**Una scienza allo specchio**

Dalla rifondazione epistemologica delle scienze sperimentali a quella

pedagogico-didattica del loro insegnamento

L’immagine prevalente della scienza che passa ancora oggi attraverso l’insegnamento secondario superiore

ha poco a che fare con ciò che essa è stata ed è realmente sul piano conoscitivo e sul piano del metodo;

nella nostra scuola, inoltre, sembra che la scienza abbia smarrito completamente le radici del suo passato

perdendo qualsiasi valore culturale e formativo; non solo, ma quando viene proposta sembra che non

si tengano in alcun conto i livelli cognitivi degli allievi a cui è rivolta.

Queste non sono certamente considerazioni nuove, ma poiché molte ricerche di tipo piagetiano, compiute

anche nel nostro paese (1), hanno mostrato che un insegnamento nozionistico, astratto, formalizzato impartito precocemente non lascia traccia alla fine della scuola secondaria, dovremo ripensare profondamente il modo di insegnare le scienze sperimentali. Ciò si può fare affrontando gli aspetti storico-epistemologici della disciplina e la complessità dei problemi connessi alla mediazione tra disciplina e materia scolastica, soprattutto quello connesso all’aspetto essenziale di *risorsa* che è chiamata a giocare quando viene “calata” nella scuola. A partire dunque da un versante disciplinare quale quello della Chimica, tenendo conto dell’immagine che di essa emerge attraverso i libri di testo e dalle indagini fatte sulle idee degli insegnanti, intendiamo riflettere sulla vecchia epistemologia che sta alla base del modo di insegnare nella nostra scuola.

Passando poi in rapida rassegna i mutamenti profondi intervenuti in anni recenti nell’epistemologia della

scienza, cercheremo di affrontare in modo problematico i metodi e i possibili percorsi con cui si potrebbe

affrontare oggi l’insegnamento/apprendimento della Chimica nella s.s.s. con particolare riferimento al

biennio. Per definire il quadro di sfondo entro cui si collocheranno le nostre riflessioni facciamo alcune considerazioni di carattere preliminare. In primo luogo si può osservare che le discipline tendono sempre di più alla specializzazione e, per contaminazione con altre, a dar luogo a nuove sub discipline orientate ad affrontare problematiche sempre più particolari; si assiste contemporaneamente al tentativo di accostare nuclei concettuali appartenenti ai più diversi ambiti per affrontare la realtà nella sua complessità, superando una visione angusta, riduttivistica dei problemi (2). Queste due opposte tendenze convivono nel campo

dello sviluppo della ricerca e della riflessione critica sui saperi ma, come osserva D. Chiesa “paradossalmente si riduce così il livello intermedio dal quale tradizionalmente attingono i curricoli scolastici”. Riflettendo allora su una possibile proposta di insegnamento/apprendimento della Chimica dovremmo guardarci dal non cadere in nessuna delle due direzioni estreme.

Una seconda considerazione che preme fare è che la elaborazione del Progetto Brocca relativo alla messa

a punto dei nuovi indirizzi e dei nuovi curricoli per la futura s.s.s., ha segnato un punto importante verso la

unitarietà di fondo dei diversi indirizzi contribuendo a ridurre il divario tra la cultura “disinteressata” dei

licei e quella “strumentale” orientata alla professionalizzazione degli istituti tecnici. Ne emerge che, a parte l’indirizzo di studio, il curricolo deve puntare essenzialmente ad una robusta ed equilibrata formazione

culturale generale, rimandando più avanti i problemi connessi alla professionalizzazione.

Cultura equilibrata significa anche rinuncia a privilegiare il campo e gli strumenti di indagine propri

dell’ambito letterario conferendo pari dignità formativa a quelli che caratterizzano anche il sapere scientifico

. A questo proposito M. Laeng ha affermato che “oggi bisogna combattere contro i postumi di queste

divisioni, rivendicando l’esistenza a buon diritto di un umanesimo completo che non è più letterario o più

scientifico” (3). Forse il quadro finale del Progetto non possiede tutte quelle caratteristiche che qualcuno

di noi auspicava, ma è certo che nel suo complesso conferisce alle discipline scientifiche una responsabilità

formativa ben più grande che in passato e di questo, in prospettiva, dobbiamo tener conto.

