CARLO FIORENTINI *

Per un insegnamento significativo della chimica: il ruolo fondamentale della Storia della Chimica

For a significative teaching of chemistry: the fundamental role of the history of chemistry

Summary – The theory I'll try to support is that the history of chemistry is fundamental for teaching in the pre-university school from the beginning, in the primary school too, with two different meanings: in the high school as the main instrument of teaching, in the primary school, to understand what is better to teach and especially what is inappropriate to teach.

Key words: didattica laboratoriale; sperimentalismo ingenuo; costruzione della conoscenza; curricolo verticale; narrazione della scienza

1. *La crisi dell'insegnamento scientifico*

L'insegnamento scientifico è in crisi da molto tempo, e l'insegnamneto della chimica ancor prima per l'impostazione riduzionista imperante negli ultimi cinquant'anni. La maggior parte degli adulti di cultura medio-alta sono semianalfabeti o analfabeti sul piano scientifico. La scienza appare alla magior parte degli studenti noiosa, irrilevante sul piano culturale. Vi è inoltre come altro aspetto non secondario, il crollo delle iscrizioni alle lauree scientifiche (aspetto questo comune a tutti i paesi occidentali più sviluppati). Una delle cause principali di questa situazione viene da molti individuata nel modo in cui le scienze sono insegnate: «In Italia la scienza è oggetto di apprendimento scolastico, cartaceo, nozionistico, deduttivistico. Un non senso. Non si è adeguatamente applicato il metodo scientifico-sperimentale» [7, p. 4].

Negli ultimi decenni sono state effettuate in Italia e più in generale nel contesto internazionale molte ricerche sulle concezioni degli studenti non soltanto della scuola di base, ma anche con studenti alla fine della scuola secondaria, durante i

* CIDI Firenze, Piazza SS. Annunziata 12, 50122 Firenze. E-mail: cidifirenze@virgilio.it

primi anni dell'università e alla fine dell'università. I risultati di queste ricerche evidenziano che non soltanto i soggetti in età evolutiva, ma che anche la maggior parte degli studenti alla fine della scuola secondaria ha metodologie di tipo prescientifico, ed ha conoscenze, concezioni, in molti ambiti scientifici, di tipo aristotelico, pregalileiano. Queste ricerche mettono, in conclusione, in evidenza che molti anni di insegnamento scientifico nella scuola di base e nella scuola secondaria non producono risultati da nessun punto di vista, né delle conoscenze, né del metodo, per la maggior parte degli studenti.

Questa situazione dipende evidentemente da più fattori, ma la spiegazione che molti ricercatori ritengono più rilevante, e io con loro, è che l'insegnamento scientifico più diffuso sia nella scuola secondaria superiore che nella scuola di base è di tipo specialistico, nozionistico e formalistico; è, cioè, qualcosa di troppo complesso, troppo in discontinuità rispetto alle strutture cognitive del soggetto nelle varie età; lo scarto fra le strutture cognitive e le nuove conoscenze è talmente grande che in pratica non c'è possibilità di assimilazione. Riportando queste considerazioni non faccio altro che ripetere il discorso di Piaget, che le ricerche degli ultimi decenni hanno sostanzialmente confermato sia come diagnosi che come spiegazione.

Quando è in atto il processo di insegnamento-apprendimento, quando si vuole insegnare qualcosa di nuovo, e evidentemente nell'arco della scolarità si vogliono insegnare cose nuove, è importante che esista uno scarto fra le strutture cognitive consolidate e le nuove conoscenze, perché se i nuovi input, le nuove informazioni non facessero altro che riprodurre ciò che è già consolidato, non si avrebbe sviluppo cognitivo. Allora, è indubbio che uno scarto ci debba essere, ma anche che esso, come tutta la ricerca piagetiana ha evidenziato, debba essere limitato. È ovvio che man mano che si procede dalla scuola elementare, alla scuola media, alla scuola secondaria superiore, occorra salire di complessità rispetto alle conoscenze e ai concetti che andiamo a proporre e a costruire insieme agli studenti. È tuttavia necessario che tutto il processo sia sotto controllo, ovvero che lo scarto ci sia ma sia limitato quando si danno nuovi input; si deve insomma essere sicuri che siano stati costruite in precedenza le basi strutturali, le basi conoscitive per potere costruire nuove conoscenze significative.

