pochi eletti.

I metodi della scienza

Fanno parte del senso comune alcuni slogan sul metodo della scienza, spesso etichettato come metodo galileiano o metodo sperimentale. E nonostante che la riflessione epistemologica abbia da molto tempo evidenziato una maggiore complessità del problema, non risulta molto più sofisticato il senso comune generalmente presente nella formazione universitaria e nella manualistica scientifica. Spesso la descrizione che viene fornita del metodo scientifico è sostanzialmente quella del procedimento induttivo anche in quei casi in cui si fa ricorso – avendo evidentemente captato per lo meno qualche termine dal dibattito epistemologico – 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 – c’è anche chi confonde il metodo ipotetico-deduttivo con il procedimento deduttivo -. Il senso comune misconosce tutto ciò, miscela brandelli di nozioni eterogenee ed in modo magico ripropone l’ormai mitico metodo scientifico (alla faccia del rigore 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 un procedimento osservativo-sperimentale, ma con attività di tipo creativo. Il procedimento induttivo presuppone, invece, che una mente sgombra da pregiudizi individuali un certo problema, inizi a fare osservazioni e arrivi quindi alle ipotesi, per poi trovare 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. E' 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, 1962).

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, 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, già menzionate, 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. Occorrerebbe stupirsi non tanto di questi risultati, ma se essi fossero invece sostanzialmente diversi.

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.

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 semantico, grazie all'utilizzo della storia e dell'epistemologia.

Dovrebbe esser nata da tempo la domanda del perché l'insegnamento scientifico più diffuso continui ad essere quello tradizionale, ispirato ad una visione della scienza superata, nonostante i risultati catastrofici sul piano formativo. Le motivazioni sono sia di carattere generale, culturale e politico, che di carattere specifico. Le motivazioni generali, che riguardano non soltanto l'insegnamento scientifico, ma tutte le discipline scolastiche, consistono nella sfasatura storica che si è verificata in Italia negli ultimi quaranta anni tra la realizzazione della scuola di massa e la comprensione delle condizioni di carattere culturale-pedagogico-curricolare e conseguentemente istituzionale che avrebbero potuto effettivamente garantirne la qualità formativa.

La scuola italiana è diventata da molti decenni di massa, ma l'insegnamento scientifico è ancora oggi improntato ad un modello di scuola selettiva ed elitaria, nel quale l'obiettivo fondamentale non è quello di utilizzare alcune conoscenze significative delle scienze per contribuire alla formazione

di tutti i cittadini, ma è quello di individuare i pochi eletti che saranno in grado di comprendere sofisticati formalismi e potranno quindi continuare la ricerca nei vari ambiti specialistici. I limiti ed i punti di forza dell'insegnamento scientifico tradizionale erano stati evidenziati più volte nel passato. E' sufficiente ricordare alcune considerazioni di Kuhn; egli afferma da una parte "che si tratta di un'educazione rigida e limitata, forse più rigida e limitata di ogni altro tipo di educazione, fatta eccezione della teologia ortodossa" e dall'altra "che prepara lo studente a diventare membro della particolare comunità scientifica (...) Per la ricerca all'interno delle scienza normale, per risolvere rompicapo all'interno della tradizione definita dai manuali lo scienziato viene preparato quasi alla perfezione" (Kuhn, 1962). In Italia, i dati nuovi, di grande rilevanza rispetto al 1962 (che è casualmente l'anno sia della riforma della scuola media che della pubblicazione del libro di Kuhn *Le rivoluzioni scientifiche*) sono la radicale modifica con la scuola di massa del contesto scolastico e la constatazione dell'inefficacia formativa del modello tradizionale dell'insegnamento scientifico.

Le discontinuità del curriculum

Le considerazioni precedenti sul metodo ipotetico-deduttivo e sulla discontinuità hanno delle implicazioni divergenti sull'impostazione dell'insegnamento scientifico nella prima fase della scolarità (fino a 13-14 anni) e nella seconda fase (fino a 18-19 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 molte delle conoscenze generalmente presenti anche nell'impostazione tradizionale, seppur in una prospettiva completamente diversa, quella che abbiamo cercato di delineare nei paragrafi precedenti. L'obiettivo fondamentale dovrebbe essere quello di realizzare la comprensione dei concetti elementari della struttura specialistica delle varie discipline. Aspetti più specialistici potrebbero essere affrontati soltanto in corsi pluriennali del triennio. Per esempio, nel caso della chimica nel biennio occorrerebbe trattare le teorie ed i concetti della chimica classica, quali il concetto di elemento, composto, di trasformazione chimica, e rimandare al triennio le teorie di questo secolo, quali quelle del legame chimico.

Per la prima fase della scolarità, le implicazioni curriculari delle precedenti considerazioni epistemologiche sono invece quelle di non includere nel curricolo neppure i concetti elementari 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.

Pensiamo che sia indispensabile un curricolo longitudinale all'interno di una prospettiva di continuità educativa, ritenendo superato ormai da molto tempo il curricolo tradizionale (e non solo per le scienze sperimentali) caratterizzato 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 curricolo longitudinale delle scienze sperimentali, noi pensiamo che siano necessarie alcune discontinuità, e che indubbiamente quella più rilevante si dovrebbe realizzare 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, lo spazio limitato, cioè, 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.

Bibliografia

Bachelard, G. (1972) *Il materialismo razionale*. Tr. it.: Dedalo, Bari 1975.

Bruner, J. (1996) *La cultura dell'educazione*. Tr. it.: Feltrinelli, Milano 1997.

Feyerabend, P. K. (1975) *Contro il metodo*. Tr. it.: Feltrinelli, Milano 1979.

Grimellini Tomasini, N. e Segrè, G. (1991) *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*. La Nuova Italia, Firenze.

Kuhn, T. S. (1962) *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Tr. it.: Einaudi, Torino, 1969.

Maragliano, R. (a cura di) (1997) *Sintesi dei lavori della Commissione tecnico-scientifica incaricata dal Ministro della Pubblica Istruzione di indicare <<le conoscenze fondamentali su cui si baserà l'apprendimento dei giovani nella scuola italiana dei prossimi decenni>>*. Annali della Pubblica Istruzione, 78, Le Monnier, Firenze.

Popper, K. R. (1969) *Congetture e confutazioni*. Tr. it.: Il Mulino, Bologna 1972.