Una terza questione importante che dobbiamo affrontare in via preliminare è la seguente: non si intravvede

un’alternativa all’articolazione del sapere scolastico in materie e *il passaggio dal sapere disciplinare alle*

*materie scolastiche sottende un faticoso lavoro di mediazione culturale.* L’apprendimento non può essere

inteso come un semplice “trasmissione” del sapere disciplinare: si darebbe per scontato il raggiungimento

da parte degli allievi di un completo sviluppo cognitivo, l’acquisizione dei micro linguaggi (anche formalizzati) necessari alla comprensione e il possesso di universi di significati che invece sono tutti

da “costruire”. L’insegnante deve allora guardare alla disciplina come *risorsa* (disciplina-risorsa = materia),

potente strumento culturale e formativo nella scuola *capace di contribuire a strutturare il pensiero,*

*a costruire mondi di significato, a fornire modalità di approccio con la realtà* (4).

L’accurata analisi storico-epistemologica della disciplina non può che essere il punto di partenza per

fare di essa una “materia formativa”, ma l’organizzazione dei percorsi didattici non costituiscono un dato

che emerge automaticamente da questa analisi: la scelta dei nuclei strutturanti più importanti per l’apprendimento, dei connettivi più stimolanti che li legano, deve essere compiuta valutando (con l’aiuto della ricerca didattica) se possono ragionevolmente essere affrontati a certi livelli di sviluppo cognitivo correlati all’età degli allievi.A partire da tali premesse, possiamo tentare di rispondere alle seguenti domande: attraverso un’analisi dell’insegnamento/ apprendimento della Chimica, che tipo di scienza passa nella la nostra scuola? A quale epistemologia, magari implicita, essa fa riferimento? Quale rapporto essa ha con le riflessioni epistemologiche più recenti?

Ebbene, sia le analisi fatte sui libri di testo maggiormente diffusi nella s.s.s. (5), sia le indagini condotte

sulle idee di scienza degli insegnanti (6), rivelano che, in linea di massima, *l’insegnamento chimico secondario privilegia l’approccio nozionistico e formalizzato e tratta della struttura, delle proprietà e della*

*reattività delle sostanze esclusivamente in termini di costituenti submicroscopici,* in modo del tutto analogo

a quanto si fa nell’università. Se ciò può avere a livello universitario una sua giustificazione, non è però plausibile l’estensione di questo tipo di trattazione anche a livello di scuola secondaria superiore e, meno che mai, anche a quello inferiore. La mancanza nella scuola secondaria del necessario formalismo matematico e la contemporanea scelta di sviluppare contenuti identici a quelli universitari, conferisce alla trattazione un *carattere microscopico necessariamente descrittivo .*Nello sviluppo di alcuni argomenti si fa ricorso anche

ad esperimenti in funzione verificativa o illustrativa .... “il tutto è finalizzato ad addestrare lo studente ad

utilizzare le conoscenze in maniera rapida ed acquisire categorie interpretative accreditate...presso la comunità dei chimici” (7). Prevale nettamente l’aspetto informativo/addestrativo su quello formativo.

L’immagine di scienza che si comunica e si acquisisce risulta caratterizzata dalle seguenti idee di fondo: il

progredire della scienza è scandito dall’accumulazione di fatti e teorie ; lo scienziato scopre leggi già

presenti in natura; l’esperienza verifica le leggi, le teorie sono strumenti di sistematizzazione dei fatti...;

la conoscenza che si raggiunge è oggettiva e indipendente dal contesto; c’è una scelta rassicurante di

fondo che si identifica nell’aver eliminato qualsiasi problematicità dalla trattazione : gli unici problemi da

risolvere sono quelli “addestrativi”, numerici... collocati in fondo ai diversi capitoli. Gli errori commessi

nello sviluppo della scienza non son degni di essere presi in considerazione: lo studio della scienza “moderna” non ha tempo di occuparsi della genesi dei concetti; in questo tipo di trattazione non c’è posto per

la storia, per la ricostruzione delle trame concettuali, per gli stretti nessi che ci sono stati e ci sono tra la

scienza la società, l’economia, le ideologie, la politica... I contenuti, poi, vengono affrontati partendo dalla