Per contro, i manuali prevalenti nella scuola secondaria superiore, così come nella media inferiore e per certi aspetti anche i sussidiari della scuola elementare, prescindono totalmente dalle considerazioni che finora ho sviluppato; sono scritti come se nell'ultimo secolo la ricerca di tipo psicologico, epistemologico, storico non fosse esistita. In molti casi i manuali, avendo come mediazione didattica fondamentale quella della riduzione delle pagine, della riduzione della complessità del linguaggio, non sono altro che la riproposizione del manuale universitario, mantenendone, nella sostanza, la struttura concettuale. Ritengo che l'esempio più aberrante di manuale, da questo punto di vista, sia il manuale della scuola media. Analoghe considerazioni possono essere effettuate anche per i manuali della scuola secondaria superiore; occorre, tuttavia, riconoscere che essi, più o meno, manten-

gono una certa coerenza disciplinare, proprio perché hanno a disposizione uno spazio di 700-800 pagine, cosa che permette di svolgere in un certo modo la disciplina così come è intesa dagli specialisti. Ma quando invece nel manuale della scuola media, che è di 800-900 pagine (generalmente diviso per tre, uno per anno), ritroviamo la stessa struttura concettuale dei libri di chimica, di fisica, di biologia, di astronomia, di geologia della scuola secondaria superiore, io credo che ci troviamo di fronte all'aberrazione massima.

2. *Quale impostazione laboratoriale?*

Da moltissimo tempo è condivisa dalla parte più innovativa della scuola l'idea che nella scuola l'impostazione debba essere laboratoriale. Da molto tempo è pure condivisa l'idea che la conoscenza vada costruita all'interno di una dimensione sociale. Io condivido tutto ciò: nella scuola di base ciò che non è insegnabile in modo laboratoriale va eliminato. Tutto ciò è importante, ma sono convinto che costituisca una faccia della medaglia; senza l'altra faccia la medaglia non c'è, l'innovazione è impossibile. L'altra faccia è costituita dall'individuazione della struttura formativa della discipline, il che cosa sia più adatto da insegnare alle varie età (il *curricolo verticale*). La didattica laboratoriale potrebbe essere infatti la riproposizione dell'attivismo, dello sperimentalismo ingenuo: la rivoluzione epistemologica della seconda metà del Novecento ha fatto infatti comprendere in modo indubitabile che *i fatti sono carichi di teoria.* L'ipotesi prevalente in ambito pedagogico e anche di didattica delle discipline scientifiche è invece quella che si può insegnare tutto a qualsiasi età: basta trovare il metodo giusto. A mio parere, invece, gli esperimenti sono di grandissima importanza didattica sempre, ma a condizione di utilizzarli in modo non ingenuo. Gli esperimenti sono sempre carichi di teoria (Bachelard, Popper, ecc.). Essi sono didatticamente molto importanti quando è chiaro quali sono le conoscenze che gli studenti debbono già avere per potere dagli esperimenti ricavere nuovi stimoli per la concettualizzazione.

L'insegnamento usuale di tipo manualistico è assurdo dal punto di vista epistemologico, psicologico ed educativo, ma ha il grande pregio di avere una struttura, una organizzazione che lo specialista è in grando di comprendere e che gli dà l'illusione che anche gli studenti possano comprendere.

Un insegnamento nella scuola dai 3 ai 16 anni, basato giustamente sugli esperimenti deve per essere significativo per gli studenti avere un'organizzazione, non può essere anarchico. In via ipotetica, occorre individuare gli esperimenti più adatti alle varie età, avendo una idea di quali concetti è possibile concettualizzare prima, perché più poveri di teorie scientifiche e quindi che possono essere costruiti dagli studenti, astraendo e generalizzando, a partire dalle osservazioni. Altrimenti si cade dalla padella alla brace: dall'impostazione libresca, enciclopedica, nozionistica allo sperimentalismo ingenuo. Un stagione in Italia dove era molto presente l'attivismo nella scuola primaria vi è già stata, negli anni sessanta e settanta, ma non ha lasciato ormai da molto tempo nessuna traccia.

Inoltre gli esperimenti sono una risorsa non eliminabile per la concettualizzazione non di per sé. Ciò che dei fenomeni deve principalmente interessare, al di là del primo momento, quello dello stupore, non è il loro aspetto estetico, magico, ma la loro logica fenomenologica, la rete di connessioni che può essere costruita. Ciò non è nella immediatezza dell'esperienza, ma nella riflessione sull'esperienza, che non può essere realizzata che per mezzo della mediazione del linguaggio. È soltanto il linguaggio che permette l'effettuazione di quelle attività cognitive – descrivere, rappresentare, individuare differenze e somiglianze, individuare relazioni e connessioni causali, classificare e definire – che possono produrre consapevolezza delle relazioni significative che caratterizzano una determinata fenomenologia (che permettono quindi di concettualizzarla). Ed è in particolare il linguaggio scritto che ha queste caratteristiche, ed a maggior ragione in classi che sono costituite mediamente da 25 studenti.

3. *Quali problematiche nella scuola di base?*

Nella scuola di base, dove le ore a disposizione delle scienze sperimentali sono 2 quando va bene, e della chimica una frazione di ciò, occorre insegnare in modo laboratoriale i fenomeni meno carichi di teoria. Nella scuola di base non ci deve essere un utilizzo diretto della storia della chimica, ma è la storia della chimica (e più in generale la storia della scienza) che permette di capire la diversa complessità psicologica dei concetti e degli esperimenti.

Nella nostra proposta sono presenti molte fenomenologie usuali nella scuola di base ma con un'impostazione radicalmente diversa da quella tradizionale: anche per i concetti più elementari la sistematicità e la completezza non possono costituire il punto di partenza ma punti di arrivo che possono essere collocati anche alla fine della scuola media o addirittura nella scuola superiore.

Ad esempio, gli stati della materia ed i passaggi di stato non sono da un punto di vista epistemologico e psicologico sullo stesso piano, come vengono invece presentati fin dalla scuola elementare. Non vi è evidentemente un'adeguata consapevolezza storico-epistemologica circa lo scarto esistente tra il concetto di gas rispetto ai concetti di solido e di liquido. Ma anche solido e liquido non sono concetti banali: ricerche sulle «concezioni» degli studenti di scuola media hanno evidenziato difficoltà nella concettualizzazione di solido e di liquido. Si tende a confondere, purtroppo, la conoscenza di termini o la conoscenza di «senso comune» con la conoscenza concettuale. È necessario un lungo lavoro, nell'arco della scuola di base, per concettualizzare tali conoscenze.

La concettualizzazione dello stato gassoso va per questo lasciata alla fine della scuola media; mentre negli ultimi anni della scuola elementare possono essere concettualizzati, a livello fenomenologico, i liquidi ed i solidi. In realtà la loro concettualizzazione è iniziata molto prima, già nella vita quotidiana; inoltre già il bambino della scuola dell'infanzia e del primo ciclo della scuola elementare manipola e

riflette su oggetti solidi e sui liquidi, in particolare sull'acqua; ma altra cosa è concettualizzarli, pur rimanendo ad un livello soltanto operativo. Concettualizzarli vuol dire avere consapevolezza delle caratteristiche distintive fondamentali (e non solo di quelle più evidenti) dei due stati, e conseguentemente avere la capacità di classificare correttamente non solo i materiali più ovvi, ma anche quelli più ambigui (quali i liquidi viscosi e le polveri). Ciò, a mio parere, è possibile negli ultimi anni della scuola elementare.

Se la concettualizzazione dello stato gassoso viene lasciata alla fine della scuola media, ciò significa che nella scuola elementare non deve essere trattata l'evaporazione dell'acqua? Tutt'altro, anzi ritengo che la problematica dell'evaporazione e dell'ebollizione dell'acqua sia una di quelle fondamentali degli ultimi anni della scuola elementare, e che necessiti per essere affrontata in modo significativo di molti mesi di attività. Ma una cosa è aver concettualizzato, a livello operativo, il passaggio da acqua liquida ad acqua vapore, ed una cosa ben diversa è la generalizzazione di questo passaggio a tutti liquidi. Con le parole è banale dire che l'acqua diventa vapore, o che tutti i liquidi diventano gas, ma per un bambino di 10-11 anni è tutt'altro che banale comprendere che cos'è il «vapore acqueo», acqua, cioè, che non si vede, o comprendere l'identità tra due fenomeni così diversi come l'evaporazione e l'ebollizione dell'acqua.

4. *L'insegnamento della chimica nella scuola secondaria superiore*

Nella scuola secondaria superiore l'insegnamento della chimica dovrebbe basarsi sui concetti fondamentali della chimica, quelli della chimica classica. Sarebbe forse immaginabile un insegnamento della fisica quantistica senza la fisica classica? Qui la storia diventa lo strumento fondamentale. Tuttavia, l'obiettivo non può essere fare storia della chimica, che è un altro specialismo. L'obiettivo è utilizzare la storia della chimica per fare comprendere i concetti basilari, che possono essere compresi se li facciamo rivivere, se vengono presentati come la risposta a problemi sperimentali o teorici.

La quasi totalità dei manuali di chimica hanno invece un'impostazione centrata sulle acquisizioni scientifiche del Novecento, ed in particolare sulla struttura atomica, i vari tipi di legame chimico, la struttura molecolare. Nei vari capitoli appaiono anche conoscenze (fatti, concetti, leggi) che risalgono a fasi precedenti della storia della chimica, ma in modo definitorio, nozionistico, asettico, e, comunque, come esemplificazione, illustrazione, in una logica deduttiva, dei concetti fondanti il sapere chimico attuale, quelli di tipo microscopico. Vi sono poi molte problematiche affrontate, nel modo appena indicato, in capitoli che costituiscono nella organizzazione attuale del curricolo universitario branche specialistiche ampie e complesse, quali ad esempio,la termodinamica [9]. Questi manuali sono caratterizzati da una logica totalmente deduttivistica, centrata sul microscopico.