struttura particellare della materia (tanto i ragazzi la “conoscono” già dalla scuola media!), primo livello di

discontinuità macro/micro, facendoli “galleggiare” sul “nucleo” vuoto dei corpi, delle sostanze, degli

elementi e dei composti, della trasformazioni, mai affrontati concretamente in precedenza...sviluppano

così un approccio esclusivamente astratto (8) che fa perdere alla disciplina la sua identità culturale. Lo

scarto tra ciò che si propone e le capacità degli allievi è troppo grande e non produce alcun apprendimento

reale. La Chimica diventa poi un vero e proprio “indiretto fisico” quando si incontra la ulteriore discontinuità

macro/micro: quella della struttura atomica... Da essa si deducono periodicità delle proprietà degli elementi, legami chimici, strutture,ecc.. Destino analogo ha avuto anche la Biologia che si è venuta sempre più caratterizzando nell’insegnamento della s.s.s. in maniera riduttivista, come un sostanziale

“indiretto chimico”: siamo nuovamente dinanzi allo smarrimento delle proprie radici culturali.

Prendendo in prestito una felice metafora suggerita da M. Liber, il ritratto di scienza che emerge da queste

considerazioni è proprio quello di “una vecchia signora”(9). E anche i caratteri della epistemologia implicita

che esso sottende concordano con quelli evidenziati per altra via dalla stessa autrice: si tratta di una

visione epistemologica di tipo rappresentativo alla cui base c’è la netta separazione tra l’osservatore –sperimentatore e l’osservabile-oggetto osservato; ciò crea la fiducia nella possibilità di conoscenza oggettiva

della realtà. C’è poi la causalità come categoria esplicativa: ogni fenomeno è riconducibile ad una

causa e le leggi, una volta “scoperte”, consentono di controllare gli eventi. Tutto è interpretabile in termini

di particelle in movimento ( ciò costituisce il cosiddetto paradigma classico di tipo meccanicistico).

Dai primi del ‘900 fino agli anni ’30 si è verificato un profondo mutamento nelle basi della scienza: la pretesa di interpretare il mondo atomico in termini di meccanica classica ha condotto a una crisi profonda

la scienza dei primi del ‘900; solo quando si ebbe il coraggio di abbandonare le vecchie categorie esplicative,

il paradigma meccanicistico, e fu sancito col principio di indeterminazione di W. Heisemberg (1925)

l’impossibilità di tener separati l’osservatore dall’osservabile fisica, si aprì la strada ad una nuova meccanica

(quanto -ondulatoria) che riuscì ad affrontare con successo in termini probabilistici la trattazione dell’atomo

e delle strutture molecolari permettendo la costruzione di una nuova Fisica e di una nuova Chimica.

Nasce così anche una nuova epistemologia , ancorata ad un paradigma costruttivistico: la conoscenza non

si costruisce senza interagire con l’oggetto, anzi, essa costituisce proprio il risultato dell’interazione tra

soggetto e oggetto. Un’analogia forte può meglio chiarire questo rapporto di circolarità che viene instaurandosi e che è ineliminabile: il simbolo del Tao (Jing-Yang). Esso rappresenta il “campo” della conoscenza che acquista senso se è riconducibile ad una interazione dinamica tra soggetto e oggetto.

*Nei testi “moderni” di Chimica della scuola secondaria superiore, pur essendo passati i “nuovi contenuti”, non è passato niente della nuova epistemologia che li sottende:*

ci si limita a considerare i risultati della nuova meccanica come strumenti esplicativi del nuovo assetto

degli atomi nella tavola periodica, di un’interpretazione in termini “moderni” delle strutture molecolari

e delle proprietà delle molecole....in fondo in fondo, a livello implicito, resta in agguato ancora il paradigma meccanicistico! Le idee forti della nuova epistemologia non passano! Cosa fare? L’autrice già citata (10) e altri (11), (12) sostengono la necessità di affiancare alla dimensione *Logica* e a quella *Empirica* della scienza sperimentale anche la dimensione *Storica*; il suggerimento è senz’altro condivisibile ma direi che va aggiunta una quarta dimensione, proprio derivata dalle considerazioni fatte nella premessa di questo contributo: la dimensione *Psicopedagogica*, dettata dall’esigenza imprescindibile del “sapere scolastico”

di essere adeguato allo sviluppo cognitivo degli allievi a cui si rivolge (13), (14). *Sono queste quattro dimensioni che devono costituire le linee guida per una “rifondazione pedagogica” dell’insegnamento*