La riflessione pedagogica ha, da molto tempo, evidenziato come sia psicologi-

camente assurdo un approccio deduttivistico come primo approccio ad una qualsiasi disciplina; è in questo senso emblematico il cammino fatto dalla didattica della geometria durante il Novecento, che ha portato ad indicare la necessità di una lunga fase di insegnamento basato sulla *geometria intuitiva ed operativa* prima di passare alla geometria deduttiva. E stiamo parlando di un sapere emblematico da millenni di un'organizzazione effettivamente deduttiva, dove è possibile con passaggi logici, con ragionamenti, ricavare nuove conoscenze, nuovi teoremi, sulla base delle conoscenze possedute.

Ma nel caso dell'organizzazione deduttivistica dei manuali di chimica siamo di fronte non solo ad assurdità di tipo psicologico-didattico, inerenti ad un impostazione deduttiva come primo approccio ad un sapere, ma ad una «farsa» del deduttivismo. Infatti nel caso della chimica, quella strutturazione di tipo espositivo-esplicativo, per cui l'introduzione di conoscenze microscopiche permetterebbe di descrivere e contemporaneamente spiegare fenomeni e leggi macroscopiche, opera in funzione non di ragionamenti deduttivi simili a quelli della geometria, necessari logicamente, ma di connessioni e ragionamenti legati all'esplorazione sperimentale e teorica, di carattere chimico-fisico, della realtà, effettivamente comprensibili soltanto a chi ha ampie e solide conoscenze specialistiche, acquisibili nella formazione universitaria specifica. Senza questa solida competenza, siamo di fronte ad una congerie di nozioni, apparentemente ben organizzate deduttivamente, che non possono, tuttavia, che essere memorizzate nel modo più meccanico, ma a cui non corrisponde, per lo studente, nessun *significato*, nessuna competenza [10]. O meglio (sarebbe da dire, tragicamente, peggio), il significato che viene attribuito anche da molti insegnanti che si rendono, in parte, conto delle assurdità che insegnano, è quello che queste nozioni servono per superare i test di ammissione ad alcuni corsi di laurea, come quello di medicina [1].

5. *Il modello alternativo di insegnamento della chimica*

L'alternativa a questo modello deduttivistico ha iniziato ad essere prospettata in Italia durante gli anni 60 da alcuni universitari illuminati ed è stata sempre più rifinita ed articolata negli anni successivi, arrivando ad essere sancita formalmente anche in un programma ministeriale, che, tuttavia, è rimasto confinato in poche scuole sperimentali, il programma del *Laboratorio di fisica e chimica* del *Progetto Brocca* del 1989.

Questo programma, che si riferiva ad alcuni bienni della scuola secondaria superiore, prevedeva un'impostazione dell'insegnamento della Chimica completamente basato sulla *Chimica classica*, cioè, sulle teorie e i concetti fondamentali della chimica, quali si erano sviluppati, durante il Settecento e l'Ottocento, prima delle rivoluzionarie scoperte sulla struttura dell'atomo. Il progetto Brocca prevedeva, per questi indirizzi tecnici, l'insegnamento della chimica del Novecento usuale nel triennio. Ma il progetto Brocca non entrò mai in ordinamento, e quando a metà

degli anni novanta il Ministero della P. I. decise lo svecchiamento dei programmi dei bienni degli Istituti tecnici, utilizzò i programmi Brocca del biennio per tutte le discipline, tranne Chimica e Fisica. Fu proposto per queste due materie un programma enciclopedico-nozionistico usuale, con la motivazione che il programma del *Laboratorio di fisica e chimica* non poteva essere assunto, non essendo presenti queste due discipline nel triennio, come invece era previsto dal progetto Brocca.

Evidentemente per il Ministero tutte le motivazioni culturali, pedagogiche e didattiche che stavano alla base (ed erano chiaramente enunciate) del programma del *Laboratorio di fisica e chimica* erano «chiacchere» inconsistenti; ciò che doveva, comunque, essere preservato era il canone tradizionale, accademico, dell'insegnamento della chimica e della fisica.