*delle scienze sperimentali .*Quale proposta didattica potrebbe essere in grado di rispondere alle esigenze suddette? Molto schematicamente e con riferimento all’insegnamento della chimica a livello di biennio possiamo osservare quanto segue:

- lo studio della chimica inizia pressoché da zero nella s.s.s.. L’approccio deve partire dal macroscopico e

dalla complessità dei corpi materiali e svilupparsi in modo fenomenologico. I corpi sono oggetto sia dello

studio della Fisica che della Chimica: il cammino della ricerca chimica si rivolge però alla separazione

dei corpi in sostanze di diversa natura. La ricerca della loro composizione complessa e della possibilità

di pervenire a sostanze “pure” introduce l’esigenza di misurare grandezze e riconoscerne alcune in grado di

caratterizzare dette sostanze. I passi successivi possono essere così schematizzati:

decomposizione o meno delle sostanze: concetto operativo di elemento e composto

-le trasformazioni chimiche (reazioni) permettono di passare da elementi a composti e viceversa ; i parametri

che le caratterizzano

-i passaggi di stato: solidi, liquidi e aeriformi

-legge di Lavoisier e legge di Proust: dal qualitativo al quantitativo

-il primo livello di discontinuità macro/micro: l’ipotesi atomica della materia di Dalton e l’interpretazione

delle leggi ponderali ; il concetto di atomo e di molecola daltoniani ( dal macroscopico alla modellizzazione

submicroscopica)

- un’idea delle dimensioni e delle masse delle molecole

- un mondo di particelle in quiete? i moti molecolari e un primo nesso materia-energia

A questo punto si potrebbe considerare concluso il curricolo del I anno.....

Dal punto di vista epistemologico, il metodo ha come suo momento centrale quello della formulazione dell’ipotesi e non quello dell’osservazione (Popper) e, muovendo dalle conoscenze preesistenti degli allievi,

cerca di porli al centro di una situazione problematica (mentre al triennio si può creare la situazione problematica a partire da idee diverse a confronto, a livello di biennio è preferibile muovere da problemi concreti o situazioni problematiche fondate su fatti che possono apparire contraddittori..). Il riferimento all’epistemologia popperiana si rivela particolarmente adatto per la costruzione di una conoscenza problematica della fenomenologia chimica elementare e più in generale dell’ipoteticità dei concetti scientifici. La modellizzazione, la teorizzazione non si ricava dalla osservazione, ma esse costituiscono il risultato di un atto creativo che consente di inventare strumenti interpretativi e predittivi del comportamento della materia; come dice Popper sono “i tentativi di spiegare il noto per mezzo dell’ignoto che hanno

enormemente ampliato il dominio della conoscenza” (15). La scienza non procede per accumulazione, il suo cammino non può essere lineare ed è caratterizzato da continui punti di “discontinuità”.

Da un punto di vista storico si osserva che la ricostruzione del contesto problematico in cui un certo concetto si è sviluppato costituisce un’azione che favorisce ulteriormente l’acquisizione dell’ipoteticità dei concetti proposti all’apprendimento. Ciò non presuppone da parte del docente la conoscenza approfondita dell’intera storia della scienza chimica (far ricorso alla dimensione storica della disciplina non significa ovviamente affrontare la sua intera storia!), ma richiede l’impiego di una serie di competenze storiche relative almeno ad alcuni concetti nodali che si intendono affrontare. Se non possono essere disponibili i testi , sono però numerose le opere antologiche o di ricostruzione storica che si possono utilmente impiegare allo scopo , ad es. (16) (17). Da un punto di vista psicopedagogico la scelta di ripercorrere alcune delle tappe essenziali dello sviluppo iniziale della Chimica porta ad affrontare concetti che, secondo recenti ricerche di tipo piagetiano, si dimostrano in grado di essere recepiti da allievi di età compresa tra i 14 e i 15 anni (18) (19). Vari anni di

esperienza su un curricolo organizzato secondo i criteri e i metodi detti sopra mostrano la sua adeguatezza

al livello di sviluppo cognitivo degli allievi di bienni di scuole liceali. Nonostante un certo calo di

interesse osservato in questi anni per la psicopedagogia piagetiana (un’altra “moda” passata ....prima che

vedesse la luce su scala sigificativa?), Piaget resta , a nostro avviso, il principale punto di riferimento in

questo campo soprattutto per i costrutti di assimilazione-accomodamento e di azione-operazione (20).