Il programma del *Laboratorio di fisica e chimica* rimane indubbiamente il documento ufficiale più importante [11], in relazione all'insegnamento di discipline scientifiche degli ultimi cinquant'anni, perché, in particolare in riferimento alla Chimica, contiene queste fondamentali scelte di tipo culturale, fondate su motivazioni pedagogico-psicologico-didattiche: l'insegnamento della chimica, nella scuola secondaria superiore, deve basarsi sull'osservazione-sperimentazione di trasformazioni chimiche, sulle leggi macroscopiche e sui modelli microscopici a loro strettamente connessi. Nelle finalità di questo programma troviamo queste indicazioni: «Prima di giungere ad una sistemazione complessiva è però opportuno che lo studente prenda contatto concretamente con i problemi e i temi tipici delle discipline, ad evitare il pericolo sempre presente che una trattazione teorica perda, nella mente degli studenti, il contatto con il mondo reale che quella teoria cerca di interpretare. A livello del biennio, quindi, è indispensabile che l'insegnamento di alcuni temi portanti delle due discipline sia condotto in modo strettamente sperimentale … Nei contenuti indicati non è da ricercarsi la logica convenzionale delle due discipline, Chimica e Fisica. I principali criteri che hanno ispirato la scelta dei contenuti sono i seguenti: partire dall'osservazione macroscopica dei corpi, sostanze e fenomeni del mondo che ci circonda per giungere in modo graduale all'aspetto particellare senza entrare nel merito del modello elettronico della struttura atomica» [8, p. 281].

Questo programma è esente da limiti? Non ci sono critiche da rivolgergli? Ci fu chi, subito, si scandalizzò, denunziando un approccio ingenuamente induttivistico. Anche noi pensiamo che questa critica aveva qualche fondamento, ma chi la faceva riproponeva sostanzialmente l'approccio tradizionale deduttivistico, sistematico, addestrativo. Il ribadire con enfasi l'importanza di un'impostazione operativa, laboratoriale rappresentava (come rappresenta ancora oggi) un aspetto fondamentale dell'insegnamento scientifico anche nella scuola secondaria superiore. Tuttavia il programma dava poche indicazioni metodologiche ulteriori, e poteva essere interpretato in una prospettiva totalmente induttiva, cadendo così in un atteggiamento banalmente induttivistico, sia dal punto di vista epistemologico che pedagogico-didattico. Ma esso poteva (ed oggi, a maggior ragione) essere anche interpretato in una prospettiva completamente diversa, molto più attenta alle modalità complesse

con cui si sviluppa la conoscenza scientifica. L'epistemologia contemporanea, – da Koyrè a Bachelard, da Popper a Kuhn e Feyerabend – e la storia della scienza del Novecento – da Elkana a Jammer, dalla Metzger ad Holton, da Gillespie a Rocke - ci hanno, infatti, fatto, comprendere anche l'inconsistenza di una concezione empirista della scienza: che «fare scienza è un cammino variegato e accidentato, dove l'intuizione, l'analogia, la stessa immaginazione conta e conta molto»; ci hanno proposto «una nuova immagine della scienza: più complessa e complicata, non lineare, più storicizzata, più autenticamente critica, in quanto capace di leggere senza paraocchi la complessità e la varietà del suo procedere» [4, pp. 77-78].

Rispetto alle modalità prevalenti sistematico-deduttivo-addestrative dell'insegnamento scientifico, il ribadimento della centralità del laboratorio e più in generale di impostazioni operative costituisce una risposta importante, rappresenta una condizione necessaria per il rinnovamento dell'insegnamento scientifico, ma tutt'altro che sufficiente; anzi noi pensiamo che questa risposta, che è mossa da esigenze genuine in contrapposizione ad un insegnamento nozionistico, vuoto di significati, sia destinata, di per sé, alla sconfitta, perché un'impostazione radicalmente induttiva nella scuola superiore non è in grado minimamente di risolvere il problema dell'insegnamento di leggi e teorie scientifiche in un modo significativo, come è più volte avvenuto durante il Novecento, ogni qual volta tentativi di questo tipo sono stati realizzati. È emblematico in questo senso il progetto Nuffield per la chimica, che si proponeva di insegnare i concetti e le teorie della chimica classica con un'impostazione induttiva: era costituito da un libro per l'insegnante e da un insieme di schede per attività di laboratorio, per gli studenti. Era una proposta molto innovativa, che era stata progettata in Inghilterra durante gli anni sessanta, e che era arrivata 20 anni prima del progetto Brocca alle stesse conclusioni culturali rispetto a quale chimica dovesse esser insegnata come prima chimica; venne tradotta dalla Zanichelli all'inizio degli anni settanta, ma sostanzialmente non fu mai utilizzato in modo stabile da nessun insegnante. Per quali motivi?