In conclusione, per realizzare una concreta rifondazione del processo insegnamento/apprendimento è

necessaria una nuova formazione dei docenti. Riteniamo che i tempi siano maturi per passare dal livello

delle analisi e delle proposte concrete ad una loro attuazione generalizzata e controllata. Perchè questo

avvenga, occorre una volontà politica che riconosca la scuola come una risorsa strategica per il Paese : è

possibile allora sperare che, in tempi di accelerazione del cambiamento in tanti settori della nostra società,

ingessata da troppi anni, si possa realizzare anche un deciso cambiamento nel modo di fare scuola?

*Fabio Olmi*

**Note bibliografiche**

1) N. Tomasini Grimellini, G. Segre- Le conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti,

La Nuova Italia (Fi), 1991

2) D. Chiesa - Dimensione culturale e formativa delle discipline. Relazione al Convegno Nazionale CIDI, 1993

“Una scuola per la democrazia”; D. Massaro - La sfida della complessità. Il paradigma della complessità ed i

sistemi formativi, Insegnare, 7/8 (1993), pp 10-12

3) M. Laeng - Le ragioni della presenza dell’insegnamento delle scienze nella scuola- Annali della P.I. 5-6

(1992), pp 523-531

4) Ibidem (2)

5) L. Benedetti, R. Cervellati, L. Brancaleoni, P. Mirone - Analisi di 25 testi di Chimica ampiamente diffusi nelle

scuole medie superiori (CNR, Modena (1992)

6) Sull’argomento esistono indagini svolte su campioni assai limitati e quindi scarsamente indicativi. Le considerazioni

qui sviluppate traggono essenzialmente da un lavoro condotto dal Gruppo di ricerca didattica dell’Università

di Torino (Resp. E.Roletto), non ancora pubblicato, relativo ad un’ampia indagine che ha interessato centinaia di insegnanti italiani e francesi.

7) E. Torracca - Una dimensione storica nell’insegnamento della Chimica? , Epsylon, n.17 , Maggio 1994, pp.

19-22

8) W. Kohler - Il posto del valore in un mondo di fatti, Giunti Barbera, Firenze (1969)

9) M. Liber - Ritratto di una vecchia signora, Naturalmente a.7, n. 1 (1994), pp 13-14

10) M. Liber - I saperi allo specchio, Naturalmente a.7, n.3 (1994) pp. 3-4

11) Ibidem (7) ;

12) E. Agazzi - La dimensione storica nell’evoluzione scientifica, Nuova Secondaria, 15/4 (1992)

13) F. Olmi - La scienza...prima degli esami di maturità, Naturalmente, a.6, n.2 (1993), pp. 25-28

14) C. Fiorentini - Riflessioni epistemologiche e psicopedagogiche

e proposte sull’insegnamento scientifico, lavoro

non stampato (1994)

15) K. Popper - Congetture e confutazioni, Il Mulino,

Bologna (1969), pp. 176-177

16) J. I. Solov’ev - L’evoluzione del pensiero chimico dal

Seicento ai giorni nostri - Mondadori (EST) , Milano

(1976)

17) F. Abbri - La Chimica del ‘700 , Loescher Ed.

(Torino) (1978)

18) M. Shayer, P. Adey - Towards a Science of Science

Teaching, Heinemann Educational, London (1981); alcune

considerazioni essenziali e alcuni risultati sono

riportati in: R. Cervellati, D. Perugini - Guida alla

didattica della Chimicanella s.s.s., Zanichelli, Bologna

(1987), pp16-28

19) P. Violino, B. Semino Di Giacomo ., An investigation

of Piagetian Stages in Italian Secondary School Students,

J. Chem. educ. 58 (1981), pp. 639-641

20) Ibidem 14).