Noi pensiamo che il motivo fondamentale, per cui non fu adottato stabilmente da quasi nessuno, fu l'impostazione totalmente induttivistica, la totale mancanza di sistematicità, il ridurre l'insegnamento della chimica all'esecuzione di molti esperimenti che non si riusciva a riportare a comportamenti generali, a leggi, a teorie, a connettere, cioè, in un sistema.

Nella scuola secondaria superiore, quando si affronta una qualsiasi disciplina scientifica, vi sono due aspetti fondamentali, apparentemente contradditori, che, se non vengono affrontati contemporaneamente, si vanifica qualsiasi tentativo di rendere l'insegnamento scientifico significativo: vi è la necessità di un insegnamento, da una parte, centrato sul «fare significato» – e quindi situato, contestuale, problematico, riflessivo, metacognitivo – e dall'altra che porti gradualmente alla costruzione di un sistema teorico, ad un'organizzazione che dia ordine, e che indichi regolarità tra le varie conoscenze specifiche.

Nell'insegnamento scientifico, le molteplici dimensioni del concetto di compe-

tenza si tengono l'una con l'altra: le competenze più strettamente disciplinari, lineari, sistematiche si possono sviluppare, nello studente della scuola di tutti, se innanzitutto viene messo al centro dell'insegnamento la motivazione dello studente, e quindi quelle scelte didattiche e culturali che possono costantemente mantenere vivo l'interesse e la partecipazione degli studenti: didattiche costruttiviste, lo spirito di ricerca, il confronto tra pari, l'accessibilità cognitiva delle problematiche su cui si lavora, lo sviluppo di competenze metacognitive, «l'imparare ad imparare» sono le condizioni irrinunciabili dello sviluppo delle competenze scientifiche, contemporaneamente ed in modo non separabile, nella realtà scolastica attuale, sia nella dimensione disciplinare sistematica che in quella critica e riflessiva.

Le proposte culturali sostanziali del progetto Nuffield e del programma del *Laboratorio di fisica e chimica* possono essere a nostro parere realizzate, superando quindi prospettive angustamente induttivistiche, integrando la dimensione didattica disciplinare in esse contenute con alcune acquisizioni epistemologiche e psicopedagogiche evidenziate, nei loro risvolti educativi soprattutto negli ultimi venti anni, in particolare grazie al contributo di Bruner.

6. *La centralità della narrazione anche nell'insegnamento scientifico*

«Non intendo sottovalutare l'importanza del pensiero logico-scientifico… Ma non è un mistero che a molti giovani che oggi frequentano la scuola la scienza appaia "disumana", "fredda" e "noiosa", malgrado gli eccezionali sforzi degli insegnanti di scienze e di matematica e delle loro associazioni. L'immagine della scienza come impresa umana e culturale migliorerebbe molto se la si concepisse anche come una storia degli esseri umani che superano le idee ricevute – Lavoisier che supera il dogma del flogisto, Darwin che rivoluziona il rispettabile creazionismo, o Freud che osa gettare uno sguardo al di sotto della superficie soddisfatta del nostro autocompiacimento. Può darsi che abbiamo sbagliato staccando la scienza dalla narrazione della cultura. Una sintesi è forse necessaria. Un sistema educativo deve aiutare chi cresce in una cultura a trovare un'identità al suo interno. Se quest'identità manca, l'individuo incespica nell'inseguimento di un significato. Solo *la narrazione consente di costruirsi un'identità e di trovare un posto nella propria cultura*. Le scuole devono coltivare la capacità narrativa, svilupparla, smettere di darla per scontata» [2, p. 53].

È quindi necessario comprendere che cosa Bruner intende quando attribuisce alla narrazione questo ruolo centrale anche nel rinnovamento dell'insegnamento scientifico: «Partirò da alcune affermazioni ovvie. Una narrazione comporta una sequenza di eventi, ed è dalla sequenza che dipende il significato» [2, p. 153]. La narrazione è giustificata quando narra qualcosa di inatteso, di imprevisto, di apparentemente assurdo o contraddittorio. L'obiettivo della narrazione è di chiarire i dubbi, di spiegare lo «squilibrio» che ha portato all'esigenza di narrare la storia. La narrazione è, inoltre, strettamente connessa con l'interpretazione e non con la spie-

gazione. La comprensione, a differenza della spiegazione, comprende sempre più interpretazioni; «né l'interpretazione di una particolare narrazione esclude altre interpretazioni… la regola è la polisemia» [2, p. 103].

A questo punto potrebbe sorgere il dubbio su che cosa abbia a che fare con la scienza la narrazione, se, come lo stesso Bruner evidenzia, la scienza è essenzialmente caratterizzata dalla dimensione esplicativa, e rappresenta uno dei due modi principali, alternativo proprio al modo narrativo, in cui gli uomini rappresentano il mondo: «Queste due forme di pensiero sono convenzionalmente note come pensiero *logico-scientifico* e pensiero *narrativo*» [2, p. 53].

Indubbiamente, secondo Bruner, i due modi di conoscere la realtà sono irriducibilmente diversi, ma sono, tuttavia, complementari: «Come ho più volte ripetuto, l'adozione di un'ottica interpretativa non implica una posizione antiempirica, anti-sperimentale o addirittura antiquantitativa. Significa semplicemente che, prima di poterci accingere alla spiegazione, dobbiamo dare un senso a quanto ci viene detto» [2, p. 126]. «Per arrivare direttamente al dunque, la mia idea è che noi trasferiamo sempre i nostri tentativi di comprensione scientifica in forma narrativa, o, per così dire, di "euristica narrativa". Il "noi" comprende sia gli scienziati sia gli allievi che occupano le aule nelle quali insegniamo. Trasporremmo dunque in forma narrativa gli eventi che stiamo studiando, allo scopo di evidenziare meglio cosa c'è di canonico e di previsto nel nostro modo di considerarli, in modo da poter distinguere più facilmente che cosa è ambiguo e incoerente e quindi deve essere spiegato … Proverò ora a esprimere queste stesse idee con un linguaggio in parte diverso. Il processo del fare scienza è narrativo. Consiste nel produrre ipotesi sulla natura, nel verificarle, correggerle e rimettere ordine nelle idee. Nel corso della produzione di ipotesi verificabili giochiamo con le idee, cerchiamo di creare anomalie, cerchiamo di trovare belle formulazioni da applicare alle contrarietà più intrattabili in modo da poterle trasformare in problemi solubili, inventiamo trucchi per aggirare le situazioni intricate. La storia della scienza, come Bryant Conant ha cercato di dimostrare, può essere raccontata in forma drammatica, come una serie di vicende quasi eroiche di soluzione di problemi. I suoi critici amavano sottolineare che le storie dei casi che lui e i suoi colleghi avevano preparato, pur essendo molto interessanti non erano però scienza, ma storia della scienza. Non sto proponendo di sostituire alla scienza la storia della scienza. Sostengo invece che la nostra istruzione scientifica dovrebbe tener conto in ogni sua parte dei processi vivi del fare scienza, e non limitarsi a essere un resoconto della "scienza finita" quale viene presentata nel libro di testo, nel manuale e nel comune e spesso noioso "esperimento di dimostrazione"» [2, pp. 138, 140].

Noi pensiamo che queste indicazioni di Bruner permettano di colmare le lacune presenti nei progetti, comunque molto innovativi per quegli anni, Nuffield ed il Laboratorio di Fisico-Chimica del Progetto Brocca. Compenetrando le insuperabili indicazioni culturali-metodologiche di quei progetti con il contributo pedagogico della narrazione, noi pensiamo che sia effettivamente possibile sviluppare

competenze scientifiche negli studenti [6]. Vogliamo prendere in considerazione, come esempio, una problematica importante della chimica, la legge di Proust, come potremmo scegliere, come esempi, la formazione del concetto di gas, le leggi di Lavoisier, le leggi di Dalton, la legge di Gay Lussac, la creazione delle formule chimiche (del linguaggio della chimica), ecc. La legge di Proust costituisce una delle leggi fondamentali della chimica che generalmente non viene compresa dagli studenti (così come le altre leggi indicate sopra), perché non ne viene evidenziata la problematicità; da un punto di vista strettamente nozionistico è ormai una legge «stupida»: infatti, se partiamo nell'insegnamento dai modelli atomico-molecolari, che significato ha affermare l'ovvietà che le sostanze hanno composizione costante? E, se, invece adottiamo un approccio banalmente induttivo, facendo eseguire uno o due esperimenti che evidenziano in questi casi la costanza delle proporzioni, che cosa di significativo si ricava per la comprensione della legge?

Per coinvolgere gli studenti e fare loro comprendere la legge di Proust (come le altre leggi o un qualsiasi concetto fondamentale della chimica) occorre trasporre «in forma narrativa gli eventi che stiamo studiando, allo scopo di evidenziare meglio cosa c'è di canonico e di previsto nel nostro modo di considerarli, in modo da poter distinguere più facilmente che cosa è ambiguo e incoerente e quindi deve essere spiegato… Il processo del fare scienza è narrativo. Consiste nel produrre ipotesi sulla natura, nel verificarle, correggerle e rimettere ordine nelle idee». Occorre far partecipare gli studenti, nelle modalità possibili nei vari casi, al gioco della scienza: «nel corso della produzione di ipotesi verificabili giochiamo con le idee, cerchiamo di creare anomalie, cerchiamo di trovare belle formulazioni da applicare alle contrarietà più intrattabili in modo da poterle trasformare in problemi solubili, inventiamo trucchi per aggirare le situazioni intricate». Occorre fare in modo che ciò che è apparentemente ovvio diventi un problema, una rottura epistemologica; occorre rendere, come dice Bruner del linguaggio letterario, «nuovamente estraneo ciò che è troppo familiare» … Siccome la connessione canonica fra le realtà, in una storia, rischia di generare noia, la narrativa, attraverso il linguaggio e l'invenzione letteraria, cerca di tener vivo l'interesse del suo pubblico «rendendo nuovamente strano l'ordinario» [2, p. 154]. Occorre ridare centralità alle ipotesi scientifiche, bisogna quindi dare importanza al *congiuntivo,* come di nuovo Bruner dice a proposito della letteratura: «L'altro motivo per studiare la narrativa consiste nel comprenderla per meglio coltivare le sue illusioni di realtà, nel "congiuntivizzare" gli ovvi indicativi della vita di tutti i giorni… Dopotutto, la sua missione è ridare stranezza al familiare, trasformare l'indicativo in congiuntivo» [3, p. 12, 13]. Nell'insegnamento scientifico, è di fondamentale importanza formativa lo sviluppo, nello studente, della consapevolezza della distinzione e contemporaneamente del rapporto costante che vi è tra fatti, fenomeni, esperimenti, da una parte, e interpretazioni, ipotesi, teorie [5], dall'altra, e quindi del significato profondamente diverso, ad esempio, di queste due formulazioni: *le cose stanno in questo modo* o *io penso che le cose stiano in questo modo.* Ma Bruner ci ricorda che «l'atteggiamento

interpretativo non è sempre gradito ai poteri costituiti, la cui autorità è fondata sul dare per scontato il mondo così com'è» [3, p. VII].

Se l'analogia tra letteratura e scienza potesse sembrare troppo ardita, basta pensare a come Popper ha costantemente descritto la scienza: «Secondo la concezione della scienza che sto cercando di sostenere, ciò è dovuto al fatto che gli scienziati hanno osato creare dei miti, o congetture, o teorie, che pur essendo in netto contrasto con il mondo quotidiano dell'esperienza comune, sono tuttavia capaci di spiegare alcuni aspetti di tale mondo … E questi tentativi di *spiegare il noto per mezzo dell'ignoto* hanno enormemente ampliato il dominio della conoscenza» [12, p. 177].

Riassunto – La tesi che cercherò di sostenere è che la storia della chimica è fondamentale per l'insegnamento nella scuola preuniversitaria fin dall'inizio, fin dalla scuola dell'infanzia, con due significati diversi: nella scuola secondaria superiore come strumento principale dell'insegnamento, nella scuola di base, per capire che cosa è meglio insegnare, e soprattutto che cosa è inoppurtono insegnare.

BIBLIOGRAFIA

[1] Bini G., Borsese A., 1995, *Alcune considerazioni sui test per l'ammissione all'Università in Italia,* In: Scuola e Città, 9, 384-389.
[2] Bruner J., 1997, *La cultura dell'educazione*, Feltrinelli, Milano.
[3] Bruner J., 2002, *La fabbrica delle storie*, Bari, Laterza.
[4] Cambi F., 2004, *Saperi e competenze*, Laterza, Bari.
[5] Ciardi M., 2002, *Il ruolo della storia e dell'epistemologia nella costruzione del curricolo verticale: Per una storia della didattica della chimica e una rivalutazione della ruolo della cultura chimica in Italia.* In: La Chimica nella Scuola, 3, 79-83.
[6] Fiorentini C., Aquilini E., Colombi D., Testoni A., 2007, *Leggere il mondo oltre le apparenze. Per una didattica dei concetti fondamentali della chimica*, Armando, Roma.
[7] Gruppo di lavoro per lo sviluppo della cultura scientifica e tecnologica, 2007, *Documento di Lavoro*, Ministero Pubblica Istruzione, Roma.
[8] Ministero Pubblica Istruzione, 1991, *Piani di studio della scuola secondaria superiore e programmi dei primi due anni. Le proposte della Commissione Brocca*, Le Monnier, Firenze.
[9] Mirone P., 1994, *La termodinamica può essere insegnata agli adolescenti?* In: *Nuova Secondaria*, 3, 78-81.
[10] Mirone P., 1999, *Perché la chimica è difficile?* In: La Chimica nella Scuola, 3, 67-70.
[11] Olmi F., 1997, *Ripensare i fondamenti dell'insegnamento della chimica al biennio*, in: La Chimica nella Scuola, 1, 9-13.
[12] Popper, K., 1971, *Congetture e confutazioni*, Il Mulino, Bologna.